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

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre du volume : 1940-1941 (janvier,1940-juin,1940 ; juillet,1940-juin, 1941 ; juillet,1941-décembre,1941)

Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 1900-1945
Description : 420 p, : ill. ; 26 cm
Adresse : [Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1940]
Cote de l'exemplaire : BSPI, 154

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.154

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

4 6

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

756

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES ★ Bibliothèque N° 7

1940

1940 - 1941

PARIS

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

1940

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

139e ANNÉE. JANVIER 1940.

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 1940

MEMBRES TITULAIRES

Bureau.

Année de l'entrée au Conseil.

Président :

1919. — MAGNE (Marcel) (C. ✻), professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, membre du Conseil supérieur des Beaux-Arts, et du Comité central d'Art appliqué, 34, quai de Béthune (4e).

Vice-présidents :

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

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

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

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

1931. — BLONDEL (Fernand) (✻, ✻), Ingénieur en chef des Mines, secrétaire général du Comité d'Études minières pour la France d'outre-mer, ancien président de la Société géologique de France et de la Société française de Minéralogie, 13, rue de Bourgogne (7e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Secrétaires généraux :

1926. — SERVONNET (Hyacinthe) (✻, ⁂, ❶), Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef adjoint honoraire du Chemin de fer du Nord, 35, rue Hermel (18e).

1936. — ROLLEY (Paul) (C. ✻, ⁂, C. ⁂, I. ❶), 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'État, professeur à l'École nationale supérieure des 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. ❶, 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), 46, boulevard Flandrin (16e).

1936. — BOUTEILLER (Paul) (✻, ⚓, ✪), docteur en droit, conseil juridique de la Banque ottomane, 11, rue de Sontay (16e).

1940. — OPPENHEIM (René)(✻), Ingénieur en chef honoraire des Ponts et Chaussées, président du Conseil d'Administration de la Société Le Carbone-Lorraine, 3, boul. des Sablons, Neuilly-sur-Seine (Seine).

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'École polytechnique et à l'École nationale supérieure de l'Aéronautique, 3, rue Gay-Lussac (5e).

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'Enseignement et des Recherches aéronautiques, 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 de 1re classe des Fabrications d'Armement, directeur du 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 attaché à la Direction générale 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'École polytechnique, 12, rue Pierre Curie (5e).

1936. — BERGERON (Louis) (✻, ✪), Ingénieur des Arts et Métiers, ingénieur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

constructeur, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, chargé de cours à l'École supérieure d'Électricité, docteur *honoris causa* de l'Université de Lausanne, 14, boulevard Ornano (18e).

1938. — Lelong (Robert) (G. C. ✻), Ingénieur général de 1re classe du Génie maritime (C. R.), 15, rue Gay-Lussac, Paris (5e).

1938. — Lapresle (Antonin) (✻), Inspecteur général de l'Aéronautique, 89, rue Denfert-Rochereau (14e).

1938. — Louis (Jean), Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur directeur général de la Société française des Constructions Babcock et Wilcox, 48, rue La Boétie (8e).

1939. — Maillard (Frédéric) (✻), professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers et à l'École centrale des Arts et Manufactures, 48, rue des Écoles (5e)

Comité des Arts chimiques.

1907. — Guillet (G. O. ✻), 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, *président*, 1, rue Montgolfier (3e).

1908. — Bertrand (Gabriel) (C. ✻), membre de l'Institut, de l'Académie de Médecine et de l'Académie d'Agriculture, professeur honoraire à la Faculté des Sciences, chef de service 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 Émile Roux (15e).

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

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

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

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

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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

1930. — DUBRISAY (René) (C. ✻, I. ❶), Ingénieur en chef des Manufactures de l'État, docteur ès sciences, professeur à l'Ecole polytechnique et au Conservatoire national des Arts et Métiers, directeur à 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, 283, boulevard Voltaire (11e).

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

1936. — DAMOUR (Émilio) (✻, ❶), 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, vice-président délégué des Établissements Kuhlmann, président de la Société des Ingénieurs civils, 5, avenue Elisée Reclus (7e).

1939. — JAVILLIER (Maurice) (O. ✻), membre de l'Institut et de l'Académie d'Agriculture, professeur à la Sorbonne et au Conservatoire national des Arts et Métiers, 19, rue Ernest Renan (15e).

1939. — CLAUDE (Georges) (O. ✻), membre de l'Institut, administrateur de la Société L'Air liquide, 12, boulevard Richelieu, à Rueil (S.-et-O.).

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. ✻, ⚜), président délégué de la Société « Ateliers J. Carpentier », 34, rue Guynemer (6e).

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

1927. — PINEAU (Louis) (C. ✻), Directeur des Carburants (Ministère des Travaux publics), 37, avenue Duquesne (7e).

1929. — GAUMONT (Léon) (O. ✻), président d'honneur de la Chambre syndi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

cale française de la Cinématographie, « Les Tourelles », Sainte-Maxime-sur-mer (Var).

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

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 la Direction des Carburants, 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) (O. ✻), Ingénieur civil des Mines, directeur scientifique de la Société de Commentry, Fourchambault et Decazeville, 39, boulevard Raspail, Paris (7e) et Imphy (Nièvre).

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 (16e).

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

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

du Laboratoire de Fermentation à l'Institut national agronomique, 9 *bis*, rue d'Assas (6e).

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, Grand Rue, Bourg-la-Reine (Seine).

1929. — PRUDHOMME (Emile) (O. ✻), Ingénieur agronome, ancien directeur de l'Institut national d'Agronomie de la France d'Outre-mer, professeur à l'Institut national agronomique et à l'École 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, directeur honoraire de l'Institut national agronomique, 16, rue de l'Estrapade (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, 7, avenue de Villars (7e).

1936. — ROLLEY (Paul) (C. ✻, ⛃, C. ⛃, I. ⛁), 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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Viticulteurs de France et d'Ampélographie, 22, rue de Tocqueville (17e).

1937. — DEMORLAINE (Joseph) (O. ✻, ⛯, C. ⛯, O. ❶), Insp cteur 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).

1939. — NOTTIN (Paul), Ingénieur agronome, professeur à l'Institut national agronomique, 18, rue Armand Moisant (15e).

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 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, membre de l'Académie des Sciences coloniales et de l'Académie de Marine, 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 Éditeurs, 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'École polytechnique, chef du laboratoire des Ponts et Chaussées, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).

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

1927. — SAUPIQUE (Georges) (O. ✻), 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).

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

1935. — CAQUOT (Albert) (G. O. ✻, ⛯), membre de l'Institut, professeur à l'École nationale supérieure des Mines, à l'École nationale des Ponts et Chaussées et à l'École supérieure de l'Aéronautique, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, Directeur général des Services techniques du Ministère de l'Air, 1, rue Beethoven (16e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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).

1938. — MARCHOUX (Émile) (G. O. ✻), membre de l'Académie de Médecine, professeur à l'Institut Pasteur, 96, rue Falguière (15e).

1939. — BRICE (L. P.), Ingénieur des Arts et Manufactures, industriel, 3, place Paul Verlaine (13e).

1939. — MILDÉ (Charles) (O. ✻), industriel, conseiller du Commerce extérieur de la France, 66, boulevard Pereire (17e).

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'Habitations à bon marché, *président*, 115, avenue des Champs-Élysées (8e).

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) (✻, ✠, ✇), Ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur en chef adjoint honoraire du Chemin de fer du Nord, 35, rue Hermel (18e).

1927. — HARDY (Georges) (O. ✻, ✠), ancien élève de l'École normale supérieure, ancien directeur de l'Enseignement en Afrique occidentale française et au Maroc, directeur honoraire de l'École coloniale, recteur de l'Académie de Lille (Nord).

1929. — CHEVALIER (Auguste) (C. ✻), membre de l'Institut, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle, directeur du Laboratoire d'Agronomie coloniale, 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'Outre-mer, ancien président de la Société géologique de France, président de la Société française de Minéralogie, 13, rue de Bourgogne (7e).

1933. — DUCHEMIN (René) (C. ✻), ingénieur-chimiste, ancien régent de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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, vice-président délégué du Comité des Forges, 30, rue Las Cases (7e).

1935. — TIRARD (Paul) (G. O. ✻), membre de l'Institut, président des Chemins de fer du Midi et président honoraire 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).

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

1938. — DAUTRY (Raoul) (G. O. ✻), directeur général honoraire des Chemins de fer de l'État, ministre de l'Armement, président de l'Institut de la Recherche scientifique appliquée à la Défense nationale et de son Comité exécutif, 19, rue Casimir Périer (7e).

1939. — DU VIVIER DE STREEL (Edmond) (C. ✻), membre du Conseil national économique, du Conseil supérieur de la France d'Outre-mer et de l'Union coloniale française, 14, rue Villaret de Joyeuse (17e).

Commission du Bulletin.

MM. SERVONNET et ROLLEY, *secrétaires généraux*; LAFOSSE, ALBY, WALCKENAER, ANDROUIN, G. BERTRAND, 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 mécaniques.

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

Comité des Arts économiques.

1916. — LEGOUËZ (Raynald) (C. ✻), Ingénieur en chef des Ponts et Chaus-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

sées, 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 d'Agriculture.

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

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

1911. — BERTRAND DE FONTVIOLANT (C. ✻), professeur honoraire à l'École centrale des Arts et Manufactures, domaine de Labat, à Valesville par Lanta (Haute-Garonne).

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

1926. — LUMIÈRE (Louis) (G. C. ✻), membre de l'Institut, villa Lumen, à Bandol-sur-Mer (Var).

Comité de Commerce.

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

Année de la nomination.

MEMBRES CORRESPONDANTS

Comité des Arts mécaniques.

Correspondant français.

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

Correspondant étranger.

1938. — STODOLA (Aurel), professeur émérite de l'École polytechnique fédérale de Zurich, correspondant de l'Académie des Sciences, 360, Witikonerstrasse, Zurich (Suisse).

Comité des Arts chimiques.

Correspondants français.

1938. — DURAND (Jean) (✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur en chef à la Compagnie des Aciéries de la Marine et d'Homécourt, professeur de sidérurgie à l'École centrale des Arts et Manufactures, 11, rue Sédillot (7e).

1938. — CHAUDRON (Georges), professeur à la Faculté des Sciences, directeur de l'Institut de Chimie appliquée, 10, rue Jean Bart, Lille (Nord).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination.

Correspondants étrangers.

1906. — Sir Robert Abbott HADFIELD, membre de la Royal Society, D. Sc.; D. Met., membre correspondant de l'Académie des Sciences de Paris, steel manufacturer, 22, Carlton House Terrace, Londres, 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 Zorilla, Madrid 14° (Espagne).

1922. — MRAZEC (L.), professeur honoraire de l'Université, membre de l'Académie roumaine, membre correspondant de l'Académie des Sciences, 13, strada Progresului (I), Bucarest (Roumanie).

1938. — Sir Henry Cort Harold CARPENTER, 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 (Angleterre).

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).

1939. — SWARTS (Frédéric), professeur honoraire à l'Université de Gand, membre de l'Académie royale de Belgique, membre correspondant de l'Académie des Sciences, Parc Résidence, Boulevard Militaire, 1, à Gand (Belgique).

1939. — GOERENS (Paul), professeur, docteur-ingénieur, Dr. phil. h. c., Hohenzollernstrasse 36, à Essen (Allemagne).

Comité des Arts économiques.

Correspondants français.

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

1939. — BAILLAUD (René) (✻), professeur à la Faculté des Sciences et directeur de l'Observatoire de Besançon, à Besançon (Doubs).

Correspondants étrangers.

1938. — Sir William BRAGG (O. M., K. B. E., F. R. S.), The Royal Institution, 21, Albemarle Street, Londres, W. 1. (Angleterre).

1938. — ZEEMAN (Pieter) (C. ✻), membre associé de l'Académie des Sciences, professeur en retraite à l'Université d'Amsterdam, membre de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination

l'Académie des Sciences d'Amsterdam 158, Stadhouderskade, Amsterdam (Pays-Bas).

1938. — Prof. Dr. W. H. KEESOM, directeur de la 1re Section du Kamerlingh Onnes Laboratorium, De Mey van Streefkerkstraat, 31, Leiden (Pays-Bas).

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'Ecole des Sciences politiques, Inspecteur général à la Caisse nationale de Crédit agricole, 1, rue Oudinot, Paris (7e).

Correspondants étrangers.

1939. — Sir John RUSSELL, directeur de la Rothamsted Experimental Station (Angleterre), membre correspondant de l'Académie des Sciences et de l'Académie d'Agriculture.

1939. — Dr E. LAUR, professeur à l'Ecole polytechnique fédérale, directeur de l'Union suisse des Paysans, secrétaire agricole suisse, à Brougg (Argovie, Suisse).

1939. — SCHANDL (Dr Charles), conseiller intime royal hongrois, sénateur, ancien secrétaire d'Etat au Ministère de l'Agriculture, président de l'Union des Coopératives de Hongrie, vice-président directeur général de la Société centrale de Crédit mutuel de Hongrie, V. Nádor, u. 22, Okáhá, à Budapest (Hongrie).

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

Correspondants français.

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

1939. — FÉAU (Robert) (O. ✲), chef de travaux pratiques du Cours d'art appliqué aux métiers du Conservatoire national des Arts et Métiers, 60 *bis*, avenue de Breteuil, (Paris (7e).

Comité de Commerce.

Correspondants étrangers.

1938. — Dr Frederik H. FENTENER VAN VLISSINGEN (C. ✲), directeur de la Steenkolen-Handelsvereeniging N. V. d'Utrecht, président de la Foire néerlandaise d'Utrecht, président de la Chambre de Com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination.

merce d'Utrecht, président honoraire de la Chambre de Commerce internationale, Maliebaan, 42, Utrecht (Pays-Bas).

1938. — Lord RIVERDALE (Arthur) of Sheffield (O. ✱), K. B. E., LL. D., vice-président de la Chambre de Commerce internationale, Capital Steel Works, Sheffield, 1 (Angleterre).

1938. — LAMMERS (Clemens) président de la Commission pour l'Organisation de la Production de la Chambre de Commerce internationale et du Bureau des Ententes industrielles internationales fondé sous les auspices de la Chambre de Commerce internationale, 2, Sigismundstrasse, Berlin W. 35 (Allemagne).

1938. — MAURO (Francesco), professeur à l'Institut polytechnique de Milan (Italie).

SÉANCE COMMÉMORATIVE EN L'HONNEUR DE PRONY.

La Société des Ingénieurs civils de France, la Société française des Mécaniciens, la Société française de Physique et la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale organisent en commun une séance consacrée à la mémoire de Prony (1755-1839).

Cette manifestation, placée sous la présidence d'honneur de M. DAUTRY, Ministre de l'Armement, président de la Société française des Mécaniciens, aura lieu en l'hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes, le samedi 16 mars 1940, à 15 heures précises.

Le programme comprendra les communications suivantes :

I. — *La vie de Prony*, par M WALCKENAER, Inspecteur général des Mines, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, représentant la Société française de Physique.

II. — *Prony Ingénieur des Ponts et Chaussées*, par M. SUQUET, Inspecteur général, directeur de l'École nationale des Ponts et Chaussées.

III. — *Prony hydraulicien*, par M. le professeur MONTEIL, Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien président de la Société des Ingénieurs civils.

IV. — *Prony mécanicien et le frein dynamométrique*, par M. FIEUX, Ingénieur des Arts et Métiers, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, représentant la Société française des Mécaniciens.

Le texte de ces conférences sera publié dans le Bulletin *de la Société d'Encouragement.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ARCHITECTURE DES ÉCOLES TECHNIQUES

par M. Marcel MAGNE, *président de la Société d'Encouragement.*

Il y a sept ans que M. de Monzie, alors Ministre de l'Éducation nationale, m'a donné la mission de rechercher le lien nécessaire entre les programmes établis pour ses écoles par la Direction générale et les hauts fonctionnaires de l'Enseignement technique et les conceptions des architectes chargés de les réaliser.

Montrer le cadre dans lequel vit l'Enseignement technique me donne ici l'occasion de rendre hommage aux efforts des uns et des autres dans cette œuvre collective d'où doit sortir une architecture des écoles techniques.

Toute architecture doit évoquer la vie qu'elle abrite et, à comparer les témoins des architectures passées, il est aisé de distinguer un temple grec du v^e^ siècle d'une cathédrale française du XIII^e^ siècle, un aqueduc romain d'un moulin hollandais et les remparts d'Aigues-Mortes du Palais de Versailles. Peut-on dire que l'architecture de la plupart des écoles techniques soit aussi évocatrice de leur vie intérieure? Pourquoi ne l'est-elle pas autant que nous le souhaitons et que nous avons la volonté qu'elle le devienne?

Une première raison est que beaucoup de bâtiments qui constituent nos écoles sont anciens, de sorte que l'enseignement technique se présente comme nn tableau moderne dans un vieux cadre. C'est le *premier stade* de l'architecture des écoles techniques que l'utilisation d'ensemble de bâtiments pré-existants. Ce stade n'est d'ailleurs pas complètement terminé.

Les cités de France sont si anciennes; elles sont si riches en monuments du passé qu'hier encore, on trouvait à Bourges un vaste couvent pour y installer notre première École nationale professionnelle de filles. Ainsi s'affirmera, dans l'étude que nous allons faire, le lien entre la vie moderne et la vie passée, qui est caractéristique de la civilisation française dans sa forme la plus vivante, l'architecture.

S'il n'y a pas longtemps que l'enseignement technique a été rattaché au Ministère de l'Instruction publique, tous les objets les plus anciens attestent l'éducation technique qu'eurent toujours les artisans.

Au moyen âge, c'est dans les monastères que le travail bénéficiait à la fois d'un idéal, d'une discipline et d'un grand loisir affranchi des soucis de la vie.

Dès le XIII^e^ siècle l'enseignement technique avait trouvé, à côté des monastères et de l'atelier familial, sa place dans la « garde des métiers » organisée par les corporations. Il avait été encouragé par Henri II et Henri IV, par Richelieu et Mazarin, il avait fait l'objet des propositions précises de Descartes et des institutions de Colbert, de la création par Bachelier, de l'École gratuite de dessin et de mathématiques, et par La Rochefoucauld-Liancourt de l'École de la Montagne.

En s'installant, après la Révolution française, dans les établissements reli-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gieux désaffectés, l'enseignement technique les réaffectait et s'y trouvait *moralement* à l'aise. Il apportait son idéal dans ces monuments qu'un idéal avait élevés. Il allait puiser dans ces monuments mêmes les plus hautes leçons de conscience, de perfection technique, d'union du métier avec l'art. Allait-il s'y trouver aussi à l'aise *matériellement* ?

L'architecture étant l'expression d'un programme, y avait-il possibilité d'adapter au programme des écoles techniques l'utilisation de bâtiments conçus pour une autre destination? Il convient d'examiner le programme des écoles qu'il s'agissait d'aménager et les concordances ou les divergences de ce programme avec le programme antérieur des bâtiments à occuper.

Le programme des écoles techniques comprend :

1° des locaux administratifs et des appartements ou logements de personnel;

2° des locaux scolaires;

3° dans un grand nombre d'écoles, un internat ou tout au moins les services nécessaires à la demi-pension.

Si l'établissement occupé était un établissement conventuel, on conçoit que, le programme de tous les établissements conventuels comprenant une conciergerie, une direction, un économat, un réfectoire, une cuisine, des dortoirs, une infirmerie, de vastes cours, il était relativement facile de faire coïncider avec lui, par un aménagement peu onéreux, la première partie du programme des écoles techniques, locaux administratifs, appartements et logements, et la troisième partie, internat.

Il fut, en général, possible d'y rendre la vie plus confortable au point de vue du chauffage, des installations sanitaires. On y trouva souvent des répartitions d'espaces libres et d'espaces construits, des hauteurs d'étages, des dispositions d'éclairage qui soutiennent encore aujourd'hui la comparaison avec la réalisation des conceptions les plus modernes. Dans les transformations opérées, l'architecture de nos anciens monuments a été, en général, respectée et donne à plusieurs de nos écoles une noblesse qui apparaîtra dans les exemples représentés ici.

La deuxième partie du programme des écoles comprend d'une part, des salles de classes et d'études, des amphithéâtres, des laboratoires, qui pouvaient également être aménagés en compartimentant les grandes salles d'un couvent et, d'autre part, des ateliers.

C'étaient les ateliers qui, partout, nécessitèrent des constructions neuves, constructions dont le programme se modifie d'ailleurs d'année en année, parce que l'outillage se perfectionne, parce que la force motrice se transforme, parce que les besoins de l'industrie se modifient et nécessitent la restriction ou l'extension des locaux affectés à telle ou telle technique, la création d'ateliers nouveaux pour la préparation des élèves à des industries nouvelles. Il fallait donc choisir, pour l'édification des ateliers, des terrains assez vastes et des modes de construction assez souples pour offrir des possibilités de transformation et d'extension.

L'importance des ateliers pourrait faire croire que, mieux que l'utilisation d'un couvent, celle d'une usine fût particulièrement favorable aux besoins de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'enseignement technique. Comme une usine n'est utilisable que pour les locaux administratifs et les ateliers, ce n'est une solution possible que dans le cas exceptionnel où les espaces libres sont assez vastes pour que, tout en les gardant libres en grande partie, on trouve la place de construire les locaux scolaires d'enseignement théorique et l'internat. En général, ces espaces libres n'existent pas parce que, dans une usine, ce serait du terrain perdu.

Quant aux ateliers mêmes, ils correspondent assez mal aux besoins de l'enseignement. Une usine est faite pour un rendement, c'est-à-dire que tout y est disposé pour le travail continu et coordonné d'ouvriers qualifiés en vue de transformer la matière première en objets usinés. Les ateliers d'un établissement d'enseignement sont faits pour donner la connaissance de la matière et de l'outillage à des jeunes gens qui l'ignorent. Enfin, l'emplacement même des usines est souvent très mal choisi pour une école parce que les raisons de prix du terrain, de raccordements aux voies ferrées et de règlements administratifs sur les établissements dangereux ou insalubres ont, en général, groupé les usines.

Dans tous les plans d'extension de villes, on cherche à écarter les usines des établissements scolaires et à réserver des espaces salubres pour les y grouper : c'est la raison même. L'exemple de l'École nationale professionnelle de Garçons de Creil montrera que le choix d'une ancienne usine pour un établissement de ce genre est la plus grande erreur qui ait été naguère commise.

Le *deuxième stade* de l'architecture des écoles techniques a été la construction d'établissements neufs, soit parce qu'il s'agissait de centres industriels récents, dans lesquels n'existait aucun monument ancien, soit parce que les édifices existants avaient déjà été utilisés pour des lycées, des collèges, des musées, des bibliothèques ou des casernes.

Il est curieux de constater que, comme on avait pris l'habitude d'adapter les programmes à d'anciens bâtiments, on calqua souvent les nouveaux plans sur les anciens. Il n'y avait alors évolution, ni dans l'établissement du programme, ni dans son expression. On imposait aux élèves une discipline monacale : cours fermées et souvent beaucoup plus petites que celles des anciens cloîtres; dortoirs communs; lavabos sommaires; douches inexistantes ou placées au dehors de manière à en rendre l'accès aussi désagréable en hiver que possible; même, W.-C. considérés comme un lieu de perdition dont il faut restreindre le plus possible le nombre : ainsi est-on arrivé à faire des établissements souvent moins bien compris que ceux qui sont installés dans de vieux bâtiments.

La plupart des établissements de ce stade présentent d'ailleurs des prétentions soi-disant architecturales assez risibles. La façade serait aussi bien celle d'un hôtel de ville ou d'une bourse de commerce. Les ateliers sont cachés derrière des architectures postiches, comme si le travail était indécent à montrer. De sorte que ces espaces mesquins, fermés, ne se prêtent à aucune transformation, à aucune extension : ils sont le contraire de la vie. L'erreur commise dans ce deuxième stade a résidé dans la croyance à des formules architecturales abstraites qui s'imposent au plan, alors que c'est le plan qui doit concrétiser les formes architecturales.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1851, mon grand-père, qui étudiait alors l'architecture métallique à donner aux nouveaux marchés de Paris, écrivait dans la *Revue d'architecture* : « Pourquoi vouloir imposer à l'art un type plutôt qu'un autre? L'art peut revêtir toutes les formes qui expriment les besoins du sujet que l'on traite. » Texte qui serait de mise, encore, aujourd'hui, dans le vestibule des écoles d'architecture.

Enfin est *venu le 3e stade*, qui est l'œuvre de M. Luc, l'actuel Directeur général de l'Enseignement technique et de ses collaborateurs. Il a consisté à reviser les programmes et à y adapter, non seulement les plans des établissements neufs à construire, mais même, grâce à des transformations ou à des adjonctions importantes, les établissements anciens. La préoccupation est avant tout morale et sociale : elle envisage la vie intérieure et la vie matérielle de l'élève. Il faut que l'élève prenne à l'école conscience de sa personnalité et tout d'abord ait le respect de son corps.

De là, dans le dortoir, la chambrette individuelle, où l'élève se sent chez lui, où il peut s'isoler; de là, la proximité des installations sanitaires, lavabos, douches, W.-C., qui font de la toilette du matin une satisfaction et non une corvée; de là, l'armoire individuelle, le casier dans la cordonnerie, éloignée du dortoir. De là, la disposition des dortoirs, qui doivent être éclairés et aérés des deux côtés; de là, leur orientation, de manière que le soleil y pénètre dès le matin et y reste jusqu'au soir. Enfin, pour la sécurité réelle et morale, tout dortoir doit avoir une double issue.

Qu'on n'aille pas croire que cet accroissement de bien-être prédispose à la paresse. Il donne la bonne humeur qui fait entreprendre avec joie le travail.

Les mêmes préoccupations de sécurité, d'ensoleillement, d'aération s'étendent à la disposition des classes et des études.

La protection des yeux des élèves ne doit pas conditionner seulement l'éclairage diurne, répandu par de larges fenêtres, mais aussi l'éclairage artificiel. Pour les bonnes conditions d'éclairage et d'aération des classes et de leurs dégagements, comme des dortoirs, il ne faut pas avoir de bâtiments d'une épaisseur supérieure à une dizaine de mètres. Alors, le dortoir prend jour sur ses deux faces; la classe est éclairée d'un côté par le jour direct, de l'autre en prenant jour sur le couloir, lui-même très éclairé. Un couloir sombre entre deux salles éclairées d'un seul côté, comme c'est le cas si l'épaisseur des bâtiments est trop grande, est aussi inacceptable pour les dortoirs que pour les classes ou pour les réfectoires.

Vestiaires et lavabos doivent être à proximité des classes comme du réfectoire. Les amphithéâtres doivent être placés de manière à pouvoir prendre toute la largeur des bâtiments, à comporter des dépendances importantes, magasins, laboratoires, salles d'exercices pratiques. Il faut avoir aussi une grande salle, qui peut être le préau, le réfectoire ou la salle d'éducation physique, pour que l'on y puisse organiser des jeux et des fêtes aussi bien que des conférences et des projections cinématographiques.

Pour les ateliers, l'orientation du Nord est indispensable et il faut prévoir la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

possibilité de leur transformation et de leur extension. Le bureau du directeur des ateliers doit être surélevé pour commander l'ensemble, que doivent compléter les vestiaires, les lavabos et les douches. Les magasins à matières premières doivent être clairs et ventilés.

Il faut constituer dans chaque école un musée, qui donnera aux élèves le goût du beau travail.

Dans les écoles de garçons, il y a les ateliers-types du bois et du métal, mais il y a aussi des ateliers spéciaux, céramique dans telle école, tissage, aviation dans telle autre.

L'Enseignement technique commence à faire des sections du bâtiment, ce qui est certainement le meilleur moyen de combattre la crise et le chômage dans des industries où la main-d'œuvre française fait de plus en plus défaut.

Dans les écoles de filles, ce qui prend le développement le plus favorable à la famille française, c'est l'enseignement ménager. Que toutes les filles de France apprennent à faire de leur intérieur futur, si modeste qu'il doive être, un ensemble propre, avenant, qui constitue un foyer où la cuisine est bonne, est une des œuvres sociales les plus importantes qu'ait réalisées l'Enseignement technique. L'infirmerie doit être autre chose qu'une pièce sur laquelle on écrit « Infirmerie ». Elle n'a de raison d'être que si elle comprend le nombre de pièces nécessaires à l'examen médical, aux soins et à la surveillance, à l'isolement absolu des maladies suspectes.

La place de l'appartement du directeur est une question délicate. S'il est bon que le directeur, après avoir vécu tout le jour dans la ruche qui bourdonne, goûte le soir un repos complet, propre à la méditation, ce qui est en faveur de la solution du pavillon indépendant, il faut cependant qu'il reste en contact avec l'école.

Les cours doivent être aussi vastes et aussi ouvertes que possible, de manière que le soleil y pénètre largement; en même temps elles doivent être protégées par les bâtiments contre les vents dominants. S'il y a lieu de prévoir plusieurs cours pour différentes années d'études, ou pour les filles et pour les garçons, il est préférable de les réunir, de manière qu'elles forment un grand réservoir d'air et de lumière, quitte à ce que des haies constituent des séparations de verdures. Les arbres sont un élément de santé et de repos pour les yeux, en même temps qu'ils accompagnent l'architecture. On ne peut pas toujours trouver le moyen de prolonger les cours par un vaste terrain de sports, mais on doit pour toujours renoncer à faire des W.-C., sous prétexte d'en faciliter la surveillance, le centre attractif et décoratif d'une cour.

Les préaux doivent être assez vastes pour permettre les jeux; ils ne doivent pas assombrir les classes, mais ils doivent être accessibles à couvert. S'ils peuvent être compris dans le rez-de-chaussée des bâtiments, avec les groupes de w.-c., c'est une excellente solution.

Ce résumé austère et pourtant très raccourci de la complexité du programme des écoles techniques suffit à montrer que le talent architectural est d'utiliser

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un terrain pour un plan qui satisfasse matériellement, et moralement aussi, ce programme.

Pour examiner, sur les établissements mêmes, les résultats auxquels ont conduit ces idées générales, nous prendrons successivement des exemples dans les différents genres d'établissements que comporte, à ses divers degrés, l'Enseignement technique, en suivant, dans chacun de ces genres, l'ordre chronologique.

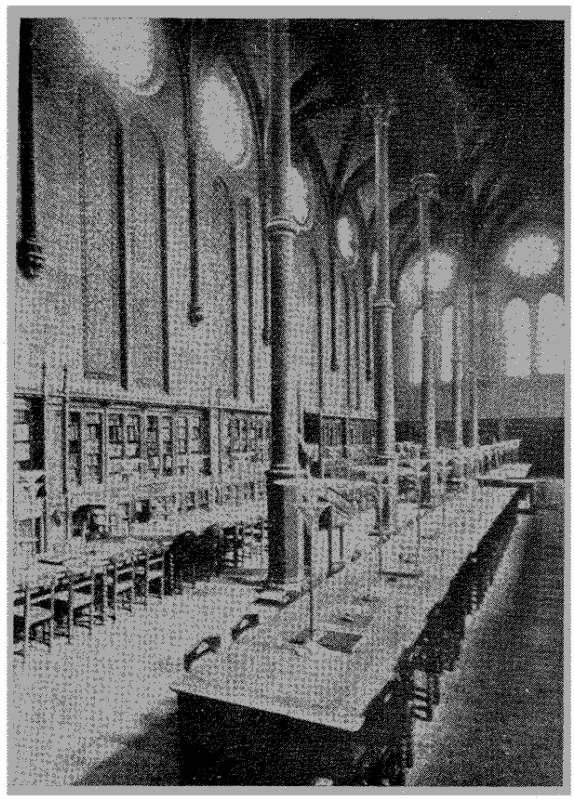


Fig. 1. — Conservatoire national des Arts et Métiers : Bibliothèque.

(ZZ. 301)

C'est d'abord le Conservatoire national des Arts et Métiers qui, créé en 1794, grâce à la généreuse initiative de l'abbé Grégoire, fut le berceau de notre Enseignement technique actuel. Le décret qui le fondait y prévoyait, à côté du Musée dont le premier fonds fut les collections de machines formées par Pajot d'Ons-en-Bray et par Vaucanson, l'enseignement « de la construction et de l'emploi des outils et des machines utiles aux arts et métiers ». C'est bien le type de l'établissement du premier stade.

Installé dans le Prieuré royal de Saint-Martin-des-Champs, il s'y trouva à l'aise jusqu'en 1901. Le réfectoire des moines a fourni un cadre admirable à la Bibliothèque (fig. 1). En 1901 furent créés le Laboratoire d'essais et l'Office national des Brevets d'invention.

On entend dire qu'en France un passé trop glorieux étreint et rétrécit, sont conceptions nouvelles. Il serait plutôt à souhaiter que nous eussions toujours des vues aussi grandes que celles qu'eurent nos devanciers. Si l'utilisation des anciennes abbayes a pu paraître gêner le développement de certaines écoles, c'est parce que, depuis un siècle, nous avons toujours vu trop petit et nous pourrions prendre ici les mêmes leçons que les leçons d'urbanisme qui nous sont données par l'ampleur des avenues, des places et des jardins entourant le Palais de Versailles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

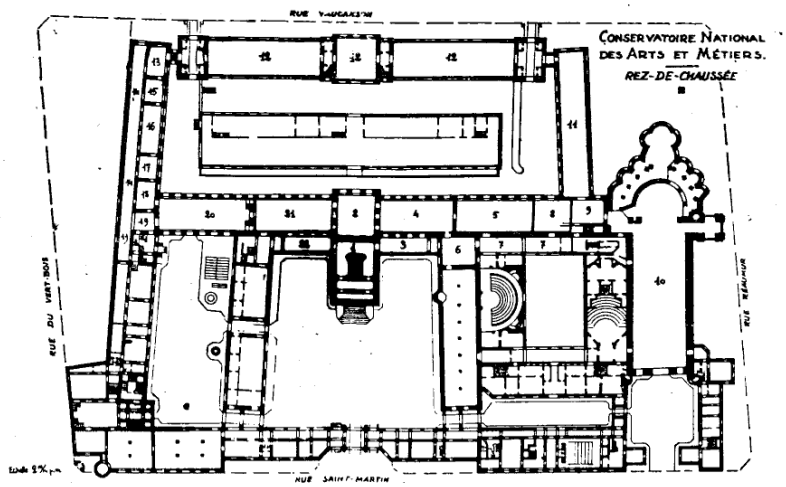


Fig. 2. — Conservatoire national des Arts et Métiers.
(ZZ. 302)

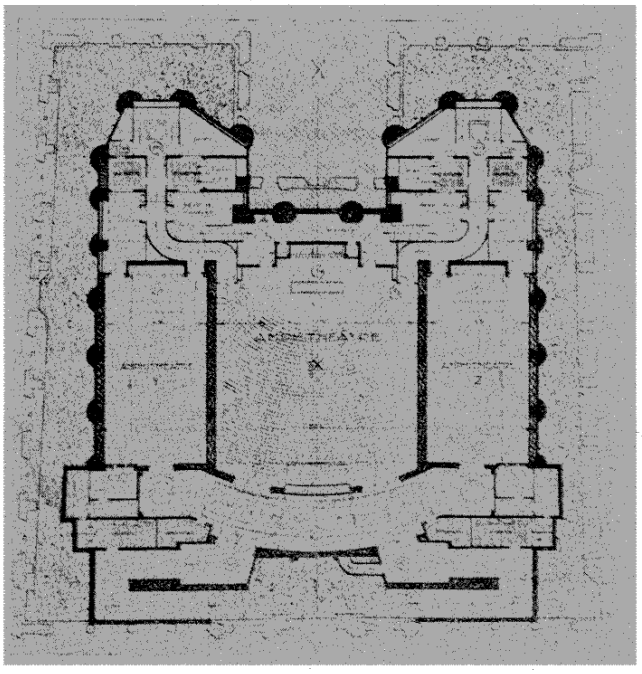


Fig. 3. — Conservatoire national des Arts et Métiers :
Plan des nouveaux amphithéâtres sous la cour d'honneur, Boileau, architecte.
(ZZ. 303)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce n'est pas la faute de ceux qui construisirent ces abbayes si nous n'avons pas su prévoir les agrandissements que l'avenir devait rendre nécessaires. Ce n'est pas parce que le Conservatoire s'est installé dans l'ancien Prieuré royal de Saint-Martin-des-Champs que tout développement lui est interdit, c'est parce que, non seulement il n'a pas songé à des possibilités d'extension, mais a aliéné au profit de l'École centrale les jardins qui s'étendaient à l'Est de l'Abbaye.

En encombrant la cour du Musée d'un bâtiment qui en obscurcissait les galeries (fig. 2), on a nui au Conservatoire tout en rendant impossible toute extension du Laboratoire d'Essais, qu'on prend enfin aujourd'hui la décision de transporter hors Paris. En revanche, la conception qu'eut en 1931 M. Nicolle,

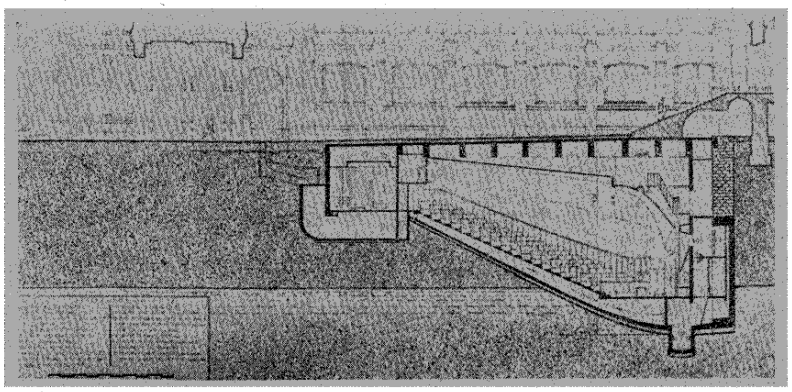


Fig. 4. — Conservatoire national des Arts et Métiers :
Coupe sur les nouveaux amphithéâtres souterrains, Boileau, architecte.
(ZZ. 304)

alors directeur du Conservatoire, de construire trois amphithéâtres souterrains sous la cour d'entrée, a répondu parfaitement aux besoins de l'enseignement sans modifier l'esthétique et les conditions des bâtiments (fig. 3 et 4).

Après la glorieuse maison ancestrale de l'Enseignement technique, la première École nationale d'Arts et Métiers, celle de Châlons-sur-Marne, fut fondée en 1806. Elle caractérise le lien entre le présent et le passé, et l'évolution incessante de l'Enseignement technique.

Sur la façade aux nobles lignes, les proportions, les joints horizontaux des assises de soubassement qui font valoir les encadrements lisses des baies des deux étages supérieurs, la finesse des moulures qui augmentent cet effet pourraient servir de modèle aux amateurs de cubisme. L'atelier d'ajustage, dont les transmissions sentent déjà le passé, tant l'évolution de la force motrice a été rapide, a été édifié de toutes pièces. C'est un exemple du parti qui a le mieux correspondu au premier stade, utilisation de l'ancien couvent, construction neuve des ateliers.

Notre seconde École nationale d'Arts et Métiers, celle d'Angers, remonte

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

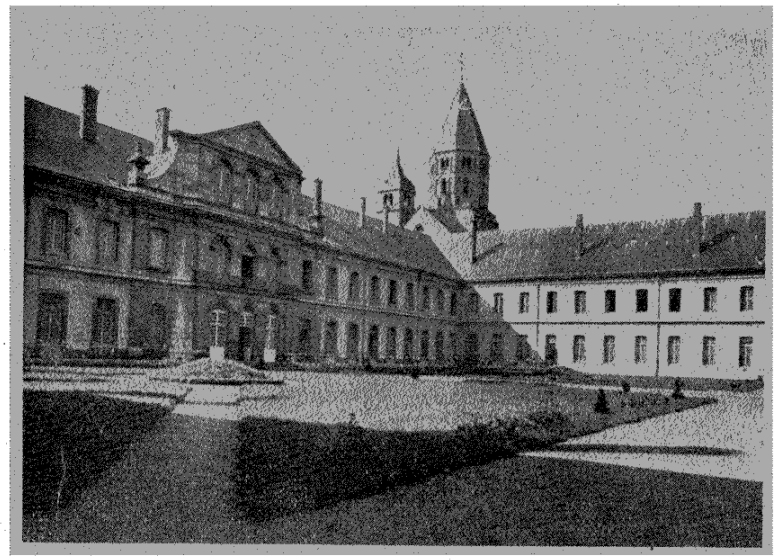


Fig. 5. — École nationale d'Arts et Métiers de Cluny : Cour d'honneur.
(ZZ. 305)

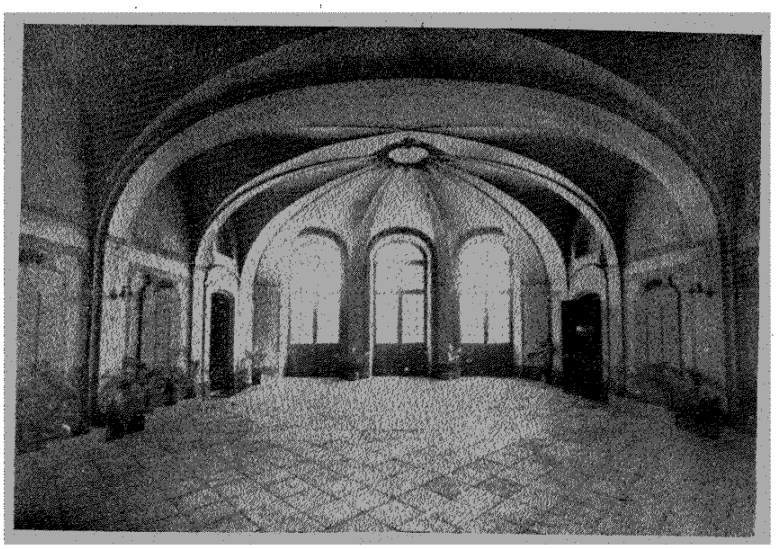


Fig. 6. — École nationale d'Arts et Métiers de Cluny : Vestibule.
(ZZ. 306)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à 1814. Angers est l'École des Arts et Métiers sur laquelle portent en ce moment les plus grands efforts.

Les anciens bâtiments conventuels comprenaient la chapelle du Ronceray, du XI^e siècle, et des bâtiments Louis XIII où avaient été installés l'administration, le réfectoire, la cuisine et les dortoirs. Napoléon III construisit le fond de la cour. Puis, par adjonctions successives, les bâtiments de classes et d'ateliers se développèrent jusque le long du boulevard du Ronceray.

Dortoirs insuffisants, en partie insalubres, ateliers insuffisants; à côté de cela,

Fig. 7. — École nationale d'Arts et Métiers de Cluny : Réfectoire.
(ZZ. 307)

locaux inutiles comme l'ancienne chapelle, telle est la situation devant quoi l'on s'est trouvé. Grâce au concours de la Municipalité, qui abandonne à l'École l'avenue plantée qui la précède, grâce aux expropriations des immeubles voisins, les ateliers agrandis, l'internat reconstruit, transformeront complètement le plan de l'École.

Notre troisième École d'Arts et Métiers, fondée en 1891, occupe l'abbaye qui, pendant tout le moyen âge, répandit en Occident la civilisation française, Cluny, dont la magnifique architecture avait été malheureusement en partie détruite au XIX^e siècle. Ce qu'il en reste est néanmoins un digne cadre de notre École.

Les proportions de la cour, du vestibule en donnent une idée (fig. 5 et 6). Les salles sont assez vastes pour que l'internat ait pu s'y installer comme le montrent le réfectoire (fig. 7) et les lavabos précédant les dortoirs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

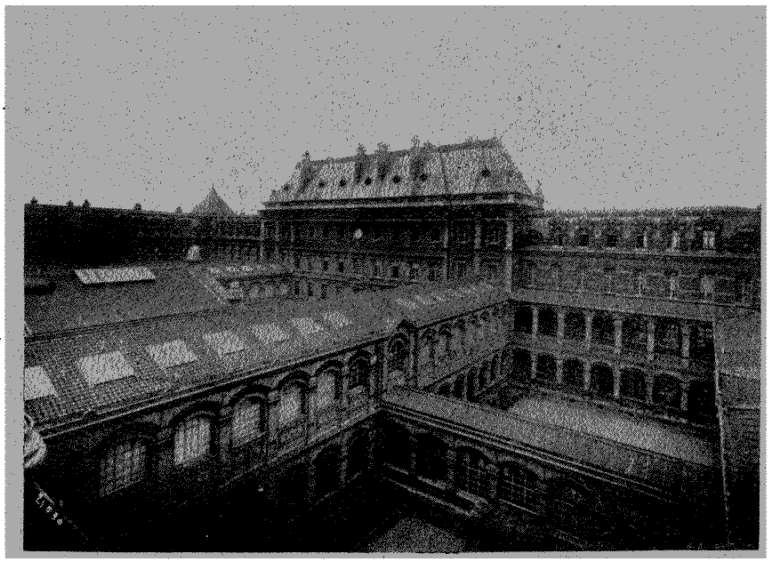


Fig. 8. — École nationale d'Arts et Métiers de Lille : Vue aérienne.
(ZZ. 308)

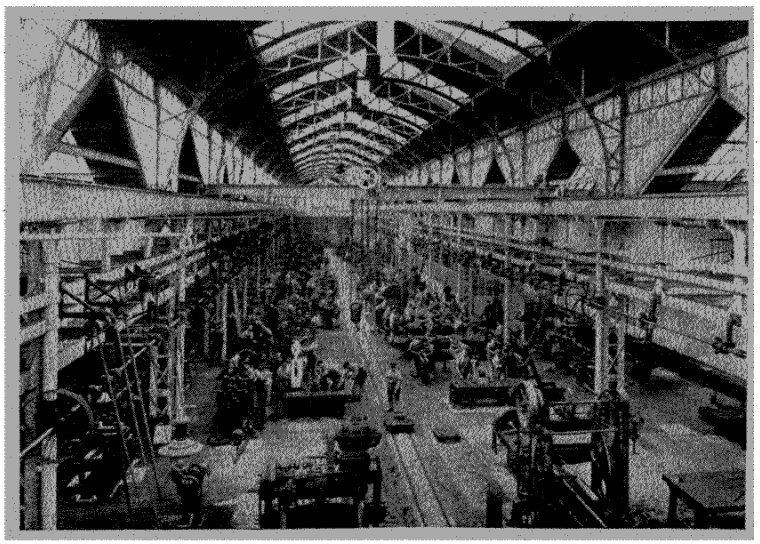


Fig. 9. — École nationale d'Arts et Métiers de Lille : Hall d'ajustage.
(ZZ. 309)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au second stade appartiennent les Écoles nationales d'Arts et Métiers de Lille, construite, par Batini en 1900, et de Paris, construite par Roussi en 1912.

Si l'on examine les plans de l'ancien Prieuré royal de Saint-Martin-des-Champs ou de l'ancienne abbaye du Ronceray, avec leurs cours fermées, entourées ou non de cloîtres, les architectes de ce second stade paraissent avoir calqué leurs plans sur ceux-ci, mais en les étriquant et en faisant des cours réduites, de véritables puits en raison de la hauteur des bâtiments (fig. 8). La

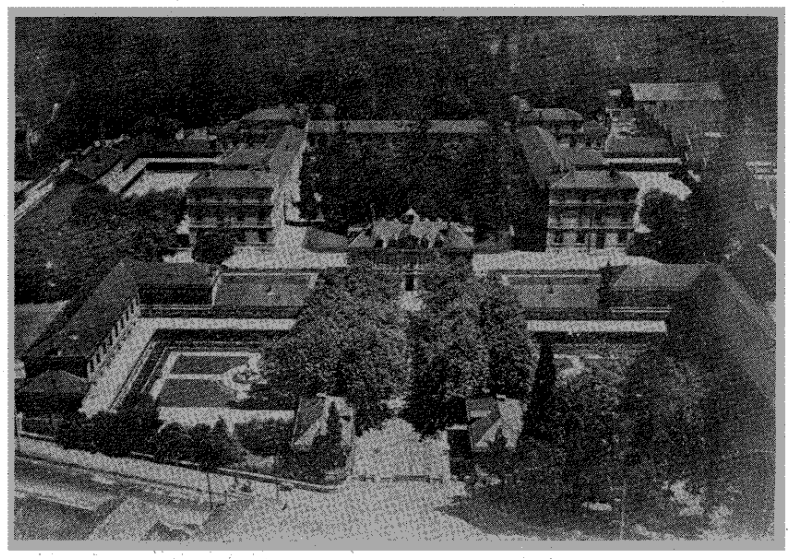


Fig. 10. — École nationale professionnelle de Garçons de Voiron : Vue aérienne.
(ZZ. 310)

vue aérienne de l'École de Lille donne une idée de l'absence de soleil, d'air et de vie que peut présenter un tel plan, que ne rachète pas, bien au contraire, la façade où sont réunies toutes les défroques des architectures mortes, colonnes, pilastres, frontons triangulaires et courbes, clefs et consoles, cartouches qui n'ont plus ici ni utilité ni signification. C'est assurément le hall d'ajustage, très éclairé et les pénétrations des halls latéraux qui sont la seule partie de l'édifice qui corresponde à sa destination et qui ait une date, dans l'évolution de la construction métallique (fig. 9).

Dans la hiérarchie de nos établissements, viennent ensuite les Écoles nationales professionnelles, dont le nombre, depuis la guerre de 1914-1918, s'est accru d'année en année. L'ancêtre est l'École nationale professionnelle de garçons de Voiron, construite par Rouvard en 1882 : elle est autrement représentative de l'intelligence des conceptions du second stade que l'exemple précédent (fig. 10).

Si le parc qui est adjoint à l'École en décuple l'agrément, il n'en est pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moins vrai que ces cours volontairement ouvertes au Sud-Ouest, leurs plantations, la simplicité de l'architecture qui les encadre, constituent une conception alors nouvelle, anticipant sur le troisième stade et encore digne d'admiration. L'architecture intérieure est aussi honnête que l'architecture extérieure : grandes salles très éclairées sur les deux faces, poutres, consoles et vestiaires apparents constituent une architecture adaptée à sa destination, économique et durable.

De la même époque, 1882, date l'École nationale professionnelle d'Armentières, reconstituée après la guerre en 1919. Ses vastes proportions, le caractère régional de son architecture, donnent à sa grande cour un aspect qui n'est dépourvu ni de grandeur, ni d'agrément. Le réfectoire montre, sans excès, le caractère de son époque et aussi le souci de créer une atmosphère agréable. Beaucoup plus prétentieuse est la salle des fêtes : elle représente néanmoins un effort méritoire.

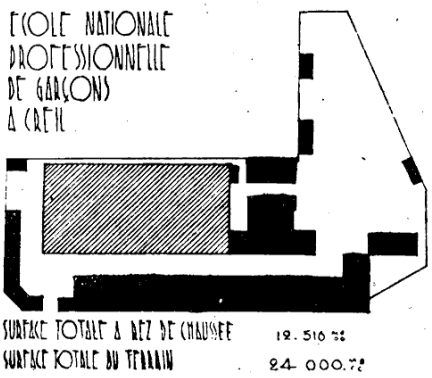


Fig. 11. — Ecole nationale professionnelle de Garçons de Creil.
(ZZ. 311)

L'École nationale professionnelle de Saint-Étienne, construite par MM. Mas et Martin en 1925, est de proportions considérables, et l'architecture légère de ses immenses ateliers ne suscite pas de critique.

En 1930, M. Agache fut chargé d'aménager l'École nationale professionnelle de Creil dans une ancienne usine, située au point bas le plus défavorable du centre usinier, le long de la gare des chemins de fer du Nord (fig. 11). Il ne serait pas juste de le rendre responsable de cette erreur initiale, dont j'ai donné plus haut les raisons : l'entassement de bâtiments hétéroclites, l'absence d'espace pour construire l'internat auraient dû faire écarter dès l'abord une solution saugrenue, qui devait être une solution économique et est devenue la plus onéreuse de nos écoles. Il suffit de se représenter ce que peut être une salle de douches, installée dans une travée d'un grand hall d'usine et les dépenses de chauffage qu'elle entraîne !

En 1931 fut confiée à M. Danis la construction de l'École nationale professionnelle d'Egletons (Corrèze). Ici ce n'est pas la place qui manquait, 5 ha au lieu de 2,4 ha à Creil. Le reproche qu'on peut faire au plan est d'être, au contraire, trop disséminé, ce qui rend difficile, en hiver, le trajet des classes ou de l'administration aux ateliers.

En 1932, M. Tronchet construisit l'École nationale professionnelle de Chalon-sur-Saône. Le plan en est des plus simples et par là, est grand, bien que le terrain n'ait que 3,5 ha pour 2,4 à Creil et 5 à Egletons. Les bâtiments d'administration et de classes forment au Nord-Est un U ouvert au Sud-Ouest, laissant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une vaste cour plantée que bordent les ateliers, dont la faible hauteur n'arrête ni l'air ni le soleil.

Ce qu'on peut reprocher à cette œuvre, c'est la sévérité de son aspect qui tient à la formule internationale, alors en honneur, de cubes et de couvertures en terrasses. Lorsque les jardins, actuellement plantés auront poussé, ils rompront la monotonie de l'architecture. Ainsi apparaît qu'une excellente logique, donnant les dispositions matérielles les plus satisfaisantes, ne suffit pas à exprimer l'architecture des écoles techniques.

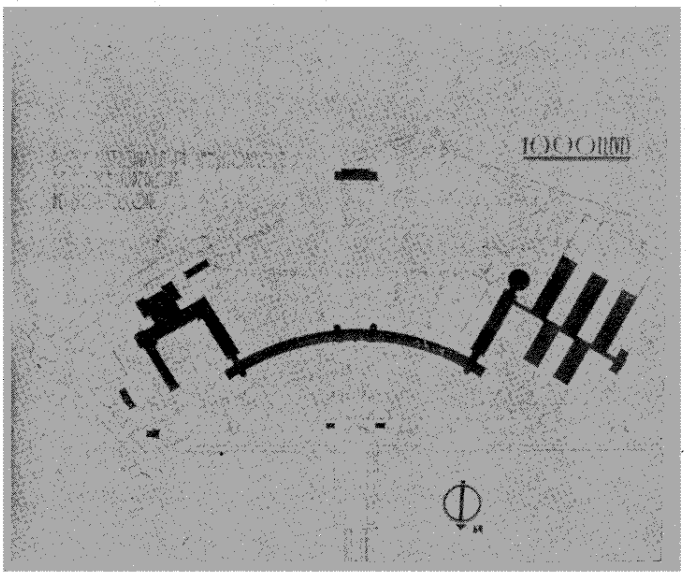


Fig. 12. — École pratique d'Industrie de Garçons de Montluçon. Ventre, architecte.

(ZZ. 312)

Les idées actuelles, qui seront résumées en conclusion, ont conduit M. Ventre à faire pour l'École pratique d'Industrie de Montluçon un projet dont le plan est tout à fait nouveau (fig. 12). Je remercie M. Luc d'avoir rejeté, sur mon conseil, le projet d'acquisition d'une usine pour cette école, et le maire M. Max Dormoy d'avoir alors offert l'admirable terrain de 10 ha sur lequel M. Ventre a pu disposer des bâtiments de classes dont le développement convexe s'illumine au Midi tandis que la partie administrative, les réfectoires et les cuisines se situent à l'Est et que les ateliers se développent à l'Ouest, les préaux constituant les liens entre les trois parties de l'établissement. Ici rien n'est fermé : l'élève entre à l'École en montant à travers le parc et, de sa place en classe, il ne voit aucun bâtiment qui l'enserre. D'autre part, les ateliers sont susceptibles de tous les développements désirables. Au point de vue moral comme au point de vue matériel, j'estime qu'un tel plan constitue une réalisation particulièrement représentative d'une école technique.

A côté des écoles nationales professionnelles, nous avons nos écoles nationales spéciales.

L'École nationale d'Horlogerie de Besançon fut construite par Guadet en 1930. Elle fait antithèse aux recherches nouvelles que présente le projet de Montluçon. Les salles comportent d'immenses vitrages qui présentent des diffi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cultés de chauffage sur lesquelles il est inutile d'insister. Et les dortoirs, où les élèves sont parqués par quatre rangs de lits, indiquent une insuffisance de recherche extraordinaire dans la construction de points d'appui et d'arcs coupant inégalement la salle.

C'est ici qu'on comprend les leçons à tirer de l'architecture des anciennes abbayes.

On peut aussi y opposer la recherche architecturale de l'École nationale de Céramique, construite la même année à Sèvres par M. Roux-Spitz.

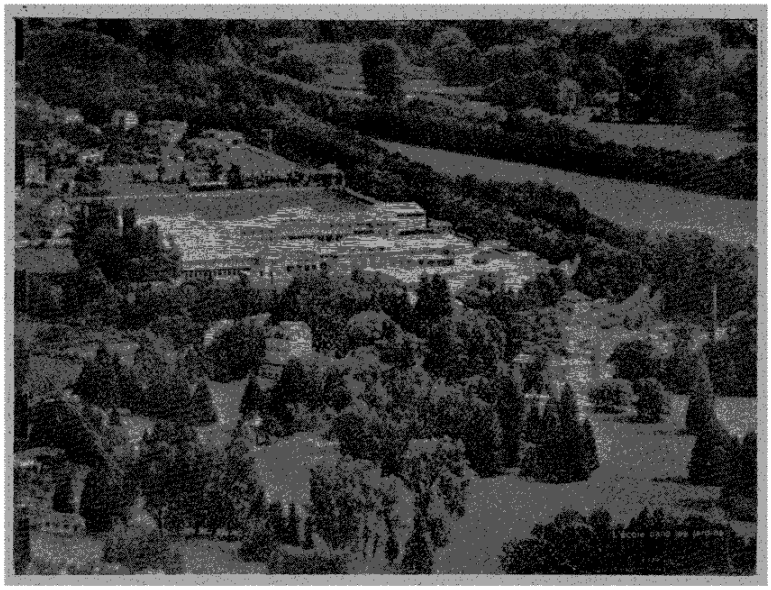


Fig. 13. — École nationale professionnelle de Filles de Vizille : Vue aérienne.
(ZZ. 313)

Nos écoles hôtelières sont des créations nouvelles dont la plus complète est l'École d'Hôtellerie de Paris; les plans en furent établis en 1934 par Arfvidson et Gravereaux. Il était impossible de trouver, dans un beau quartier de Paris, un terrain aussi vaste qu'on l'eût souhaité. Le plan en T qui a permis de laisser la cour maximum entre les bâtiments et les murs mitoyens du côté du Midi, était le meilleur parti à tirer du terrain. Plan tout spécial, par l'importance exceptionnelle de la cuisine et du réfectoire.

Les dimensions du hall d'entrée et de l'amphithéâtre montrent à la fois la largeur des espaces que les architectes ont su trouver dans ce petit terrain et le soin avec lequel ont été étudiés les détails pratiques et artistiques.

Toutes les écoles nationales que je viens de présenter sont des écoles de garçons. En 1925 a été aménagé à Bourges, dans un ancien couvent, notre pre-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mière École nationale professionnelle de filles, aménagement qui relève du premier stade.

En 1931 a été construite par MM. Fournez et Sainsaulieu, l'École nationale professionnelle de Filles de Vizille (Isère). C'est la première de nos écoles qui caractérise ce que j'ai appelé le troisième stade.

Sur un terrain de 3,5 ha, des architectes ont su réaliser un plan complètement ouvert au Sud-Est (fig. 13). La vue aérienne donne l'idée de la manière séduisante dont l'école se situe dans la verdure. La recherche architecturale est marquée

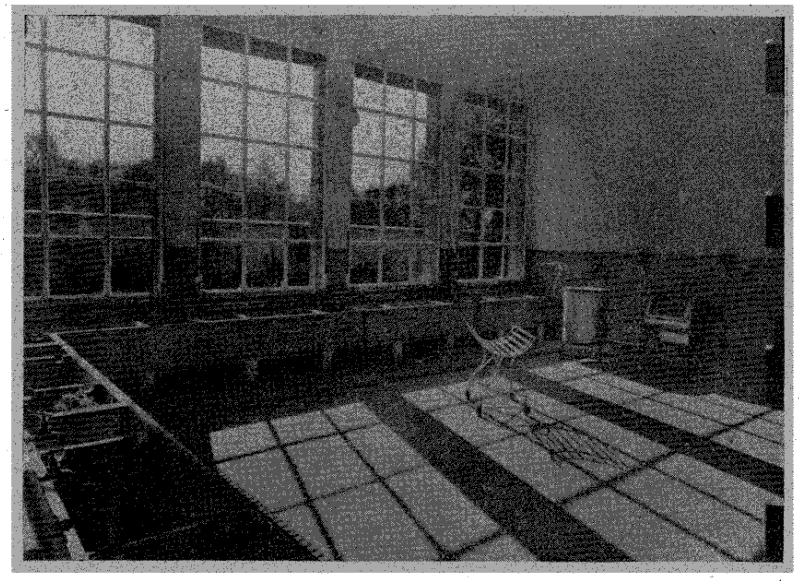


Fig. 14. — École nationale professionnelle de Filles de Vizille : Atelier de lessivage.
(ZZ. 314)

d'une égale réussite à l'extérieur, avec les grands toits et les silhouettes, qu'à l'intérieur où une vue comme celle de l'atelier de lessivage montre comment on peut créer l'atmosphère qui influe autant sur le moral des élèves que sur les connaissances techniques qu'elles ont à acquérir (fig. 14).

L'École nationale professionnelle de Filles de Poligny a été aménagée et agrandie par M. Sardou en 1932. Sa façade indique qu'il s'agit encore ici d'une utilisation relevant du premier stade (fig. 15). Mais l'organisation de l'enseignement ménager y a exigé des constructions neuves dans lesquelles on peut autant admirer l'ingéniosité de la disposition de la cuisine de démonstration que l'architecture extérieure qui est la conséquence de ces dispositions spéciales (fig. 16 et 17).

C'est en 1935, que M. Ventre a commencé l'École nationale professionnelle de Filles de Creil, en cours d'achèvement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

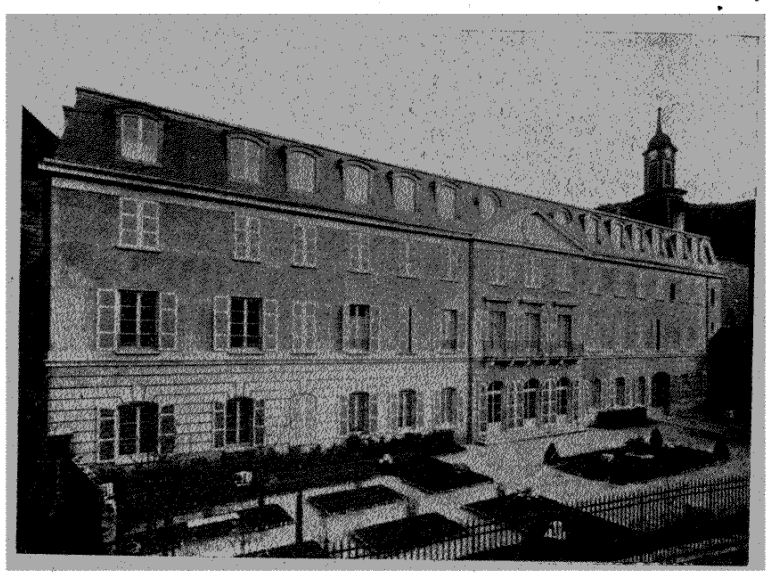


Fig. 15. — École nationale professionnelle de Filles de Poligny : Cour d'honneur.
(ZZ. 315)

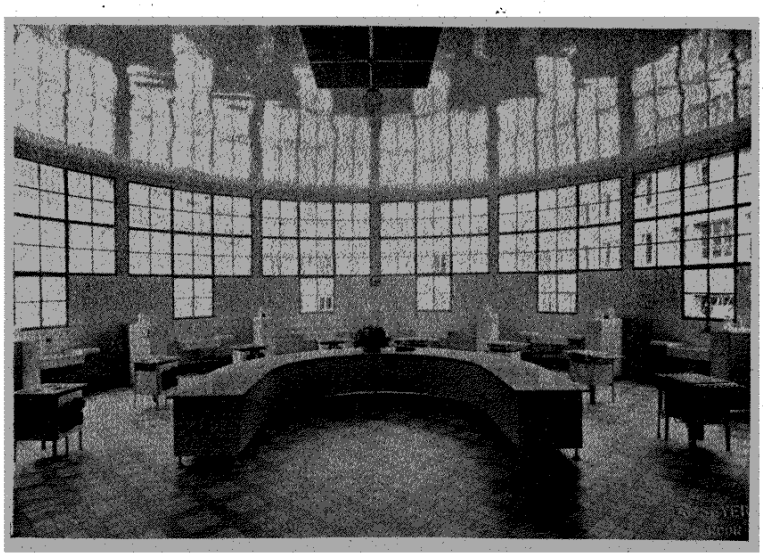


Fig. 16. — École nationale professionnelle de Filles de Poligny : Cuisine de démonstration.
Sardou, architecte.
(ZZ. 346)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sur un terrain admirablement planté, mais qui n'a que 2,5 ha, soit la surface de l'École nationale professionnelle de garçons de Creil, M. Ventre a su disposer ses bâtiments de la manière la plus pittoresque, la plus favorable à l'ensoleillement et en ayant à faire face à une difficulté particulière, le raccord avec les bâtiments d'administration préexistants près de l'entrée.

Les façades qui utilisent la pierre et la tuile du département de l'Oise, présentent, par leurs grands toits mansardés abritant les dortoirs, un aspect dont le modernisme se relie au mieux avec les traditions de l'architecture française.

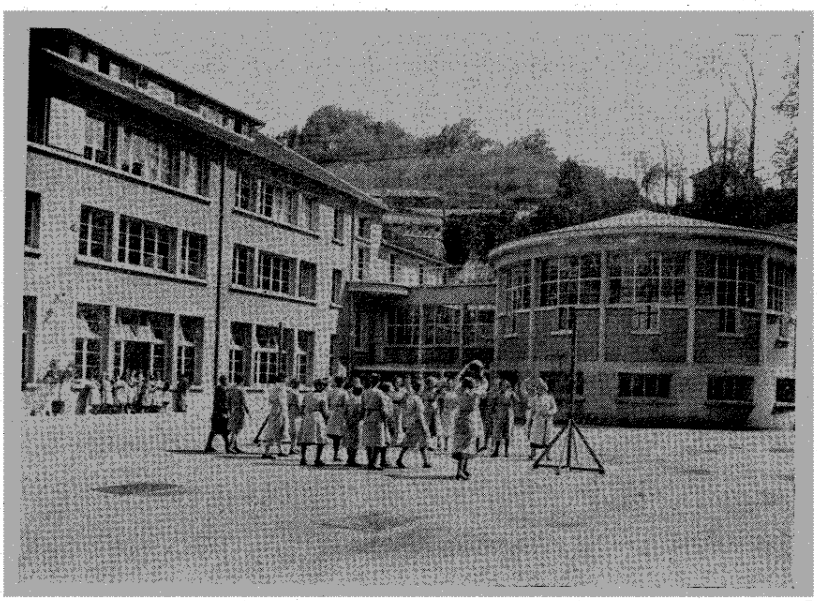


Fig. 17. — Ecole nationale professionnelle de Filles de Poligny : Cour de récréation. Sardou, architecte.

(ZZ. 317)

Jusqu'ici, les plus déshéritées de nos écoles ont été les Écoles pratiques de commerce et d'industrie, créées en général par les municipalités dans des locaux des plus modestes.

L'École pratique d'Industrie de garçons de Brive, construite par M. Macary, date pourtant de 1901. Elle relevait du premier stade en ce qu'elle avait utilisé des ateliers préexistants et du second en ce qu'elle avait pu, sur le vaste terrain attenant, être complétée par des bâtiments scolaires et d'internat formant un U ouvert au Sud, où se trouvaient les ateliers. Agrandir et moderniser cette école, créer un terrain de sports, est un problème qui s'est trouvé lié à la reconstruction du collège de garçons et que M. de Monzie, en 1933, me chargea de résoudre. Je suis heureux d'avoir pu persuader la municipalité d'y réaliser le premier type d'école unique, où l'économie des deux établissements profite de locaux communs, gymnase, terrain de sports, en même temps que les élèves ont le moyen,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

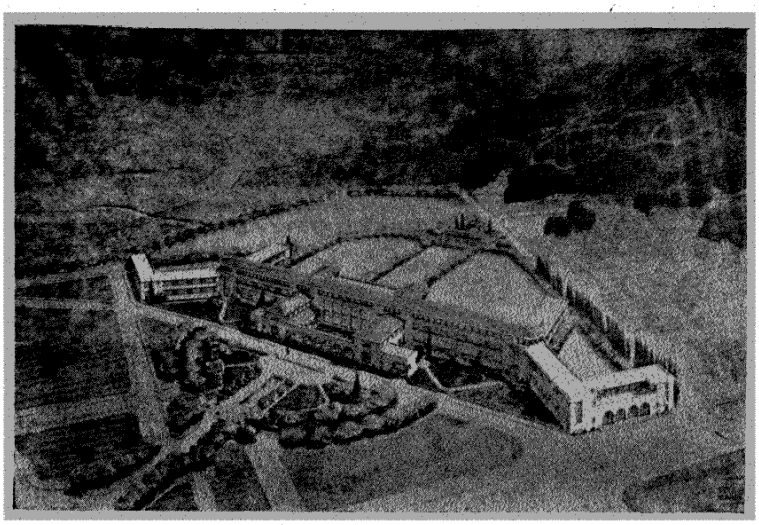


Fig. 18. — École pratique de Filles de Toulon : Perspective aérienne. Petit, Gastinel, Barbé et Pétetin, architectes.

(ZZ. 318)

Fig. 19. — École nationale d'Horlogerie de Besançon : Cour.

(ZZ. 319)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par voisinage, de reconnaître leurs aspirations véritables et de déterminer leur orientation professionnelle.

En 1933, M. Armbruster a commencé la reconstruction de l'École pratique de garçons de Valenciennes et son plan, très simple, montre que les principes qui l'ont déterminé sont les mêmes que ceux qui s'appliquent aux programmes plus vastes de nos Écoles nationales professionnelles.

Pour les Écoles pratiques de filles, un projet remarquable est celui établi pour

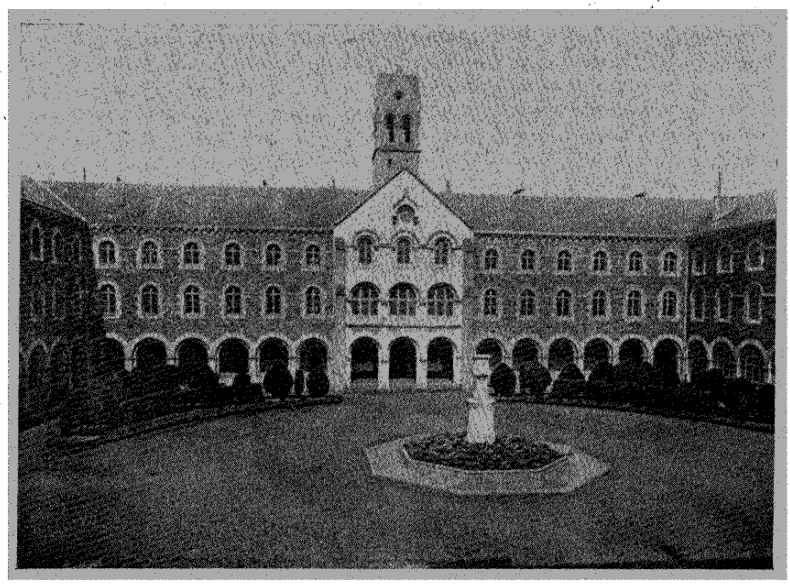


Fig. 20. — Ecole nationale professionnelle de Garçons de Nantes : Cour.
(ZZ. 320)

la ville de Toulon par MM. Petit, Gastinel, Barbé et Pétetin (fig. 18). La municipalité en profite pour faire une vaste opération d'urbanisme qui donnera un bel accès à l'École tout en l'éloignant du mouvement et du bruit de la route nationale. Le programme est le programme double que présentent beaucoup de nos écoles pratiques, jumelées avec des écoles primaires supérieures. C'est encore un type d'école unique, avec direction commune, services communs de réfectoires, de cuisines. Une perspective aérienne donne bien l'idée du charme qu'aura ce vaste quartier scolaire.

Nous venons de faire l'inventaire d'un certain nombre de types d'écoles techniques, appartenant à l'un ou l'autre des trois stades.

Il faut bien convenir que si, dès le second stade, nous avons trouvé des établissements comme l'École nationale professionnelle de Voiron présentant des dispositions supérieures à celles d'anciens couvents utilisés dans le premier stade, nous avons trouvé dans le troisième stade certains établissements dont les dispo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

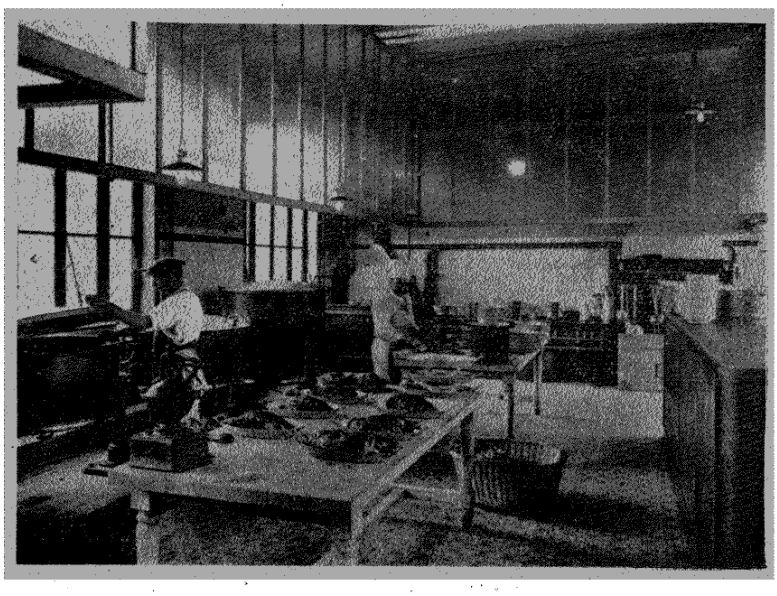


Fig. 21. — École nationale professionnelle d'Armentières : Cuisine.
(ZZ. 321)

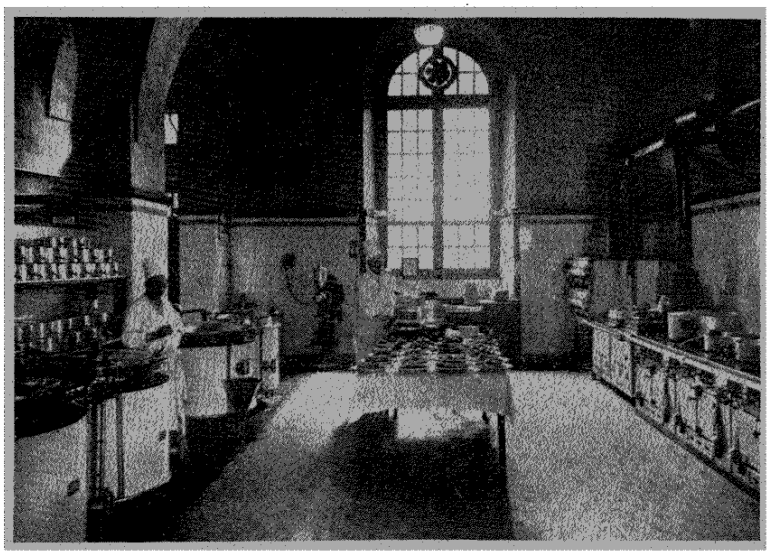


Fig. 22. — École nationale d'Arts et Métiers de Cluny : Cuisine.
(ZZ 322)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sitions restent inférieures à celles des vieilles abbayes. Pour résumer ces impressions, on peut comparer une cour intérieure de l'École nationale d'Horlogerie de Besançon, datant de 1930 (fig. 19), avec une cour intérieure du couvent dans lequel a pris place l'École nationale professionnelle de garçons de Nantes (fig. 20) et avec le parc du couvent qui abrite l'École nationale professionnelle de filles de Bourges. Chacun de nous préférerait vivre dans les deux derniers que dans le

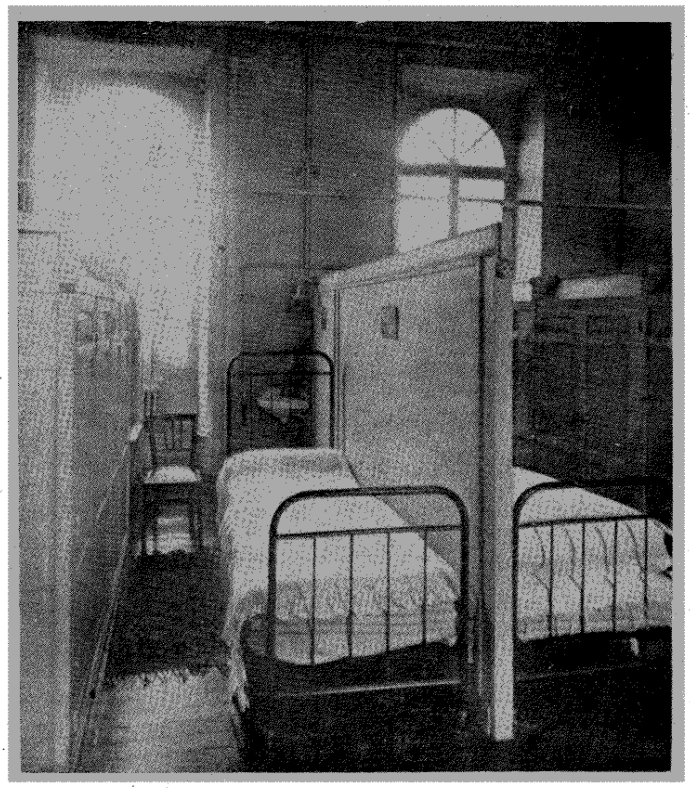


Fig. 23. — École nationale professionnelle de Filles de Bourges : Chambrettes.
(Z Z. 323)

premier, nos enfants aussi; et, pour leur formation morale et technique, cela a plus d'importance pour eux que pour nous.

J'irai plus loin. Je ne suis pas sûr que la cuisine de l'École nationale professionnelle d'Armentières (fig. 21) marque un progrès considérable sur la cuisine aménagée dans l'abbaye de Cluny (fig. 22).

Je ne suis pas sûr que l'installation des chambrettes individuelles dans les vieux dortoirs de Bourges ou de Poligny, avec les grandes fenêtres aux allèges basses (fig. 23) ne vaille pas mieux que le dispositif adopté à Sèvres de fenêtres placées au-dessus des cloisons des chambrettes (fig. 24).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je ne suis pas sûr que notre plus belle salle de douches ne soit pas celle aménagée dans le vieux couvent de Bourges (fig. 23), avec la hauteur d'étages, qui n'est ni celle d'un hall d'usine comme à l'École nationale professionnelle de garçons de Creil, ni celle d'une cave, comme dans beaucoup de nos écoles nouvelles.

Comme il serait paradoxal d'en conclure que l'architecture séculaire des établissements conventuels s'adapte, du point de vue pratique comme du point de vue esthétique, aux besoins les plus modernes mieux que l'architecture actuelle,

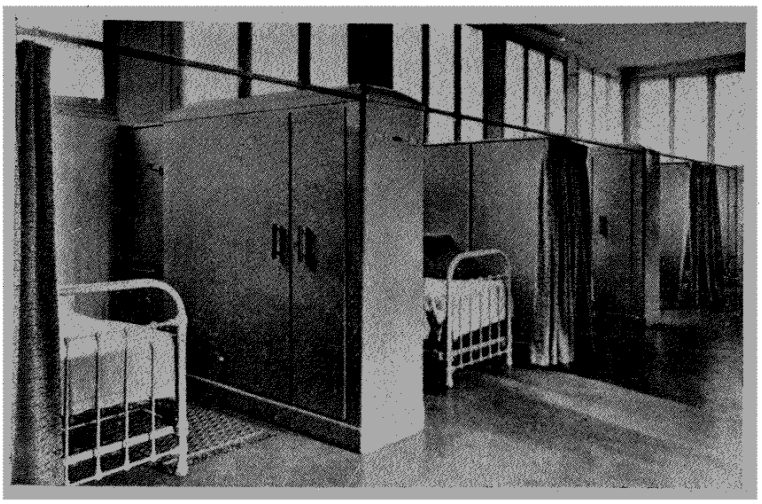


Fig. 24. — École nationale de Céramique de Sèvres : Chambrettes. Roux-Spitz, architecte.
(ZZ. 324)

il faut, en conclure que celle-ci a encore beaucoup à faire pour que toutes nos écoles soient des types excellents de l'architecture des écoles techniques.

Cette constatation n'est une critique pour personne : je sais trop le souci qui préoccupe toute l'Administration de l'Enseignement technique, du Directeur général et de son adjoint aux inspecteurs généraux, aux directeurs et aux professeurs, d'améliorer sans cesse les programmes, d'étudier le choix des terrains, et je vois chaque jour les scrupules qui animent les architectes remettant calque sur calque, étudiant vingt partis avant de s'arrêter à un; nous ne serions, les uns et les autres, ni des administrateurs ni des artistes, si nous n'y mettions pas tout notre cœur. Je n'ai pas, depuis cinq ans, rencontré un architecte qui ne comprenne pas qu'il faut mettre au rancart les formules soi-disant architecturales suivant lesquelles on place des escaliers aux angles formés par les corps de bâtiment, au risque de rendre l'évacuation des ailes impossibles en cas d'incendie, les formules suivant lesquelles un plan doît se plier à l'ordonnance d'une façade. Et nos recherches sont un travail collectif, dans lequel chacun trace la voie à celui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui œuvre après lui. Dans nos plus grandes erreurs est parfois en germe le plus grand progrès.

Je vais tâcher de définir les principes qui devraient nous guider dans l'avenir et qui se résument en deux mots, applicables aux réalisations comme aux programmes : *voir large.*

1° Voir large au point de vue administratif. Il a fallu longtemps pour qu'on s'aperçût que l'Enseignement technique ne pouvait pas rester un compartiment du Ministère du Commerce et de l'Industrie, mais concernait l'Éducation natio-

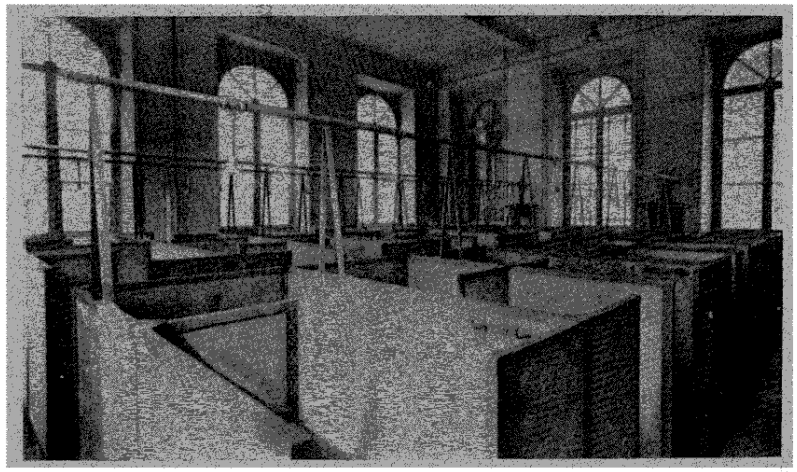


Fig. 25. — École nationale professionnelle de Filles de Bourges : Salle de douches.
(Z Z. 325)

nale. Dès lors, comment s'étonner que les Ministères de l'Agriculture, des Postes, aient encore leurs écoles à part comme si elles ne faisaient pas partie de l'Éducation nationale et en particulier de l'Enseignement technique? Nous avons vu le premier essai fait à Brive pour grouper l'École pratique et le Collège. Voilà la vraie orientation professionnelle, non prématurée et hâtive, mais apparaissant lentement par la comparaison des études, faite par les élèves eux-mêmes. Des groupements de ce genre sont souhaitables par raison d'économie, d'aération des établissements formant tout un quartier, d'hygiène morale et sociale aussi bien que matérielle;

2° Voir large au point de vue des programmes. Pour préparer des jeunes gens à être des chefs ou tout au moins à former des cadres, ce qui est le but des Écoles nationales d'Arts et Métiers et des Écoles nationales professionnelles, il ne suffit pas, au point de vue scientifique, de leur apprendre ce qui existe : il faut les inciter à chercher au-delà. Le programme de ces écoles devrait faire une plus large place aux laboratoires. Il ne suffit pas non plus de se contenter de solutions satisfaisantes au point de vue technique : il faut qu'elles soient en même temps satisfaisantes au point de vue esthétique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut que l'enseignement de l'art appliqué prenne place dans toutes nos écoles. Il ne faut plus que des ingénieurs déshonorent sans s'en douter les sites les plus admirables de notre pays, les ensembles d'architecture de nos rues et de nos places par des constructions auxquelles l'utilité conférerait le droit d'être laides. Pour cela il faut que l'enseignement de l'art appliqué devienne le bureau d'études de tous les modèles exécutés à l'école;

3° Voir large au point de vue du plan qui exprimera le programme de manière à ne pas avoir à regretter l'exiguité des emplacements, avant même que l'école soit ouverte;

4° Voir large au point de vue des dimensions du terrain auquel ce plan pourra être adapté. J'ai montré de belles écoles, déjà anciennes, comme l'École nationale professionnelle de Voiron. J'en ai montré d'affreuses, quoique récentes, comme l'École nationale professionnelle de garçons de Creil. La première couvre 8 ha; la seconde 2,5. On pourrait ne pas chercher plus loin. Raison d'économie? Aucune n'a coûté aussi cher que Creil;

5° Voir large au point de vue de l'adaptation du plan au terrain. Même dans les écoles existantes, aucune modification ne doit être entreprise sans un plan d'ensemble qui prévoie la réalisation future de l'établissement transformé et agrandi, anticipant sur les démolitions, les reconstructions, les expropriations mêmes qu'il faudra envisager un jour : établissement idéal dont les travaux qu'il est possible d'exécuter d'année en année réalisent les tranches successives;

6° Voir large pour le parti architectural à adopter.

Naguère, ce n'était pas voir large que de s'astreindre à la superstition d'ordonnances qui encombrent inutilement une façade, cachent des sheds d'ateliers et sont destinées à être démolies si l'on doit agrandir ces ateliers.

Aujourd'hui, ce n'est pas voir large que de s'astreindre à la superstition de terrasses qui, pour être étanches, coûtent aussi cher que des toitures, de fenêtres à guillotine qu'il est difficile de nettoyer et tellement larges qu'il est aussi malaisé de se protéger de la chaleur au printemps que du froid en hiver.

Voir large, c'est savoir choisir le mode de construire, les formes architecturales et l'aspect des matériaux suivant le terrain et le climat. Une école construite en pays minier serait dangereuse si elle ne procédait pas d'une architecture spéciale, dont les cellules indépendantes puissent suivre les mouvements du sol.

Voir large, c'est encore employer à l'intérieur des matériaux coûteux, mais durables et lavables, au lieu d'enduits qu'il faut périodiquement refaire et repeindre. C'est aussi ne pas croire que partout la faïence et le grès s'imposent, mais employer le marbre, si le sol en produit, pour qu'il coûte alors moins cher que la faïence.

Dans l'escalier Louis XIII de l'École nationale d'Arts et Métiers d'Angers, les anciennes marches sont faites d'un seul morceau de schiste : elles ont l'air d'avoir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

été taillées hier. Le sol du vestibule a été fait, il y a peut-être vingt ans, en grès cérame, dont les carreaux sont déjà usés. Qui, des deux architectes, a vu large?

Voir large, c'est appliquer à la décoration les procédés que les matériaux nouveaux peuvent suggérer, au lieu de croire que le rôle d'un artiste s'arrête à modeler une esquisse en terre ou à peindre sur une toile.

Voir large, c'est appliquer son esprit de recherche au mobilier, aux appareils d'éclairage, au lieu de se contenter de formules toutes faites.

Je voudrais un jour voir un ministre inaugurer une école dont l'aspect serait complètement neuf, non pour avoir précédé les excentricités de la mode, mais parce que les dispositions du plan, le mode de construire, les matériaux choisis seraient fonction du programme et des réalités qui l'expriment, parce que, notamment la structure y serait liée à un moyen de chauffage autre que l'absurde et hideux radiateur qui nous met dans des conditions anormales de vie en chauffant l'air sans augmenter la tension de la vapeur d'eau, à un moyen d'éclairage autre que le funèbre et coûteux éclairage indirect ou que les lampes aveuglantes, parce que toutes les réalités qui conditionnent la vie seraient elles-mêmes les éléments artistiques.

Je voudrais qu'une telle conception, qu'une telle réalisation fussent le résultat de la recherche collective des ingénieurs et des architectes. Je voudrais que les professeurs et les élèves de l'Enseignement technique y eussent collaboré et eussent l'amour de cette école qui caractériserait vraiment l'architecture des écoles techniques.

Alors l'Enseignement technique, qui s'installa au siècle dernier dans l'abbaye de Cluny, pourrait revendiquer la succession de la mission civilisatrice que cette abbaye remplit jadis en France et dans tout l'Occident en élevant non pas seulement des cathédrales comme celle d'Autun, mais aussi celle de Saint-Jacques-de-Compostelle, tout là-bas, à l'extrémité de la péninsule espagnole. Car l'Enseignement technique aurait exercé une influence civilisatrice aussi grande pour rendre à la France et au monde le goût du travail et par conséquent de la paix.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES « JARDINS DE GUERRE »,

par M. H. HITIER, *membre du Conseil.*

Tous les efforts doivent être faits pour assurer à nos armées tout le matériel d'armements, les munitions et explosifs qui leur sont nécessaires; il est non moins important d'assurer le ravitaillement de nos soldats et de l'ensemble de la population civile française en denrées alimentaires de toute sorte.

Si la production du blé, des fourrages, des betteraves pour la fabrication du sucre et de l'alcool, etc., n'est pas à la portée de tous les Français, pour combien d'entre eux, par contre, serait-il possible de développer les cultures maraîchères, les petits élevages et de s'assurer ainsi une grande partie des denrées nécessaires dont ils ont besoin pour leur nourriture. Jamais on ne le leur rappellera assez : la guerre peut être longue; les restrictions s'imposeront et tout ce qui aura été tenté pour limiter les importations contribuera à la défense nationale.

A un autre point de vue, nombreux sont les évacués, les réfugiés dans nos régions du Centre, de l'Ouest, du Sud-Ouest; beaucoup d'entre eux souffrent d'être éloignés de leurs villages, de leurs fermes et de se trouver inoccupés. Un jardin à cultiver serait à la fois pour eux utile et salutaire.

A l'intérieur, dans les dépôts de l'armée, restent forcément des hommes qui poursuivent leur instruction militaire, constituent des réserves dont un jour ou l'autre le haut commandement peut avoir besoin; en attendant, ils ont des heures de liberté; comment pourraient-ils mieux les utiliser qu'en cultivant des jardins capables d'assurer une partie de leur ravitaillement, d'améliorer en tout cas leur ordinaire.

Jardins de guerre et jardins d'évacués; jardins potagers, fermes, et petits élevages militaires ont fait l'objet de communications qui ont retenu toute l'attention des membres de l'Académie d'Agriculture (séances du 17 janvier et du 7 février 1940). Il importe qu'une très large publicité leur soit donnée et que le Gouvernement, les Pouvoirs publics, les municipalités, etc., se convainquent de leur intérêt. Voici la communication de notre collègue M. Schribaux, membre de l'Académie des Sciences.

Les « jardins de guerre » multipliés en 1914-1918, principalement dans la classe ouvrière de la région parisienne, rendirent de grands services, en fournissant alors un sérieux appoint de matières alimentaires.

L'expérience du passé commande de s'occuper activement aujourd'hui de cet intéressant problème.

On ne saurait assez faire remarquer que la production jardinière présente ce caractère, particulièrement précieux en temps de guerre, de pouvoir, dans un délai assez court, être accrue presque à volonté :

D'abord, à cause de la rapidité de croissance des légumes de nos jardins et des rendements élevés qu'on en obtient par unité de surface;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ensuite, en raison de la main-d'œuvre presque illimitée qu'on arriverait à se procurer, à la ville, aussi bien qu'à la campagne, si l'on songe que ne demandant pas une grande dépense de force, elle peut se recruter dans les milieux si nombreux qui disposent de loisirs ;

En raison, enfin, de la facilité et de la rapidité avec lesquelles on réussit à initier et j'ajoute à *intéresser* cette main-d'œuvre aux pratiques essentielles du jardinage, alors même qu'elle serait totalement étrangère aux choses de la vie rurale.

A la main-d'œuvre disponible en 1914-1918, il ne faut pas l'oublier, s'ajoutent actuellement les milliers de réfugiés et d'évacués dispersés sur toute l'étendue du territoire, particulièrement bien préparés à la culture jardinière, puisqu'ils comprennent un très grand nombre de paysans. Pour eux, on ne fera jamais assez ; *c'est à ceux-là qu'il faut d'abord songer.*

Depuis le début des hostilités, je vis au milieu d'évacués de deux villages de la Moselle, lesquels ont à peu près doublé la population de la petite localité qui les a accueillis.

Nous sommes au début de janvier, et déjà les légumes produits en temps de paix seulement pour la consommation locale commencent à devenir rares et se paient très cher. Quelques-uns, les choux par exemple, très appréciés comme on sait des populations de l'Est, font à peu près défaut.

Ne trouvant pas de travail — et dans cette région de petite culture il en sera à peu près de même pendant la bonne saison — les évacués flânent dans les rues, errent le long des chemins. L'inaction forcée à laquelle ils se trouvent condamnés ne peut avoir que des conséquences fâcheuses.

Procurer à ces familles, avec les moyens de les cultiver d'une manière rationnelle, des jardins de quelques ares, leur permettant de faire amplement face à leur consommation, serait certainement la meilleure façon de les occuper utilement et agréablement et d'adoucir pour ces pauvres gens l'amertume de l'exil.

Quelle municipalité n'aurait pas à cœur de s'associer à cet effort, de collaborer de son mieux à l'établissement des jardins d'évacués?

Le Ministre de l'Agriculture a institué de nombreux Comités départementaux et communaux agricoles sur la compétence et le dévouement desquels on peut compter. Ces comités, très au courant des ressources locales, sont tout désignés pour provoquer la création des « jardins de guerre », des jardins d'évacués et, en premier lieu, pour présider à leur organisation et s'interposer en vue de l'achat en commun de l'outillage sommaire nécessaire aux intéressés, en vue également de l'achat en commun — en s'entourant de toutes les garanties — de bonnes semences et de bons plants, d'engrais chimiques, de produits insecticides et anticryptogamiques.

La plupart des évacués ne sont pas sans ressources et, étant données les allocations qui leur sont attribuées, il paraît bien que la création envisagée n'imposerait pas de grands sacrifices d'argent.

Si la tâche est délicate, il ne faudrait pourtant pas s'en exagérer les difficultés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour la raison que les municipalités des communes évacuées fonctionnent aujourd'hui dans toutes les localités d'accueil.

Les Comités de production y trouveraient sans peine des collaborateurs qualifiés auxquels il suffirait de donner des directives pour mener à bien l'œuvre entreprise.

Un conseil, en terminant, à propos des semences et des plants. Au cours de ma carrière, je me suis élevé trop souvent contre la mauvaise qualité des semences potagères pour ne pas insister ici sur la nécessité absolue de les essayer, ou, mieux, de les soumettre au contrôle de la Station du Ministère de l'Agriculture.

En dépit des efforts persévérants de cette Station, les mauvaises semences sont encore trop répandues. Je viens encore d'en avoir une preuve toute récente. A la fin de septembre, chez un gros épicier, les circonstances ne me permettant pas de m'adresser ailleurs, j'achetai de petits lots de radis et de différentes variétés de mâches et d'épinards, tous légumes de saison. Le radis, quoique médiocre — il germait seulement à 73 p. 100 — était encore utilisable. La mâche et l'épinard germaient l'un à 23, l'autre à 27 p. 100. Quoique semés très drus, ils ont fourni des plants tous si débiles qu'une infime minorité a survécu. Il fallut retourner le sol. La saison étant trop avancée, il était impossible de réparer le mal par de nouveaux semis. Encore une fois, attention aux mauvaise semences.

Pendant la dernière guerre, ce sont le plus souvent des professionnels, des horticulteurs importants qui, dans la région parisienne, ont créé de vastes pépinières et se sont faits les fournisseurs des jardins de guerre, en plants de choux, d'oignons, de salades, etc.

C'est de cet exemple, à mon avis, qu'il conviendrait de s'inspirer. La production de plants vigoureux est délicate ; elle exige une terre très fertile, assez fraîche, bien exposée et une culture soignée, c'est-à-dire un ensemble de conditions rarement réalisables dans les jardins que nous envisageons.

L'œuvre des jardins de guerre, des jardins d'évacués en particulier, est pleine de promesses ; elle aurait à n'en pas douter les conséquences morales et matérielles les plus heureuses. Mais le temps presse, il n'y a pas un instant à perdre, si l'on veut en obtenir tous les bienfaits qu'on peut légitimement en espérer.

D'autre part, M. Roger Grand (séance du 9 février 1940) rappela à l'Académie d'Agriculture les services rendus pendant la guerre de 1914-1918 par les jardins potagers, fermes et petits élevages militaires ; ayant pris part à leur fonctionnement, son expérience personnelle lui a permis de constater les possibilités de cette œuvre en matière de ravitaillement de l'armée et son excellent effet moral, une partie des légumes nécessaires à la consommation des dépôts fut produite dans ces potagers militaires ; des clapiers et des porcheries tiraient en même temps parti des déchets des eaux grasses.

Voici à quoi un seul département, le Morbihan, était arrivé au début de 1919, quand la démobilisation eut amené la dissolution du service. Rien ne s'oppose à ce que l'on considère cela comme une moyenne.

Un peu plus de 500 ha étaient sous culture potagère intensive ; environ

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

500 porcs se trouvaient constamment à l'engrais et un millier de lapins dans les clapiers.

Deux fermes dépassaient 20 ha, deux autres en comptaient une quinzaine; le reste consistait en parcelles détachées allant de quelques ares à 2 ou 3 ha.

Plusieurs unités étaient arrivées à se suffire en légumes de toute sorte, frais et secs, ainsi qu'en viande de porc et en graisse, ce qui leur procurait des bonis d'ordinaire considérables, que leurs chefs consacraient en suppléments et améliorations de nourriture ou de boisson fort appréciés au temps de la grande restriction. Certaines, de leur surplus de légumes frais et périssables, alimentaient les hôpitaux de leur garnison, puisque, bien entendu, toute vente sur le marché ou autrement était formellement interdite.

Les porcheries tiraient un excellent parti de tous les restes de cuisine et l'on ne voyait pas ce lamentable spectacle, trop fréquent dans les corps de troupe peu surveillés, de baquets entiers de soupe, de haricots et de nouilles gaspillés par des « cuistots » peu scrupuleux, quand ils ne sont pas purement et simplement jetés au fumier.

Les chevaux fatigués trouvaient à la ferme soit un repos au grand air, tout en y fournissant la force motrice nécessaire, soit ces rations de fourrage vert habituellement bien insuffisantes dans les écuries de l'armée.

Quant aux hommes, presque tous ruraux, ils étaient généralement enchantés d'aller en petites équipes se livrer à leurs occupations traditionnelles et de fuir ainsi pour quelques heures l'oisiveté, mère du « cafard », et les fastidieuses corvées des cours de quartier.

Profits matériels; profit moral. Encore, ajoute M. Roger Grand, n'ai-je pas parlé de celui, certes non négligeable, qui consiste à maintenir en état de production, même à améliorer, des terres abandonnées.

M. Charles Génin capitaine d'artillerie, après deux années de séjour aux armées, fut dirigé avec sa troupe sur le dépôt de son régiment à Fougères pour y changer d'armement. Il s'y trouvait lorsque l'ordre de création de potagers militaires fut reçu, et, tout de suite, le commandant de la place le chargea de la création de celui de Fougères.

Cependant, dans cette ville industrielle, il n'existait pas de jardins ouvriers. D'accord avec la municipalité, un champ de 2 ha sur une ferme appartenant aux hospices de la ville et abandonnée par le fermier, mobilisé, fut aménagé en jardins; les résultats obtenus furent excellents. Et, exemple à retenir, après la guerre, ce potager militaire devint le centre de l'établissement de jardins ouvriers qui n'ont cessé de prospérer.

Le Comité d'Agriculture de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale estime qu'il y a dans ces créations de jardins d'évacués et de jardins militaires, une œuvre qui mérite de retenir toute l'attention des autorités compétentes. Mais le temps presse; il faut se hâter de prendre toutes dispositions pour leur réalisation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

COMITÉ D'AGRICULTURE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 19 AVRIL 1939)

Le Congrès du Métayage (Paris, 20-21 février 1939),

par M. Pierre CAZIOT, *membre du Conseil.*

Ce Congrès, le premier depuis 1918, a été organisé par la Société des Agriculteurs de France en collaboration avec les associations et sociétés agricoles des régions intéressées. Il s'est tenu dans l'hôtel de la Société, 8, rue d'Athènes, Paris (9e), sous la présidence de M. Henri Cournault, président.

Les terres cultivées en métayage représentent environ 10 p. 100 de la surface totale cultivée en France. Leur exploitation est assurée par 200 000 familles de métayers, soit un peu plus de 5 p. 100 du nombre total des exploitants agricoles; mais il faut remarquer que les familles de métayers étant plus nombreuses que celles des autres exploitants, la proportion est un peu plus élevée si l'on envisage l'ensemble des familles. D'autre part, il faut remarquer que le métayage est cantonné dans certaines régions françaises où la proportion des métairies atteint parfois et dépasse même 50 p. 100. Parmi ces régions on peut citer le Maine et une partie de l'Anjou, le Berry, le Bourbonnais, le Limousin, la Gascogne.

Le Parlement ayant été saisi d'une proposition de loi d'ordre nettement démagogique concernant le statut du métayage, la Société des Agriculteurs de France a jugé nécessaire d'organiser un congrès du métayage.

Le rapporteur général, M. Ambroise RENDU, a présenté, lors de l'ouverture de la première séance, un rapport introductif où il a souligné que le métayage avait non seulement une réelle valeur économique, puisqu'il a donné dans de nombreux départements d'heureux résultats, mais encore une valeur sociale et familiale, puisqu'il est le seul qui permette à un agriculteur dépourvu de capitaux, mais consciencieux, travailleur et ayant une famille suffisamment nombreuse, de devenir un exploitant libre, véritable associé du propriétaire, en attendant d'accéder lui-même à la propriété.

M. de VALROGER, président du Conseil de Législation de la Société des Agriculteurs de France, a ensuite étudié la nature du métayage au point de vue juridique. Il l'a défini un contrat participant à la fois du louage et de la société, et il a tiré de cette définition d'importantes conséquences pratiques. Il a démontré, en particulier, que certaines lois et projets de lois relatifs au métayage étaient difficilement conciliables avec la nature juridique du métayage.

Au cours de séances ultérieures, des rapports extrêmement intéressants et très documentés ont été présentés par les rapporteurs régionaux. Ces rapports ont fait ressortir l'extrême diversité des conditions du métayage en France, en raison de la diversité même des productions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la plupart des régions, par suite de la difficulté de trouver de bons métayers, les propriétaires ont été amenés à consentir à ceux-ci des conditions de plus en plus favorables, et singulièrement différentes de celles qui existaient avant la guerre de 1914-1918. On peut dire qu'aujourd'hui un bon métayer est toujours sûr de rester sur son exploitation, et qu'un propriétaire fera toujours tout ce qu'il pourra pour le conserver. Il n'est pas nécessaire d'un projet de loi pour cela. Le projet de loi réformant le statut du métayage, en instance devant le Parlement, a été examiné ensuite par M. d'ALDEGUIER, président de la Chambre d'Agriculture de la Haute-Garonne. Le rapporteur a exprimé sa conviction que ce projet, loin de marquer un progrès, contribuerait en réalité à porter un coup mortel au métayage et à ruiner ainsi une branche de l'activité nationale, sans profit pour personne.

Un métayer, M. Pierre CATHALA, a exposé ensuite la situation du métayage dans le département du Tarn et les améliorations qui pourraient y être apportées. Enfin, M. Marcel FOUCHET, directeur de la Société des Agriculteurs de France, a résumé l'ensemble des travaux et dégagé les conclusions du Congrès.

A l'issue de ces réunions, une résolution a été adoptée, dont voici le texte :

Le Congrès se prononce : 1° contre toute pensée et projet tendant à assimiler le métayage au salariat, en particulier contre le projet de loi portant réforme du statut juridique du métayage, qui aboutirait à saper le droit de propriété, à annuler certains articles du Code civil, et en tout cas, la loi du 18 juillet 1889, à faire litière des usages locaux, à interdire aux parties d'inscrire dans les baux les causes particulières qui, seules, peuvent donner satisfaction aux associés qui sont bailleurs et preneurs, à diminuer la valeur foncière du sol en en restreignant la libre disposition ; en bref, à ruiner un mode d'exploitation du sol en honneur dans de nombreux départements, ce qui aurait pour conséquence de retarder l'accession du métayer à la propriété, au lieu de l'y pousser plus vite, comme le législateur paraît le vouloir ;

Sans aborder le problème général des allocations familiales, qui dépasse le cadre de ses attributions, le Congrès, devant les répercussions financières de l'article 7 des décrets du 31 mai 1938 et du 14 juin 1938, qui entraîneraient la ruine du métayage, se prononce pour une adaptation de la loi sur les allocations familiales au régime particulier de la propriété à métayage, adaptation mettant sur un pied d'égalité les enfants de l'agriculture et les enfants des autres professions.

Le Congrès s'est prononcé, en outre, pour la création d'une Commission permanente du Métayage, au sein de la Société des Agriculteurs de France, comprenant des représentants qualifiés des diverses régions. Il a décidé également de faire saisir directement de ses résolutions, par une délégation, le Ministre de l'Agriculture et les commissions parlementaires intéressées.

Ce Congrès du Métayage, par la précision des rapports présentés et par l'ampleur des discussions qui ont eu lieu, a constitué l'assemblée la plus importante réunie depuis 1918 au sujet de ce mode d'exploitation, si important pour l'avenir de notre pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 13 DÉCEMBRE 1939)

La formation dans l'industrie céramique. État actuel,

par M. J. LŒBNITZ, *membre du Conseil.*

L'Institut de Céramique française (I. C. F.) compte le président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale parmi les membres de son Conseil d'administration, qui sont désignés par le Ministre de l'Éducation nationale.

Parmi les documents reçus de l'I. C. F. en juin 1939, se trouve un appel adressé aux céramistes pour attirer leur attention sur la Section de Céramique jointe à l'École pratique de Beauvais. Il s'agit de la formation du personnel de praticiens pour l'industrie céramique; le Comité des Arts chimiques a été saisi de la question car la Société d'Encouragement s'est toujours vivement intéressée à la formation professionnelle à tous les degrés.

L'évolution dans les emplois des produits céramiques comme aussi dans leur production ne met plus la formation de tous ces praticiens dans les mêmes conditions qu'autrefois. Une organisation nouvelle est nécessaire, mais elle est délicate à établir si l'on veut donner confiance aux intéressés et s'assurer que les sujets qui seront formés pourront exécuter des travaux de même valeur que ceux qui ont été réalisés par nos devanciers.

Les manifestations de l'industrie céramique mettent en jeu les formes, matières, destinations et emplois les plus variés : variété dans la destination : mobilier, bâtiment, hygiène; — variété dans le but, utilitaire et pratique, ou bien décoratif; — variété dans l'importance des milieux de production; — variété dans les qualités de la matière du produit; — variété dans les procédés de réalisation de la pièce puis de son décor, etc.

Ces aspects nombreux suivant le point où l'on s'est placé conduisent à une conception différente des questions devant intéresser ou caractériser cette industrie. Oubliant l'ensemble qu'elle constitue, le rôle de la céramique est trop souvent défini par ceux mêmes qui souhaitent son développement en le ramenant à ce qui les a personnellement frappés ou à ce qui répond à leurs désirs. Ces conceptions, où chacun voit de façon particulière la formation pour ce qui l'intéresse, tendent à de véritables spécialisations au lieu de viser l'intérêt général de la profession.

La spécialisation poussée, en vue d'obtenir une production plus intense ou un plus fort rendement, ne devrait être envisagée et recommandée que pour des sujets connaissant bien déjà l'ensemble de leur métier. Celui qui est spécialisé, soit sans formation préalable complète, soit directement, risque de ne pas pouvoir s'adapter plus tard à d'autres travaux, car les facultés générales n'ont pas été développées chez lui, et il a contracté des habitudes dans une ou plusieurs spécialités qui ne sont pas celles qui répondent le mieux au travail considéré dans son ensemble. De tels spécialistes trop tôt formés, s'ils chôment, trouvent difficilement un emploi pouvant leur convenir. En revanche, on a souvent constaté, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cela pour des métiers très divers, que le praticien qualifié pour un façonnage manuel mais connaissant bien l'ensemble de sa profession, peut, après une adaptation relativement courte, se qualifier dans un métier très différent de celui qu'il exerçait. La spécialisation ne donne donc pas la sécurité dans l'avenir; au contraire, cette sécurité peut résulter d'une formation générale donnée en vue d'un travail manuel qualifié. Étant donné la variété des pièces céramiques qui peuvent être demandées au travail manuel, le spécialisé ne fournira jamais le concours qui résulterait d'une formation plus générale.

L'idée a été émise de préparer pour l'industrie céramique des praticiens qui seraient des artistes et des artistes qui seraient des praticiens, l'idéal étant que chacun exécute les modèles qu'il a conçus.

Les trois années généralement consacrées à l'apprentissage sont à peine suffisantes pour préparer un praticien sérieux, soit du façonnage avec moules, soit du tournage. Les trois années d'études pour un créateur de modèles sont un temps qui est aussi juste suffisant, même si le sujet a déjà montré d'excellentes dispositions. Trois ans pour chacune des formations est donc un minimum; il n'est pas possible que pendant ce temps un même sujet soit formé complètement pour l'ensemble, et, dès l'abord, il se trouvera spécialisé.

Sauf de rares exceptions, si ce sujet présente une œuvre importante, elle ne sera pas également réussie au point de vue de la composition et de l'exécution. De plus, on ne saurait compter sur lui pour la réalisation de conceptions dues à d'autres et ne rentrant pas dans sa spécialisation.

Il faut bien reconnaître que la présentation d'un vase, d'un plat, d'une statuette capables de nous charmer, ne prouve nullement que celui qui a exécuté cette pièce pourra se charger de travaux du genre de ceux qu'on a exécutés au siècle dernier. La production ne peut être limitée à de semblables travaux d'isolés.

Le créateur du modèle et l'exécutant praticien ne doivent pas s'ignorer. Les œuvres du créateur du modèle doivent être conçues en raison des possibilités de l'industrie pour laquelle il travaille; il ne doit pas la mettre en présence de travaux absolument irréalisables, et il doit faire valoir ses ressources. Il doit donc posséder des notions sur la réalisation des pièces. Le praticien devra toujours être dirigé pour exécuter, avec goût et sans la dénaturer, l'œuvre de l'auteur.

Les œuvres de Della Robbia, en raison de leur importance, ne permettent pas de penser au travail d'un artiste isolé mais à la production d'un atelier.

Les fabriques françaises de faïence, Rouen, Moustiers, etc., parmi leur personnel, nombreux pour l'époque, avaient certainement des dessinateurs ou auteurs de modèles, des exécutants de la forme, des exécutants du décor, et aussi des ouvriers pour la préparation des terres, de l'émail et des couleurs, l'enfournement et la cuisson; et, sous la direction du chef de la maison ou du contremaître, chacun avait sa part dans la réussite.

En plus du rôle du technicien ou chef d'établissement, il faut toujours envisager la formation particulière : du créateur ou auteur du modèle, dessinateur, sculpteur, décorateur, architecte; de l'exécutant réalisateur de la forme; de l'exécutant du décor; parfois aussi il faut envisager la mise en œuvre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme pour de nombreuses productions, il y a lieu de considérer dans une pièce céramique : la matière dont elle est constituée ; la forme réalisée avec cette matière ; son ornementation : émaux, couvertes, peintures.

La matière, résultat d'extractions, triturations, mélanges, est du ressort du technicien, de l'ingénieur. La forme donnée à cette matière sera, dans le cas de façonnage mécanique, réalisée par la machine, conçue ou mise au point par l'ingénieur, ou obtenue par le coulage. Dans le cas de façonnage manuel, cette forme, donnée par le praticien, sera conduite par lui, en évitant les accidents jusqu'à la mise au four. L'application des émaux ou couvertes, comme aussi de nombreux décors, sera une opération quasi mécanique : projections, impressions, reports. Seuls, certains travaux, moins fréquents, réclament une main réellement habile, même artiste. Celui qui en sera chargé doit savoir dessiner ; puis, il s'adaptera à l'emploi des couleurs et émaux qui sont mis à sa disposition par l'établissement où il travaille, ou qui se trouvent maintenant dans le commerce.

Le véritable ouvrier céramiste est le praticien capable de donner à la matière la forme désirée et de conduire la pièce dans de bonnes conditions de réussite jusqu'au four. Il est très rare maintenant.

Ce praticien ne peut être formé sans un apprentissage suffisant. Son concours est indispensable pour la pièce particulière ou l'œuvre de maîtrise si l'on ne veut pas s'en tenir aux formes d'éléments pouvant être obtenus mécaniquement ou par coulage. Trop souvent la participation du praticien, estampeur ou tourneur, dans des pièces importantes, n'est signalée par rien au public : il ignore le rôle de premier rang joué par ce praticien. Ce rôle ne peut alors tenter les jeunes, comme les travaux mis en valeur pour être appréciés de tous. La formation de ces praticiens est devenue une grande préoccupation.

Dans la première partie du XIX^{e} siècle, la céramique, industrie manuelle, avait dû, comme d'autres, se reconstituer. A Paris, notamment, les établissements, chacun peu important, étaient assez nombreux. Les traditions, alors trop négligées dans leur ensemble, se retrouvaient les unes ou les autres dans ces manufactures. Nos anciens complétant, grâce à leur esprit d'observation, les traditions qui avaient été conservées, ont provoqué une reprise de la fabrication. Elle a abouti à cette belle production de 1860 à 1880 que l'Exposition de 1878 a mise en valeur et qui a été une très brillante manifestation de la fabrication française.

Le fabricant praticien avait fait appel à des artistes pour la conception des modèles et aussi, le cas échéant, pour les décors et leur exécution. Il lui restait un rôle suffisant et délicat de coordination et de réalisation de l'œuvre et des conditions de réussite du décor. La machine commençait alors à prendre place dans la céramique, et ce fut ensuite le coulage. Machinerie et coulage ont permis un façonnage plus économique pour de nombreuses pièces, celles dont les difficultés étaient réduites. Ainsi, ont été retirés des moyens d'existence aux praticiens du façonnage manuel ; aussi sont-ils devenus très rares.

Mais la machine ne pourra jamais tout façonner. Certaines dimensions, des parties planes, des pièces d'exception ou en petit nombre ne pouvant supporter les frais de matrices, des difficultés ou conditions spéciales, etc., ne sont pas favo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rables au travail mécanique. Pour ces pièces, des praticiens sont encore nécessaires et, sans eux, on pourrait penser que la France est maintenant dans l'impossibilité d'atteindre certaines belles réalisations, comme autrefois. Cela doit être évité.

Les établissements dans lesquels était surtout pratiqué le façonnage manuel ont successivement cessé de fonctionner faute de pouvoir écouler leur production : changement dans les mœurs, abandon du poêle et de la cheminée, la regrettable mentalité d'exiger du « non vu », qui a remplacé par des assemblages d'éléments simples ce qui précédemment donnait lieu à des pièces spéciales de forme et étudiées, etc.

La formation du personnel de l'industrie céramique doit être dirigée en vue de former des sujets capables de réaliser toute pièce demandée, qu'il s'agisse d'une production manuelle ou d'une production par la machine ou par le coulage. Cette tâche est particulièrement difficile maintenant qu'ont disparu les manufactures d'où sont sorties de nombreuses œuvres de maîtrise.

Les créateurs des modèles qui pensent s'orienter vers l'industrie céramique doivent être en état de comprendre ce qui peut mettre cette industrie en valeur tout en rentrant dans ses possibilités. L'exécution de fragments désignés par le professeur dans les modèles étudiés par l'élève sera à cet égard une bonne préparation. Cette réalisation sera précédée des dessins d'exécution comme il y aura lieu de les établir pour guider le praticien appelé à réaliser le travail.

Les établissements travaillant surtout mécaniquement n'auront qu'incidemment des travaux dépendant du façonnage manuel. Les traditions d'estampage-rachevage, soignage, etc., n'y trouvant pas l'occasion d'y être observées, elles risquent d'en disparaître. Dans les milieux de formation, les élèves, en présence de travaux d'application, auront pu noter leurs remarques en même temps que des observations sur lesquelles le professeur aura attiré leur attention. Ce milieu doit devenir pour eux un centre de documentation auprès du professeur et grâce aux éléments ou spécimens qui seraient réunis.

Pour cette tâche difficile, l'I. C. F. et l'Enseignement technique agissent de concert. Ils disposent actuellement, en vue de cette formation, des établissements suivants : — École supérieure de Céramique de Sèvres; son but est de former des ingénieurs ou chefs de fabrication : technologie, sciences, complétées par des travaux pratiques. Leur formation concerne l'ensemble des industries céramiques; — Section céramique de l'École nationale professionnelle de Vierzon, consacrée plus spécialement à la porcelaine (industrie locale) pour lui fournir des praticiens pouvant, s'ils manifestent les qualités et le caractère nécessaires, devenir contremaîtres, chefs d'atelier, chefs de service; — Section céramique de l'École pratique de Commerce et d'Industrie de Beauvais; elle prépare des praticiens dans toutes les industries de l'argile; produits destinés à rester en terre cuite mate, à être cuits en grès ou à recevoir un émaillage. Le Beauvaisis et la région du Nord peuvent y faire appel pour leur fabrication : tuiles, briques, carreaux, tuyaux et tous éléments pour le chauffage ou la décoration architecturale. Beauvais est donc destiné à devenir le conservatoire des pratiques du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

façonnage manuel et des pièces de documentation; — École des Arts appliqués de la Ville de Paris. La base de formation, pour tous les élèves, est l'éducation artistique. Les futurs créateurs de modèles qui suivent l'atelier de céramique sont documentés par quelques travaux pratiques ou d'application pour que leurs projets soient inspirés des ressources de l'industrie et qu'ainsi ils la mettent en valeur sans l'exposer à des travaux inexécutables; — Atelier-École de la Chambre de Commerce de Paris, qui s'intéresse à la formation des tourneurs; ils entrent souvent dans l'industrie avant d'avoir terminé leur formation, ce qui traduit le besoin de semblables ouvriers. Un centre de formation de véritables tourneurs est à l'étude.

Article différé par la Censure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Article différé par la Censure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Article différé par la Censure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Article différé par la Censure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

L'agriculture dans le département de la Seine et le marché parisien du point de vue du ravitaillement alimentaire, par Edmond GARNIER, Directeur des Services agricoles de Seine, Seine-et-Oise et Seine-et-Marne. — Un volume broché (19 × 28 cm), de 284 pages avec figures, cartes et tableaux. — 1939. Imprimerie L'Union, 2, rue Thibaudeau, Poitiers.

Index : 63 + 381.14 (443.61)

Cet ouvrage, rédigé avant les présentes hostilités, prend un très grand intérêt d'actualité au moment où le ravitaillement en produits alimentaires pose de nombreux problèmes.

La guerre de 1914-1918 a, en effet, apporté des perturbations profondes dans le régime des échanges nationaux et internationaux de produits agricoles. Il en est résulté quelquefois un déséquilibre grave dont il convenait de mesurer l'importance et l'effet sur l'orientation nouvelle de la production agricole française. C'est pourquoi il fut décidé en 1930 de faire procéder, dans chaque département, à une enquête sur son économie rurale. Il faut s'attendre à des perturbations du même genre comme conséquence de l'état de guerre actuel.

Le département de la Seine, à cause de ses petites dimensions et du grand centre de consommation et surtout de réexpédition qu'est Paris, ne pouvait fournir les renseignements demandés en les plaçant dans le cadre rigide qui avait été assigné aux autres départements. C'est le résultat de l'enquête spéciale dont le département de la Seine a fait ainsi l'objet que donne M. Garnier dans un très beau volume.

L'ouvrage comprend deux parties distinctes.

La première envisage le département de la Seine comme producteur dans le domaine agricole; ce domaine est loin d'être négligeable bien que toutes les communes du département tendent à perdre peu à peu leur caractère rural. Si l'exploitation agricole ou horticole ne couvre qu'une faible surface, moins de 30 p. 100 des 48 376 ha du département, son rendement est extrêmement élevé; et elle s'oriente de plus en plus vers la production des légumes, des fruits et des fleurs; cette production s'écoule facilement tout entière, quelquefois dans le voisinage immédiat, mais presque toujours aux Halles centrales; elle y arrive d'ailleurs au moment opportun, alors qu'aucune autre production ne peut la remplacer. A titre de spécimens des cultures très spéciales de la banlieue parisienne, M. Garnier donne quatre monographies caractéristiques : un établissement maraîcher primeuriste (il n'y en a plus dans l'enceinte même de Paris), de 16.625 m², créé en 1925-1926; une pépinière de la commune de Clamart, où l'on produit surtout fruits et légumes, et que l'auteur considère comme un modèle de cité-jardin; la commune de Montreuil-sous-Bois (fruits, fleurs coupées, produits maraîchers, plantes médicinales); deux centres de cultures fruitières.

Partout sont pratiqués presque exclusivement l'exploitation directe et le fermage.

L'auteur termine cette première partie par un chapitre intitulé : Considérations sur la production florale dans la Seine. Elle est de première importance tant par son volume — sa valeur chez le producteur représente 95 millions de francs — que par sa qualité et sa variété; 500 à 600 ha y sont consacrés (dont 60 couverts de verre), exploités par 246 établissements dont deux coopératives. La spécialisation et la division du travail y sont poussées très loin.

La seconde partie de l'ouvrage de M. Garnier, consacrée au marché de Paris, est de beaucoup la plus importante; elle compte 200 pages. Elle s'adresse aux producteurs, aux administrations locales, aux syndicats professionnels, aux commerçants et aux consommateurs, c'est-à-dire à tous les habitants de la Région parisienne qui ne devraient pas ignorer d'où et comment viennent les aliments si variés dont ils disposent en tout temps.

Nous ne pouvons mieux faire que de reproduire ci-après les commentaires et l'analyse qui ont été donnés de cette seconde partie de l'ouvrage lors de sa présentation à l'Académie d'Agriculture de France dans sa séance du 13 décembre 1939.

Successivement l'auteur y étudie les approvisionnements en viandes, volaille et gibier, œufs, poisson, lait, beurre, fromages, fruits et légumes, sucres. De nombreuses statistiques, des cartes, des diagrammes font connaître les apports de ces différents produits par départements et pays d'origine, les réexpéditions, les cours moyens mensuels officiels, le régime saisonnier des arrivages. Si l'année 1931 a été prise pour établir cette étude, l'auteur a soin de la comparer aux années antérieures.

On se rend compte, par ce simple énoncé, quelle richesse de documentation se trouve ainsi réunie, mais en même temps quelle somme de travail de telles recherches ont demandée à l'auteur. Nous souhaitons que les producteurs, en comprennent tout l'intérêt; leur attention, en effet, est constamment attirée sur la nécessité pour eux de coordonner leurs efforts et de régler leur production de façon, non seulement à ne pas encombrer à un mauvais moment le marché, mais encore de manière à échelonner et à répartir leur production suivant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un système logique, qui réponde effectivement aux besoins de la consommation.

Sans entrer dans l'analyse des différents chapitres de la seconde partie du rapport de M. Garnier, quelques observations sont à retenir, à propos des caractéristiques des différents marchés, de l'évolution des courants d'échanges, etc.

En ce qui concerne l'approvisionnement en *viandes*, la progression des entrées de viandes dites foraines, c'est-à-dire expédiées directement de province aux Halles, ne cesse de croître. Si en bovins les entrées proviennent surtout des abattoirs et si les viandes foraines ne représentent environ que 1/3 du total, pour les veaux, moutons et porcs, les entrées sont principalement foraines, 3/4 du total pour les veaux, 85 p. 100 pour les porcs.

Sur un arrivage approximatif, en 1931, de 205.789.880 *œufs*, 149.479.760 provenaient de la métropole, 4.022.680 du Maroc, 623.520 de l'Algérie et 51.658.930 de l'étranger. M. Garnier signale, avec beaucoup de raison, le rôle important et bienfaisant que pourraient jouer les coopératives agricoles pour assurer le ramassage des œufs dans des conditions satisfaisantes de fraîcheur, pour leur triage et leur classement selon leur qualité.

Paris a besoin de quantités énormes de *lait*; en 1931, la consommation a été de 452.500.000 litres, ce qui a nécessité, pour que l'on soit certain qu'une telle quantité arrive tous les matins d'une manière régulière, un ramassage de lait à la ferme qui aurait atteint 800 millions de litres. La différence entre le lait consommé et ramassé représenterait le volant de production indispensable. C'est là, du reste, une source d'énormes difficultés économiques, et ce serait là l'une des causes de l'écart, constaté et si souvent critiqué, entre les prix du litre de lait à la production et à la consommation.

Il y a encore quelques années (1929), tout le lait pour Paris était transporté en bidons dans de grands wagons à claire-voie. Ceux-ci sont en train de disparaître, remplacés par les camions ou les wagons-citernes isothermes, ce qui constitue un réel progrès pour la bonne conservation du lait, mais ce qui a nécessité une mise au point technique délicate et une mise de fonds considérable.

Pour les *fruits et légumes*, il est nécessaire aujourd'hui de provoquer des envois de plus en plus nombreux, de rechercher les denrées dans les centres favorisés, non seulement en France, mais encore à l'étranger. Pour les fruits et légumes, les saisons n'existent plus.

L'abondance de ces denrées procure un bien-être au consommateur, mais, ajoute M. Garnier, on est obligé de reconnaître que ce dernier ne sait pas toujours en tirer parti, car, dès qu'une denrée de consommation courante, en raison de son abondance, est offerte à un prix raisonnable, abordable pour des bourses modestes, l'acheteur la délaisse systématiquement pour un produit plus cher. D'où l'intérêt de produire des primeurs et aussi précoces que possible, puisque le producteur en tire un plus grand profit. C'est peut-être là la caractéristique la plus curieuse du consommateur français, et plus particulièrement du Parisien, du moins depuis 1918 : dès qu'il voit apparaître les premières primeurs sur le marché, il en achète, et sans trop se préoccuper de leur prix.

Grosso modo, on peut estimer que la consommation en *beurre*, de Paris et de la banlieue immédiate, est par jour d'environ 80 t; d'autre part, en 1931, Paris a reçu 51.883.638 kg de fromages. Si l'on se rappelle que cette même année, Paris a consommé 165.771.731 kg de viande (de boucherie et de porc), 67.218.680 kg de poisson, 28.697.686 kg de volaille et gibier, sans parler des fruits, légumes, vins, sucre, etc., on saisit toute l'importance et tout l'intérêt pour l'agriculture française de l'étude entreprise et menée à bonne fin par M. Garnier sur l'approvisionnement du marché de Paris.

E. L.

Le soja et les industries du soja. Produits alimentaires. Huile de soja. Lécithine végétale. Caséine végétale, par A. MATAGRIN. Un vol. (18 × 14 cm), de x + 390 p., 46 fig., XI tabl. Gauthier-Villars, imprimeur-éditeur, 55, quai des Grands-Augustins, Paris (6e). Prix, br. 60 fr.

Index : 635.1

Depuis une quinzaine d'années, plusieurs personnes en France se sont intéressées passionnément à la culture du soja et ont tenté, mais vainement, de l'introduire dans notre pays comme elle l'a été aux États-Unis, en Pologne, aux Pays-Bas et en Allemagne où, actuellement, en dépit des sarcasmes de notre presse quotidienne, elle rend les plus grands services et est appelée à en rendre davantage si les hostilités se prolongent [1]. Il convient de rappeler que les Allemands ont beaucoup souffert de la disette de corps gras de 1915 à 1918, et actuellement encore, les besoins de l'alimentation et de l'industrie (surtout la savonnerie)

(1) Voir, à ce sujet, le *Bulletin* de mai 1935, p. 316. C'est le Mandchoukouo qui est le plus grand exportateur de soja. En 1938, il en a exporté 2 160 000 t, dont 771 000 t sont allées en Allemagne, soit 35,6 p. 100 de l'exportation. La différence, soit 64,4 p. 100, est allée au Japon (740 000 t), et à la Chine (60 000 t) qui tous deux produisent d'ailleurs beaucoup de soja, puis en Angleterre, en France, en Hollande, en Belgique et en Égypte.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

allemandes sont loin d'être satisfaits par la production nationale, malgré les progrès dus à l'autarcie dans le domaine agricole. Ainsi en 1936, l'Allemagne dépendait encore de l'étranger pour 52 p. 100 des corps gras qu'elle consommait.

Parmi ces apôtres de la culture du soja en France, citons le regretté savant agronome et agriculteur, H. de Guerpel, de Plainville (Calvados) que la Société d'Encouragement s'honore d'avoir récompensé pour ses travaux sur le soja [1], et M. J. Bordas qui, après de nombreux essais concluants à la Station d'Agronomie d'Avignon, a publié une brochure de vulgarisation sur cette intéressante légumineuse qu'est le soja et démontré aux cultivateurs les possibilités et les avantages de sa culture en France [2].

Originaire de Mandchourie, le soja (*Soja hispida*) compte au moins 1 500 variétés, de toutes formes, dimensions et couleurs, et adaptées à presque tous les sols et climats (depuis 60° de latitude Nord jusqu'à 50° de latitude Sud); les unes, par exemple, sont très riches en matières grasses, les autres en protéides. On cultive tantôt une variété, tantôt une autre, suivant l'usage alimentaire, agricole ou industriel auquel la graine est destinée. Les usages industriels sont extrêmement nombreux, et, au Japon, des équipes de chimistes qui se sont consacrés à l'étude du soja lui trouvent sans cesse de nouvelles applications. Signalons cependant qu'en France, la Société agricole et industrielle du Soja a entrepris la même tâche, ce dont on ne saurait trop la louer, car cette tâche était ingrate.

La brochure de M. Bordas s'adresse presque exclusivement aux agronomes et aux agriculteurs; l'ouvrage de M. Matagrin les vise de même, mais il s'adresse aussi au grand public et surtout aux industriels; aussi, près de la moitié du volume est consacrée aux produits marchands qu'on tire du soja et à leur fabrication; par exemple, aux différents procédés de raffinage de l'huile de soja et à ses nombreux usages, à la préparation de la lécithine et à la fabrication de la caséine végétale, dont la demande a crû considérablement dans ces dernières années.

Voici, avec quelques renseignements complémentaires le cas échéant, les titres des chapitres de l'ouvrage de M. Matagrin :

Histoire agricole, industrielle et commerciale du soja (l'acclimatation, la culture du soja aux États-Unis et l'essor qu'y ont pris les industries du soja occupe 20 pages);

Botanique et agronomie du soja (sélection, classification et caractéristiques des variétés);

Chimie générale du soja;

Préparations et fabrications alimentaires (confiserie, caféterie, chocolaterie, germes; — lait et fromage végétaux; — condiments solides, pâteux, liquides, sauces fermentées ou non; — farine et pain);

Fabrication de l'huile et fabrications dérivées (raffinage et emplois : préparation d'huile de table; emplois en savonnerie, en stéarinerie, en peinture, à l'imperméabilisation, pour l'éclairage, le chauffage);

Industrie de la lécithine (extraction des tourteaux ou de la farine; propriétés et emplois dans les corps gras alimentaires, en chocolaterie, dans les industries du caoutchouc, des textiles et des cuirs, en savonnerie et en cosmétique);

Caséine végétale et plastique à base de soja (préparation, raffinage, séchage, emplois alimentaires et pharmaceutiques, colles, peintures, agglomérants, encollages, savons, laine artificielle; cellulose pour rayonnes, et furfural de soja pour résines artificielles);

Comment monter en France les industries du soja (objections, conditions et devis d'installations).

Chacun des sept chapitres se termine par une très importante bibliographie.

En raison du grand nombre et de la variété des sujets traités, l'absence d'un index alphabétique des mots est regrettable. Sous cette seule réserve, l'ouvrage est complet, rédigé clairement, parfaitement ordonné et d'une lecture agréable malgré la diversité des sujets traités et l'aridité de quelques-uns. C'est beaucoup plus qu'une œuvre de vulgarisation : c'est un ouvrage de référence; il fourmille de renseignements précis et précieux.

E. L.

(2) *Le soja et son rôle alimentaire*, par Jean BORDAS, directeur de la Station d'Agronomie et de Pathologie végétale d'Avignon. — Une plaquette (17 × 25 cm) de 36 pages; n° 557 des Actualités scientifiques et industrielles, 1937. Hermann et Cie éditeurs, 6, rue de la Sorbonne, Paris (5e).

L'auteur fait remarquer qu'il y a peu de chance que nous adoptions jamais certains mets à base de soja tels que les préparent les Extrême-Orientaux, et cela sans doute à cause de leur saveur et de leur préparation spéciales; mais ce n'est pas certain, le goût en matière culinaire étant affaire d'éducation. On peut en juger par la fidélité des nombreux clients européens qui fréquentent régulièrement les restaurants chinois de Paris. Sous cette réserve, M. Bordas ajoute : « Mais nous estimons qu'en ce qui concerne l'alimentation militaire et civile, *en temps de guerre* notamment, on peut envisager l'utilisation du soja, dans le but d'augmenter, sous un volume réduit, la *qualité* et la valeur nutritive de certains de nos aliments. Enfin, dans nos colonies, il y aurait intérêt à développer la culture du soja pour la nourriture des indigènes dans les régions où la viande et le poisson sont rares. »

ERRATUM

Dans le *Bulletin* de novembre 1939, p. 525, 2e colonne, 18e ligne *(La turbine à vapeur moderne)*, dans la 1re des deux formules, au lieu de h lire h.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

OUVRAGES REÇUS DE SEPTEMBRE A DÉCEMBRE 1939.

MATAGRIN (A.). — **Le Soja et les industries du soja.** Produits alimentaires. Huile de soja. Lécithine végétale. Caséine végétale. In-12 (18 × 14) de x + 390 p., 46 fig. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1939. **18737**

GRANJON (R.) et SALELLES (R). — **Manuel pratique de soudure électrique à l'arc.** In-8 (21 × 14) de 264 p., 216 fig. Paris, Publications de la Soudure autogène, 32, boulevard de la Chapelle (18e), 1939. **18738**

BERTHELOT (CH.). — **De la carbonisation aux carburants d'aviation.** Tome I : *Le pétrole et ses succédanés.* In-8 (21 × 14) de XX + 334 p., 73 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1939. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **18739**

COURAU (ROBERT). — **Ce qu'il faut connaître sur l'industrie électrique.** (La connaissance des affaires.) In-8 (25 × 16). Tome I : *Notions générales. Production des courants industriels*, de 369 p., 111 fig. — Tome II : *Centrales thermiques et hydrauliques*, de VI p. + p. 371-829, 111 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1939. **18740-18741**

Illustrierte Technische Wörterbücher Deutsch-Englisch-Französisch-Italienisch-Spanisch-Russisch. Band I : **Naschinenelemente** (Éléments des machines). 3 Auflage. In-8 (25 × 18) de XXVI + 438 p., fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e). **18742**

Illustrierte Technische Wörterbücher Deutsch-Englisch-Französisch-Italienisch. Band XVII : **Luftfahrt** (Aéronautique). In-8 (25 × 18) de XXXVI + 292 + 108 + 337 p., fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e). **18743**

INSTITUT D'HISTOIRE DES SCIENCES ET DES TECHNIQUES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS ET CENTRE D'ÉTUDES DE PHILOSOPHIE ET D'HISTOIRE DE LA PHILOSOPHIE DANS LEURS RAPPORTS AVEC LES SCIENCES. — **Recueil annuel des travaux** (2e année, 1935) : **Thalès.** In-8 (24 × 18) de 282 p. Paris, Librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain (6e), 1936. **18744**

POTONNIÉE (GEORGES). — **Cent ans de photographie, 1839-1939.** (Société d'histoire générale et d'histoire diplomatique. Classe de l'histoire des sciences, I.) In-8 (24 × 16) de 179 p. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 17, rue Jacob (6e), 1940. **18745**

LUMIÈRE (AUGUSTE). — **Quelques travaux complémentaires relatifs à la propagation de la tuberculose, 1939** (7e fascicule). In-8 (22 × 14) de 167 p., fig. Lyon, Imprimerie Léon Sézanne, 75, rue de la Buire, 1939. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **18746**

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES MÉCANICIENS (S. F. M.). — **Travaux et mémoires.** Tome I : **Mécanique de précision et métrologie.** In-4 (32 × 24) de 263 p., fig. (*Science et Industrie*, n° 286 *bis*. Supplément à la revue *Mécanique*.) Édition 1939. **18747**

BUREAU DES NORMES DE L'AUTOMOBILE. (Chambre syndicale patronale des Fabricants d'accessoires et de pièces détachées d'automobiles, de cycles et d'appareils aériens, 5, avenue Friedland, Paris, 8e.) — **Feuilles de Normes,** (janv. 39), **B. N. A. 301** : *Arbres cannelés. Usinage à la fraise-mère. Indications générales.* — **B. N. A. 302** : ... *Série légère.* — **B. N. A. 303** : ... *Série moyenne.* — **B. N. A. 304** : ... *Série forte.* — **B. N. A. 305** : *Tubes en cuivre et en laiton. Dimensions nominales.* — **B. N. A. 306** : *Bouts d'arbres coniques. Cone 20 % sur Ø.* — **B. N. A. 307** : *Selles pour cycles. Fixation sacoche de selle.* — **B. N. A. 308** : *Repères des boutons ou manettes de commande des voitures.* — **B. N. A. 309** : *Jantes pour pneus à tringles. Profil de 30 (pour vélomoteur).* — **B. N. A. 310** : *Tenons d'entraînement en bouts d'arbres cylindriques.* — **B. N. A. 311** : *Rivets divers. Dénominations. Diamètres courants.* — **B. N. A. 312** : *Rivets tubulaires (2 pièces). Plats, bombés, contre-rivets.* — (mai 39) **B. N. A. 87** : *Bouts d'arbres cylindriques pour la construction automobile.* — **B. N. A. 176** : *Bougie de 14 mm. Culot, 6 pans, clef, fil.* — **B. N. A. 313** : *Rivets creux de 2,5 à 5 mm.* — **B. N. A. 314** : *Numérotage des cylindres de moteurs.* — **B. N. A. 315** : *Moteurs. Désignation des côtés d'un moteur.* — **B. N. A. 316** : *Freins à dépression. Obturateur de raccords d'accouplement.* — **B. N. A. 317** : *Injecteur d'huile lourde. Type vissé.* — **B. N. A. 318** : *Accouplement pour pompes d'injection.* — **B. N. A. 319** et **320** : *Leviers de vitesses. Positions relatives du levier.* — **B. N. A. 321** : *Pare-brise pour automobiles. Essais de déformation de vision.* — **B. N. A. 322** : ... *Terminologie.* **17497**

UNION TECHNIQUE DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ. (54, avenue Marceau, Paris 8e.) — **Publications U. S. E. 10** (édition 1939) : *Gammes de courants normaux*, 12 p. — **62** (1939) : *Normalisation des chariots et véhicules routiers à accumulateurs et de leurs batteries*, 3 p., fig. — **311** (1939) (additif à la Publication C-27) : *Spécifications pour la fourniture des vernis isolants gras et des vernis isolants à base de résines synthétiques*, 6 p., 1 fig. — **313** (1939) (additif à la Publication 60) : *Règles d'établissement des appareils électrodomestiques*, 6 p. — **317** (1939) (additif à la Publication C-49) : *Règles de sécurité des appareils radiophoniques et amplificateurs reliés à un réseau de distribution d'énergie*, 2 p. — **1004** (additif) (1939) : *Liste des appareils auxquels la marque de qualité U. S. E. est accordée. Appareillage*, 7 p. — **1005** (janvier 1939) : *Liste des appareils domestiques auxquels la marque de qualité Use-Apel est accordée*, 28 p. — **1006** (janvier 1939) : *Liste des séries de conducteurs auxquelles la marque de qualité U. S. E. est accordée*, 11 p. **18473**

***

BASTIEN (P.-G.). and GUILLET junior (L.). — **The influence of some special additions on certain properties of cast iron.** (ex *Carnegie Scholarship Memoirs of the Iron and Steel Institute*, Vol. XXVII, 1938). In-8 (22 × 14) de 67 p., 94 fig., XII pl. London, *Iron and Steel Institute*, 4, Grosvenor Gardens, S. W. 1, 1938. (*Don des auteurs.*) **Pièce 14180**

LEHR (G.) — **Note sur les moteurs d'aviation à came ou en barillet.** (*Association technique Maritime et Aéronautique*, juin 1926.) In-8 (24 × 16) de 18 p., 12 fig. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14181**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LEHR (G.). — **Note sur la sous-alimentation du moteur aux basses altitudes.** (*Association technique Maritime et Aéronautique*, mai-juin 1927.) In-8 (24×16) de 26 p., 10 fig. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14182**

LEHR (G.). — **Le rendement thermique et les pertes par les parois dans les moteurs à explosions.** (*Association technique Maritime et Aéronautique*, juin 1928.) In-8 (24×16) de 18 p., 4 fig. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14183**

LEHR (G.). — **Effets de la température ambiante sur le fonctionnement des moteurs à refroidissement par air.** (*Association technique Maritime et Aéronautique*, juin 1929.) In-8 (24×16) de 17 p., 7 fig. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14184**

LEHR (G.). — **Remarques sur l'équilibre des forces d'inertie dans les moteurs en étoile.** (*Association technique Maritime et Aéronautique*, mai 1932). In-8 (24×16) de 9 p., 2 fig. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14185**

LEHR (G.). — **Analyse harmonique du couple dû aux forces d'inertie dans les moteurs d'aviation à embiellage articulé.** (*Association technique Maritime et Aéronautique*, juin 1936.) In-8 (24×16) de 36 p., 1 fig. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14186**

LEHR (G.). — **Note sur la contrainte des dentures dans les réducteurs d'aviation.** (*Association technique Maritime et Aéronautique*, juin 1937.) In-8 (24×16) de 32 p., 11 fig. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14187**

LEHR (G.). — **Résultats de mesures en vol du couple d'un moteur à diverses altitudes.** (*Association technique Maritime et Aéronautique*, juin 1937.) In-8 (24×16) de 12 p., 5 fig. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14188**

LEHR (G.). — **Sur le calcul des vibrations critiques de torsion dans les moteurs d'aviation à réducteurs.** (*Association technique Maritime et Aéronautique*, juin 1938.) In-8 (24×16) de 14 p., 1 fig. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14189**

BREMOND (PIERRE). — **La détermination de la résistance des produits réfractaires à l'écrasement sous charge à chaud.** Etude faite au Laboratoire de l'Institut de Céramique française à Sèvres. In-8 (24×15) de 70 p., fig. Paris, Institut de Céramique française, 2, avenue Hoche (8e), 1939. **Pièce 14190**

ARTZ (FREDERICK B.). — **Les débuts de l'éducation technique en France (1500-1700).** (ex *Revue d'Histoire moderne*, sept.-déc. 1937). In-8 (25×16) de 55 p. Paris, Librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain (6e), 1938. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14191**

RENAUD (F.). — **Le rôle du nickel et de ses alliages dans la construction du matériel résistant à la corrosion.** (XVIIIe Congrès de Chimie industrielle, Nancy, 22 septembre-2 octobre 1938). In-4 (27×21) de 10 p. Paris, Chimie et Industrie, 28, rue Saint-Dominique (7e). **Pièce 14192**

VAYSSIÈRE (P.). — **La désinfection des châtaignes** (ex *Revue de pathologie végétale et d'Entomologie agricole*, Tome XXV, fasc. 4, 1938). In-8 (24×16) de 17 p., 1 fig. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*) **Pièce 14193**

BALDET (F.). — **Aymar de la Baume Pluvinel,** membre de l'Institut **(1860-1938).** Notice sur ses travaux scientifiques. In-8 (24×16) de 24 p., I pl. **Pièce 14194**

ROUCH (J.). — **Météorologie. Le climat de la Méditerranée.** (Commission internationale pour l'exploration scientifique de la Mer Méditerranée. Rapports et procès-verbaux des réunions. Vol. XI.) In-4 (27×21) de 64 p., 57 fig. Paris, Institut Océanographique, 195, rue Saint-Jacques (5e); Secrétariat général : 3, avenue Octave-Gréard (7e). (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*) **Pièce 14204**

« Topochaix ». Instruments de tous pour tous travaux topographiques. In-8 (21×12) de 71 p., 37 fig. et 14 p., 6 fig. Paris, 5, rue Boudreau (9e). **Pièce 14205**

ROARK (R. C.). — **Abstracts of foreign and domestic patents relating to derris, lonchocarpus, tephrosia and rotenone.** (*United States Department of Agriculture. Bureau of Entomology and Plant quarantine. Division of Insecticide investigations. E*-446, august 1938.) In-4 (27×20) de 69 p. (dactylographiées). Washington, D. C., 1938. **Pièce 14206**

ROARK (R. C.). — **Lonchocarpus (Barbasco, cube and timbo).** A review of recent literature. (*United States Department of Agriculture. Bureau of Entomology and Plant quarantine. Division of Insecticide investigations. E*-453, october 1938.) In-4 (27×20) de 174 p. (dactylographiées). Washington, D. C., 1938. **Pièce 14207**

ROARK (R. C.). — **References to reviews and popular articles on derris.** (*United States Department of Agriculture. Bureau of Entomology and Plant quarantine. Division of Insecticide investigations. E*-457, october 1938.) In-4 (27×20) de 28 p. (dactylographiées). Washington, D. C., 1938. **Pièce 14208**

ROARK (R. C.). — **The history of the use of derris as an insecticide.** Part II : *The period* 1919-1928. (*United States Department of Agriculture. Bureau of Entomology and Plant quarantine. Division of Insecticide investigations. E*-468, february 1939). In-4 (27×20) de 79 p. (dactylographiées). Washington, D. C., 1939. **Pièce 14209**

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE ROUEN. — **Distribution solennelle de récompenses aux collaborateurs de l'Industrie et du Commerce, le dimanche 7 mai 1939.** In-4 (27×19) de 48 p. Rouen, Imprimerie A. Desvages, 58, rue des Carmes, 1939. **Pièce 13671**

BLONDEL (F.). — **Le ravitaillement de la France en matières premières minérales.** (ex *Revue des questions de Défense nationale*, juillet 1939). In-8 (24×16) de 15 p. Nancy-Paris-Strasbourg, Imprimerie Berger-Levrault, 1939. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*) **Pièce 14211**

ROMANET (ÉMILE). — **Une organisation économique génératrice de paix sociale par la répartition équitable des résultats de la production, entre le capital, la direction et le travail.** 3e édition. In-8 (21×13) de 96 p. Grenoble, Imprimerie H. Alloix et Cie, 10, cours Jean-Jaurès, 1939. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **Pièce 14212**

LEBON (M.). — **Recherche des fissures dans les fusées d'essieux.** (ex *Revue générale des Chemins de fer*, mars 1939). In-4 (30×21) de 8 p., 9 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1939. **Pièce 14213**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DELASSUS (M.) et LEPIGRE (A. L.). — **La conservation des grains emmagasinés. Les problèmes qu'elle soulève.** (Gouvernement général de l'Algérie. — Direction des Services économiques. — Service de la Défense des Cultures et de l'Inspection Phytopathologique.) In-8 (24 × 16) de 34 p. Alger, Imprimerie C. Vollot, 5, rue Dumont-d'Urville, 1939. (*Don de M. Lepigre, membre de la Société.*) **Pièce 14214**

HUMERY (R.) — **Statistique et capitalisation de 1918 à 1939.** (ex *Journal de la Société de Statistique de Paris*, mai 1939). In-8 (26 × 18) de 8 p. Nancy-Paris-Strasbourg, Imprimerie Berger-Levrault, 1939. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14215**

CHEFTEL (H.) et PANOUSE-PIGEAUD (Mme M. L.). — **A propos de la présence de plomb dans les conserves de sardines.** (Etablissements J.-J. Carnaud, Forges de Basse-Indre. Laboratoire de recherches, Bulletin nº 6.) In-8 (23 × 16) de 24 p. Paris, 1938. **Pièce 14216**

ROUSSEAUX (EUGÈNE). — **Le terreau de gadoues.** Ordures ménagères fermentées en cellules. Composition. Propriétés. Utilisation. 2e édition revue et augmentée. In-8 (25 × 16) de 68 p. Paris, Editions Berger-Levrault, 5, rue Auguste-Comte (6e), 1939. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14217**

ROMANET (E.). — **L'évangile mis en pratique assurera le bonheur de l'humanité.** (Notes catholiques du temps de guerre, 8). In-16 (18 × 13) de 32 p. Langres (Haute-Marne), Imprimerie Saint-Pierre, 8, rue Tassel, 1939. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **Pièce 14218**

GUILLET FILS (LÉON). — **Contribution à l'étude du module d'élasticité des alliages métalliques.** Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris pour obtenir le titre d'Ingénieur-docteur. In-8 (21 × 13) de 74 p., 30 fig. Paris, Editions de la Revue de Métallurgie, 5, cité Pigalle (9e), 1939. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14219**

LUMIÈRE (AUGUSTE). — **A propos du premier Congrès de Médecine Néo-Hippocratique.** In-8 (21 × 13) de 38 p. Lyon, Edité par les Laboratoires Lumière, 45, rue Villon. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **Pièce 14220**

MAROTTA (DOMENICO). — **Piero Ginori Conti** (ex Rivista *La Chimica e l'Industria*, anno XXI, dicembre 1939-XVIII). In-8 (22 × 16) de 7 p. Roma (101), Associazione italiana di Chimica, 154, IV Novembre. **Pièce 14221**

FERET (R.). — **Étude du processus de l'attaque des matières pulvérulentes, application au cas d'un ciment** (ex *Annales des Ponts et Chaussées*, 1939, 1). In-8 (23 × 15) de 9 p., 2 fig. Paris. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*) **Pièce 14222**

FERET (R.). — **Contribution à l'étude des laitiers de cimenterie** (ex *Revue des matériaux de construction*, nos 352 à 359, janvier à août 1939). In-4 (32 × 24) de 39 p., 22 fig. Paris, Revue des matériaux de construction et de travaux publics, 148, boulevard Magenta (10e), 1939. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*) **Pièce 14223**

CHAN (M.). — **Locomotive à chaudière Velox, de la S. N. C. F.** (ex *Revue générale des Chemins de fer*, juin 1939). In-4 (30 × 22) de 17 p., 17 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1939. (*Don de la Société nationale des Chemins de fer français, Région du Sud-Est.*) **Pièce 14224**

***

STATISTIQUE GÉNÉRALE DE LA FRANCE (Ministère de l'Economie nationale). — **Recensement de 1931. Statistique des familles. Productivité des mariages. Habitants recensés d'après l'année de naissance.** Paris, Imprimerie nationale, 1939. **Pér. 97**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION DE L'AGRICULTURE. — OFFICE DE RENSEIGNEMENTS AGRICOLES. — **Statistique agricole annuelle, 1937.** Paris, Imprimerie nationale, 1938. **Pér. 242**

MINISTÈRE DU TRAVAIL. — DIRECTION DU TRAVAIL. — **Statistique des grèves survenues pendant les années 1933, 1934 et 1935.** Paris, Imprimerie nationale, 1939. **Pér. 205**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES (Ministère de l'Education nationale). — **Bulletin de la Section de Géographie.** Tome LII, année **1937**. Paris, Imprimerie nationale; E. Leroux, 108, boulevard Saint-Germain (6e), 1938. **Pér. 21**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES (Ministère de l'Education nationale). — **Bulletin de la Section des Sciences économiques et sociales.** Année **1938**. Paris, Imprimerie nationale; E. Leroux, 108, boulevard Saint-Germain (6e), 1939. **Pér. 26**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. — **Comptes rendus des Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements, tenu à Nice en 1938.** *Section des sciences.* Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1938. **Pér. 26**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES (Ministère de l'Education nationale). — **Tables générales des Bulletins.** *IV : Bulletin de Géographie historique et descriptive*, 1886-1915. Paris, Imprimerie nationale, 1938. **Pér. 21**

MINISTÈRE DU TRAVAIL. — DIRECTION DU TRAVAIL (5e Bureau). — **Bulletin de l'Inspection du Travail et de l'Hygiène industrielle. 1935,** nos 1 à 6. Paris, Imprimerie nationale, 1938. **Pér. 170**

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE. — **Annuaire 1939.** Paris, 44, rue de Rennes (6e). **Pér. 36**

ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — **Journal.** IIIe série, nº **8** (octobre 1938); nº **9** (janvier 1939). Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). **Pér. 281**

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES. — **Tableau général de la navigation maritime** (*Navigation internationale, cabotage français et effectif de la marine marchande*). Année **1937**. Paris, Imprimerie nationale, 1938. **Pér. 34**

MINISTÈRE DES FINANCES. — CONTRÔLE DES ADMINISTRATIONS FINANCIÈRES ET DES STATISTIQUES FISCALES. — **Renseignements statistiques publiés par l'Administration des Finances.** Paris, Imprimerie nationale, 1939. **Pér. 34**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE MATÉRIEL ROULANT DE CHEMIN DE FER ET DES INDUSTRIES ANNEXES POUR LA CONSTRUCTION DU MATÉRIEL DE CHEMIN DE FER. — **Annuaire 1938-1939.** Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 399**

MINISTÈRE DE LA SANTÉ PUBLIQUE. — SERVICE DE DOCUMENTATION. — **Recueil des textes officiels concernant la protection de la santé publique,** présenté par le Dr G. ICHOK. Tome I (1790-1830). Paris, Imprimerie nationale, 1938. **Pér. 188**

ASSOCIATION TECHNIQUE DE FONDERIE. — **Annuaire 1937-1938.** Paris, 66, rue Boissière (16e). **Pér. 92**

INSTITUT DE FRANCE. — **Index bibliographique des Membres et Correspondants de l'Académie des Sciences de 1666 à 1939.** Paris, Gauthier-Villars. **Pér. 101**

INSTITUT DE FRANCE. — ACADÉMIE DES SCIENCES. — **Annuaire pour 1939.** Paris, Gauthier-Villars. **Pér. 101**

ASSOCIATION TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE. — **Compte rendu du 61e Congrès de l'Industrie du gaz, Saint-Malo, 14-18 juin 1938.** Paris, 62, rue de Courcelles (8e). **Pér. 298**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Bulletin.** Tome XX (2e fascicule). Session **1937-1938.** Le Caire, 1939. **Pér. 32**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Mémoires présentés.** Tome XLII: « *O ΕΛΑΙΩΝ* » *The basilica of Eleon in Constantine's time at the Mount of Olives*, 326-330 *A. D.*, by Elizabeth LOUKIANOFF, 44 p., XVII pl. Le Caire, 1939. **Pér. 32**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Special Report,** n° **24** : *Second Report of the Alloys steels research Committee*, de XX + 390 p., 262 fig. (1939). — n° **25** : *Eighth Report on the heterogeneity of Steel ingots*, de XIX + 322 p., 105 fig. (1939). — n° **26** : *First Report on refractory materials*, de VI + 478 p., 178 fig. (1939). London, 4, Grosvenor Gardens, S. W. 1. **Pér. 157**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Handbook,** n° **1** : *Notes on the work and activities of the Institute*, 1939, de 20 p., VIII pl. London, 4, Grosvenor Gardens, S. W. 1, 1939. **Pér. 157**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Carnegie Scholarship Memoirs.** Vol. XXVII, **1938.** London, 4, Grosvenor Gardens, S. W. 1. **Pér. 157**

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Handbooks : H 23** : *Radium Protection*, 15 p., I pl. (1938). — **H 34** : *Safety rules for the operation of electric equipment and lines*, 56 p. (1938). **Pér. 61**

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars : C 419** : *Shoe constructions*, 14 p., 9 fig. (1938). — **C 420** : *Propane, butane and related fuels*, 21 p. (1938). — **C 421** : *Spectral-transmissive properties and use of colored eye-protective glasses*, 28 p., 17 fig. (1938). **Pér. 61**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Annual Report of the Board of Regents, 1937.** Washington, 1938. **Pér. 27**

Smithsonian Miscellaneous Collections. — Vol. **97,** n. **7** (publ. 3 484) : *The direct-historical approach in Pawnee archeology*, 21 p., VI pl. (1938). — n. **8** (publ. 3 485) : *Drawings by George Gibbs in the Far Northwest*, 1849-1851, 28 p., XVIII pl. (1938). — n. **9** (publ. 3 486) : *A new Nuthatch from Yunnan*, 2 p. (1938). — n. **10** (publ. 3 487) : *Fourth contribution to nomenclature of Cambrian fossils*, 43 p. (1938). — n. **12** (publ. 3 490) : *The Spence shale and its fauna*, 29 p., VI p. (1939). Washington. **Pér. 27**

BUREAU OF AMERICAIN ETHNOLOGY (Smithsonian Institution). — **Bulletin 119** : *Anthropological papers*, 204 p., fig., XVIII pl. Washington, 1938. **Pér. 25**

KONINKLIJKE NEDERLANDSCHE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN. — **Proceedings.** Vol. XLI, nos 9, 10 (1938). — Vol. XLII, nos 1, 2, 3 (1939). Amsterdam. **Pér. 279**

COMITÉ DE NORMALISATION DE LA MÉCANIQUE (11, avenue Hoche, Paris, 8e). — **Feuilles de Normes** (juillet 1939) : **CNM 52** (2e éd.) : *Forets à queue cylindrique, série extra-courte et forets à centrer pour perçage de l'avant-trou.* — **CNM 53** (2e éd.) : *Forets à centrer pour centres avec chanfrein de protection.* — **CNM 54** (2e éd.) : *Forets à centrer et percer l'avant-trou pour centres sans chanfrein de protection.* — **CNM 62** (2e éd.) : *Clavettes inclinées (pour clavetages forcés).* — **CNM 63** (2e éd.) : *Clavettes parallèles (pour clavetages libres).* — **CNM 65** (2e éd.) : *Fraises à trou cylindrique. Entraînement par mandrin ou arbre porte-fraises.* — **CNM 66** (2e éd.) : *Bagues de guidage et bagues d'espacement sur arbres porte-fraises.* — **CNM 90** (2e éd.) : *Axes goupillés, filetés ou rainurés.* — **CNM 118** (2e éd.) : *Clavetages sur arbres de transmission.* — **CNM 137** (2e éd.) : *Lamages. Trous borgnes taraudés.* — **CNM 330** : *Tuyauteries d'usine. Brides mandrinées (Brides rondes). Vue d'ensemble des détails de mandrinage.* — **CNM 331** (2e éd.) : ..... *Pressions nominales 2,5 et 6.* — **CNM 332** : ..... *Pression nominale* 10. — **CNM 333** (2e éd.) : ..... *Pression nominale 16.* — **CNM 334** (2e éd.) : ..... *Pression nominale 25.* — **CNM 436** (2e éd.) : *Tuyauteries d'usine. Vannes en fonte à corps méplat et sièges obliques. (Série isomorphe). Pressions nominales 1 à 8.* — **CNM 437** (2e éd.) : ..... *Pressions nominales 2,5 à 12,5.* — **CNM 3010** (3e éd.) (fév. 1939) : *Tolérances de boulonnerie brute (suite)* 2°. — **CNM 3012** (2e éd.) : *Boulonnerie série réduite, à pas fin.* 2° *Écrous et goupilles.* — **CNM 3021** : *Longueurs de boulonnerie.* 1° *Définitions et modalités d'application.* — **CNM 3022** : ..... 2° *Avec longueur filetée d'usage général.* — **CNM 3023** : ..... 3° *Avec longueur filetée réduite.* — **CNM 3024** : *Choix des longueurs de boulonnerie en fonction du serrage à réaliser.* — **CNM 3025** : *Boulonnerie : serrages extrêmes.* 1° *avec écrou normal ou vis dans les métaux durs (Longueur filetée réduite, CNM 3023).* — **CNM 3026** : ..... 2° *avec écrou normal ou vis dans les métaux durs (Longueur filetée d'usage général, CNM 3022).* — **CNM 3027** : ..... 3° *avec écrou normal à créneaux HK, ou vis dans les métaux tendres (Longueur filetée d'usage général, CNM 3022).* — **CNM 3028** : ..... 4° *avec écrou et contre-écrou, ou écrou haut à créneaux HKL (Longueur filetée d'usage général, CNM 3022).* — **CNM 3029** : *Classification sommaire des vis et boulons d'après leur état d'usinage.* — **CNM 3030** : *Classification sommaire des écrous d'après leur état d'usinage.* — **CNM 3031** : *Axes à mortaise.* — **CNM 3032** : *Goupilles plates fendues pour axes à mortaise.* — **CNM 4033** : *Forets à queue cylindrique, série courte de longueur taillée réduite.* — **CNM 4034** : *Forets à centrer et à percer l'avant-trou pour*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

centres avec chanfrein de protection. — **CNM 4035** : *Fraises à parois minces et alésoirs creux : Entraînement par mandrin à tenon.* — **CNM 5021** : *Bouts d'arbres cylindriques.* — **CNM 5022** : *Bouts d'arbres coniques. 1° Série ordinaire.* — **CNM 5023** : ..... *2° Série courte.* — **CNM 5024** : *Clavetages.* — **CNM 5025** : *Accouplements rigides. 1° Plateaux rapportés à manchon cylindrique.* — **CNM 5026** : ..... *2° Plateaux rapportés à manchon conique.* — **CNM 5027** : ..... *3° Plateaux venus de forge, à petits boulons.* — **CNM 5028** : ..... *4° Plateaux venus de forge, à gros boulons.* — **CNM 5029** : ..... *5° Détails de centrage et trous de boulons pour plateaux rapportés et plateaux à petits boulons.* — **CNM 5030** : ..... *6° Boulonnerie pour plateaux rapportés et plateaux à petits boulons.* — **CNM 5031** : ..... *7° Détails de centrage et trous de boulons, pour plateaux à gros boulons.* — **CNM 5032** : ..... *8° Boulonnerie pour plateaux à gros boulons.* — **CNM 5033** : ..... *9° Écrou de fixation des plateaux sur bouts d'arbres coniques, et sa clé.* — **CNM 6064** : *Lances d'arrosage pour jardins.* — **CNM 6065** : *Tuyaux métalliques flexibles étanches à double agrafage.* — **CNM 6066** : *Petit raccord rapide pour air comprimé (pour tuyaux flexibles de diamètre intérieur 6 mm).* — **CNM 6067** : *Raccords à boulons basculants (type « Indret »). 1° Douilles à emboîtement mâle.* — **CNM 6068** : ..... *2° Douilles à emboîtement femelle.* — **CNM 6069** : ..... *3° Colliers (en deux pièces).* — **CNM 6070** : ..... *4° Accessoires des colliers.* — **CNM 6071** : ..... *5° Vue d'ensemble.* — **CNM 6072** : *Tuyauteries d'usine. Brides libres sur collet soudé plat (Brides rondes). Pression nominale PN 2,5,* — **CNM 6073** : ..... *Pression nominale PN 6.* — **CNM 6074** : ..... *Pression nominale PN 10.* — **CNM 6075** : ..... *Pression nominale PN 16.* — **CNM 6076** : *Tuyauteries d'usine. Brides libres sur collet soudé à collerette (Brides rondes). Pression nominale PN 16.* — **CNM 6077** : ..... *Pression nominale PN 25.* — **CNM 6078** : ..... *Pression nominale PN 40.*

17336

L'agent général, gérant.

E. LEMAIRE.

Imprimé en France par BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

QUINZAINE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

organisée par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale
avec le concours des Agences économiques des Colonies
et des Groupements coloniaux dans l'hôtel de la Société
44, rue de Rennes, Paris (6e)
du samedi 4 mai inclus au dimanche 19 mai 1940 inclus.

La manifestation annuelle de 1940 de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale sera consacrée aux relations entre la France d'outre-mer et l'industrie métropolitaine. Elle aura lieu à la même époque que le second Salon de la France d'outre-mer qui se tiendra du 2 au 20 mai 1940 au Grand Palais.

Cette manifestation aura lieu du samedi 4 mai à 14 h. au dimanche 19 mai à 19 h. Elle comprendra :

a) une *exposition*, qui se tiendra dans l'hôtel de la Société, destinée à mettre en lumière les enseignements principaux de trois conférences sur le thème général suivant : *Ce que l'Empire français peut fournir à l'industrie métropolitaine*; *ce que l'industrie métropolitaine peut fournir à l'Empire.*
Cette exposition sera publique et gratuite; elle sera ouverte tous les jours, y compris le dimanche, et sans discontinuité de 10 h. à 19 h. du samedi 4 mai, à 14 h., jour de l'inauguration, jusqu'au dimanche 19 mai, à 19 h.

b) Trois *conférences, publiques et gratuites* :

1° le samedi 4 mai, à 15 h. : *Ce que le sol de la France d'outre-mer peut fournir à l'industrie métropolitaine*, par M. MARTELLI-CHAUTARD, directeur de l'Association Colonies-Sciences;

2° le samedi 4 mai, à 16 h. 30 m. : *Ce que le sous-sol de la France d'outre-mer peut fournir à l'industrie métropolitaine*, par M. E. DU VIVIER DE STREEL, membre du Conseil supérieur de la France d'outre-mer;

3° le samedi 18 mai, à 15 h. : *Les exportations de l'industrie métropolitaine vers la France d'outre-mer*, par M. A. DE LAVERGNE, vice-président délégué de la Confédération générale du Patronat français.

(Le texte de ces conférences sera publié dans le Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale de juillet-août 1940.)

c) *Distribution solennelle des récompenses*, décernées par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale pendant l'année 1939, le samedi 18 mai à 16 h. 30 m. sous la présidence de M. MAGNE, président de la Société.

(Le palmarès paraîtra dans le Bulletin de juillet-août 1940.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

Commémoration en souvenir de Prony (1755-1839)

SÉANCE PUBLIQUE DU 16 MARS 1940

organisée en commun avec : la Société des Ingénieurs civils de France, la Société française des Mécaniciens et la Société française de Physique,

sous la présidence d'honneur

de M. R. DAUTRY, ministre de l'Armement,
président de la Société française des Mécaniciens,
membre du Conseil de la Société d'Encouragement.

Présidence de M. MAGNE, *président de la Société d'Encouragement.*

La séance est ouverte à 15 h.

M. MAGNE, *président*, prononce les paroles suivantes :

Mesdames, Messieurs,

La séance à laquelle vous nous faites l'honneur d'assister a été organisée en commun par la Société des Ingénieurs civils de France; la Société française des Mécaniciens; la Société française de Physique et la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

La présence de leurs présidents ou de leurs représentants souligne l'esprit de collaboration et d'entente qui anima cette organisation.

La présidence en revenait à notre éminent collègue M. Dautry, ministre de l'Armement qui, empêché, a bien voulu donner à M. Dubertret, vice-président de la Société française des Mécaniciens, mission de le représenter.

Deux raisons excusent ma présence à la présidence. La première est que la Société d'Encouragement, fondée en 1801, est la doyenne de nos Sociétés. La seconde, qui corroborre la première, est que, le 9 messidor an X, Prony fut un des 60 membres du premier Conseil d'administration de la Société d'Encouragement.

Membre de l'Institut, directeur de l'École des Ponts et Chaussées, il fut assidu aux séances de notre Société jusqu'au jour où il en fut éloigné par les missions dont le chargea la confiance de Bonaparte, son collègue à l'Institut.

En frappant à l'effigie de Prony une de ses six grandes médailles, la Société d'Encouragement avait rendu un hommage perpétuel au mathématicien, au géomètre, au physicien, au professeur de mécanique, à l'ingénieur.

A cet hommage, je remercie, au nom de nos quatre Sociétés, les plus illustres Groupements, les plus hautes personnalités scientifiques de s'associer aujourd'hui.

J'exprime notre reconnaissance à M. le général PERRIER, président de l'Académie des Sciences; à M. le duc A. DE GRAMONT, membre de l'Académie des Sciences; à M. GRIMPRET, président du Conseil général des Ponts et Chaussées, à M. le Colonel FONTANA, commandant l'École polytechnique, qui, empêché de venir, nous a envoyé une délégation de jeunes gens que je suis heureux de voir au milieu de nous; à M. LUC, directeur général de l'Enseignement technique; à notre collègue M. Raymond BERR, président de la Société des Ingénieurs civils;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à M. SUQUET, directeur de l'École nationale des Ponts et Chaussées, qui vous dira tout à l'heure ce que fut Prony, ingénieur des Ponts et Chaussées [1]; à M. le professeur MONTEIL, ancien président de la Société des Ingénieurs civils, qui vous retracera l'œuvre de Prony hydraulicien [2]; à M. FIEUX, qui, au nom de la Société française des Mécaniciens, vous parlera de Prony mécanicien et du frein dynamométrique [3].

Je salue le représentant de la famille de Prony dans la personne de M. Gilbert DE FRÉMINVILLE, dont le nom, si cher à notre Société, atteste que la famille de Prony a continué à faire partie de la Société d'Encouragement.

Je regrette l'absence des représentants de la Municipalité de Chamelet, la ville natale de Prony; je souhaite l'aboutissement, retardé par les circonstances, du projet qui doit perpétuer la mémoire de Prony dans sa cité.

Une autre absence que je déplore est celle de notre collègue M. CHEVENARD, président de la Société française de Physique, actuellement en mission en Angleterre, qui aurait dû occuper une place d'honneur, parce qu'il est titulaire de la Grande médaille Prony, parce qu'il fut le promoteur de cette manifestation et parce qu'il est né à Thizy, si proche de Chamelet.

Enfin, je veux dire toute ma gratitude à mon cher vice-président, M. WALCKENAER, qui ne fut pas seulement un zélé organisateur de cette séance, mais a bien voulu se charger de vous rappeler la vie de Prony [4].

M. MAGNE, *président*. — MESDAMES, MESSIEURS, je suis certain d'être votre interprète en remerciant nos conférenciers de nous avoir appris tant de choses sur Prony et d'avoir retracé ses multiples activités. Ils ne les ont pas détachées, et vous ne les détacherez certainement pas non plus, des circonstances au cours desquelles il les exerça. Dans celles où nous nous trouvons, je pense que nos quatre sociétés ont accompli une œuvre utile en faisant revivre la figure de ce grand citoyen.

Je vous remercie tous d'avoir donné, par votre présence, plus d'éclat à cette manifestation.

En fin de séance, ont été présentés, pour devenir membres de la Société, et admis séance tenante :

M. GRENET (Louis) (✲), Ingénieur civil des Mines, 4, rue Huysmans, Paris (6e), présenté par MM. Chevenard et Magne;

M. BIVER (Jacques) (✲), Inspecteur des Eaux et Forêts, chef de section au Laboratoire central d'Essais des Bois, 5, rue Pérignon, Paris (15e), présenté par MM. A. Alby et Lemaire (*membre à vie*).

M. René OPPENHEIM, déjà membre ordinaire de la Société, s'est fait inscrire comme membre à vie.

La séance est levée à 17 h. 30 m.

(1) Voir plus loin, p. 79 du présent *Bulletin*, le texte de cette conférence.
(2) Voir plus loin, p. 83 du présent *Bulletin*, le texte de cette conférence.
(3) Voir plus loin, p. 88 du présent *Bulletin*, le texte de cette conférence.
(4) Voir plus loin, p. 68 du présent *Bulletin*, le texte de cette conférence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA VIE DE PRONY (*)

par M. WALCKENAER, *vice-président de la Société d'Encouragement.*

Né sous le règne de Louis XV, Prony est mort à 84 ans au temps du roi Louis-Philippe. Sa carrière s'est déroulée au travers d'une longue série de drames et de grands événements politiques : convulsions sociales, retentissements de l'épopée militaire, transformation profonde des institutions et des mœurs. Mais ce même temps fut celui d'une œuvre magnifique des savants français. C'est à celle-ci que Prony s'est consacré. Il a été, pendant toute sa vie, exclusivement un homme de science. « Je ne suis bon qu'à cela », disait-il.

Les mathématiques étaient dès cette époque un instrument puissant, permettant de construire, sur les hypothèses simples que permettait alors l'état des connaissances expérimentales, des théories qui se sont montrées remarquablement vivaces et fécondes. Prony a été le bon ouvrier de ces théories, de leurs applications pratiques et de leur enseignement.

Sa parfaite clarté de conception et d'expression, sa logique, son aptitude à envisager toutes les faces de chaque problème, sa puissance de travail étaient des qualités dont on aperçoit aisément les germes dans le passé de sa famille.

Il était natif de Chamelet, dans la vallée d'Azergues, en Beaujolais : petite ville qui, au moyen âge, avait possédé château et remparts et qui, sans compter les vignes, devait sa prospérité à la teinturerie et au commerce des toiles.

Au début du XVIII^e^ siècle, Pierre Riche, fils d'un médecin et gendre d'un chirurgien, fut marchand teinturier à Chamelet. Son fils, Gaspard-Marie, se trouva en mesure de préférer, à l'artisanat et au commerce, la basoche et les charges publiques; nous le voyons commissaire aux droits seigneuriaux, notaire royal et procureur fiscal, enfin membre du Parlement de Dombes. Sa femme, Claudine Jacquet, était fille et petite-fille de notaires; le grand-père maternel et le père de Claudine s'étaient succédé comme juges châtelains de Chamelet; son frère fut capitaine châtelain de la prévôté-châtellenie.

Du mariage de Gaspard-Marie Riche et de Claudine Jacquet naquirent onze enfants, dont cinq vraisemblablement moururent jeunes, dont les six autres furent deux filles et quatre fils. Notre savant était l'aîné de ceux-ci.

On lui donna au baptême, entre autres noms, celui de Clair, illustré au féminin par sainte Claire d'Assise, mais de très vieille coutume comme prénom masculin.

Mais où est le nom de Prony dans tout cela?

Prony était une terre noble, un fief de modeste étendue, mais d'ancienne origine, situé un peu plus bas dans la vallée, à Oingt, et dont Gaspard-Marie Riche se rendit acquéreur en 1766.

Une autre acquisition qu'il fit un peu plus tard, en 1773, donna lieu à un

(*) Conférence faite par l'auteur, en séance publique le 16 mars 1940.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

curieux incident. Après avoir acheté à une communauté de religieuses diverses terres situées à Saint-Just d'Avray, il voulut en faire refaire les terriers, c'est-à-dire établir le cadastre. Il en chargea deux notaires; mais cela n'alla pas tout seul. Les paysans, déguisés en femmes et le visage barbouillé de suie, rossèrent les hommes de loi ; sur quoi, le nouveau seigneur de Prony déposa une plainte devant le tribunal de bailliage. On voit que le père du futur directeur du cadastre de la France n'aimait pas la plaisanterie sur les droits de propriété.

A la génération suivante, nouvelle mutation, comme disent les évolutionnistes. On ne se passionne plus pour la possession de la terre et l'acquisition des privilèges, mais pour les idées, pour les sciences et les arts. Le fils aîné de Gaspard-Marie Riche obéit à l'appel d'une vocation dont sa famille ne réussit pas à le détourner. Après avoir absorbé l'instruction classique chez les Bénédictins de Thoissey, dans le pays de Dombes, puis employé un an ou deux à approfondir les mathématiques, il embrassa la carrière des Ponts et Chaussées.

Il avait l'âge de 27 ans et le grade de sous-ingénieur, lorsqu'il fut appelé par Perronet à la résidence de Paris. Sa vie fut aussitôt marquée par deux événements heureux : un succès scientifique qui assura du premier coup sa réputation, et le mariage auquel aspirait son cœur.

Le succès scientifique fut la faveur avec laquelle l'Académie des Sciences accueillit le mémoire qu'il présenta en 1783 sur les poussées des voûtes, à l'occasion des doutes exprimés sur la solidité du pont de Neuilly. Monge le félicita et, désormais, s'intéressa à lui, au point qu'il tint à l'initier lui-même à la solution de certaines difficultés mathématiques. Et, lorsque Monge prépara, afin de remplacer l'enseignement de Bezout à l'École de Marine, son traité élémentaire de statique, il communiqua à Prony, sur l'équilibre des machines, des idées que celui-ci développa plus tard.

Ainsi *lancé*, si je puis me permettre cette expression, Prony ne tarda pas à prendre rang parmi les notables géomètres et physiciens de l'époque. En 1785, il alla voir en Angleterre la fin des opérations exécutées pour rattacher le méridien de Greenwich à celui de Paris. En 1790, il fit paraître la première partie de son *Architecture hydraulique*, dont la seconde fut publiée six ans plus tard.

Lorsque quelques jeunes savants, désireux de former un groupe indépendant des événements politiques, fondèrent la Société philomatique, Prony se joignit à eux, ainsi que Vicq d'Azir; et le jeune frère de Prony, Claude Riche, qui avait été un promoteur zélé de l'idée, fut le premier secrétaire de la nouvelle société.

La personnalité de Claude Riche mérite qu'on s'y arrête. Elle ajoute un trait caractéristique au tableau de la famille et à la physionomie de l'époque.

Claude Riche, de 7 ans plus jeune que son frère, après avoir été instruit, comme lui, au collège de Thoissey, fut à son tour saisi par la passion des sciences; mais il se consacra à une spécialité différente, celle des sciences naturelles. Reçu docteur en médecine à Montpellier en 1787, arrivé à Paris à la fin de 1788. il se lia avec l'entomologiste Fabricius et avec d'autres savants, en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

particulier avec Vicq d'Azir, qui le prit pour collaborateur à l'*Encyclopédie* et le considérait comme devant un jour le remplacer. Ses débuts promettaient beaucoup, mais sa carrière fut courte. A peine remis d'une maladie, il crut raffermir sa santé en naviguant. Parti en 1791 avec d'Entrecasteaux à la recherche de La Pérouse, il eut mille aventures, recueillit d'abondantes collections, se les vit confisquer à Java par les Hollandais, qui étaient alors en guerre avec la France, et, à son retour, mourut d'épuisement et de chagrin en 1797, à l'âge de 35 ans.

L'Assemblée Constituante ayant décrété, en 1791, l'établissement d'un cadastre général de la France, Prony, qui venait de passer ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, fut chargé de créer ce service. C'est en vue de donner aux calculs nécessités par les opérations du cadastre un instrument mathématique irréprochable qu'il entreprit en 1792 le travail colossal de l'établissement des grandes tables logarithmiques et trigonométriques, travail qui fut exécuté, non pas entièrement, mais pour notable partie, en deux ans et qui fut ensuite continué et mené à son terme, par les méthodes et sous la direction de Prony, au cours des années suivantes.

Ces tables sont restées manuscrites. Elles existent en deux exemplaires : l'original est déposé aux archives de l'Observatoire de Paris; l'autre, copie exacte du premier, se trouve à la bibliothèque de l'Institut. Elles méritent bien l'épithète de grandes. Elles sont écrites sur des feuilles de 49 sur 33 centimètres, et occupent (sans compter un tome consacré à l'exposé des méthodes de calcul) 18 volumes comprenant ensemble 4.500 pages. Les 8 premiers volumes donnent les logarithmes des nombres de 1 à 200.000, calculés pour les 10.000 premiers nombres à 19 décimales et pour le reste à 14 décimales. Viennent ensuite les tables trigonométriques, dans lesquelles la division du cercle, conformément aux principes du système métrique, est faite en centièmes du quart de la circonférence, autrement dit en grades. On y trouve d'abord les sinus en parties du rayon de 0 à 10.000; puis, calculés à 14 décimales, la longue suite des logarithmes des sinus et des tangentes, ainsi que des rapports des sinus et tangentes aux arcs.

Il va sans dire que Prony dut s'entourer d'une nombreuse équipe pour la direction et l'exécution des calculs. Il s'inspira des principes de la division du travail préconisés par Adam Smith dans son livre sur les *Causes de la richesse des nations*.

L'équipe comportait des degrés divers de compétences étagées. Au sommet, de véritables mathématiciens. A la base, des employés auxquels on ne demandait que de savoir faire indéfiniment des additions.

Faut-il croire la légende selon laquelle le recrutement de cette dernière classe d'auxiliaires fut facilité à Prony par cette circonstance que, les modes de la Révolution ayant simplifié les coiffures, le chômage sévissait parmi les garçons perruquiers? Cela rappelle peut-être un peu trop le mot de Beaumarchais : « Il fallait pour cette place un calculateur, ce fut un danseur qui l'obtint. »

Des négociations furent entamées, du temps de la Convention, pour l'impression de l'ouvrage par Firmin Didot; mais le Consulat recula devant la dépense,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et le projet de publication, bien que repris à plusieurs époques, est resté finalement abandonné.

A l'heure actuelle, le Service géographique de l'Armée, héritier des attributions de l'ancien Corps d'État-Major, lequel avait succédé lui-même au Corps des Ingénieurs géographes, fait usage de tables de logarithmes à 8 décimales tirées de celles de Prony.

Il nous faut maintenant revenir en arrière pour parler du mariage de Prony. En mai 1782, il épousa Marie-Pierrette de la Poix de Fréminville.

Nous ne pouvons prononcer ce nom sans évoquer le souvenir de son arrière-petit-neveu, notre regretté collègue Charles de Fréminville, cet ingénieur si distingué, si zélé pour le bien social et pour l'organisation rationnelle du travail, qui a fait partie du Conseil de la Société d'Encouragment pendant 20 ans, depuis 1916 jusqu'à la fin de sa vie, et qui, à partir de 1925, a été l'un des deux secrétaires généraux de la Société.

Notre ami Charles de Fréminville était petit-fils de Théodore de Fréminville, qui fut ingénieur en chef des Ponts et chaussées, et d'Adélaïde de Chézy, fille du « savant et vertueux Chézy » qui fut directeur de l'École des Ponts et Chaussées immédiatement avant Prony. Théodore de Fréminville était un des frères de Marie-Pierrette; elle en avait d'autres, et aussi des sœurs, car c'était une nombreuse famille, issue d'un avocat au Parlement de Lyon.

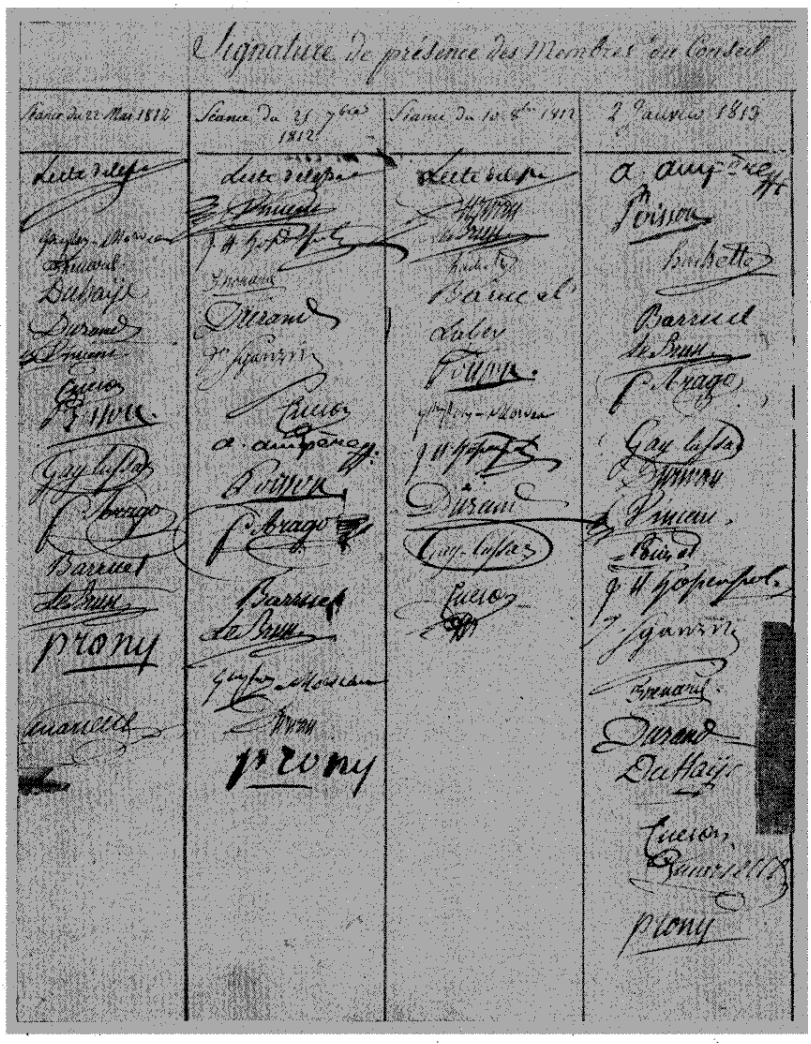
Le jeune ingénieur et elle étaient amis d'enfance; elle avait un an de plus que lui. Elle était venue habiter à Paris chez son oncle Christophe de Fréminville, trésorier général des Invalides. Cet oncle, qui avait des rentes et point d'enfants, fut le bienfaiteur de ses neveux et nièces et particulièrement de Marie-Pierrette. M. et Mme de Prony, après leur mariage, demeurèrent auprès de lui pendant dix ans, jusqu'aux événements tragiques de 1792. Pourtant, en 1788, l'oncle se démit de sa charge de trésorier général en faveur de son neveu Claude de Fréminville, autre fils de l'avocat au Parlement de Lyon; mais il n'en conserva pas moins son logement à l'hôtel des Invalides, et M. et Mme de Prony continuèrent d'y habiter. Il y reçut aussi une sœur de Mme de Prony plus jeune qu'elle de 13 ans, Claudine de Fréminville, dite Sophie.

C'était un milieu cultivé, aimable et tout imprégné de bonté. M. et Mme de Prony y trouvaient à satisfaire le goût qu'ils eurent toujours pour l'art musical. Voici à ce sujet, quelques lignes extraites d'un *journal de famille* que M. Gilbert de Fréminville a bien voulu me permettre de consulter : « Mme de Prony était sensible aux charmes de la littérature et des beaux-arts et cultivait la poésie légère, mais pour elle seule. Adorant la musique, elle composait des airs dont la mélodie a le charme qui résulte du naturel et de la grâce. Un jour qu'elle chantait une romance qu'elle avait composée, devant Grétry, celui-ci prit la pièce, y ajouta une ritournelle et la fit graver en paroles et musique, dont il envoya les exemplaires à Mme de Prony. »

Mme de Prony et sa jeune sœur Sophie, à la faveur des relations amicales

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

entretenues par leur oncle avec le marquis de Sombreuil, dernier gouverneur des Invalides, se lièrent intimement avec la fille de ce gouverneur, qui était à peu près du même âge que Sophie. Mlle de Sombreuil fut cette héroïque jeune fille



Feuille d'émargement du Conseil d'instruction
de l'École polytechnique (1812-1813).

qui, en 1792, lorsque son père fut incarcéré à la prison de l'Abbaye, partagea sa captivité volontairement (le registre d'écrou en fait foi) et qui, lorsque Sombreuil fut amené devant le semblant de tribunal présidé par Maillard, parvint, par ses paroles et par le spectacle impressionnant de sa douleur, à fléchir les juges. Pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rançon, elle fut forcée de boire du sang de la guillotine. On a révoqué en doute ce dernier fait parce qu'il n'est pas consigné au *Moniteur* du 9 septembre 1792 ; mais Charles Dupin, qui plus tard fut un ami de M. et Mme de Prony et qui dut être, par eux, bien renseigné comme ils ne pouvaient manquer de l'être eux-mêmes, s'exprime ainsi dans l'éloge de Prony qu'il prononça en 1840 à la Chambre des Pairs : « Mlle de Sombreuil, pour racheter la vie d'un père, est réduite, sur l'infâme préau de la prison, à boire le vin des bourreaux dans une coupe ensanglantée. »

Ce ne fut pour Sombreuil qu'un répit. Traduit l'année suivante devant le Tribunal révolutionnaire, il laissa sa tête sur l'échafaud. Son fils partagea son sort. Quant à Mlle de Sombreuil, elle survécut à ces temps tragiques et eut, par la suite, de grandes obligations à son amie Mme de Prony.

Protégé par sa situation de fonctionnaire public, Prony ne fut pas atteint par la tourmente. Mais il s'en fallut de peu. Il y eut un jour de l'année 1793 où Carnot lui fit passer ce billet : « Tu viens d'échapper à la mort; vis circonspect et retiré ; si le péril recommence, tu seras averti. »

L'oncle Christophe de Fréminville avait fait don à Mme de Prony d'une vaste propriété qu'il possédait à Asnières. C'est là qu'elle vint demander au bon air et au repos le rétablissement de sa santé fort ébranlée à cette époque. C'est là aussi que l'oncle mourut. M. et Mme de Prony y reçurent leur ami Vicq d'Azir, qui espérait trouver auprès d'eux le calme auquel il ne pouvait parvenir; mais il expira, malgré leurs soins, en 1794.

Enfin, les esprits s'apaisèrent.

Bientôt, à la suite des propositions auxquelles s'attachent les grands noms de Carnot, de Monge, de Prieur, de Fourcroy, l'École centrale des Travaux publics, qui devait prendre l'année suivante le nom d'École polytechnique, fut créée par le décret du 11 mars 1794 et le vote de la Convention du 28 septembre suivant. Prony fut aussitôt appelé à faire partie du corps enseignant de la nouvelle école. La première liste des professeurs fut la suivante :

Analyse et mécanique		Lagrange et Prony
Stéréotomie.		Monge et Hachette
Travaux civils.		Lamblardie
Architecture.		Delorme et Baltard
Fortification.		Debenheim et Campredon
Physique		Hassenfratz et Barruel
Chimie	1re année.	Fourcroy et Vauquelin
	2e année.	Berthollet et Chaptal
	3e année.	Guyton de Morveau et Pelletier
Dessin		Neveu, assisté de Mérimée, de Bosio et de Lemire.

Lagrange ne garda sa chaire que pendant quelques années. Il se retira à cause de son grand âge et fut remplacé par Lacroix. Mais Prony conserva la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sienne pendant 21 ans, jusqu'en 1815, et, quand il cessa de professer, il devint examinateur permanent des candidats.

L'École avait été instituée afin de fournir des élèves ingénieurs aux diverses écoles d'application, avec lesquelles ses relations furent réglées par une loi du 22 octobre 1795 : écoles de l'Artillerie, du Génie, des Ponts et Chaussées, des Mines, des Géographes, des Ingénieurs de vaisseau.

Quand la loi du 16 décembre 1799, qui arrêta la constitution définitive de l'École, créa le Conseil de perfectionnement, Prony fut appelé à siéger dans ce conseil au titre de directeur de l'École des Géographes. Quant au Conseil d'instruction, il en faisait naturellement partie comme professeur.

Grâce à une obligeante initiative de M. Jouguet, je suis en mesure de vous montrer ici une reproduction photographique de la feuille d'émargement du Conseil d'instruction en 1812-1813.

Vous y admirerez l'élégance des signatures d'Arago et de Gay-Lussac, la fermeté de celle de Poisson. Quant à celle de Prony.... Vous ne serez pas surpris tout à l'heure quand M. Suquet vous dira que Prony, du temps qu'il était élève à l'École des Ponts et Chaussées, avait eu une mauvaise note en *écriture moulée*. Vous voyez qu'il a tenu tout ce que promettait sa jeunesse.

Prony entrait désormais de plain-pied dans toutes les grandes organisations nationales. En 1795-1796 eut lieu la fondation de l'Institut de France. L'Académie des Sciences, la seule qui eût subsisté après la suppression générale des académies, prononcée en 1793 par le Comité de l'Instruction publique, fut réorganisée comme première section de l'Institut, sous le nom de Section des Sciences physiques et mathématiques. Prony fut au nombre des organisateurs, avec Lagrange, Laplace, Monge, Berthollet, Coulomb, Borda, Haüy, Desfontaines, Lacépède, Daubenton. Lors de la grande séance d'inauguration de l'Institut, tenue en 1796 par le Directoire dans la salle des Cariatides du Louvre, il lut une notice sur la superficie et la population de la France. Il fut bientôt élu secrétaire de la Section.

Après le traité de Campo Formio (octobre 1797), Bonaparte voulut « joindre aux lauriers d'Italie les palmes de l'Institut ». Élu dans la Section des Sciences physiques et mathématiques, il s'appliqua à prendre part aux séances, à se montrer empressé envers ses confrères; il manifesta une particulière sympathie pour Prony. Joséphine entra en relations amicales avec Mme de Prony.

Bonaparte préparait l'expédition d'Égypte, où il emmena Monge, Fourier, Berthollet et 39 élèves ou anciens élèves de l'École polytechnique. Il voulut emmener Prony, mais celui-ci s'y refusa. Quelle fut la raison du refus? On peut la conjecturer, mais il est difficile de la connaître avec certitude, attendu qu'il ne voulut pas la dire à Bonaparte. Il existe sur ce point une curieuse anecdote, que Maria Edgeworth, dans une de ses lettres de voyage sur le continent, affirme avoir recueillie de la bouche même de Prony. Au cours d'une conversation entre la romancière irlandaise et le savant français, il était question des distractions auxquelles certaines personnes sont sujettes, et Prony en donna cet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exemple : « Une fois, dit-il, j'étais dans une voiture avec Bonaparte et le général Caffarelli. C'était à l'époque de son départ pour l'Égypte. Il me demanda de l'accompagner. Je répondis que je ne le pouvais pas; mais, en fait, je ne le voulais pas. Après avoir répondu de la sorte, je m'efforçai de rassembler dans ma tête toutes les raisons possibles pour expliquer mon refus. Pendant tout ce temps, Bonaparte continuait à me faire des communications confidentielles sur

Buste de Prony,
faisant partie de la série des bustes placés dans le vestibule d'entrée
des amphithéâtres, à l'École nationale des Ponts et Chaussées

ses projets et desseins secrets. Quand il eut fini, le seul mot *Arabie* m'avait frappé l'oreille. Alors je me serais arraché les cheveux pour me rappeler ce qu'il venait de dire; mais cela me fut impossible. »

On comprend que l'attitude de Prony après cette phénoménale distraction et son refus sans motif apparent, aient grandement froissé Bonaparte.

« Il lui retira pour jamais son intimité, a écrit plus tard Charles Dupin, mais il lui garda son estime et, comme il eut besoin de ses talents supérieurs, il les employa maintes fois. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dupin ajoute que Joséphine resta en bons termes avec Mme de Prony. Elle lui envoyait à Asnières des fleurs de Malmaison.

Toutefois, quand il fallut (c'est encore Dupin qui parle) « ériger les remparts de l'étiquette impériale entre Joséphine et ses premières connaissances », Mme de Prony, que les traditions de sa famille eussent rattachée plus volontiers à l'ancienne monarchie, ne parut pas à la nouvelle cour.

C'est pendant les 15 années du Consulat et de l'Empire que Prony se trouva investi du plus grand nombre de fonctions simultanées, qu'il eut à accomplir le plus de missions diverses ; mais son activité était telle que c'est aussi de ces mêmes années que date la publication de plusieurs de ses plus importants ouvrages, tels que : *La mécanique philosophique*, les *Recherches sur les poussées des terres et la dimension à donner aux murs de soutènement*, les *Recherches physico-mathématiques sur la théorie des eaux courantes*, etc., sans compter la préparation de son grand ouvrage sur les marais Pontins, dont M. Suquet vous parlera.

La création du frein dynamométrique auquel son nom est resté attaché eut lieu quelques années plus tard, en 1821, à l'occasion d'une mission d'expertise confiée à Prony par la Cour d'appel de Paris. Il s'agissait de déterminer quelle puissance maximum la machine à vapeur du bâtiment des Eaux du Gros Caillou était capable de fournir. On savait déjà, par les expériences faites en 1819, sous la direction de Girard, que cette machine à balancier, tournant à la vitesse de 16 à 17 tours par minute, élevait, dans chaque demi-heure, 50 m³ d'eau à la hauteur de 36 m. Mais en poussant davantage la chaudière sans augmenter la vitesse de rotation ni, par conséquent, la puissance absorbée par le travail utile et les résistances passives, quelle puissance supplémentaire pouvait-elle fournir? C'est ce supplément de puissance que Prony fit absorber par le frein et dont l'équilibre de celui-ci lui fournit la mesure.

Nous sommes maintenant sous la Restauration. L'École des Ponts et Chaussées, qui avait occupé de 1796 à 1807 l'hôtel du Châtelet, rue de Grenelle, puis avait passé 7 ans dans les dépendances du palais Bourbon, avait été transférée en 1814, par Napoléon, à l'hôtel Carnavalet, où elle devait rester jusqu'en 1829. C'était une installation incommode pour les élèves, exiguë pour les collections, mais offrant au directeur, dans le cadre artistique que nous admirons tous, de beaux appartements de réception.

M. et Mme de Prony, qui n'avaient jamais eu d'enfants, étaient maintenant sexagénaires. Mais ils conservaient la jeunesse de l'esprit et du cœur.

Un portrait exécuté en 1810 par Girodet-Trioson, le « peintre charman d'Endymion », avait fixé les traits et la physionomie de Mme de Prony à l'âge de 56 ans. Il fut gravé quelques années plus tard et l'on y ajouta cette légende :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Des plus douces vertus vous voyez le modèle.
» Quand la jeunesse ornait encor ses traits
» Son esprit, sa bonté charmaient par tant d'attraits
» Qu'on oubliait qu'elle était belle;
» Ainsi le temps impuissant et déçu
» Le temps à ses côtés passant inaperçu
» Lui laissa tout entiers nos cœurs et notre hommage;
» Pour les parents qui l'adoraient
» Les amis qui la révéraient
» Elle fut toujours du même âge. »

Quant à Prony, il fut aperçu en 1814 par le physicien écossais Brewster, lorsque Biot fit assister celui-ci à une séance de l'Institut, et voici comment Brewster cota Prony : « Pas beau; long nez; intelligent et actif. »

Pendant les sept ou huit années où elle disposa des salons de l'hôtel Carnavalet, Mme de Prony y accueillit une société de son choix, qui s'empressa autour d'elle.

Elle mourut en 1822, âgée de 68 ans. Prony tint à placer sa sépulture dans le parc même de leur chère résidence d'Asnières, et il prit l'habitude, qu'il conserva presque jusqu'à son dernier jour, de visiter assidûment son tombeau.

Le veuvage de Prony dura 17 ans. Il se partagea, pendant cette dernière phase de son existence, entre son travail et la fréquentation de ses amis. Il publia nombre de mémoires sur des sujets divers, notamment dans les *Annales des Ponts et Chaussées*. Attachant sa pensée scientifique à la technique de l'art musical, qui lui rappelait de doux souvenirs, il publia en 1832 un traité des intervalles musicaux et, en 1834, une étude sur la harpe à double mouvement de Sébastien Érard.

Quant à ses amis, l'un de ceux auxquels il resta le plus attaché fut Cuvier. Il y avait entre eux une grande différence d'âge : Cuvier avait 17 ans de moins que Prony; mais celui-ci avait conservé dans sa vieillesse une vivacité d'esprit et une ouverture de caractère capable de corriger l'écart. La maison de Cuvier au Jardin des Plantes était un véritable centre scientifique, où se réunissait chaque samedi l'élite intellectuelle de l'époque. Maria Edgeworth a noté en ces termes ses impressions au sujet d'un dîner chez Cuvier : « Prony était là avec la fidélité de chien caniche qu'il apporte à ses affections.... » Et plus loin : « Prony, ses cheveux presque dans mon assiette, me racontait de très amusantes anecdotes sur Bonaparte.... » L'une de ces anecdotes était celle que j'ai reproduite plus haut au sujet de la préparation de la campagne d'Égypte et de la distraction de Prony.

Cuvier mourut en 1832. Sa veuve ayant conservé la jouissance de la maison du Jardin des Plantes, Prony, « avec sa fidélité de chien caniche », ne cessa pas d'être un assidu de son salon.

Dans les dernières années de sa vie, Prony, qui était toujours resté en dehors de la politique, mais dont la science et le mérite avaient fait un personnage considérable, reçut des honneurs qui répondaient à l'esprit des gouvernements d'alors.

En 1828, il fut créé baron de Prony. Les armoiries qui lui furent octroyées étaient de l'espèce des armes parlantes : on y voyait, sur champ d'azur, un pont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à trois arches, et dans la partie supérieure de l'écu, une règle, un compas et, pour marquer les bienfaits de l'art de l'ingénieur, une corne d'abondance répandant des fruits.

Enfin, en 1835, il fut nommé pair de France. Il a rapporté devant la Chambre des Pairs une proposition relative à l'entretien des ponts.

Telles furent les étapes de la vie de ce grand ingénieur, de ce professeur éminent, de ce physicien et mécanicien dont plusieurs créations portent la marque du génie, et qui a travaillé sans relâche, pendant plus d'un demi-siècle, pour la patrie, les sciences et la gloire.

Le baron de Prony, pair de France.
Tableau appartenant à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PRONY INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES (*)

par M. SUQUET, *Inspecteur général,*
directeur de l'École nationale des Ponts et Chaussées.

En me demandant de participer à la commémoration de mon illustre prédécesseur dans la direction de l'École nationale des Ponts et Chaussées, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale m'a fait un très grand honneur dont, avant toutes choses, je tiens à lui exprimer ma bien sincère gratitude.

Les voix les plus autorisées vous exposeront les mérites du baron de Prony comme savant. Votre société a pensé qu'il appartenait à un Ingénieur des Ponts et Chaussées de célébrer les mérites de l'ingénieur. C'est à ce titre que je me permets de prendre la parole.

A l'âge de 21 ans, en 1776, Gaspard, François, Clair, Marie Riche de Prony fut admis à l'École royale des Ponts et Chaussées.

Fondée depuis trente années par Trudaine, Intendant des Finances, avec Perronet, 1er Ingénieur du Royaume, comme directeur, l'École avait alors beaucoup d'analogie avec un atelier d'architecture appliquée. L'enseignement était donné par les élèves les plus âgés et le titre de sous-ingénieur n'était accordé qu'après obtention d'un certain nombre de degrés et de prix. Aussi, la durée de séjour à l'École était-elle variable, parfois 6 ou 7 ans, moindre s'il s'agissait d'un élève particulièrement distingué tel que de Prony qui n'y demeura que quatre années.

Pendant ce laps de temps je relève la mention de plusieurs grands prix de mathématiques ou de « style », ce qui témoigne d'aptitudes multiples; mais, dois-je le dire, je trouve aussi pour une matière la déplorable note 1. Cette matière est heureusement « l'écriture moulée », dont l'ignorance ne nuira pas à sa carrière.

C'est donc en 1780 que Prony fut nommé sous-ingénieur à Bourges, puis à Argentan, à Dourdan, à Lagny, enfin en 1783, à Paris. Il y était appelé comme collaborateur jeune et habile de Perronet et de Chézy, l'un, premier ingénieur, c'est-à-dire Directeur général des Ponts et Chaussées, l'autre Inspecteur général, chargé spécialement de diriger les études scientifiques des élèves de l'École et qui, l'un et l'autre, à raison de leur grand âge et des importants travaux dont ils étaient chargés, ne pouvaient plus se livrer aux détails minutieux de l'instruction.

Sous les ordres de Perronet, Prony fut chargé de terminer les travaux du pont de Neuilly, puis de mettre au point les projets et de diriger l'exécution des ponts de Sainte-Maxence sur l'Oise et de la Concorde sur la Seine. C'étaient des ouvrages extrêmement hardis pour l'époque et constituant un très grand progrès sur tout ce qui s'était fait jusque-là. Il suffit pour s'en rendre compte de comparer les piles épaisses et les arches en plein cintre et de faible portée du pont

(*) Conférence faite par l'auteur dans la séance publique du 16 mars 1940.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Royal avec les piles minces, les voûtes très surbaissées du pont de la Concorde, son voisin sur la Seine, pour constater le progrès réalisé.

Dès l'abord, Prony remporte un succès éclatant et récompense l'affection tutélaire de son maître vénéré, Perronet. En présence du roi Louis XVI, de la cour et d'un immense concours de peuple, l'admirable pont de Neuilly venait d'être décintré. Un tassement très sensible des voûtes s'était produit par suite de la compression des joints en mortier de chaux, plus plastique que nos mortiers de ciment modernes. L'envie s'était emparée de cet incident pour prédire et paraître démontrer la chûte imminente de ce chef-d'œuvre d'élégance et de hardiesse, dont seulement de nos jours les exigences de la circulation viennent d'exiger le remplacement.

Il faut défendre au tribunal de l'Académie des Sciences, contre des attaques hérissées de calculs, la stabilité, la structure même de ce bel ouvrage. Le jeune ingénieur de 30 ans se saisit de la question ; il crée sa théorie de la poussée des voûtes, qui permet de démontrer la stabilité de l'ouvrage et confond ses détracteurs.

Le succès obtenu au pont de Neuilly incite Perronet à confier à son jeune collaborateur la direction des travaux du pont de la Concorde, mis en chantier peu avant la réunion des États généraux et poursuivis pendant la tourmente révolutionnaire. C'est même en bonne partie avec les pierres de la Bastille démolie que ce bel ouvrage fut exécuté.

Pour récompenser les services ainsi rendus, de Prony reçut en 1791 le titre d'ingénieur en chef avec résidence à Perpignan! Cet éloignement de Paris eût pu nuire au développement de sa carrière scientifique si M. l'Intendant de la Millière, alors chargé des Ponts et Chaussées, ne lui eût fait attribuer la direction du Cadastre général du Royaume, qui venait d'être décidé. Sans doute, est-ce la raison pour laquelle, dans le bureau du directeur de l'École des Ponts et Chaussées, y a-t-il encore un très beau portrait de M. de la Millière, peint par sa fille, et qui devait être conservé par de Prony comme celui du bienfaiteur qui avait su distinguer sa valeur.

M. l'Inspecteur général Walckenaer nous a dit comment il instaura et poursuivit ce travail considérable jusqu'au moment où une série de missions difficiles dans l'estuaire de la Seine puis sur les canaux d'Orléans, de Briare et du Loing l'en vinrent distraire.

Cependant M. de Chézy, qui avait succédé à Perronet comme directeur de l'École des Ponts et Chaussées, sur les instances de Prony lui-même, venait de mourir le 13 vendémiaire an VII (1798). Nul n'était plus qualifié pour le remplacer que Prony qui avait été son fidèle collaborateur.

L'École s'était ressentie de la tourmente révolutionnaire : il y avait du relâchement et du découragement. Le nouveau directeur eut beaucoup à faire pour ramener les élèves à la discipline sans laquelle il n'est point d'études sérieuses et utiles. En rétablissant l'ordre, en imprimant aux élèves l'amour du travail, il rendit à l'École son ancienne splendeur et le grade d'inspecteur général qui lui fut conféré en 1803 fut une juste récompense du résultat obtenu.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais l'apparente sévérité de Prony restait tempérée par une douce bienveillance envers ses élèves, et l'on rapporte qu'un jour où on le plaignait de ne pas avoir de postérité : « Quel est le père, répondit-il, qui peut jouir du bonheur d'avoir autant d'enfants! »

Pendant quarante et une années, c'est-à-dire jusqu'à sa mort, survenue en 1839, il dirigea l'École en même temps qu'il siégeait au Conseil général des Ponts et Chaussées.

C'est sans doute au cours des séances de cette assemblée qu'il présidait souvent lui-même, que Napoléon apprit à mieux connaître Prony, son confrère de l'Institut, et à apprécier sa valeur. Aussi prit-il l'habitude de renvoyer à son examen les difficultés techniques sortant du cercle ordinaire. Lorsque les populations lui demandaient quelque nouvel ouvrage d'art ou quelque voie de communication, s'il pensait que ces demandes pussent être prises en considération, sa réponse était prompte et toujours la même : « Je vous enverrai Prony. » C'était comme s'il eût dit : « Je vous envoie la science, l'expérience et la bienveillance en personne. »

C'est ainsi que Prony fut chargé de l'étude des travaux hydrauliques à faire à Lyon, au confluent de la Saône et du Rhône, puis, en Italie, des travaux maritimes de Gênes, de La Spezia et surtout de Venise, des améliorations du cours du Pô, enfin, et principalement, du plan général d'assèchement des marais Pontins.

Ces marais s'étendent entre Rome et Naples sur une surface dont les dimensions sont de l'Est à l'Ouest 42 km et du Nord au Sud 18 km. Ils sont compris entre une ramification calcaire des Apennins et une ligne de dunes qui bordent la mer. Ces dunes ne présentent guère qu'une seule coupure située dans leur partie Sud au voisinage de la ville de Terracine. C'est par là que doivent s'écouler toutes les eaux des marais en provenance, soit des rivières qui y affluent, soit de la pluie qui y tombe, soit encore des sources abondantes qui y existent.

Cette région était occupée lors de la fondation de Rome par le peuple puissant et prospère des Volsques. Elle devait donc à cette époque être convenablement asséchée. Est-ce au défaut d'entretien de ses canaux, est-ce à la progression de la dune littorale que doit être attribué le mauvais écoulement des eaux? Toujours est-il qu'à la fin du XVIII[e] siècle, la situation était lamentable, et le meilleur tableau qu'on en puisse faire est celui qu'en donne Prony lui-même : « On concevra aisément, dit-il, la malheureuse existence à laquelle la plaine « Pontine a dû être condamnée, et l'influence funeste que devait avoir sur la « santé et la vie, l'air qu'on y respirait, influence qui agissait principalement « sur le pauvre, réduit à boire de l'eau corrompue et ayant à peine de quoi « apaiser sa faim avec de très mauvais aliments.... Un grand nombre d'habitants « du centre des marais avaient les chairs sur la surface entière du corps telle- « ment œdémateuses et le système musculaire tellement dépourvu d'élasticité « que l'impression du doigt appuyé sur les chairs y laissait un enfoncement qui « ne s'effaçait qu'après un espace de temps sensible : l'atonie générale était la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« suite nécessaire d'un pareil état, et la force vitale avait si peu d'énergie que des « morts spontanées étaient les suites d'un travail un peu forcé et arrivaient sans « être provoquées par des fatigues extraordinaires. On a trouvé dans les chemins « et dans les champs des paysans qui semblaient s'être endormis et qui avaient « cessé de vivre. »

Le pape Pie VI, compatissant au sort des malheureuses populations de cette partie des États de l'Église, avait commencé en 1777 des travaux d'assainissement importants mais, parfois, techniquement critiquables. Ils étaient d'ailleurs d'autant plus difficiles à exécuter que, dès les premières chaleurs, toute activité devait être interrompue en raison des dangers de la malaria.

Devenu roi d'Italie, Napoléon premier ne pouvait manquer de s'intéresser au sort des malheureuses populations des marais Pontins et, en 1810, il confie l'étude de l'assèchement de ces marais à Prony. Cette étude n'était pas sans danger en raison même de l'insalubrité du pays et la constitution athlétique du grand ingénieur qui en était chargé n'aurait pu résister au séjour prolongé que semblaient nécessiter les observations topographiques nécessaires exécutées avec les méthodes alors en usage. Pour surmonter cette difficulté, Prony invente une méthode de nivellement trigonométrique suffisamment précise et rapide pour le garantir contre l'influence délétère d'une atmosphère empoisonnée. Il peut ainsi établir un vaste programme de travaux fort différents de tout ce qui avait été préconisé jusque-là, comportant des canaux de ceinture pour empêcher l'afflux dans les marais des eaux extérieures, et des canaux de collature pour évacuer vers la mer les seules eaux pluviales.

Ces études font l'objet d'un volume de près de 600 pages et de nombreuses cartes et pièces annexes. C'est dire leur importance. L'édition complète de ce volume parut en 1822. Bien que ce fût un souvenir de l'occupation abhorrée des États romains par les Français, le Pape Léon XII sut admirer cette œuvre de courage et de science et, dans une bulle mémorable, il s'exprimait comme suit : « Le temps qui s'est écoulé depuis l'origine de votre entreprise n'a fait qu'accroître « notre estime et notre admiration ; nous nous déclarons ouvertement pleins de « reconnaissance à votre égard, pour avoir dirigé vos travaux et vos études par- « faites vers le double but de rendre en même temps la fertilité et la salubrité à « cette vaste partie de nos domaines, jadis couverte de marais infects, partie que « vous nous avez en quelque sorte restituée et garantie, par le plus ample et le « plus magnifique des présents. »

Mais si bien étudiée qu'elle eût été, l'œuvre d'assainissement des marais Pontins serait restée incomplète si, au cours de ces toutes dernières années, sur l'initiative de M. Mussolini, elle n'avait pas été parachevée, en transformant cette contrée désolée en une des régions les plus riches de l'Italie.

Des voix plus autorisées que la mienne viennent de dire et de démontrer ce qu'était l'homme et le savant et parleront de ses travaux mathématiques, scientifiques et mécaniques. Qu'il me soit permis seulement de rappeler que ses mémoires sur la stabilité des voûtes, sur la poussée des terres, ses recherches

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

physico-mathématiques sur la théorie des eaux courantes, ses expériences et ses formules sur le mouvement de l'eau dans les tuyaux et les canaux s'appliquent plus directement à l'art de l'ingénieur des ponts et chaussées.

C'est donc au savant que je puis ici rendre hommage en même temps qu'au grand ingénieur dont les travaux et les études ont fait honneur au Corps des Ponts et Chaussées, en même temps aussi qu'à l'homme de bien et de cœur qui a formé tant de générations de jeunes ingénieurs.

En célébrant ici sa mémoire, c'est donc une véritable dette de reconnaissance que je me suis efforcé d'acquitter au nom de ce Corps des Ponts et Chaussées qu'il a illustré et dont la vénération lui est toujours demeurée acquise.

PRONY HYDRAULICIEN (*)

par *M. le professeur* C. MONTEIL, *Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien président de la Société des Ingénieurs civils.*

L'œuvre théorique de Prony hydraulicien se trouve tout entière dans son ouvrage intitulé *Nouvelle architecture hydraulique concernant l'art d'élever l'eau au moyen de différentes machines, de construire dans ce fluide, de le diriger, et généralement de l'appliquer, de diverses manières, aux besoins de la société.*

Cet ouvrage se décompose en deux parties. La première a été éditée en 1790 à la Librairie Didot; la seconde, chez le même éditeur, en 1796. Nous croyons devoir extraire de la préface de la première partie les lignes suivantes :

« Il faut préparer les spéculateurs et les praticiens à parler une langue commune; le moyen de parvenir à ce but désiré est de donner, aux premiers, du goût pour l'observation, et de faire sentir, aux seconds, les inconvénients, et même les dangers du tâtonnement. En rapprochant ainsi des sciences les procédés des arts, et en répandant sur les arts les lumières des sciences, les objets d'application qui enrichiront les unes, fourniront matière à perfectionner et à épurer les autres. »

Division en sections de la première partie de la « Nouvelle architecture hydraulique ». — La première section, la statique, et la seconde, la dynamique, constituent, suivant l'expression de Prony, un « traité de mécanique à l'usage de ceux qui se destinent aux constructions de tous les genres, et des artistes en général. »

Dans la troisième section, l'hydrostatique, l'auteur pose, pour propriété fondamentale des fluides, l'égalité de pression dans tous les sens, mais, au lieu d'attribuer à Pascal cette loi, il l'attribue à Euler, en citant le 13e volume des *Nouveaux commentaires de Saint-Pétersbourg* : « Si un fluide, pressé par une puissance quelconque, demeure en équilibre, la pression se distribue dans toute

(*) Conférence faite par l'auteur dans la séance publique du 16 mars 1940.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la masse de ce fluide d'une manière telle que toutes ses parties sont également pressées. »

Il donne l'équation générale de l'équilibre des fluides, dont les molécules sont soumises à l'action de puissances quelconques, avec tous les détails élémentaires propres à en faciliter l'intelligence aux commerçants. Il applique cette théorie aux différents objets ayant rapport à la pratique du nivellement. Il traite ensuite de la stabilité des digues, tant en terre qu'en maçonnerie, qui soutiennent les eaux stagnantes; de la poussée des terres contre les murs de revêtement. Il donne la théorie de l'aréomètre de de Parcieux. Passant aux fluides élastiques pesants, il donne les conditions générales de leur équilibre. Il applique d'abord ces notions à la théorie du baromètre et présente l'état actuel des connaissances sur l'application de cet instrument en nivellement. Il donne ensuite la description et la théorie des pompes et des machines propres à élever l'eau.

Dans la quatrième section, l'hydrodynamique, Prony dit que la théorie hydrodynamique est due aux modernes. Dans l'antiquité, le traité d'Archimède n'est relatif qu'à l'équilibre. On trouve cependant quelques notions sur le mouvement des fluides dans un traité attribué à Frontinus, Inspecteur des Fontaines publiques à Rome, mais cet ouvrage, déclare Prony, ne peut rien ôter aux modernes de la gloire d'avoir créé la science théorique expérimentale du mouvement des fluides.

Cela posé, Prony fait son exposé suivant l'hydrodynamique de l'abbé Bossut, et d'après la mécanique de Lagrange. Il expose les équations définitives de l'hydrodynamique, telles que nous les connaissons, et basées sur le calcul des équations différentielles partielles, dont Euler a enrichi les sciences, et que d'Alembert a appliquées le premier à la théorie des fluides. Prony dit : « La découverte de ce calcul (celui des équations différentielles partielles), aussi étonnante que celle du calcul différentiel, et qui, ainsi que le remarque M. le marquis de Condorcet, n'a eu moins d'éclat que parce qu'on se servait de signes déjà connus pour représenter des idées nouvelles; cette découverte a fourni aux deux géomètres, dont on vient de parler, le moyen de renfermer toute la théorie des fluides dans des formules qui ne sont restreintes par aucune hypothèse particulière. » Prony oublie de dire que ces équations ne tiennent pas compte du frottement.

La cinquième section est intitulée : Des machines et des moteurs. Nous ne développerons pas les matières contenues dans cette section, car elles ne concernent pas l'hydraulique, mais exclusivement les machines à feu. Nous tenons néanmoins à signaler comment Prony parle, dans son chapitre, d'hommes, tels que Denis Papin, le marquis de Worcester et le capitaine Savery.

Nous citons d'abord les lignes consacrées à Denis Papin : « A peu près dans le même temps où l'Angleterre jouissait des inventions dont nous venons de parler, M. Papin, docteur en médecine, professeur de mathématiques à Marboug, avait fait, dès l'année 1698, plusieurs expériences sur la manière d'élever l'eau par la force du feu. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Nous ne parlerons pas de la machine de Papin, qui est plus imparfaite que celle de Savery ; la grande célébrité de ses expériences sur la vapeur est principalement fondée sur l'usage qu'il en a fait pour dissoudre les os au moyen de son digesteur, très connu sous le nom de marmite de Papin. »

En ce qui concerne le marquis de Worcester, Prony déclare « qu'il paraît être le premier qui ait parlé, dans son ouvrage, *Un siècle d'inventions*, de l'usage que l'on peut faire de l'eau réduite en vapeur.

Enfin pour Savery, Prony dit que « le capitaine anglais Savery prétendit avoir découvert, par l'effet du hasard, le parti qu'on peut tirer de l'eau réduite en vapeur ».

Sur ces trois citations, nous ferons les objections suivantes :

1° Le rôle de Denis Papin a été sous-estimé par Prony. Il est universellement admis aujourd'hui que, s'il est vrai que Papin n'a abouti à aucune réalisation sérieuse, il a été le premier à avoir l'idée des effets qu'on peut tirer de la condensation de la vapeur; 2° Nous ferons remarquer qu'à propos du marquis de Worcester, Prony se trouve en opposition absolue avec Arago, qui s'est employé, avec sa fougue habituelle, à démolir la gloire surfaite de Worcester. Nous avons exposé tout au long de notre discours d'inauguration à la présidence de la Société des Ingénieurs civils (9 janvier 1931) toute l'argumentation d'Arago; 3° Pour le capitaine Savery, nous ne pouvons qu'affirmer « qu'il est reconnu aujourd'hui que Savery a parfaitement eu connaissance et a utilisé les idées de Denis Papin ».

La seconde partie de la *Nouvelle architecture hydraulique*, publiée en 1796, n'ayant trait qu'aux machines à feu, nous ne l'analyserons pas dans cet exposé.

Autres travaux de Prony. — Nous avons d'abord à signaler, précisément dans le domaine qui peut se rattacher à l'hydraulique, une activité très importante de Prony, dont nous trouvons trace dans le discours funéraire prononcé par Arago. Voici quelques phrases d'Arago. « S'il se propose — c'est de Napoléon dont il s'agit, vers la fin de 1810, d'assainir le sol pontin, Prony sera à ses yeux le seul homme capable de diriger, d'exécuter personnellement les opérations difficiles, pénibles, dangereuses de la triangulation, du nivellement général de toute la contrée et du jaugeage de ses eaux. »

« Le roi d'Italie songe-t-il à mettre un terme à l'exhaussement graduel et très rapide du Pô; veut-il empêcher que ce fleuve, déjà parvenu à la hauteur du premier étage des maisons dans Ferrare, ne domine bientôt le faîte des églises, ne menace sans cesse tout le pays d'un cataclysme? Ce grand problème, personne ne songera à l'attaquer avant que Prony, passant une nouvelle fois les Alpes, ait été en recueillir, en discuter, en apprécier tous les éléments. »

Enfin, pour marquer la renommée comme grand ingénieur de Prony, citons encore les paroles d'Arago, rappelant que Napoléon, quand il était mis en face de projets grandioses, s'écriait : « Qu'en pense Prony? ».

Nous trouvons dans une autre source la marque de l'activité de Prony. Il s'agit du livre de M. Bouasse, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, et ayant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour titre *Jets, tubes et canaux*. L'auteur, dans cet ouvrage, mentionne trois faits importants : 1° La création d'une nouvelle unité de mesure en système décimal, pour remplacer le pouce fontainier; 2° Une nouvelle expression empirique des pertes de charge dans les conduits; 3° L'appareil hydraulique régulateur de niveau. Nous allons développer chacune de ces trois parties.

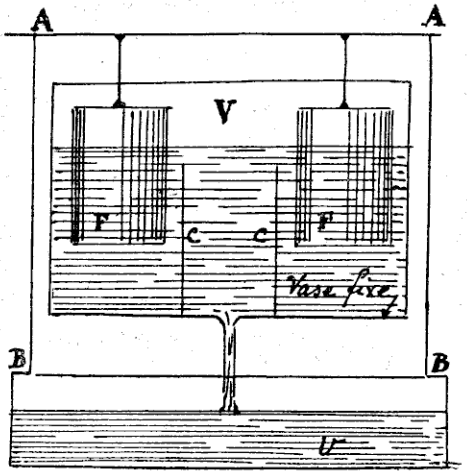
Unité de débit. — En 1816, Prony fut chargé de déterminer une unité de débit de mesure, adaptée au système décimal, remplaçant l'ancien pouce fontainier. Il se proposa d'obtenir un écoulement de 20 m³ par 24 heures, ce qui correspond à 0,2315 l/sec.

Un calcul préliminaire lui montra qu'une charge de 5 cm sur le centre d'un orifice circulaire de 2 cm de diamètre fournit le résultat assez approximativement pour l'obtenir nettement en réglant la longueur d'un ajutage cylindrique. Il trouva ensuite que la longueur de l'ajutage cylindrique devait être de 17 mm.

2° *Formule sur le frottement.* — Les prédécesseurs de Prony sur cette question, à savoir Bossut, du Buat et Couplet, avaient posé :

$$\frac{H}{L} = b\frac{U^2}{D}$$

H étant la perte de charge correspondant à une longueur L; D, le diamètre de la conduite; b, un coefficient empirique; U, la vitesse moyenne de l'eau dans la conduite. Cette formule avait été trouvée insuffisante, le paramètre b diminuant quand la vitesse U et le diamètre D croissaient. Pour serrer de plus près la représentation des expériences, Prony proposa de remplacer le terme monome b, par le terme binome $m + \frac{n}{D}$.



Appareil à niveau constant de Prony.

AABB, cadre mobile; — CC, région à l'abri des remous; — V, vase à niveau constant; — *v*, vase recevant l'eau qui s'écoule du vase fixe.

3° *Appareil régulateur de niveau.* — Cet appareil est représenté sur la figure ci-jointe. On voit que l'eau s'écoule en petit débit; le poids perdu dans le réservoir supérieur se retrouve intégralement dans le réservoir inférieur. Cet excès de poids abaisse les flotteurs, et la compensation de poids ne peut avoir lieu que par le maintien du niveau. Cet instrument a servi à la vérification de l'unité de mesure, déterminée par Prony, et dont nous avons parlé plus haut. Il aurait pu aussi constituer une clepsydre parfaite.

Il est question de clepsydre, dans la *Nouvelle architecture hydraulique* (1re partie, section 3); et nous pensons intéressant de reproduire, à ce sujet, le texte de Prony : « Les clepsydres occupent une place intéressante dans l'histoire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des sciences et des arts, par l'usage qu'en ont fait les anciens peuples pour la mesure du temps. La manière, souvent très ingénieuse, dont ils ont tiré parti de l'écoulement de l'eau, pour sous-diviser la durée des années et des jours, donne lieu de s'étonner qu'ils n'aient pas appliqué le même esprit d'invention à trouver des horloges, qui, quoique moins parfaites que celles perfectionnées par les découvertes modernes, aux cleypsydres. Observons, à ce sujet, que les idées de l'eau qui coule, et du temps qui s'enfuit, offrent, par leur rapprochement, des comparaisons morales à la philosophie, des images poétiques à l'imagination, et que la réunion de la poésie, de la philosophie et des arts avait, pour les anciens, des charmes que l'étendue actuelle des sciences exactes nous empêche peut-être de sentir aussi vivement. La clepsydre de Ctesibius offre un exemple intéressant de cette réunion. On ne peut se refuser à une secrète et douce mélancolie en voyant l'eau s'échapper, en forme de pleurs, des yeux d'une figure qui semble payer ce tribut de regrets aux instants qui s'échappent. Cette eau se rend dans un réservoir vertical, où elle élève une autre figure qui tient une baguette, au moyen de laquelle, et de son ascension graduelle, elle indique les heures sur une colonne; le même fluide sert ensuite de moteur, dans l'intérieur du piédestal, à un mécanisme qui fait faire à la colonne une révolution autour de son axe dans un an, de telle sorte que le mois et le jour où l'on est se trouvent toujours sous l'index, dont l'extrémité parcourt une verticale divisée d'après la relation entre les heures du jour et de la nuit, auxquelles cette verticale doit correspondre. On sait que, chez les anciens, non seulement les heures étaient inégales d'un jour à l'autre, mais encore du jour à la nuit, puisqu'ils partageaient en douze parties égales l'intervalle du lever au coucher du soleil, et en douze autres parties celui du coucher au lever suivant. »

« Le mot, clepsydre est dérivé des deux mots grecs : κλέπτειν, cacher, et ὕδωρ, eau. Quelques auteurs en attribuent l'invention à Scipion Masica, cousin de Scipion l'Africain, qui vivait environ deux cents ans avant Jésus-Christ; mais il est invraisemblable qu'il en a seulement fait connaître l'usage à Rome car les Égyptiens, qui s'en servaient pour mesurer le cours du soleil, l'avaient sûrement connue à une époque fort antérieure. On a longtemps employé ces sortes d'horloges, tant sur terre que sur la mer, dans l'antiquité, le moyen âge, et même une partie de l'âge moderne. »

Pour terminer, je voudrais mettre en lumière cette opinion que l'on retrouve à tous les âges, à savoir, que celui qui parle croit être contemporain d'un épanouissement complet des sciences et des arts, ce qui le rend sceptique sur l'étendue des progrès réservés à l'avenir. Ne trouvons-nous pas cette affirmation dans les mots d'Arago, concernant le frein de Prony, qu'il déclare apte à mesurer la force *des plus grands moteurs* et pour *toutes les vitesses* qu'on peut leur donner.

Je laisse à mon éminent collègue et ami, M. Fieux, le soin de démentir Arago sur ce point.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PRONY MÉCANICIEN (*),

par M. Jean FIEUX, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Dès la création de l'École polytechnique, en 1794, Prony est chargé d'y professer un cours d'analyse, en vue des applications à la mécanique. Il prend soin de rédiger ses *Cahiers*, pour la composition d'un cours adapté au système général des études de la nouvelle école. Mieux qu'on ne l'avait fait jusqu'alors, il met à profit les ressources de la géométrie analytique, pour la clarté et la généralité de l'exposition. Mais il est réticent pour livrer à l'impression ces cahiers hâtivement rédigés. Une première publication en est faite cependant en 1801, sur les instances du Conseil de l'École polytechnique (*Traité élémentaire de mécanique, d'après les méthodes de R. Prony*). Lorsqu'il estime enfin avoir mis au point son travail, par des retouches nombreuses et des apports considérables, Prony se décide à faire paraître ses *Leçons de mécanique analytique (1810-1815)*, dans lesquelles on trouve, à côté de la partie purement rationnelle de la science, des « digressions en faveur des ingénieurs et des artistes », c'est-à-dire des exemples d'application de la théorie aux machines et aux arts de construction.

Dès 1809 toutefois, à la grande satisfaction des élèves, une publication avait été faite des *Sommaires des leçons sur le mouvement des corps solides, l'équilibre et le mouvement des fluides.*

Mais Prony désire que le public puisse profiter, dans une certaine mesure, de l'enseignement qui s'organise à l'École polytechnique. Il fait paraître sa *Mécanique philosophique* (an VIII), ouvrage d'un grand mérite pédagogique, par lequel il tient surtout « à faire connaître l'esprit des méthodes, à indiquer les principaux anneaux ou la trace de la chaîne qui lie les propositions entre elles », et cela, en « facilitant au lecteur les moyens de bien saisir l'ensemble et la correspondance des diverses parties de la science, sans fatiguer son attention et sans charger sa mémoire de ce qui n'est pas rigoureusement nécessaire pour parvenir à ce but ».

Ingénieur et réalisateur, Prony sait discerner les vrais besoins de la technique, dont l'évolution est encore timide dans le sillage toujours bouillonnant de la découverte scientifique. Il se penche volontiers sur les travaux des inventeurs et des constructeurs, donnant ses avis et ses conseils à tous ceux qui viennent se confier à lui. C'est ainsi qu'en marge de ses occupations officielles, son activité est des plus fécondes. Il reste particulièrement attentif aux progrès de la machine à vapeur; il est l'un des premiers à préconiser la détente. Il s'intéresse aussi bien à une nouvelle machine à draguer qu'à un appareil proposé pour la mesure de la vitesse initiale d'un projectile. En sa qualité de membre du Comité des Arts mécaniques de la Société d'Encouragement pour l'Industrie

(*) Conférence faite par l'auteur dans la séance publique du 16 mars 1940.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nationale, il se plaît à signaler et à faire récompenser les constructeurs les plus méritants. Mais il apporte lui-même une contribution d'inventeur, avec sa vis Nonius, son dispositif d'écoulement à niveau constant, et quelques autres réalisations ingénieuses; il nous laisse surtout, au premier plan de son œuvre de mécanicien, le pendule à axes réciproques et le frein dynamométrique.

LE PENDULE DE PRONY.

En 1792, au moment où Borda et Cassini venaient de mettre à profit, dans leur célèbre expérience de l'Observatoire, les différents perfectionnements qu'avaient successivement apportés de nombreux savants au pendule à boule et à sa méthode d'emploi, Prony estime qu'une révolution est nécessaire dans les moyens employés jusqu'alors pour déterminer la longueur du pendule battant la seconde.

Il avait bien vu le principal inconvénient des appareils ordinaires, qui tenait au peu de masse qu'on était obligé de donner à la boule pour éviter la rupture du fil. Cet inconvénient se traduisait surtout par une trop faible durée des séries d'oscillations, qui ne dépassait pas 2 heures. On pouvait l'éviter, pensait-il, en faisant osciller un corps rigide de grande masse. Déjà, il s'était assuré que si l'on met en mouvement un pendule composé, soigneusement suspendu, d'un poids de 10 à 12 kg, à l'instant du passage d'une étoile au méridien, les oscillations sont encore très perceptibles à l'instant du passage suivant, « ce qui ne laisse rien à désirer, quant à l'évaluation du temps. » Mais de grandes difficultés se présentaient, en ce qui concerne les déterminations se rapportant à la figure de la masse oscillante. Le 10 mars 1792, Prony présente à l'Académie des Sciences un mémoire intitulé *Recherches sur les moyens de déterminer la longueur du pendule*, où il indique comment on peut lever ces difficultés. La méthode consiste à faire osciller le corps sur trois axes horizontaux différents, situés dans le même plan qui renferme le centre de gravité, et à déterminer les nombres d'oscillations effectuées dans des temps égaux sur chacun des axes considérés, dont les distances entre eux sont, en principe, arbitraires. Prony donne les formules qui permettent d'en conclure : la position de l'axe passant par le centre de gravité et parallèle aux trois axes de suspension; le moment d'inertie par rapport à tout axe également parallèle; et enfin, la position des trois centres d'oscillation par rapport aux trois axes de suspension.

Les observations des nombres d'oscillations et la mesure des distances des axes fournissent ainsi les données nécessaires pour éliminer du calcul toutes les inconnues qui dépendent de l'étendue du corps oscillant, de sa forme et des diverses densités des éléments qui le composent.

Mais Prony n'a pas assez de loisir pour construire l'appareil d'expérience, dont il avait donné les dessins en signalant qu'on devait placer l'axe de suspension moyen à distances égales des axes extrêmes, pour simplifier les opérations et les calculs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1800, un nouvel examen de la question le conduit à concevoir une méthode et un instrument qu'il juge « beaucoup plus simples que les précédents et préférables à tous égards ».

Dans une seconde note à l'Académie, il rappelle sa proposition du 10 mars 1792 de faire les expériences du pendule « avec un corps de forme invariable, de la plus grande solidité, dont la conservation indéfinie et le transport n'offrent aucune difficulté, et sur lequel on peut répéter, à une époque quelconque et dans des lieux différents, des expériences parfaitement comparables et des mesures absolument identiques à celles qui ont servi à une détermination primitive ». Sans faire la moindre allusion au théorème de Huyghens, il définit certaines propriétés du pendule composé, faisant remarquer qu'il y a toujours, sur la ligne menée du point de suspension, au centre de gravité, quatre points,

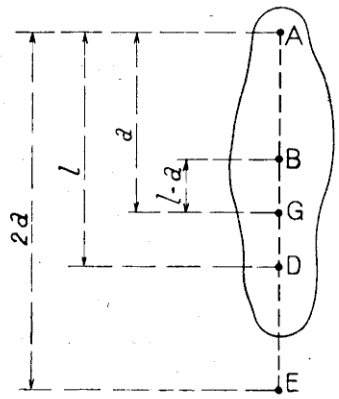


Fig. 1.

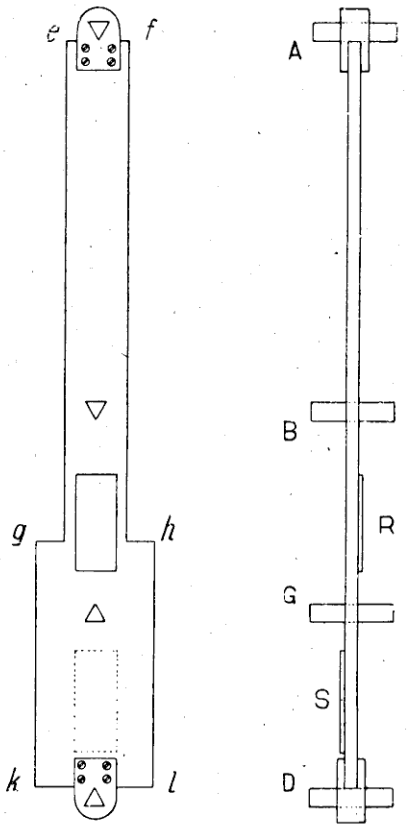


Fig. 2.

Fig. 1. — Pendule composé. — Sur une droite passant par le centre de gravité G, il y a toujours 4 points par lesquels on peut faire passer des axes de suspension parallèles donnant des oscillations identiques. La longueur l du pendule simple synchrone mesure la distance entre deux axes non symétriques par rapport à G, axes dits réciproques (théorème de Huyghens). Étant respectivement symétriques des axes A et D, les axes E et B sont également réciproques.

Fig. 2. — Pendule proposé en 1800 par Prony pour la détermination de la longueur du pendule simple battant les secondes.

A, axe de suspension; — G, axe passant par le centre de gravité; — D, axe réciproque de A; — B, axe symétrique de D par rapport à G; — R et S, plaquettes de réglage.

La distance entre arêtes des couteaux A et D est égale à la longueur du pendule simple synchrone.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lesquels, considérés comme points de suspension, donnent des oscillations identiques : le point A de suspension (fig. 1), le point E qui est le symétrique de A par rapport au centre de gravité G, et les deux centres d'oscillation D et B de ces deux points, B et D étant également symétriques l'un de l'autre par rapport à G.

Il tient à démontrer ces propriétés par des formules qu'il établit lui-même, prétextant qu'elles seront très utiles pour la construction rationnelle de son nouveau pendule, dont il donne la description.

Une plaque métallique de contour *e f h l k g* (fig. 2) comporte quatre couteaux de suspension A, B, D et G, dont les arêtes sont parallèles. Le centre de gravité de l'ensemble doit se trouver sur l'arête du couteau G, qui est à égales distances des arêtes des couteaux B et D, l'arête du couteau B étant elle-même à égales distances des arêtes de couteaux A et D, qui matérialisent des axes réciproques. Deux petites lames R et S, fixées sur les faces de la plaque, peuvent être retouchées à la lime ou à l'émeri, pour assurer à la fois, avec toute la précision nécessaire, la position du centre de gravité et la réciprocité des axes d'oscillations A et D.

A vrai dire, ce mémoire peut paraître touffu. Le titre en est d'ailleurs étendu : *Méthodes pour déterminer la longueur du pendule simple qui bat les secondes, et pour trouver, en général, les positions des centres de gravité et d'oscillation, et le moment d'inertie d'un corps de forme quelconque.* Quoi qu'il en soit, on y découvre l'essentiel : la possibilité de mesurer, avec toute la précision désirable, la distance entre l'axe de suspension A et l'axe d'oscillation D, par le procédé rigoureux de la jauge qu'on emploie pour vérifier la longueur d'un étalon de mesure. Il n'y a pas de doute possible, Prony a bien trouvé le moyen pratique et sûr de déterminer la longueur du pendule simple synchrone d'un pendule composé. Mais il a failli « noyer le poisson ». On a contesté, en particulier, l'utilité de ses formules et de son troisième axe (couteau B). Cet appareil n'a d'ailleurs jamais été réalisé, et cela est très regrettable; car la méthode expérimentale aurait certainement permis à Prony d'apurer son dispositif, et d'en faire l'appareil classique, qui porte maintenant le nom de pendule de Kater. Il est assez curieux que Prony n'ait jamais fait état de son mémoire de 1800, ni dans ses cours, ni dans les polémiques qu'il eut à engager pour la défense de ses droits moraux de précurseur.

Ce mémoire ne fut publié qu'en 1888, par les soins de la Société française de Physique (voir tome IV consacré aux mémoires sur le pendule).

Bohnenberger devait également précéder le capitaine anglais Kater dans l'invention du pendule à axes réciproques, mais en allant droit au but. Dans son *Astronomie*, éditée en 1811, il donne une démonstration du théorème de Huyghens, il décrit son appareil (fig. 3) et il ajoute : « En particulier, si le centre de gravité tombe dans le plan de deux axes d'oscillation parallèles l'un à l'autre, mais en est séparé par des distances inégales, et si les oscillations du corps autour de ces axes sont d'égale durée, la longueur du pendule simple correspondant est égale à la distance des axes d'oscillation. D'après cela, on peut déterminer par expérience la longueur du pendule simple à l'aide d'un pendule composé faisant ses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

oscillations dans le même temps. Que l'on fixe à une tige cylindrique ou prismatique CA, en C et *c*, deux axes en forme de coins, dont les couteaux soient tournés l'un vers l'autre, perpendiculaires à la tige et parallèles l'un à l'autre. Que l'un se trouve à l'extrémité C de la tige, l'autre en *c*, à une distance de C un peu plus grande que les 2/3 de la longueur de la tige, de sorte que le centre d'oscillation O autour du couteau C tombe entre C et *c*. Que sur la partie excédente cA de la tige puisse se mouvoir, de haut en bas et de bas en haut, un petit poids *n*. On peut alors, par la diminution de la masse de la tige sur l'un ou l'autre côté, faire aisément que, lorsque ce pendule sera suspendu par son couteau C, un fil à plomb suspendu à cet axe rencontre l'arête du couteau *c*; le centre de gravité du pendule se trouve alors dans le plan des axes d'oscillation. Par le déplacement du poids *n*, on peut faire ensuite que le centre des oscillations autour de C tombe sur l'arête du couteau *c*, ce que l'on reconnaît à ce que les oscillations autour de C et de *c* sont isochrones. Alors la distance des couteaux est égale à la longueur du pendule simple qui est isochrone avec le pendule composé. »

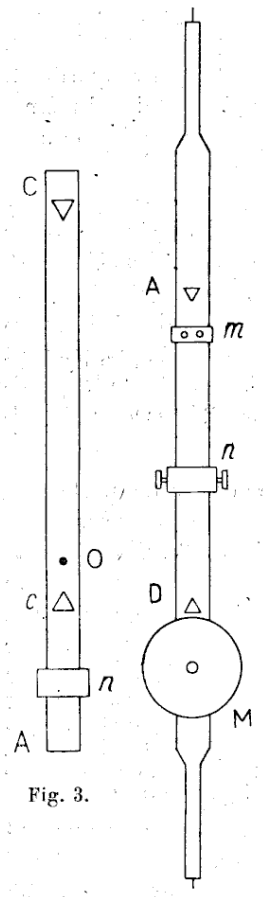


Fig. 3.

Fig. 3. — Pendule proposé en 1811 par Bohnenberger.

C, axe de suspension; — *c*, axe réciproque; — *n*, curseur.

Comme Prony, Bohnenberger s'en tient à l'idée pure; il ne réalise pas son appareil.

C'est à Kater que revient le mérite d'avoir construit et expérimenté, en 1817, le premier pendule composé servant à la détermination de la longueur du pendule à secondes (fig. 4). Sur une barre plate comportant des extrémités d'occultation pour une application commode de la méthode des coïncidences, Kater fixe en positions symétriques les couteaux A et D, mais il déplace considérablement le centre de gravité de l'ensemble en fixant la masse M en dehors de l'espace compris entre les couteaux, espace qu'il réserve à une autre masse d'apport *m*, fixée par approximations successives, et à un curseur *n* occupant une position centrale. Pour une certaine position de chacun de ces deux organes, qu'il faut trouver expérimentalement, le nombre des oscillations est le même, dans un temps déterminé, sur les deux couteaux, dont la distance entre arêtes est alors égale à la longueur du pendule synchrone.

Fig. 4. — Pendule expérimenté par Kater en 1817.

A, axe de suspension; — D, axe réciproque; — M, masse fixe; — *m*, masse de réglage excentrée; — *n*, curseur central.

Quelques années plus tard, en 1826, Bessel dit comment le pendule de Kater doit être perfectionné. Pour éliminer l'influence

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'air, il propose de rendre ce pendule symétrique dans sa forme extérieure, en le munissant de deux lentilles de même grosseur, fixées à la tige dans des positions semblables par rapport aux couteaux, et dont l'une sera creuse, l'autre en métal plein. D'autre part, pour éliminer complètement l'influence de la forme cylindrique des arêtes des couteaux, il suggère de disposer ces derniers de façon qu'on puisse en faire l'échange.

Bessel déclare que l'on doit à Bohnenberger l'invention du pendule à axes réciproques, mais que le capitaine Kater en a fait l'emploi le plus remarquable. Il ne dit rien des travaux de Prony sur le sujet, qu'il ne doit pas ignorer cependant, surtout depuis la publication, en 1818, de la réponse hautaine de Kater aux justes réclamations de Prony. L'histoire vraie de l'invention de ce pendule peut enfin être établie, après la découverte en 1888, par le capitaine Defforges, dans les archives de l'École des Ponts et Chaussées, du mémoire de 1800, qui était resté inédit bien que présenté à l'Institut et signalé dans les procès-verbaux.

Mais Prony devait trouver plus de satisfaction et de justice dans la question du frein.

LE FREIN DE PRONY.

On reconstitue facilement l'histoire de ce frein grâce à de nombreux mémoires de M. Hachette, dont la plupart ont été publiés dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, et surtout, grâce au rapport de Prony sur les essais de la machine à vapeur du Gros-Caillou, paru dans les *Annales des Mines* (1826).

Vers la fin du XVIII^e^ siècle, les physiciens se préoccupaient déjà de mettre en pratique la méthode expérimentale et d'établir un système d'unités, pour déterminer et pour exprimer *l'effet dynamique* des machines, c'est-à-dire leur puissance. On cite parmi eux Smeaton, Coulomb et Montgolfier.

Mais c'est vers le début du siècle dernier, avec le développement des applications de la machine à vapeur, que se précise le besoin de mesurer la puissance mécanique sur les arbres tournants. Sans attendre la décision de l'Académie au sujet du choix des unités, les mécaniciens créent les dispositifs qui leur paraissent indispensables pour l'expérimentation : les dynamomètres à déformation élastique et les freins d'absorption.

Prony voit les inconvénients de tels dynamomètres qui, n'étant pas essentiels à l'effet utile de la machine, exigent cependant une disposition complexe de la ligne d'arbres. Il craint, d'autre part, les oscillations résultant de la présence d'organes élastiques transmettant les forces principales, soit dans le dispositif tournant, soit dans le dispositif de liaison du frein. Il cherche à supprimer tout ce qui lui parait inutile, gênant et dangereux, estimant qu'un appareil d'installation provisoire et peu coûteuse doit pouvoir assurer la double fonction de l'absorption de l'énergie et de la mesure du couple. C'est ainsi qu'il crée son frein, admirable de pureté et de simplicité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce frein est réalisé et utilisé dans le courant de juillet 1821, pour les essais de la nouvelle machine à vapeur du Gros-Caillou. Son réglage est reconnu facile. Prony en donne la description et la théorie dans une note modèle publiée dans les *Annales de Chimie et de Physique* (1882), débutant en ces termes : « Le procédé qui forme l'objet de cette note m'a été fort utile pour des expériences que j'ai eu à faire sur les machines à feu à haute pression; il a l'avantage de donner la mesure de l'effet dynamique, soit total, soit partiel, d'un système tournant, par le poids et la position d'une masse qu'on maintient dans l'état d'immobilité. Cette condition est remplie à l'aide du frottement, et cependant on obtient les résultats cherchés, indépendamment de toute considération tant sur la nature de cette espèce de résistance, que sur sa relation avec la pression normale; les termes qui se rapportent à ces diverses circonstances disparaissent dans l'équation finale; il en est de même du rayon du cylindre ou essieu, autour duquel s'exerce le frottement. »

Hachette est visiblement gêné par l'invention, qui risque de réduire à néant l'intérêt déjà bien faible de son accouplement dynamométrique. Dans la 4e édition de son *Traité élémentaire des machines* (1828), il revient sur la question du frein qui, d'après lui, aurait été inventé en Angleterre, par White, vers 1801. A l'appui de son assertion, il donne le dessin d'un frein à bande dont le serrage s'obtient par un levier agissant sur l'une des extrémités du ruban, l'autre extrémité étant retenue à un point fixe. Un tel dispositif ne permet pas la mesure précise du couple. On ne doit pas le considérer comme une antériorité au frein de Prony, dont les divers éléments sont entièrement supportés par le tambour de friction, et dont la réaction tangentielle est, de ce fait, uniquement déterminée par le poids connu de la masse d'équilibrage.

Un peu plus tard, Hachette fait encore paraître une note sur *La mesure des effets dynamiques*, et décrit un modèle, exécuté aux frais de la Société d'Encouragement, sur lequel se trouvent réunis le dynamomètre à coussinets mobiles de Welter et le frein de Prony. On ne voit pas l'intérêt d'une telle juxtaposition. Il déclare que tous les dynamomètres à frein présentent le grand inconvénient de substituer une force de frottement très variable à « la résistance constante d'un arbre travaillant », ce qui rend leur réglage incertain. Il reconnaît néanmoins qu'on a déjà fait plusieurs applications fort utiles du frein de Prony; mais il ajoute, pour conclure, que le dynamomètre de Welter lui paraît bien préférable pour la mesure des puissances inférieures à six ou huit chevaux. Et c'est là son dernier coup d'épingle.

Le capitaine Morin vient d'ailleurs de terminer une longue série d'essais pour comparer les divers moteurs dont on fait usage dans les arsenaux, en utilisant le frein « que M. de Prony, dit-il, a le premier employé à la mesure de la quantité d'action transmise par un arbre tournant ». Dans le compte rendu de ces essais paru dans le *Mémorial de l'Artillerie* (année 1830, n° 3), il fait quelques observations judicieuses sur l'emploi de l'appareil. Il déclare notamment qu'il faut donner au tambour de friction un diamètre suffisant, fonction de la puissance à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mesurer, si l'on veut éviter les secousses et les grandes oscillations. Il conseille de limiter les déplacements du levier par une butée rigide et solide. Il préconise l'arrosage continu des pièces frottantes avec de l'eau ou de l'huile. Il recommande enfin de laisser la machine prendre sa vitesse de régime avant de faire un relevé de mesure.

Avec le mémoire de Morin, la cause est entendue : le frein de Prony prend place définitivement, en France et à l'étranger, dans la liste des appareils de contrôle qui vont permettre des progrès rapides dans la construction des moteurs. Mais quelle est donc la cause de ce mal d'instabilité, dont il souffre déjà, et qui va s'aggraver, lorsqu'on devra l'utiliser pour de plus grandes puissances?

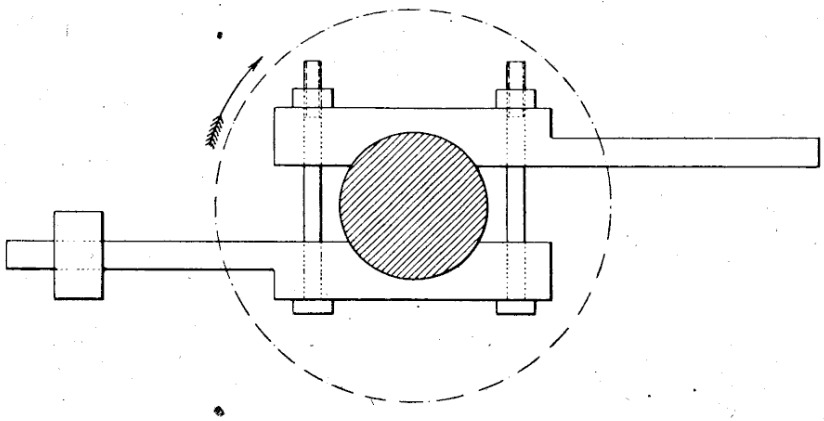


Fig. 5. — Premier frein de Prony, suivant le dessin original joint à la note de 1822. Le poids est solidaire du levier inférieur.

Physiciens et mathématiciens essayent de pénétrer le mystère. Résal en particulier, dans son *Traité de mécanique générale* (1875), cherche à établir rationnellement les conditions de sensibilité et de stabilité du frein. Il fait une erreur de signe dans ses développements, laissant conclure que le poids de tarage doit être suspendu au levier supérieur, alors que Prony, en toute logique, l'avait fixé sur le levier inférieur. Il en résulte que des images fausses du frein de Prony illustrent encore, en France, certains cours et manuels très en vogue. Heureusement, la méthode expérimentale rétablit la vérité dans l'application, et le pavé de l'ours n'atteint pratiquement pas l'idée de Prony.

On peut supposer que les soubresauts du frein sont dus à des variations rapides du coefficient de frottement, provoquées par des tensions de vapeur réduisant plus ou moins l'intimité du contact entre les surfaces frottantes. S'il en était ainsi, l'arrosage direct de ces surfaces serait lui-même une erreur. Il faudrait alors munir les mâchoires de garnitures fonctionnant à sec, semblables à celles que l'on utilise, avec tant de succès, dans les embrayages et dans les freins d'automobiles. On sait que ces garnitures sont très résistantes à l'usure, et que leur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

coefficient de frottement sur l'acier varie peu, même pour de grands écarts de température. On pourrait d'ailleurs établir une circulation d'eau à l'intérieur des mâchoires prévues en métal léger bon conducteur, faisant réplique à la circulation qui, depuis longtemps déjà, doit être assurée à l'intérieur du tambour.

Le remède à l'instabilité est peut-être là, avec une nouvelle possibilité d'extrapolation en puissance.

Les figures 5, 6 et 7 marquent trois étapes de l'évolution du frein. La figure 5 reproduit fidèlement le dessin original de Prony, joint à la note de 1822, prévu

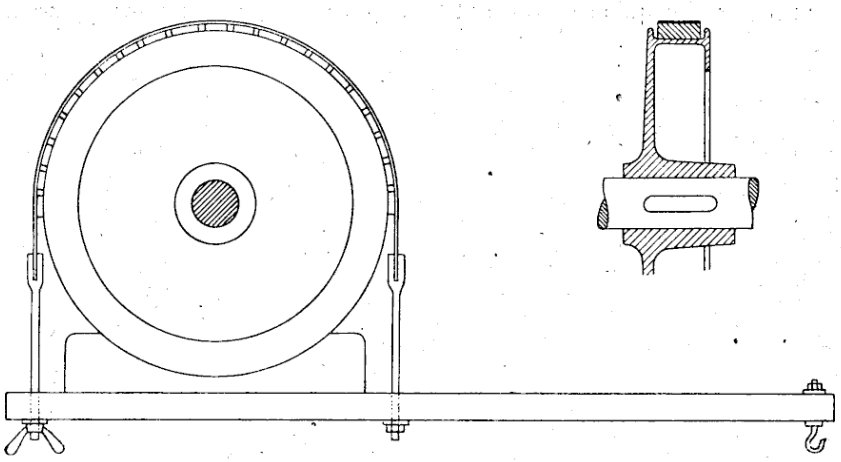


Fig. 6. — Frein utilisé en France, en 1900, pour l'essai d'une machine à vapeur de 500 ch. L'une des mâchoires est remplacée par une demi-bande. La jante du tambour de friction forme rigole pour une circulation d'eau. Le levier solidaire de la machine porte à son extrémité le crochet de suspension du poids.

pour un appareil capable d'absorber une puissance ne dépassant pas une dizaine de chevaux. La figure 6 rappelle les dispositions carastéristiques du frein avec lequel furent exécutés, vers 1900, les essais d'une machine à vapeur Weyher et Richemond de 500 ch. La mâchoire supérieure est remplacée par une bande souple; le volant comporte une gorge intérieure pour la circulation d'eau. La figure 7 se rapporte à un frein à bande du type dit « à compensation », qui a été utilisé en Angleterre, vers 1908, pour une puissance de 600 ch. On remarque le levier porte-curseur, articulé aux deux extrémités de la bande, et dont les déplacements sont limités par deux butées assez voisines. Suivant qu'il entre en contact avec l'une ou l'autre, ce levier ajoute ou retranche à l'effet de serrage permanent dû au poids curseur, assurant ainis une certaine compensation automatique. Toutefois, on ne doit faire un relevé de mesure que lorsque le levier est à peu près stable, sans qu'il soit en contact, ni avec l'une ni avec l'autre butée. On déplace le curseur à la main pour obtenir normalement la condition d'équilibre.

Mais la compensation ainsi réalisée n'est pas encore l'automacité complète, qui permettrait d'augmenter la fréquence des lectures et d'améliorer la précision

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des mesures. Il faut espérer qu'avec les moyens d'asservissement dont on peut disposer aujourd'hui, la dernière étape de l'évolution sera rapidement franchie.

D'ailleurs, la stabilité propre de la partie oscillante d'un frein n'est pas la seule condition à rechercher, en vue de faciliter ou de permettre les mesures; il faut également que soit réalisée la *stabilité de couplage*, qui dépend essentiellement de l'allure des courbes dont sont capables, aux différentes vitesses, le moteur et le frein.

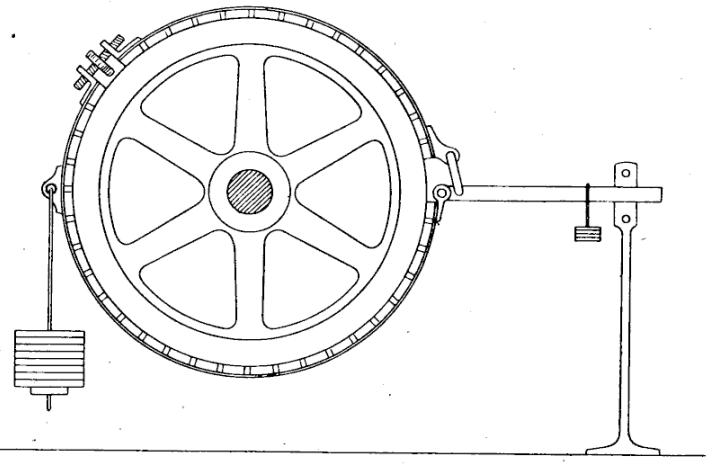


Fig. 7. — Frein du type Appold (à compensation) utilisé en Angleterre, en 1908, pour l'essai d'une machine de 600 ch. Les deux mâchoires sont remplacées par une bande à laquelle on suspend le poids, et dont les extrémités sont rapprochées par un levier sans point fixe portant un poids curseur et pouvant se déplacer entre deux butées voisines.

La figure 8 se rapporte à l'utilisation d'un frein de Prony sur une machine à vapeur (courbe R) et sur un moteur à explosion (courbe N). Les horizontales représentent sensiblement les moments des forces tangentielles pour différents tarages du frein. On voit qu'il est impossible de prospecter la partie ascendante de la courbe N, alors qu'on aura la stabilité de fonctionnement sur toute la longueur de la courbe R. C'est l'une des raisons d'emploi des freins dont le couple varie avec la vitesse de rotation du moteur suivant une fonction linéaire (frein électro-magnétique, fig. 9), ou suivant une fonction parabolique (frein à liquide, fig. 10), de tels freins permettant d'abaisser la vitesse v, au dessus de laquelle le fonctionnement est stable.

Si la technique nous dote un jour d'un moteur ayant pour caractéristique de couple capable la courbe S (fig. 11), il faudra prévoir un frein composé comprenant essentiellement un frein de Prony, dont le rôle consistera en quelque sorte à faire un déplacement d'axe de coordonnées, pour ramener le cas de cette figure à l'un de ceux des figures 9 et 10.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est dire que la pensée du maître inspirera longtemps encore les travaux de l'ingénieur chargé de l'appliquer à des cas toujours nouveaux. Mais, dès main-

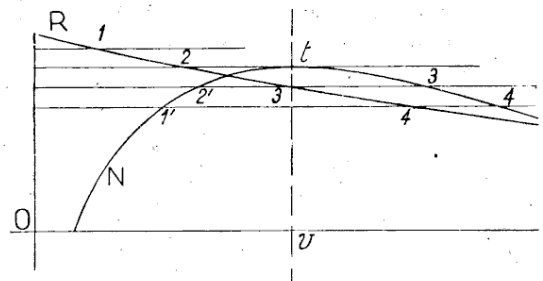


Fig. 8. — Rapporté à la vitesse de l'arbre, le couple du frein de Prony peut être représenté par des horizontales dont les ordonnées dépendent du serrage des mâchoires. Ce frein n'assure donc la stabilité de fonctionnement que dans les parties descendantes des courbes des couples moteurs. La partie ascendante de N (points 1′ et 2′ situés à gauche du sommet *t*) ne peut pas être établie.

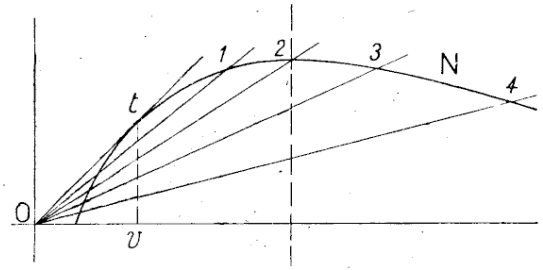


Fig. 9. — Avec le frein électromagnétique convenablement excité, le réseau de parallèles du cas précédent est remplacé par un faisceau de droites concourantes. Le régime de fonctionnement possible est étendu vers la gauche.

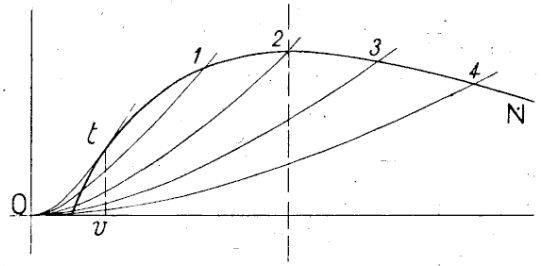


Fig. 10. — Le frein hydraulique substitue, par une alimentation variable, un faisceau de paraboles au faisceau de droites, et permet d'abaisser d'avantage encore la vitesse *v*, au-dessous de laquelle le fonctionnement n'est plus stable.

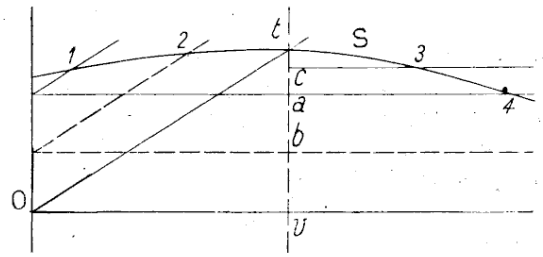


Fig. 11. — Le frein mixte comprenant essentiellement un frein de Prony juxtaposé à un frein électromagnétique, par exemple, permettra de prospecter des caractéristiques de formes nouvelles, dans toute leur étendue, le serrage des mâchoires entraînant le déplacement d'origine de la caractéristique du frein sensible à la vitesse.

tenant, il est agréable de constater que le frein de Prony est employé couramment, dans les laboratoires du monde entier, et que toutes les nations rendent hommage à l'illustre mécanicien français.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

EXPOSITION DES « IMAGES ET JOUETS DE FRANCE 1940 »
(Musée Galliéra, Paris, 20 février-17 mars 1940)

par M. Henry D'ALLEMAGNE, *membre du Conseil*

On a inauguré le 20 février, au Musée Galliéra, une exposition gratuite et publique dite « Images et Jouets de France 1940 ». C'est un ensemble de compositions très diverses dont quelques-unes ne sont pas sans intérêt.

Cette exposition a été organisée par un groupe d'artistes français qui ont eu en vue la rénovation de l'industrie, non seulement de l'imagerie, profane ou religieuse, mais aussi des jouets que les enfants peuvent faire eux-mêmes, avec des images, cartonnées ou non, et quelques objets usuels ou des matières premières que l'on peut se procurer facilement : bouchons, bobines, bouts et plaquettes de bois, épingles, étoffes, agrafes, cuir, ficelles, cire ou argile à modeler, plâtre à mouler, etc. Cette industrie, autrefois prospère en France, était restée à l'état stagnant et avait même décliné; aussi, dans ces dernières années, était-elle vivement concurrencée par l'étranger et surtout par l'Allemagne, dont les productions manquaient trop souvent de goût.

L'exposition avait un autre objet : habituer les enfants dès leur plus jeune âge à se servir habilement de leurs mains, en exécutant, avec quelques outils simples, des travaux amusants et faciles et faisant appel aux facultés les plus diverses. C'est une sorte de préapprentissage libre qui les préparera au préapprentissage dirigé, qu'on est en train d'organiser en France, préapprentissage qui leur permettra d'adopter l'un ou l'autre des métiers dans lesquels, après la guerre, la main-d'œuvre qualifiée manquera, ou encore de changer facilement de métier, le cas échéant. C'est pourquoi sans doute, l'Exposition a obtenu le quadruple patronage de la ville de Paris, qui l'a hospitalisée, et des Ministères de l'Éducation nationale, des Travaux publics et du Commerce.

La question qui se pose est de savoir si les œuvres originales qui étaient exposées trouveront des éditeurs. Nous le souhaitons vivement, et nous avons même l'espoir que, l'année prochaine, on nous montrera, dans une autre exposition, la réalisation par nos éditeurs des œuvres exposées cette année. Nous le souhaitons, parce qu'il y a des marchés extérieurs qui s'offrent à nous en ce moment, surtout dans l'imagerie religieuse, qui, d'ailleurs, était peu représentée à l'exposition de Galliéra, et pour laquelle il y a des débouchés importants.

Le succès auprès des enfants de certains albums de dessins à colorier, découper, coller et à assembler que trois ou quatre de nos éditeurs ont eu l'heureuse idée de lancer dans ces dernières années, albums conçus dans le goût du jour, prouve bien que, dans cet ordre d'idées, la rénovation de l'imagerie française est non seulement possible mais souhaitable : en effet les enfants de France, d'instinct ou par atavisme, savent reconnaître tout de suite ce qui est de bon goût, réalisable et à leur convenance.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a beaucoup à faire aussi dans la carte de vœux du Nouvel An, de Noël, du 1er Avril, de Pâques, et aussi, dans la carte postale illustrée en noir ou en couleurs. Signalons en passant que les soldats anglais qui sont actuellement en France, désireux d'envoyer un « souvenir » aux leurs, ont dévalisé dès leur arrivée dans la zone des armées les petites boutiques des cantonnements et se rabattent, faute de mieux, sur des invendus, parce que invendables, horreurs qui doivent donner aux destinataires une bien triste idée de notre goût. On sait que la plupart de nos cartes postales illustrées et en couleurs laissent beaucoup à désirer. Nous y revenons plus loin, à propos de l'Exposition du Musée Cognacq-Jay, qui ne répond pas d'ailleurs à ce qu'on pouvait en espérer pour l'édition.

Nous formulerons tout d'abord une légère critique sur l'ensemble de l'exposition : il ne nous est pas apparu que nos artistes aient exploité beaucoup d'idées nouvelles; sans doute, la composition et l'interprétation sont souvent heureuses ou originales, mais il nous semble, si nous avons bonne mémoire, que dans l'imagerie d'il y a un demi-siècle, les idées exploitées étaient beaucoup plus nombreuses qu'au musée Galliéra. Mais il s'agit d'un début, et ce premier résultat est très encourageant. Peut-être aussi le temps a-t-il manqué aux exposants qui ont été pris un peu de court. Voici quelques-unes des œuvres qui ont retenu notre attention ; ce choix n'est d'ailleurs pas limitatif et dépend des préférences de chacun.

M. Lavalley, qui a pris l'initiative de l'Exposition, a donné l'exemple : il a présenté au public la réalisation de nombreuses idées dont quelques-unes originales. Il a exposé un diorama du Château de Chambord, qui est un bien amusant découpage, et des étiquettes pour le vin de Bordeaux. Dans les vastes vitrines, nous avons vu un projet d'éventail d'André Foy et des coiffures en papier de Blanche Foy. Mme H. Dariel montrait, exécutée au pochoir, une illustration de la fable du Corbeau et du Renard. Pauline Pengniez caractérise « Le Panache français » en découpage. Par le même procédé, Yves Alix nous montre un jardin public. L'alphabet de Jacques Lechevalier indique quelques mots commençant par la lettre N. Mlle Marianne Clouzot présente les délassements champêtres de « La douce France »; M. J. P. Ledoux, reprend une idée vieille de plus d'un siècle, dans sa carte de vœux, où une blanche colombe apporte une lettre.

Voici maintenant des projets d'assiettes de Robert Lotiron, d'une frise dans le goût moderne, les « Vendanges » de Capiello; plus loin, les mouchoirs imprimés de Marthe Labasque et les mousselines peintes de la Rocha. Dans la petite salle sont les bijoux... économiques de Boride qui, avec des pièces de 10 centimes, des perles et même des billets de Métro, a constitué des parures rappelant un peu les bijoux des femmes indigènes de l'Afrique du Nord. Nous avons aussi de nombreux masques en carton et des jeux de quilles que les enfants peuvent exécuter eux-mêmes.

Ne quittons pas la salle sans jeter un coup d'œil sur la vitrine des objets pour « Arbres de Noël » de Marie Mayer-Golenski. Il y a là de véritables trouvailles.

Citons encore : les santons réalistes de Mlle Maclès ; des masques en carton

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et une tire-lire de Félix AGOSTINI, qui est la tête de M. Paul Reynaud, tous modèles que les enfants pourront imiter, mouler ou peinturlurer. Enfin, mis en bonne place pour attirer le regard, dans des planchettes de bois découpées, un soldat finlandais sur ses skis repousse un bloc de glace dans lequel est emprisonné un soldat rouge. Dans cette œuvre de ROBIQUET, l'artiste a fait un heureux usage d'une matière qu'à notre connaissance on n'avait pas encore employée, le mica, pour figurer le bloc de glace; les arêtes mousses du bloc qui ne forment pas contour apparent ont été accusées par un trait obtenu très probablement en appuyant une pointe dure sur la feuille de mica.

Nous ne pouvons pas, à notre grand regret, citer toutes les œuvres remarquables de cette belle exposition qui a été très appréciée des visiteurs du Musée Galliéra.

EXPOSITION DE CARTES POSTALES
(Paris, Musée Cognacq-Jay, ouverte le 1er mars 1940)

C'est sous le titre « Exposition des cartes postales peintes par les Artistes et vendues au bénéfice de l'Entr'aide des Artistes » qu'a été ouverte le 1er mars, au Musée Cognacq-Jay, 25 boulevard des Capucines, une exposition où l'on voit bien deux centaines d'aquarelles ou de gouaches du format de la carte postale internationale mais où l'on voit aussi des autographes et des affiches.

Cette exposition est d'un caractère tout différent de celui de l'Exposition du Musée Galliéra : il ne s'agit pas ici d'inciter les enfants à se servir habilement de leurs mains ou de trouver des éditeurs, mais de vendre des œuvres originales et uniques que les acheteurs conserveront certainement et se garderont bien d'envoyer par la poste. Il ne s'agit pas non plus de fournir du travail à des artistes pendant et après la guerre, mais de secourir les artistes que la guerre et la mobilisation ont plongés dans le dénuement. Cette distinction nous permet de parler plus librement de la valeur « pratique », des œuvres exposées.

Les sujets traités sont surtout des marines et des paysages qui, presque tous, ne rappellent en rien la guerre. Si les exposants ont voulu fournir des modèles aux éditeurs, on peut regretter qu'ils n'aient pas suivi l'exemple d'Yves Brayer et de M. Guyot qui ont exécuté des séries de dessins pouvant fournir des collections; car les « poilus » de M. BRAYER, les « animaux féroces » de GUYOT, et les « enfants » de M. SIGRIST sont tout à fait remarquables. Cependant, si on vise l'édition, il serait préférable d'exécuter des maquettes deux ou trois fois plus grandes et de demander à la réduction une plus grande netteté.

C'est à peu près ce qui semble avoir été prévu dans une série très amusante d'un artiste anglais plein d'humour, qui expose huit des nombreux cas dans lesquels, en temps de guerre, trop parler nuit. C'est une série présentée sous la rubrique *Careless talk costs lifes* (Un bavardage imprudent coûte des vies humaines).

Une grande affiche anonyme, de $2 \times 2{,}50$ m, placée sur le palier, attire l'attention; elle est très belle : en trois couleurs, noir, vert et jaune, elle se prêterait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

admirablement à la reproduction en carte postale. L'artiste a représenté des artilleurs anglais servant, pendant la nuit, une pièce contre avions. On y voit ces mots : *Defend Britain. Join the Anti-Air Craft Units of the Territorial Army.* Nous ne croyons pas que ces affiches originales soient à vendre, comme les cartes postales précitées, de 100 à 400 francs; ce serait pour rien.

Les autographes, vendus de 25 à 100 francs, sont sur format de carte postale. Ils sont de Paul Valéry, de Francis Carco, de Tristan Derème (avec des vers « conformistes », ce qui, évidemment, est une originalité), de Paul Géraldy, de plusieurs compositeurs, etc.

Rappelons, pour inciter les visiteurs qui le peuvent à acquérir quelqu'une des œuvres exposées, que l'Entr'aide des Artistes (Fédération des Salons et Sociétés d'Art graphique et plastique, 9, rue Berryer, Paris, 8e) a été instituée près la Fondation Rothschild, en 1914, par son président actuel, M. de Monzie; qu'elle a déjà distribué, du 24 octobre 1939 au 15 février 1940, tant en argent qu'en bons de nourriture, d'habillement et de charbon, 286 000 francs à 776 artistes, et que son « vestiaire » a fourni des vêtements et du linge à 320 d'entre eux.

On voit que les tendances des diverses sociétés d'artistes qui ont chacune leur Salon annuel sont représentées dans cette Exposition; chacun pourra donc y trouver une œuvre à son goût personnel. L'initiative de semblables expositions est due à J.-Gabriel Domergue; l'an dernier, il en lança une du même genre sur la Côte d'Azur où elle remporta un grand succès : il s'agissait surtout de cartes de Noël et de Jour de l'An.

L'exposition du Musée Cognacq-Jay est placée sous le parrainage de M. Paul Léon, membre de l'Institut. Elle est publique et gratuite. La date de sa fermeture n'a pas été fixée. Il est regrettable que, si proche de l'Opéra, dans un quartier où l'animation est si grande à l'heure du déjeuner, elle soit fermée de midi à 14 h. On la parcourt en quelques minutes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

COMITÉ D'AGRICULTURE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 4 OCTOBRE 1939).

Le 27e Congrès national de la Mutualité et de la Coopération agricoles, (Belfort, 15-18 juin 1939),

par M. Louis TARDY, *membre du Conseil.*

Le 27e Congrès national de la Mutualité et de la Coopération agricoles s'est tenu à Belfort du 15 au 18 juin, sous la présidence effective de M. Queuille, ministre de l'Agriculture, président de la Fédération nationale de la Mutualité et de la Coopération agricoles.

Onze rapports ont été présentés au cours des quatre séances d'études, qui ont été régulièrement suivies par plus de 400 délégués, dont plusieurs représentaient des associations agricoles étrangères, notamment de la Suède et des Pays-Bas.

M. Eugène MONTET, président de l'Association des Présidents de Caisses régionales de Crédit agricole, et de la Caisse régionale de l'Ile de France, a présenté un rapport tout particulièrement documenté sur la *Situation du crédit agricole*. Toutes ses conclusions ont été approuvées par le Congrès, qui, après les interventions de M. PALMADE et de M. QUEUILLE, ministre de l'Agriculture, a adopté un vœu demandant qu'aucune atteinte ne soit portée, même indirectement, au statut fiscal actuel des coopératives, et qu'à l'occasion de la contribution exceptionnelle et de la taxe d'armement, il ne soit question de considérer de nouveau le critérium du perfectionnement de l'outillage et de l'industrialisation, critérium qui est en contradiction avec les progrès de l'agriculture et qui avait pourtant été formellement condamné par un décret-loi du 8 août 1935.

Deux autres rapports de M. PASQUIER BRONDE et de M. KLOPFENSTEIN ont étudié la *situation du crédit agricole en Algérie et dans le Territoire de Belfort.*

M. Jean LEFÈVRE, directeur de l'Institut national agronomique, a traité le sujet tout particulièrement important et d'actualité de *L'enseignement de la coopération agricole dans les établissements d'enseignement public.* Il a insisté sur l'importance de cet enseignement du point de vue individuel, comme du point de vue économique et social. Il en a précisé le but et les méthodes, en analysant la situation actuelle de cet enseignement en France et à l'étranger et en rappelant la création de la Section d'application de l'Institut national agronomique. Il a conclu en souhaitant l'extension de l'enseignement de la coopération, particulièrement nécessaire dans la situation actuelle de l'agriculture française.

Parmi les autres rapports d'intérêt général, il y a lieu de signaler celui de M. Marcel ASTIER, sénateur, vice-président de la Fédération nationale de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mutualité et de la Coopération agricoles, sur la *Représentation des associations agricoles au sein des organismes internationaux.*

D'autres rapports, également très intéressants, ont été présentés : par le Dr Jean VIMEUX, sur la *Prophylaxie de certaines maladies contagieuses du bétail*; par MM. MALNOURY et GASCARD, sur *La loi du 1er juillet 1938 sur les accidents du travail et son application dans l'agriculture*; par M. SILORET, sur *Les unions de coopératives agricoles*, et par MM. PARGUEY et LAURENT, sur les *Associations agricoles* et sur *L'élevage et les syndicats d'élevage dans le territoire de Belfort.*

Pour ma part, il m'avait été demandé de présenter une étude sur *Les systèmes de crédit agricole en vigueur dans les différents pays.*

Le Congrès, tenant compte des observations déjà présentées par M. Montet, M. Pasquier Bronde et M. Palmade, a reconnu qu'une solide organisation du crédit agricole, basé sur les principes que j'avais exposés, est le plus sûr moyen d'assurer la conservation de l'agriculture, qui, comme l'a reconnu la Société des Nations elle-même, est une question absolument vitale pour la plupart des pays et ne peut être considérée comme un problème seulement économique.

Le Congrès a pensé qu'un crédit agricole, solidement organisé sur de tels principes, prenant les garanties indiquées et surveillant, comme je l'avais recommandé, l'emploi fait par les agriculteurs des crédits qui leur sont consentis, ne peut pas permettre des spéculations foncières, ni favoriser la surproduction, mais est, au contraire, le meilleur moyen d'assurer la stabilité de la monnaie d'un pays, d'obtenir l'équilibre économique et financier de ce pays, et d'améliorer sa situation générale.

Un banquet, sous la présidence de M. Queuille, ministre de l'Agriculture, a réuni près de 500 personnes. M. CONSTANT, secrétaire général du Territoire de Belfort, M. Maurice PALMADE, sénateur, ancien ministre, M. MIELLET, député de Belfort, ancien ministre, M. DREYFUS SCHMIDT, maire et conseiller général de Belfort, M. VIELLARD, sénateur, et M. QUEUILLE ont pris la parole et ont été unanimes à préconiser le développement des institutions de crédit de coopération et de mutualité agricoles.

Au cours des deux très belles excursions organisées à travers le beau pays d'Alsace, M. Queuille, ministre de l'Agriculture, a rendu hommage aux paysans alsaciens, à la qualité des vins d'Alsace et aux résultats obtenus par l'exploitation de la potasse. Il a rappelé à ce propos la constitution de la Société nationale des Engrais composés, dont il a montré toute l'utilité.

Ce 27e Congrès de la Fédération de la Mutualité et de la Coopération agricoles a permis aux représentants des associations agricoles de toutes les régions de France d'examiner et de discuter toutes les questions intéressant le crédit, la coopération et la mutualité agricoles, et d'exprimer les vœux les plus utiles pour le plus grand essor de l'agriculture française.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Traité de la brevetabilité. Le concept de cause et le brevet d'invention, par Alain CASALONGA, docteur en droit, Ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur-conseil en propriété industrielle. Un vol. br. (25 × 16) de VII + 384 p. — Librairie Dalloz, édit., 11, rue Soufflot, Paris, (5e). 1939. Prix, broché : 86 fr.
Index : 347.77 + 608.3

Écrire sur un sujet dont la loi organique est presque centenaire et qui a été usé par une exégèse considérable de la part des doctrinaires et des tribunaux, et faire néanmoins un livre plein d'intérêt et d'aperçus originaux, c'est là une façon de tour de force qu'a su réaliser M. Alain CASALONGA, Ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur-conseil en propriété industrielle, docteur en droit, dans son *Traité de la brevetabilité. Le concept de cause et le brevet d'invention.*

Partant du concept de cause, il a eu l'originalité d'en tenter une application à la propriété industrielle et spécialement à la question des brevets. C'était déjà là une grande marque d'audace quand on songe aux controverses qui, à propos de ce concep tmême, ont séparé des juristes tels que MM. Capitant et Planiol, pour ne parler que des modernes les plus en vue.

Dans les premières pages de son ouvrage, M. Casalonga expose avec impartialité, et en faisant preuve d'un esprit juridique à la fois subtil et sûr, la manière dont ce concept a pris naissance depuis les canonistes, en passant par les Bartole et les Domat, jusqu'au Code civil, puis aux juristes et civilistes modernes. Du byzantinisme? Certes, il y en a inévitablement dans de tels domaines, mais le progrès intellectuel ne doit repousser aucun tâtonnement; des réussites sont dues parfois à des raisonnements risqués ou à des conceptions audacieuses. M. Casalonga note, d'ailleurs, que la théorie actuelle de la cause a été finalement l'œuvre de la jurisprudence plutôt que de la doctrine. La recherche du « motif déterminant » au moment de la formation d'une convention — et même au cours de son exécution — se retrouve maintenant dans toutes les décisions de justice et alors, comme l'écrit très justement l'auteur, « la notion de cause ne paraît être qu'un aspect du principe de justice et d'équité ».

M. Casalonga arrive ensuite à la loi de 1844 sur les brevets d'invention. Le brevet, tel que le définit cette loi, est-il un acte contractuel? C'est là, sans doute, qu'on pouvait attendre l'auteur puisque, si le brevet n'est pas un contrat, l'application à ce cas spécial de la théorie de la cause en matière de contrat n'aurait aucune raison d'être. Avec une assurance juvénile M. Casalonga traite ce point capital en quelques lignes; certes il s'abrite derrière l'autorité du classique Pouillet et de nombreux spécialistes, comme aussi des lois aux États-Unis et en Grande-Bretagne; mais, enfin, la raison qui paraît le déterminer est que, si on n'admettait pas ce postulat, le concept inverse, à savoir celui du brevet résultant, avec ses droits et ses devoirs, d'un acte unilatéral des Pouvoirs publics (doctrine des lois allemande et suisse), ne serait pas générateur de conclusions intéressantes. Nous ne ferons pas grief à l'auteur de ce raisonnement quelque peu syllogistique; car, autrement, nous n'aurions peut-être pas eu la suite de l'ouvrage, ce qui eût été grand dommage. Lorsque, ensuite, un article de la loi ne cadrera pas avec ce postulat, le commentateur en sera quitte pour prononcer qu'il s'agit là d'une anomalie.

Donc, nous admettrons, pour les besoins de la cause, avec M. Casalonga que le brevet matérialise un contrat synallagmatique entre l'inventeur et l'État. Mais quelle sera la « cause » d'un tel contrat?

Cette cause, ou du moins une cause essentielle de l'obligation de la société, serait la nouveauté de l'invention. Une autre cause inscrite dans la loi serait le caractère industriel de l'invention. Pas de nouveauté, pas de brevet; comme aussi, pas de résultat industriel, pas de brevet. Telles seront ici les applications de la règle « pas de contrat sans cause ». Quant à la cause de l'obligation de l'inventeur, c'est l'exclusivité que lui reconnaîtra la société.

Ceci posé, l'auteur s'efforce de tirer de ce concept de cause une aide pour résoudre certaines difficultés actuelles de jurisprudence, telles que la discrimination entre le moyen, qui peut être breveté, et le résultat ou le problème posé, qui, lui ne peut l'être, — entre l'application nouvelle, qui est brevetable, et le principe théorique, qui ne l'est pas, comme aussi la limitation qu'il convient de donner, dans certains cas, à un brevet visant une « idée-mère ». L'auteur fait preuve, dans cette tâche assez subtile, d'une ingéniosité réelle, voire même parfois excessive.

Sans doute ne suis-je pas loin de penser qu'après comme avant l'ouvrage de M. Casalonga, les spécialistes et les juges continueront d'hésiter, pour chaque espèce, entre l'application nouvelle brevetable et l'emploi nouveau non brevetable, entre la combinaison brevetable et la juxtaposition non brevetable, etc., mais les vues de l'auteur sont toujours attrayantes, et elles visent à imposer à l'esprit une gymnastique fort utile, dont est appelée à profiter la vieille doctrine elle-même.

Particulièrement intéressants sont les développements donnés à certaines questions qui se poseront aussi longtemps que le législateur ne remplira pas son devoir en les tranchant lui-même; par exemple, deux brevets déposés dans le secret pour la même invention par des inventeurs différents, ou encore

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par le même inventeur, peuvent-ils coexister? La jurisprudence la plus récente dit oui, M. Casalonga dit non (s'agissant de deux inventeurs différents), et il s'appuie pour cela sur l'exclusivité qui serait la cause de l'obligation principale du breveté.

De même, le brevet « intercalaire » pris par un tiers dans l'année de priorité du premier déposant unionniste est-il valable? La jurisprudence a dit souvent non, M. Casalonga dit oui (avant la Conférence de Londres de 1934).

Ces exemples font apparaître l'indépendance et la liberté des opinions formulées dans cet ouvrage, ce qui n'est pas son moindre prix.

En bref, je conclurai volontiers que M. Alain Casalonga a fait passer dans le domaine des brevets, où stagnait un air quelque peu usé par cent années de débats en vase clos, un grand souffle de droit pur, tiré du concept de la causalité. En son livre de plus de trois cents grandes pages, édité avec le plus grand soin, il apporte au spécialiste des points de vue juridiques nouveaux, avec, à l'appui, des cas concrets intéressants et des citations fort nombreuses d'une jurisprudence bien choisie. Ce livre devra être consulté désormais avec fruit par tous ceux qui ont à prendre parti dans une question délicate de contrefaçon ou de brevetabilité; car il n'est pas douteux que ce concept de cause, si voisin de la notion d'équité, manié avec délicatesse et mesure, peut servir à éclairer juridiquement, ou parfois même, à rectifier les opinions classiques. Les inventeurs seront également intéressés par la lecture de cet ouvrage, écrit dans un style clair et facile: ils se rendront compte que M. Alain Casalonga a commencé à son tour de mener en leur faveur le bon combat où se sont distingués, depuis tant d'années, successivement son grand-père et son père.

Pour tous ces motifs l'ouvrage remarquable et nouveau de M. Alain Casalonga mérite de retenir l'attention de la Société d'Encouragement qui, comme par un passé aujourd'hui très ancien, continue à s'intéresser à tout ce qui concerne la propriété industrielle et les inventions, facteurs importants de la prospérité de notre industrie.

Camille BLÉTRY.

Barèmes pour le prélèvement des 40 p. 100 des salaires des heures supplémentaires auxquels est joint un modèle-type de feuille de paie; t. I : **Employés**; — t. II : **Ouvriers**, par Maurice PICARD. 2 br. (27 × 21), reliure « Intégrale ». S. I. P. Les Publications pratiques, édit., 186, faubourg Saint-Martin, Paris (10e). 1940. Prix : 160 fr les deux tomes qui ne se vendent pas séparément. Index : 336. 2 : 331.2

Nul n'ignore les complications excessives apportées dans la comptabilité par tous les nouveaux règlements concernant les salaires, règlements qui se sont multipliés depuis le mois de septembre 1939.

Le décompte des heures supplémentaires, les retenues qu'elles comportent pour le compte de l'État, leur mode de calcul, sans compter toutes les perceptions dont les entreprises sont maintenant chargées à la place des agents du fisc, occasionnent un travail excessif aux comptabilités qui, pour la plupart, ont déjà été désorganisées par la mobilisation.

Aussi, ces questions retiennent-elles longuement l'attention des chefs d'entreprises qui sont cependant très surchargés d'autre part, et qui sont amenés fréquemment à négliger certaines questions concernant la direction générale pour venir au secours de leur comptabilité.

On ne saurait donc savoir assez de gré à ceux qui ont pris le problème en quelque sorte corps à corps et qui, au prix d'un travail acharné et fastidieux, ont apporté en cette matière un concours utile à l'ensemble des affaires.

M. Maurice PICARD, expert-comptable, a été un de ceux-là. Il s'est livré à l'étude minutieuse des textes successifs, en a tiré les conclusions et les a pour ainsi dire codifiés dans une série de tableaux. Il a établi, en ce qui concerne le personnel administratif et le personnel ouvrier, deux séries de barèmes relatifs au prélèvement des 40 p. 100 des heures supplémentaires; chacun de ces tableaux comprend, après une notice explicative, environ 32 pages de chiffres, permettant de trouver, pour un salaire déterminé, la somme qu'il faut retenir et verser au Trésor public.

Grâce à ce travail préparatoire ainsi établi par M. Maurice Picard, grâce à ses tableaux, de nombreux calculs sont évités aux comptables des feuilles de paye, et l'établissement de celles-ci se trouve notablement facilité et accéléré.

Nous estimons que ce travail doit retenir l'attention de notre Société en raison des services qu'il rendra aux industriels. E. SOMMIER.

La famille d'un échevin de Paris, les Hazon (Généalogies et compléments historiques). In-4°, de 268 pages, 1939. Index : 92

Les Brongniart. In-4°, de 171 pages. Index : 92

L'éveil des Gaules : A, La marche sur Alésia; B, L'aventure de Labienus sous « Paris ». In-4°, de 127 pages. Index : 9

Dictature vampire. In-4°, de 27 pages, 1938. Index : 9 + 231.62

La droite et la gauche. L'homme à la main heureuse. In-4°, de 60 pages, 1938. Index : 1 + 9

Les rues de Paris. In-4°, de 22 pages. Index : 625.7-8 + 9

Six documents multicopiés, de 35 × 23 cm, par le général Jean-Baptiste DUMAS.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le général J.-B. Dumas, petit-fils du grand chimiste Jean-Baptiste Dumas, qui fut le troisième président de la Société d'Encouragement, de 1845 jusqu'à sa mort (1884), emploie sa retraite à des travaux nistoriques et philosophiques. Il a d'abord écrit une biographie de J.-B. Dumas, dont l'analyse a paru dans le *Bulletin* sous la signature du regretté Cbarles de Fréminville, secrétaire général de la Société d'Encouragement.

Tous ses ouvrages, multicopiés à un petit nombre d'exemplaires, ne sont pas dans le commerce. Nous le remercions très vivement du don qu'il en a fait à la Société d'Encouragement pour sa *Bibliothèque* : ses habitués les liront avec curiosité : on y trouve des faits peu connus et des idées, remarques ou observations sporadiques, que chacun a pu faire, mais qui, à notre connaissance, n'avaient pas encore été coordonnées ni exposées systématiquement dans leur ensemble.

Les deux premiers ouvrages cités plus haut sont des études historiques sur des familles auxquelles la famille Dumas était apparentée ou avec lesquelles elle était amie. Ces études de familles contiennent, entre autres, les biographies scientifiques de : Coquebert de Montbret, qui collabora, comme Prony, à l'établissement du Système métrique décimal, et fut un des fondateurs de la Société d'Encouragement; Alexandre Brongniart et Hervé-Mangon, qui furent membres de son Conseil, et Jean-Baptiste Dumas.

Le troisième ouvrage, accompagné de planches, est une œuvre historique de stratégie montrant l'éveil chez les Gaulois du sentiment de leur unité, politique et sociale, sentiment qui se rattache étroitement à l'idée beaucoup plus récente de patrie

Dictature vampire comporte les chapitres suivants, qui renseignent très exactement sur le propos de l'auteur : Le cauchemar des appétits allemands; Les freins; Réalités; La guerre multiforme se poursuit aussi dans la paix; Les « boucliers de paix »; Cordialités; Impuissances.

L'étude du général Dumas, arrêtée au 2 octobre 1938, montre que, jusqu'à cette date, « les appétits allemands ont constamment été satisfaits», et que, « une gendarmerie au service de la justice est toujours nécessaire, même entre les peuples, pour donner une conscience à ceux qui en manquent. »

Dans *La gauche et la droite*, le général Dumas montre qu'il est impossible de définir la gauche et la droite sans que ce soit par rapport à l'homme, donc d'une façon toute arbitraire et conventionnelle. L'homme n'a eu d'ailleurs conscience d'une distinction entre la gauche et la droite que lorsque, chez les peuples primitifs, la main droite fut celle qui maniait l'arme offensive, la gauche tenant le bouclier, protecteur de son organe le plus vulnérable, le cœur. Et c'est ainsi que la main droite est devenue la main heureuse, plus habile que la gauche, et destinée à manier la plume ou le pinceau quand l'homme commença à s'adonner aux arts de la paix.

Le sens de giration et l'orientation donnent lieu aux mêmes difficultés pour leur définition que la droite et la gauche.

Le général Dumas fait observer qu'il ne s'agit là « que d'un essai philosophique concret sur des faits qu'il a rapprochés et groupés, témoins de nos incohérences, où les prétentions de précision et d'entente par le langage ont une grande part; alors qu'il n'est que des malentendus perpétuels bien qu'on croie se comprendre. La loi de la main droite tyrannise d'ailleurs, en conséquences inconscientes, bien des gestes, habitudes séculaires, de convention maintenant, et restes d'un passé bien oublié des générations successives. »

« L'aperçu d'histoire humaine, que j'ai essayé, dit l'auteur, de fournir, par le moyen de quelques vues, pourra éveiller des idées endormies ou assoupies dans l'habitude aveugle sans recherche d'explication ou d'origine. Peut-être sera-t-il susceptible, s'il rencontre par hasard un « lecteur » qui lise, non pas de conclure, mais de rencontrer des usages de méthode plus commode pour la raison. »

On trouvera dans *La gauche et la droite* des considérations curieuses et intéressantes sur des questions se rattachant étroitement à la droite et à la gauche, ainsi qu'aux sens de giration et à l'orientation; sur : les ambidextres; les fuseaux horaires; l'antiméridien et le changement de quantième; l'orientation des monuments religieux; le théâtre (côté cour et côté jardin); le blason; les vêtements se boutonnant de la main droite ou de la gauche, et les coquillages dextrogyres ou sinistrogyres; le sens des écritures; le placement des livres sur les rayons des bibliothèques et du couvert sur la table; le protocole; la langue des commandements; les vents et les courants marins; la dyssymétrie moléculaire, origine des travaux de Pasteur.

Dans *Les rues de Paris*, l'auteur, qui certainement aime Paris et tout ce qui s'y rattache, fait d'abord un court historique du numérotage rationnel des maisons, qui, relativement récent (Consulat), simplifia et précisa grandement les adresses. Son emploi est loin d'ailleurs d'être généralisé, en France comme à l'étranger. Le général Dumas montre comment, de façon très heureuse parfois, étaient baptisées les rues autrefois, et déplore les changements de noms, trop souvent maladroits, et surtout les noms nouveaux, inspirés presque toujours d'un esprit étroit de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

parti, qui ne consacre qu'une gloire éphémère ou contestable et peut d'ailleurs manquer totalement de signification pour les habitants, perdre rapidement sa signification ou ne plus évoquer aucun souvenir comme le faisaient les noms anciens.

L'auteur s'élève contre :

des noms interminables sans utilité comme : rue Alphonse de Neuville, rue José Maria de Hérédia; avenue du général Michel Bizot;

des noms communs à une rue, un boulevard une porte, un quai, une place, un passage, un square, une cité, surtout s'ils ne comptent aucun habitant ou s'ils ne se trouvent pas proches l'un de l'autre (rue, cité, avenue, chaussée, impasse d'Antin, dans les 2e, 8e et 9e arrondissements; porte et avenue de Versailles, dans les 8e et 15e arrondissements);

des noms comportant un nombre (Henri IV, George V, 4 Septembre), qui peut se confondre, plus souvent qu'on ne le croit, dans la graphie des adresses, avec le numéro de la maison;

des noms comportant un même mot, comme champs, qu'on retrouve dans une douzaine d'artères parisiennes;

des noms rappelant un fait qui peut devenir désobligeant pour nos nouveaux amis, par exemple s'il s'agit d'une victoire française qu'il est parfaitement inutile de rappeler. Si, de plus, le nom est étranger, d'une prononciation difficile pour un Français demi-illettré, inévitablement des noms comme Schœlcher, Castiglione, Wagram, Wilson finissent par être prononcés à la française, ce qui peut prêter à confusion et amuse quelquefois les étrangers à nos dépens.

Mais il convient de conserver des noms significatifs ou évoquant un souvenir historique du vieux Paris, d'une vieille enseigne (Arbalète, Cherche-Midi, Irlandais); et, si le mot « gare » fournit un renseignement utile pour une localité qui n'en compte qu'une, il est absurde de l'employer pour Paris qui en compte plusieurs. Cependant, si le nom historique est très long et désuet, il peut y avoir avantage à en changer. Enfin, des noms de rues qui avaient perdu leur sens ont été estropiés tant qu'ils n'ont pas été écrits; ainsi la rue de l'Attacherie, celle qu'habitaient les faiseurs d'agrafes, est devenue rue de la Tacherie.

Le nom des rues doit être simple, court, facile à écrire et à prononcer, ne se prêter à aucune confusion ou équivoque. Il est fâcheux que le soin de les baptiser et de les débaptiser soit laissé à la libre discrétion des municipalités. Le changement de nom est trop souvent fâcheux, et il se traduit toujours par une perte inutile de temps et d'argent.

E. LEMAIRE.

BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN JANVIER ET FÉVRIER 1940.

RIBAUD (G.). — **Les hautes températures.** (Nouvelle collection scientifique; directeur, Émile BOREL.) In-12 (19 × 11) de 173 p., 14 fig., IX tableaux. Paris, Librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain (6e), 1939. **18748**

DUMAS (Général J.-B.). — La famille d'un échevin de Paris. **Les Hazon.** Généalogies et compléments historiques. In-4 (35 × 23) de 268 p. (dactylographié). 1939. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **18749**

DUMAS (Général J.-B.). — **Les Brongniart.** In-4 (35 × 23) de 171 p. (dactylographié). (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **18750**

CENTRE D'ÉTUDES THERMIQUES. — **Guide de la documentation en thermique et en thermodynamique pures et appliquées.** In-4 (30 × 25) de 23 + 93 p. (dactylographié). Paris, 62, rue de Courcelles (8e), 1940. **18751**

DUCHEMIN (RENÉ-P.). — **Organisation syndicale patronale en France.** In-8 (20 × 13) de IX + 330 p. Paris, Librairie Plon, 8, rue Garancière (6e), 1940. **18752**

GARNIER (EDMOND). — **L'agriculture dans le département de la Seine et le marché parisien du point de vue du ravitaillement alimentaire.** In-4 (28 × 19) de 297 p., fig. Poitiers, Imprimerie l'Union, 2, rue Thibaudeau, 1939. (*Don de l'auteur.*) **18753**

PICARD (MAURICE). — **Barèmes pour le prélèvement des 40 p. 100 des salaires des heures supplémentaires auxquels est joint un modèle-type de feuille de paie. I : Employés. — II : Ouvriers.** In-8 (27 × 21). Reliure « Intégrale ». Paris, S. I. P., Les Publications pratiques, 186, faubourg Saint-Martin (10e), 1940. **18754-18755**

CARNEGIE (DAVID) en collaboration avec GLADWYN (SIDNEY C.) — **L'acier.** Sa fabrication, son prix de revient. Traduit de l'anglais par E. BAZIN. In-8 (25 × 16) de XVIII + 633 p., 252 fig., X pl. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints Pères (6e), 1915. **18756**

GÜLDNER (HUGO) — **Calcul et construction des moteurs à combustion.** Manuel pratique à l'usage des ingénieurs et constructeurs de moteurs à gaz et à pétrole. Traduit de l'allemand par L. DESMAREST. In-4 (32 × 20) de VI + 633 p., 750 fig., XI pl. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints Pères (6e), 1905. **18757**

Journées de la lutte contre la corrosion (Paris 21-23 novembre 1938), organisées par la SOCIÉTÉ DE CHIMIE INDUSTRIELLE et le CENTRE DE PERFECTIONNEMENT TECHNIQUE. In-4 (30 × 22) de 525 p., fig. Paris, Chimie et Industrie, 28, rue Saint-Dominique (7e), 1939. **18758**

DUMAS (Général J.-B.). — **L'homme à la main heureuse. La droite et la gauche.** In-4 (35 × 23) de 60 p. (dactylographié). 1938. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **Pièce 14225**

DUMAS (Général J.-B.). — **L'éveil des Gaules. A : la marche vers Alésia; — B : L'aventure de Labienus sous « Paris ».** In-4 (35 × 23) de 127 p. (dactylographié). 1939. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **Pièce 14226**

DUMAS (Général J.-B.). — **Les rues de Paris.** In-4 (35 × 23) de 22 p. (dactylographié). (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **Pièce 14227**

L'agent général, gérant,

E. LEMAIRE.

Imprimé en France par BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA CRÉATION ET LE DEVENIR DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

En l'an IX de la République, M. de Lasteyrie, qui revenait de Londres, se rendit chez M. Benjamin Delessert; plusieurs hommes amis de leur pays et éminents dans les sciences, l'industrie et l'administration se trouvaient en ce moment dans les salons de la rue Coq-Héron.

De Lasteyrie parla de ce qu'il avait remarqué dans son voyage et surtout de la Société fondée à Londres en 1754 sous le titre : Société pour l'Encouragement des Arts, des Manufactures et du Commerce. Il fit ressortir tous les services qu'elle avait rendus à l'industrie anglaise.

A cette époque, il existait à Paris un grand nombre de sociétés savantes; mais celles qui s'occupaient spécialement de l'industrie étaient mal organisées et fonctionnaient mal.

Après avoir causé quelque temps sur ce sujet, on reconnut la nécessité de fonder à Paris une Société d'Encouragement à l'instar de celle de Londres et les premières bases de cette création furent immédiatement posées. On fit circuler une liste d'adhésions et le 12 vendémiaire an X (4 octobre 1801) une réunion préparatoire eut lieu.

Le 9 brumaire an X (1er novembre 1801), la Société tenait sa séance d'ouverture dans laquelle le citoyen Degerando prononçait un discours remarquable et exposait le but poursuivi et le plan d'organisation.

Le 27 brumaire (18 novembre 1801) était tenu le premier Conseil, qui fut composé de six commissions.

Le 9 nivôse (1er janvier 1802), en séance générale, on arrêtait la liste générale des souscripteurs qui s'élevait à 279.

En quelques semaines, la liste des souscripteurs s'était couverte des noms les plus considérables. Bonaparte, premier Consul, s'inscrivait pour 100 souscriptions; Cambacérès et Lebrun, deuxième et troisième Consuls, pour 12 et 30 souscriptions; Chaptal, ministre de l'Intérieur, pour 50 souscriptions.

En 1801, notre industrie était assez arriérée; nous devions la perfectionner et l'activer pour espérer pouvoir un jour entrer en concurrence sur les marchés étrangers avec l'Angleterre et même avec l'Allemagne. Les efforts faits sous la Convention pour la défense de l'indépendance du territoire montraient de quelle énergie de volonté le peuple français était doué; les problèmes scientifiques résolus alors pour créer des fabriques d'armes et le salpêtre, que nous ne pouvions plus recevoir de l'étranger, montraient de quel esprit d'invention étaient doués les savants français.

Les hommes éminents, qui, en 1801, présidaient aux destinées futures de la France, comprirent toutes les ressources qui résidaient en cette volonté nationale, en cet esprit scientifique, si on les dirigeait vers les applications des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sciences aux arts industriels. C'est dans cette pensée que les savants les plus illustres, les hommes politiques les plus éminents s'empressèrent d'inscrire leurs noms sur la liste des souscripteurs de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, qui, dans leur idée, devait être la véritable Académie des Sciences appliquées [1].

Le discours du citoyen Degerando à la séance d'ouverture de la Société, le 9 brumaire an X (1er novembre 1801), explique les buts poursuivis par la Société : éclairer l'industrie par l'instruction, distribuer des encouragements avec discernement, exciter, entretenir et diriger l'esprit public. Cet esprit public n'étant autre chose que l'opinion publique suscitée par le sentiment du bien public.

Degerando définit aussi la position de la Société à l'égard du Gouvernement. Après l'éloge rituel de l'œuvre de relèvement réalisé par le Consulat, il s'exprime ainsi : « Mais, après tout, le meilleur gouvernement ne peut ni tout voir ni tout faire. Il doit protéger encore plus qu'agir. Son influence doit être générale pour être efficace; elle se nuit à elle-même en descendant dans les détails : il sème pour nous mais il nous laisse le soin de recueillir. »

« Essentiellement distincte des travaux de l'Administration, l'institution que vous fondez achève donc l'ouvrage du Gouvernement, bien loin de le contredire ou de rivaliser avec lui. Les bienfaits du Gouvernement sont une sorte d'appel à l'industrie. Cet appel vous venez d'y répondre au nom de la Nation entière. C'est pour bien marquer l'intérêt que le Gouvernement prend à l'œuvre de la Société que le premier magistrat de la République, ses deux collègues et son ministre de l'Intérieur ont voulu y reparaître comme simples citoyens. »

Sous la présidence de Chaptal qui, au début, avait été un peu sceptique sur la durée de l'association, mais qui la présida jusqu'en 1832 et la fit prospérer, puis sous celle du baron Thenard (1832 à 1845), et sous celle de Jean-Baptiste Dumas (de 1845 à 1884), la Société prit son plein développement et acquit une très légitime autorité.

Après Dumas, le régime de la présidence fut modifié et, depuis cinquante ans se sont succédé, à la tête de la Société, de nombreuses et éminentes personnalités qui ressortissent aux branches diverses de l'industrie et dont un grand nombre ont appartenu à l'Institut. On relève, parmi ces personnalités, les noms de Henry Le Chatelier et de Bertin, connus du monde entier, qui ont illustré la chimie et la construction navale.

Dans la manifestation du cinquantenaire de J.-B. Dumas, au mois d'octobre 1934, le Président en exercice faisait ressortir qu'après la mort de Dumas, de 1884 à nos jours, les progrès techniques industriels avaient pris une marche accélérée à laquelle a correspondu l'éclosion de nombreux groupements spécia-

(1) Tout ce qui précède est extrait du rapport de Théodore Olivier, chargé par le Bureau de 1847, de rechercher les noms des premiers fondateurs de la Société pour faire graver ces noms sur une table de marbre, qui est encore placée dans la grande salle des séances de la Société d'Encouragement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lisés, souvent dotés de très importantes ressources. Il citait les remarques faites par l'illustre inventeur Maurice Leblanc sur la nature de l'effort nécessité pour la mise au point de l'industrie du transport de l'énergie électrique, qui ne pouvait être que l'œuvre d'une collectivité ; une armée de travailleurs avait contribué aux résultats obtenus grâce à la diffusion faite par la presse scientifique.

La création des nombreux groupements spécialisés, la constitution de sociétés industrielles locales dans de nombreux centres industriels particulièrement actifs, développements entrevus et désirés par Dumas, laissent-ils à notre vieille Société un terrain d'action?

L'industrie a-t-elle besoin d'encouragements? Certains esprits trouvent que le progrès technique va trop vite, qu'il est la cause du grand désordre social. Nous ne devons pas oublier que la guerre de 1914 a été voulue pour assurer la prééminence économique d'une nation qui commençait à souffrir de l'exagération de son outillage industriel.

C'est précisément dans ces circonstances, où les idées paraissent flottantes, que le rôle de notre Société semble devoir être particulièrement utile.

Dès 1933, les présidents de la Société ont appelé énergiquement l'attention sur le fait que le progrès technique n'est pas le seul élément du progrès industriel, que des erreurs, comme celle de la lutte des classes, peuvent, si elles se répandent, annihiler complètement le rendement du travail national, qu'il est indispensable de maintenir l'harmonie entre les diverses catégories des collaborateurs de l'industrie, que les questions sociales ont une importance capitale et qu'il est nécessaire de rappeler que les chefs éclairés de l'industrie ont été aussi les promoteurs des grands progrès sociaux et qu'ils sont toujours les plus aptes à discerner et à préparer les voies d'un meilleur avenir.

La Société a organisé des cycles de conférences à cet effet sur l'initiative du président Lacoin.

La Société a fait davantage : elle a organisé des manifestations ayant pour but l'étude des lacunes à combler dans notre organisation industrielle : Manifestation des Matières plastiques en 1939, Manifestation impériale en 1940.

Pour réaliser ces manifestations, elle a courageusement engagé les quelques réserves qu'elle avait pu réaliser dans les années de finances prospères. Elle ose espérer qu'il reste encore quelque chose dans l'opinion de l'enthousiasme qui régnait à la création en 1801 pour lui permettre de continuer son action [2].

Il est piquant de mettre en regard les situations respectives à ce jour de notre Société et de sa sœur aînée, la Royal Society of Arts.

Dans le dernier rapport publié par la société de Londres, celle-ci relate un nombre de membres de 4.628. Ses revenus s'élèvent à quelque 2.440.000 de nos

(2) Les grands chefs auxquels a été confié le sort de l'industrie ont toujours cherché à réaliser la coopération des savants et des industriels. Dans cet esprit, Loucheur, devenu ministre de l'Armement, avait conçu la pensée du groupement de la Renaissance française (rue de Poitiers). Sans nul doute, il eût compris que son idée était la même que celle des fondateurs de la Société d'Encouragement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

francs, dont 1.950.009 pour les cotisations, 192.000 pour les revenus et intérêts des valeurs mobilières, 185.000 pour les ventes et la publicité du *Journal* et 113.000 pour les locations de salles. Son bilan s'élève à près de 19.800.000 fr. Dans ce bilan, la valeur de son hôtel figure pour 8.760.000 et le mobilier qu'il contient pour 1.760.000. Le portefeuille titres est évalué à 7.630.000 fr.

En face de ces chiffres nous ne pouvons présenter qu'un total de recettes de l'ordre de 140.000 fr, où les cotisations figurent pour moins de 40.000 fr; les revenus des fondations atteignent environ 78.000 fr. C'est un chiffre de quelque 218.000 fr à peine au total que nous pouvons mettre en face des 2.440.000 fr de notre sœur aînée. Seul notre portefeuille titres, qui est évalué à plus de 3.500.000 fr, fait figure à côté de celui de la Royal Society ; il reste le témoin d'une ancienne prospérité aujourd'hui plus que réduite.

Malgré notre très grande infériorité financière, la collection de notre *Bulletin* supporte la comparaison de la collection de son *Journal*, et l'activité de notre Conseil celle du Conseil, si différent de la Royal Society of Arts. Un peu de l'attachement aux vieilles institutions, tel que le pratiquent nos voisins anglais, pourrait peut-être utilement corriger les inconvénients de notre trop grande faculté d'oubli et ne pas laisser périr un précieux capital d'autorité acquise par plus de cent ans d'efforts dépensés dans le sens du bien public. A. ALBY.

Mars 1940.

COMPTE RENDU DES SOLENNITÉS
ORGANISÉES EN MAI 1940 PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Quinzaine de la France d'outre-mer (4-18 mai 1940).

Les solennités organisées par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale pendant le mois de mai 1940, et dont l'objet et le programme ont été exposés dans le *Bulletin* de février-mars, se sont succédé dans l'hôtel de la Société, 44, rue de Rennes, conformément à ce programme, qui avait été établi par son Conseil d'Administration, avec le concours des Agences économiques des Colonies et des Groupements coloniaux.

Nous en donnons ci-après un compte rendu succinct, les numéros du *Bulletin* de juillet-août et septembre-octobre devant y revenir en détail.

***

EXPOSITION DE PRODUITS EXPORTABLES DE LA FRANCE MÉTROPOLITAINE ET DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

Cette exposition, publique et gratuite, est restée ouverte tous les jours, sans discontinuité, de 10 h. à 19 h., du dimanche 5 mai au dimanche 19 mai inclus. Son inauguration eut lieu le samedi 4 mai, à 14 h.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Mandel, ministre des Colonies, avait délégué, pour le représenter, M. le capitaine de corvette RÉVOIL. M. CAZIER-CHARPENTIER, Inspecteur en chef des Beaux-Arts de la ville de Paris, représentait M. le Préfet de la Seine.

M. MAGNE, *président* de la Société, accompagné de MM. M. GARNIER et F. BLONDEL, *vice-présidents*, et de MM. ALBY, BOURDEL, FRESSINET, Dr NEVEU, Georges RISLER, ROLLEY et SERVONNET, membres du Conseil, conduisant les invités dans les différentes salles d'exposition, leur firent remarquer les principaux objets présentés en attirant leur attention sur les raisons pour lesquelles ils avaient été choisis. Puis ils se rendirent dans la grande salle de conférences.

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 4 MAI 1940.

La séance est ouverte à 15 h. sous la présidence de M. MAGNE, *président*, assisté des membres du Conseil de la Société. Avaient pris place, à sa droite, M. le capitaine de corvette RÉVOIL, et, à sa gauche, M. CONTENOT, ancien président du Conseil municipal, président de la 4e Commission. Parmi les nombreux auditeurs, on remarquait des sommités de la science, de l'industrie et du monde colonial.

Allocution de M. MAGNE, *président*.

C'est en mai 1939 que M. du Vivier de Streel, membre du Conseil supérieur de la France d'outre-mer, fit, dans cette salle, une conférence sur l'établissement d'une économie impériale, qui était la préface de la manifestation à laquelle vous prenez part aujourd'hui.

Si, l'an dernier, à la suite des premiers crimes de l'Allemagne de Hitler, au lendemain des revendications d'une presse qui, infestée de propagande hitlérienne, n'exprime pas les sentiments du peuple italien, nous avions jugé indispensable de travailler à fortifier les Français dans la foi en la grandeur, en la force, en l'attachement de leur Empire colonial, nous voyons aujourd'hui la manifestation projetée se réaliser au jour prévu, et ce jour est celui où cette grandeur, cette force, cet attachement s'affirment pour la défense commune.

Nous sommes heureux qu'en même temps que nos conférences et l'exposition qui les illustre synthétisent ici les rapports actuels entre les colonies et l'industrie nationale en vue de leur développement futur, ait lieu le second Salon de la France d'outre-mer, œuvre magnifique de propagande populaire. La date en avait été primitivement fixée à novembre 1939, mais, en raison des nécessités de la défense passive, qui s'opposaient à l'éclairage du Grand Palais, la date fut reportée à aujourd'hui. Nous avons pu, dans un esprit de parfaite entente, arrêter, avec M. le Commissaire général P. Breton, les programmes des deux manifestations de manière que, loin de se nuire, elles se complètent, le Salon s'adressant au grand public, notre Quinzaine aux industriels.

Nous félicitons aussi la Fédération des Comités du Haut Commerce de Paris d'avoir demandé à tous ses adhérents de faire, pendant cette première quinzaine de mai, un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

étalage impérial, « démonstration de gratitude vis-à-vis de ceux qui, d'au-delà des mers, ont répondu si largement à l'appel de la Patrie, démonstration de solidarité économique entre les différentes parties de l'Empire ».

Nous remercions respectueusement M. le Ministre Mandel d'avoir encouragé tous ces efforts et d'avoir prié M. le capitaine de corvette Révoil de le représenter aujourd'hui parmi nous.

Nous sommes reconnaissants aux grandes administrations, aux grands groupements qui, dès juillet dernier, ont donné à notre manifestation, par leur patronage moral, le caractère d'œuvre collective, qui est dans la tradition de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Nous remercions ceux d'entre eux qui, par leur participation effective à notre Exposition, en rehaussent l'éclat, notamment le Conservatoire national des Arts et Métiers, la Préfecture de la Seine, qui nous ont laissé puiser dans leurs musées.

Notre gratitude va à nos conférenciers : M. Martelli-Chautard, directeur de l'Association Colonies-Sciences et un des organisateurs de notre Exposition; M. du Vivier de Streel, qui, devenu membre de notre Conseil, poursuit l'œuvre entreprise ici par lui l'an dernier; M. de Lavergne, vice-président délégué de la Confédération générale du Patronat français, qui, lui aussi, continue la collaboration commencée en mai 1939 par M. Gignoux.

Je veux enfin remercier deux de nos collègues : mon vice-président Blondel, qui a organisé cette manifestation; M. J. Fressinet, qui l'a présentée avec le concours de ses élèves, qu'il m'en voudrait de ne pas associer à lui. C'est à M. Blondel, à M. Martelli-Chautard et à M. Fressinet que revient l'honneur de notre succès.

M. le président donne ensuite la parole à M. Martelli-Chautard, qui montre : *Ce que le sol de la France d'outre-mer peut fournir à l'industrie métropolitaine*; sa communication[1] est suivie d'un fils sonore sur *Les bois coloniaux*. Puis M. E. du Vivier de Streel, membre du Conseil supérieur de la France d'outre-mer, montre : *Ce que le sous-sol de la France d'outre-mer peut fournir à l'industrie métropolitaine*; cette communication[1] est suivie d'un film sonore sur *Les phosphates du Maroc*.

M. Magne, *président*, adresse les très vifs remerciements de la Société d'Encouragement aux deux conférenciers.

La séance est levée à 18 h.

(1) Son texte sera reproduit *in extenso* dans un prochain *Bulletin*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES GAZOGÈNES A BOIS

par M. G. COUPAN, *professeur honoraire à l'École d'Agriculture de Grignon, directeur technique de la Station centrale d'Essais de Machines, vice-secrétaire de l'Académie d'Agriculture.*

Considérations générales. — La nécessité d'économiser les combustibles d'importation et, tout spécialement, parmi eux, les produits extraits des pétroles naturels, pour l'utilisation desquels ont été conçus un si grand nombre des moteurs à combustion interne actuels, est certes devenue une notion banale; il a cependant fallu le déclenchement des hostilités pour en faire ressortir le caractère impérieux et pour attirer réellement l'attention sur ce qu'on continue à appeler les « carburants de remplacement », ou encore « carburants nationaux », les contingences d'ordre économique, financier et militaire ne permettant guère d'en faire des catégories distinctes. On a même poussé l'esprit de généralisation jusqu'à attribuer la dénomination de carburant à des substances qui ne contiennent pas la moindre trace de carbures... et à des sources ou à des formes d'énergie rigoureusement incapables d'assurer la marche des moteurs à combustion interne, l'électricité par exemple.

Mais il s'en faut de beaucoup que toutes les substances qui peuvent se combiner à l'oxygène de l'air en dégageant de la chaleur puissent être considérées comme des combustibles, au sens industriel du mot; elles ne le deviennent, en effet, que si elles sont suffisamment abondantes et faciles à mettre en œuvre pour couvrir, sans exagération de prix, une partie au moins assez importante des besoins à satisfaire; il faut, en outre, que leur emploi ne présente pas de difficultés techniques trop coûteuses à surmonter et enfin, en cas de guerre surtout, que leur exploitation ne détourne pas des services essentiels de l'économie ou de la défense nationale un outillage mécanique, une puissance motrice et principalement une main-d'œuvre trop considérables.

C'est, en définitive, à des combustibles solides, employés dans des *gazogènes*, qu'on s'adresse de préférence pour remplacer les produits, légers ou lourds, de l'industrie du pétrole. Il est certain que les combustibles fossiles, préparés et même concentrés par la nature au cours des millénaires passés, sont particulièrement avantageux. Mais si beaucoup d'entre eux sont utilisables dans des gazogènes fixes, installés dans une usine et conduits par un personnel spécialisé, il n'en est pas de même pour la locomotion automobile, qui exige des gazogènes aussi légers, aussi peu encombrants et aussi simples que possible, et où le conducteur ne doit, au moins en dehors des arrêts, n'apporter que le minimum d'attention au fonctionnement de l'appareil producteur de gaz. Il devient dès lors indispensable de ne recourir qu'à des combustibles très purs, et, malheureusement, notre sol n'en renferme que d'assez faibles quantités. C'est pourquoi le charbon de bois qui, lui, est très pur, ou du moins peut l'être si on le fabrique avec un soin suffisant, donne le maximum de satisfaction; très délaissé, depuis déjà bon nombre d'années, même pour les usages culinaires, en raison de son

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

coût trop élevé, il pourrait être produit en quantités réellement très importantes; et les nouvelles méthodes de carbonisation tout récemment proposées, qui présentent de grandes chances de réussite, en abaisseraient notablement le prix de revient. Il peut donc être classé parmi les combustibles nationaux de remplacement et jouir de cette dénomination dans tous les pays où il existe suffisamment de forêts pour qu'on puisse le produire en abondance.

Mais la carbonisation du bois est, quelle que soit la méthode adoptée, assez onéreuse, car, au moins pendant la première partie de l'opération, il faut chauffer, et, que cela ait lieu par combustion d'une partie du bois à carboniser (procédé des meules) ou par chauffage d'une cornue (carbonisation en vase clos), on consomme une fraction assez importante du bois; on enlève en outre du résidu, qui est le charbon de bois, des substances combustibles qui sont ou perdues ou récupérées, suivant la perfection du procédé, mais qui, même récupérées, ne peuvent être que très partiellement réintégrées dans le charbon (goudron utilisé comme liant pour la fabrication d'agglomérés).

Comme, en outre, la carbonisation nécessite soit une main-d'œuvre véritablement spécialisée (pour les meules forestières), soit des installations plus ou moins coûteuses, on a, depuis longtemps, songé à utiliser le bois tel quel, ou, du moins, suffisamment sec mais non carbonisé; c'est ce qu'on appelle actuellement le *bois cru*, qu'il convient de tronçonner en fragments de petites dimensions pour les gazogènes d'automobiles.

C'est au gaz produit par des générateurs utilisant le bois cru ou le bois carbonisé que nous avons proposé de donner le nom de « gaz des forêts », appellation qui a été consacrée par M. le sous-secrétaire d'État André Liautey, au cours des congrès qui se sont tenus à l'occasion de l'Exposition de 1937. Évidemment, la forêt est et doit être la principale productrice du combustible correspondant. Mais on aurait tort de sous-estimer les disponibilités fournies par les innombrables arbres qui, sans être groupés en massifs, bordent les routes ou les chemins accompagnent les haies, etc. Tous les produits d'élagage, d'éclaircissage, de taille, etc., provenant de végétaux ligneux, sont utilisables, et si l'on songe à ce que peuvent représenter les tailles d'arbres fruitiers et surtout de vignes, on voit qu'en tenant compte de tout, nos ressources sont considérables et dépassent de beaucoup les évaluations officielles qui négligent naturellement tout ce qui échappe à un contrôle. Il n'est malheureusement au pouvoir de personne d'apporter aux chiffres des statistiques un complément présentant le plus léger caractère de vraisemblance.

Charbon de bois et bois ont chacun leurs avantages et leurs inconvénients comme combustibles pour gazogènes. Le charbon correspond toutefois, au maximum de facilité d'emploi ou, si on tient à établir une comparaison avec le fonctionnement à l'essence, au minimum d'inconvénients. Son addition aux combustibles fossiles, naturels (anthracites) ou traités industriellement (semi-cokes activés ou non), apporte à ces derniers un supplément de réactivité dont ils bénéficient grandement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, si on examine avec un peu d'attention le fonctionnement d'un gazogène dit à bois, on constate que les réactions qui donnent naissance au gaz ne s'accomplissent que dans la zone où le bois a été entièrement transformé en charbon; il est même généralement nécessaire de garnir la base du foyer avec du charbon de bois, ou de conserver du charbon de l'opération précédente, pour mettre ou remettre à feu un gazogène à bois et pouvoir lancer le moteur au bout d'une à deux minutes. Un gazogène à bois n'est donc, en réalité, qu'un gazogène à charbon de bois combiné avec un four à carboniser; il est vrai que le fait d'associer ainsi deux opérations qui ont été nettement séparées pour le gazogène à charbon de bois, introduit des difficultés spéciales, qu'on n'a pu surmonter qu'après d'assez nombreux tâtonnements. Le gaz produit par le gazogène à bois n'est pas identique à celui qui sort du gazogène à charbon de bois; mais il le redeviendrait si, par exemple, on recourait à un charbon très humide ou à une injection abondante de vapeur d'eau. Un examen rapide des propriétés des principales essences forestières, ainsi que de la structure et de la composition des bois, permettra de mieux exposer la nature de ces difficultés et les moyens qu'on a dû employer pour les vaincre.

LES BOIS.

Constitution. Qualités comme combustibles. — Les bois que nous employons couramment sont formés de couches annuelles, généralement bien visibles sur une coupe transversale, et qu'on utilise pour déterminer l'âge du végétal ou du rameau sur lequel on opère. Mais, pour une même espèce botanique, l'épaisseur de chaque couche annuelle est la conséquence directe des faits vitaux qui ont présidé à sa formation, et constitue la marque indélébile des influences, permanentes ou passagères, qui ont activé ou ralenti sa croissance.

Chaque couche ligneuse peut être formée de fibres, de parenchyme ligneux, de canaux résinifères, de vaisseaux disposés en faisceaux longitudinaux, entre lesquels s'intercalent les rayons médullaires qui vont de l'axe vers l'écorce. Fibres et rayons constituent tout le bois du résineux; les vaisseaux ne se rencontrent que dans les feuillus, et les canaux résinifères ne s'observent, quoique pas constamment, que dans les conifères.

Les tissus ont leurs parois composées de cellulose, de xylane, de vasculose et de lignol s'il s'agit de feuillus; la manno-cellulose et la galactane remplacent la xylane dans les conifères. Mais on trouve aussi des substances extractibles par l'eau, l'alcool ou l'éther, telles que des sucres, des tannins, des matières colorantes, des résines, des composés pectiques, l'acide acétique sous forme d'esters. Enfin, l'alimentation de l'arbre entraînera dans ses tissus des matières qui, contrairement aux précédentes, ne sont pas combustibles et qui formeront les cendres; il n'est pas besoin d'insister sur l'influence qu'exerce fatalement sur celles-ci la composition chimique du sol, partant son origine géologique : les cendres des bois poussés sur un terrain granitique sont riches en silice, en alumine, en fer, tandis que celles qui proviennent de bois qui ont crû sur sol calcaire contiennent surtout de la chaux et fondent beaucoup plus difficilement que les précédentes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tout en conservant une composition d'ensemble dont les paragraphes précédents indiquent les éléments essentiels, les couches annuelles d'une même essence diffèrent par la proportion de bois de printemps et de bois d'automne qu'elles renferment, et les qualités du bois s'en ressentent. Pour les résineux, c'est généralement le bois de printemps qui, dans des conditions favorables de température, d'humidité, de fertilité, etc. se développe le plus, la couche de bois d'automne restant d'épaisseur à peu près constante : on a alors un bois tendre, sinon mou. Au contraire, pour le chêne, c'est le bois d'automne qui augmente sous l'influence d'un fort accroissement, ce qui fournit un matériau très dur et très nerveux. Et comme les proportions relatives des constituants seront fonction du développement du bois de printemps ou de celui d'automne, la densité, les propriétés mécaniques et le pouvoir calorifique, ce dernier fort important dès qu'il s'agit de combustion, pourront varier considérablement, pour une même espèce botanique, suivant les conditions de vie des sujets examinés.

Bien que les renseignements suivants, empruntés à la *Technologie forestière* de NANQUETTE (édition L. Boppe, 1887), correspondent uniquement aux emplois des bois pour le chauffage domestique, nous croyons utile de les donner, pour montrer l'étendue des variations des qualités, et fournir un rudiment de documentation concernant le comportement des essences dans un gazogène.

I. — BOIS FEUILLUS. — *a*) Parmi les bois à zone interne formée de gros vaisseaux, très apparente, on trouve :

le *chêne*, *rouvre* et *pédonculé* : densité de 0,600 à 1,020. Puissance calorifique élevée, s'accroissant avec la densité; mais éclate beaucoup en brûlant, exige un tirage actif et produit une braise qui noircit aisément. Charbon très estimé.

le *chêne tauzin*; densité 0,785 à 0,909. Excellent bois de chauffage. Charbon très apprécié.

le *châtaignier*; densité 0,601 à 0,742. Éclate au feu comme le chêne et est moins bon combustible que ce dernier. Charbon diversement apprécié, pouvant néanmoins constituer un charbon de forge dans les pays où l'arbre est abondant.

le *frêne*; densité 0,626 à 0,930. Combustible de qualité plutôt un peu moyenne dans les foyers ouverts. Bon charbon.

les *ormes* (champêtre, de montagne, diffus); densités comprises entre 0,554 et 0,733. Combustible médiocre, brûlant lentement avec flamme courte, peu active, ne dégageant que peu de chaleur. Charbon léger, très cendreux, de qualité inférieure.

b) Comme bois à zone poreuse à peine accusée, nous citerons :

le *chêne yeuse*; densité 0,913 à 1,066. Sans rival comme combustible, brûlant aisément avec flamme claire, charbons ardents, en dégageant une chaleur considérable. Charbon d'excellente qualité.

c) Bois à vaisseaux fins, sans zone poreuse nette.

Comme bois durs, nous signalerons :

le *hêtre*; densité 0,687 à 0,907. Excellent combustible, brûlant avec flamme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vive, claire, et produisant une braise qui se maintient incandescente jusqu'à complète combustion; passe, toutefois, un peu vite au feu. (Probablement le meilleur combustible pour les gazogènes à bois.) Charbon très estimé.

le *charme*; densité 0,759 à 0,902. Très bon combustible, flamme vive et claire, braise incandescente jusqu'à combustion complète. Dégage beaucoup de chaleur. Apprécié surtout dans le Nord et dans l'Est de la France. Très bon charbon.

les *érables* (sycomore, à feuille d'obier, plane, champêtre); densités comprises entre 0,572 et 0,868. Propriétés analogues à celles du charme.

Parmi les bois demi-durs :

le *bouleau*; densité 0,619 à 0,771. Assez bon combustible, à flamme claire, vive, convenant au chauffage des fours. Charbon lourd et dur, donnant beaucoup de chaleur, équivalent à celui du hêtre.

les *aunes*; densité 0,462 à 0,662. Bois à combustion rapide, donnant une vive chaleur; flamme calme, accompagnée de peu de fumée. Charbon s'éteignant facilement, mou, léger et d'un faible pouvoir calorifique.

Bois tendres ou bois blancs :

le *tilleul*; densité 0,486 à 0,511. Combustible médiocre. Charbon léger, très tendre, analogue à celui de la bourdaine.

les *peupliers*; densité 0,353 à 0,612. Médiocre combustible. Charbon très léger, servant à la fabrication de la poudre de mines.

les *saules*; densité 0;381 à 0,473. Analogues aux peupliers.

II. — BOIS RÉSINEUX. — Parmi ceux dont l'aubier et le bois parfait ne peuvent être distingués, nous trouvons :

le *sapin pectiné*; densité 0,311 à 0,529. Médiocre combustible, qui brûle avec une flamme vive, mais pétille et fume beaucoup. Charbon léger, brûlant aisément mais en ne fournissant que peu de chaleur.

l'*épicea*; densité 0,337 à 0,579. Combustible un peu supérieur au sapin, mais néanmoins médiocre; charbon analogue au précédent.

Un dernier groupe, formé par les bois où l'aubier et le bois parfait sont bien distincts, comprend :

le *mélèze*; densité 0,456 à 0,660. Puissance calorifique assez élevée; mais pétille et lance beaucoup d'éclats. Charbon de bonne qualité, préférable à celui du pin et de l'épicéa.

le *pin sylvestre*; densité 0,405 à 0,799. Combustible comparable aux bois blancs, fournissant néanmoins plus de chaleur qu'eux à cause de la résine qu'il contient. Charbon léger mais de bonne qualité.

le *pin laricio* de Corse; densité 0,558 à 0,777 (ceux des Cévennes et des Pyrénées sont analogues au pin sylvestre).

le *pin maritime*; densité 0,524 à 0,674. Combustible dégageant une chaleur vive, mais peu soutenue; flamme claire, brillante; mais éclate au feu et projette au loin des étincelles. Charbon léger, mais de bonne qualité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le *pin d'Alep* ; densité 0,740 à 0,866. Assez bon bois de feu. Charbon analogue aux précédents.

le *pin Cembro* ; densité 0,418 à 0,525. Très médiocre combustible, dégageant une fumée insupportable.

Comme on le voit par cette énumération, dont nous avons exclu tous les végétaux secondaires, dénommés morts-bois, qui peuvent cependant fournir un appoint assez intéressant, on s'est longtemps borné, même dans l'enseignement supérieur de la sylviculture, à des indications d'ordre plus ou moins pratique, sans chercher à les préciser davantage. En fait, jusqu'à ces derniers temps, tout ce qui concerne le pouvoir calorifique des bois est demeuré extrêmement confus.

Fort heureusement, les travaux de M. Gabriel Bertrand et de son collaborateur M. Georges Brooks, ont apporté les précisions nécessaires, que nous résumerons ci-dessous d'après une toute récente communication à l'Académie des Sciences et à l'Académie d'Agriculture.

Les combustions ont été faites, dans une bombe calorimétrique, en partant de bois à l'état de sciure fine, complètement desséchée à 100-105° et comprimée en pastille. L'analyse chimique préalable a permis de tenir compte de la chaleur dégagée par l'oxydation de l'azote et du fer, comme de déduire l'humidité, mais non les cendres contenues dans le bois. Ces auteurs ont, en outre, étudié séparément le bois du tronc et celui des branches, pour dix-huit des principales essences indigènes. Les résultats de leurs recherches sont consignés dans le tableau suivant, où les pouvoirs calorifiques sont exprimés en grandes calories par kilogramme de bois sec.

ESSENCES EXAMINÉES	POUVOIRS CALORIFIQUES	
	du tronc	des branches
Tilleul	4 579	4 694
Érable champêtre	4 848	4 673
— sycomore	4 658	—
Frêne	4 662	4 550
Charme	4 927	4 885
Châtaignier	4 734	4 680
Chêne pédonculé	4 551	4 568
— rouvre	4 622	4 583
Hêtre	4 579	4 546
Peuplier	4 378	—
Tremble	4 061	4 655
Aulne	4 715	4 500
Bouleau	4 802	4 648
Epicea	4 608	4 757
Mélèze	4 586	4 821
Pin maritime	4 849	4 647
— sylvestre	4 556	4 809
Sapin pectiné	4 589	4 613

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Gabriel Bertrand et Brooks font remarquer, dans la discussion de ces résultats, que les chaleurs de combustion de la cellulose et de la xylane sont très voisines de 4 000 calories, qu'il en est de même pour la manno-cellulose et la galactane, qui se substituent à la xylane dans les tissus des gymnospermes; que, par contre, celle de la vasculose est d'environ 5 000 calories, et celle du lignol de 6 000 calories. De sorte que la valeur calorifique d'un bois dépend, en grande partie, des teneurs relatives en cellulose et en matières incrustantes, ces dernières, vasculose et surtout lignol, l'augmentant nettement. Mais en outre, les sucres, les hétérosides, les résines, dont les chaleurs de combustion atteignent 9 000 et même 10 000 calories, interviennent également. Or ces auteurs ont vu que ces différentes matières entrent pour 8,4 p. 100 dans le bois du tronc du peuplier, et pour 18,75 p. 100 dans celui de la branche du châtaignier (tissus secs).

On comprend, dès lors, combien, non seulement l'espèce botanique, mais encore le climat, l'alimentation, etc., peuvent apporter de modifications dans le pouvoir calorifique qui, s'il ne s'agissait que de cellulose, serait le même, en calories-kilogramme, pour tous les bois.

Les composés pectiques, plus riches en oxygène que la cellulose, la vasculose, etc., dégagent moins de chaleur qu'elles; on ne connaît pas leur chaleur de combustion, mais on sait que celle de l'acide acétique, 3 490 calories, est nettement inférieure à celle de la cellulose. Ces différents corps diminuent donc la chaleur dégagée; il en est de même des cendres, dont le pouvoir calorifique est nul et dont la proportion a oscillé, dans ces recherches, entre 0,25 p. 100 (tronc de pin sylvestre) et 1,36 p. 100 (branche de sycomore).

En définitive, pour les dix-huit essences envisagées, le pouvoir calorifique du bois, écorcé et sec, est compris entre 4 060 calories pour le tremble et 4 850 calories pour le pin maritime; cela représente une différence de 20 p. 100, certainement intéressante à connaître dans la pratique. Mais une autre indication, non moins intéressante, résulte de la faible différence entre les pouvoirs calorifiques des bois du tronc et des branches, pour la majeure partie des essences, et principalement pour celles qui sont les plus employées dans les gazogènes.

La présence d'écorce peut, du reste, modifier les chiffres précédents, ne serait-ce qu'en raison d'une plus grande abondance de cendres. Il arrive même parfois, notamment dans les régions qui sont fréquemment balayées par des vents violents, que les poussières, chassées jusqu'au fond des moindres fissures de l'écorce, soient englobées par les couches d'accroissement, que le bois lui-même soit enrichi en cendres, et que la nature de celles-ci subisse une altération profonde, lesdites poussières pouvant provenir de terrains géologiquement très différents de celui sur lequel l'arbre a poussé.

Le professeur LEBEAU, tant à l'occasion de ses recherches sur la carbonisation qu'à celle des expériences sur les gazogènes, entreprises à la Station centrale d'Essais de Machines du Ministère de l'Agriculture, a déterminé non seulement la composition chimique de nombreux échantillons de bois, mais aussi celle des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

matières volatiles qui se dégagent par pyrogénation poussée progressivement jusqu'à 1 000°. Le tableau ci-joint résume les indications qu'il a fournies.

DOSAGES	CHÊNE DU BOIS DE VINCENNES	PIN MARITIME DES LANDES	PIN SYLVESTRE DE SOLOGNE	PIN MARITIME TORRÉFIÉ	
				Éléments peu chauffés	Éléments presque carbonisés
Humidité	9,19	10,6	9,34	6,0	3,9
Composition centésimale C	45,15	46,57	51,7	49,09	71,65
Composition centésimale H	6,17	6,93	6,43	6,46	4,75
Cendres	0,34	0,34	0,39	0,55	0,75
Matières volatiles (p. 100 en poids)	78,25	78,80	79,51	74,5	45,4
Combustible — Hydrogène	37,34	42,00	39,13	42,87	54,62
Combustible — Méthane	8,56	11,20	9,81	10,70	15,31
Combustible — Carbures saturés supérieurs	0,20	0,48	0,74	1,02	0,67
Combustible — Carbures éthyléniques	0,37	0,67	1,55	1,20	1,22
Combustible — Oxyde de carbone	29,93	30,90	30,76	30,06	21,16
Incombustible CO^2	21,20	14,60	17,82	14,15	
Incombustible N^2 et indosés	2,39	0,19	0,19	—	
Volume dégagé à 1 000° par tonne de bois (m^3)	174,54	146,5	171,38	172,00	328,10
Proportion de la partie combustible (p. 100)	76,4	85,25	81,99	85,85	92,98

Le bois torréfié qui figure dans la dernière partie de ce tableau est sous forme de buchettes et desséché artificiellement selon le procédé préconisé par le professeur DUPONT : son pouvoir calorifique moyen était 5 715 Cal/kg.

Les teneurs en humidité consignées dans ledit tableau sont très faibles et correspondent à des bois très secs. En pratique, les bois, au moment de la coupe, contiennent de 45 à 50 p. 100 d'eau; ils en perdent, par dessiccation naturelle, une proportion plus ou moins considérable, suivant que les circonstances sont favorables ou non, que la période de dessiccation a été prolongée ou abrégée, enfin qu'on a ou non aidé le séchage par élimination des matières pectiques de la sève, par flottage, trempage ou simple exposition à la pluie. En définitive, un bois à 15 p. 100 d'eau doit être considéré comme sec; le plus souvent, il contient 20 et même 25 p. 100 d'humidité, mais c'est une limite à ne pas dépasser, en général, pour l'emploi dans les gazogènes.

Ce taux n'est d'ailleurs pas immuable, le bois pouvant absorber ou restituer de l'eau suivant l'état hygrométrique de l'atmosphère ambiante. C'est même en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se basant sur cette propriété d'absorption que le professeur LEBEAU détermine la *porosité* des bois. Entre 15 et 20°, les quantités d'eau fixées par le tissu pulvérisé ont été,

pour le chêne de Vincennes.	21,5 pour 100
pour le pin maritime des Landes	19,2 —
pour le pin sylvestre de Sologne.	19,8 —

Le point d'inflammabilité, 315° pour le chêne, est d'environ 325° pour le pin des Landes et 350° pour le pin de Sologne. Ces températures diffèrent peu de celle où le dégagement gazeux est le plus abondant (400° environ).

L'échauffement progressif du bois, dans l'appareil de carbonisation ou dans le gazogène, a pour effet d'expulser peu à peu les matières volatiles, au nombre desquelles se trouve l'eau, et de déboucher plus ou moins le système circulatoire, puis de dissocier les constituants proprement dits en laissant comme résidu le carbone. Le débouchage des vaisseaux ou des tubes spéciaux qui les remplacent dans les gymnospermes est bien loin d'être complet dans les opérations ordinaires, mais il correspond cependant à la possibilité de surfaces de contact très importantes. Déjà, RÉAUMUR, en examinant, avec un médiocre microscope, des coupes de bois, avait calculé que la surface des vaisseaux qu'il avait pu dénombrer représentait, suivant les essences, de 4 à 8 m² pour un fragment de charbon pesant 1 g; des recherches plus récentes, effectuées avec de puissants microscopes, ont porté cette surface à environ 400 m²; et même si, pour les charbons activés, indépendamment du débouchage complet des vaisseaux, on tient compte des ruptures que subissent leurs parois, on arrive, dit-on, à une surface de plusieurs milliers de mètres carrés, toujours pour un fragment pesant 1 g. Il est évident que ces chiffres ne sont pas atteints pour les charbons de bois d'usage courant, non plus que pour ceux qui, formés dans un gazogène, pénètrent dans la zone de réaction du générateur. Les surfaces sont toutefois très étendues, grâce à la structure spéciale du végétal, tandis que pour les combustibles fossiles, elles se limitent à peu près à la périphérie des fragments et à quelques fissures.

Nous avons vu précédemment que, parmi les matières volatiles, la majeure partie est combustible, tandis que le restant qui comprend le CO^2, l'azote et les indosés, ne l'est pas. Cette notion, pour intéressante qu'elle soit, ne satisfait pas l'ingénieur; il lui importerait peu que les matières fussent combustibles ou non, si elles restaient à l'état de vapeur ou de gaz après avoir été volatilisées; le danger qu'elles présentent est la condensation, partielle ou totale, de ce qui a échappé à la combustion, portion qu'on désigne sous le nom de « goudrons » et qui risque de provoquer des encrassements dans les épurateurs, et même dans les conduites d'amenée du gaz et dans le moteur. Leur élimination complète est assez difficile, et on ne peut y arriver d'une façon suffisante qu'en sacrifiant une forte proportion des calories que ces matières pourraient libérer en brûlant dans le moteur, c'est-à-dire en les détruisant elles-mêmes par la chaleur du foyer qu'on les oblige à traverser.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GAZ DE GAZOGÈNES A CHARBON DE BOIS ET A BOIS.

On sait que le gazogène à charbon de bois, comme le gazogène à anthracite, fournit un gaz qui est presque exclusivement du « gaz à l'air »; l'air contenant 1 d'oxygène pour 4 d'azote, la réaction peut être représentée par :

$$C + \frac{1}{2}O^2 + 2N^2 = CO + 2N^2;$$

elle s'opère d'ailleurs en deux temps :

a) combustion complète d'une fraction du charbon

$$C + O^2 = CO^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +97{,}3 \text{ cal.}$$

b) réduction de CO^2 en présence d'un excès de C

$$CO^2 + C = 2CO \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -39{,}1 \text{ cal.}$$

soit, au total, en partant de C et O purs et secs . . . . . $+58{,}2$ cal.

En raison d'un caractère aussi nettement exothermique, la température du gazogène ne peut que monter progressivement, au point même de devenir aisément dangereuse.

Mais les combustibles ne sont ni purs ni secs. La présence de l'eau, à l'état de vapeur, entraîne la formation de « gaz à l'eau », avec absorption de chaleur :

$$C + 2H^2O = CO^2 + 2H^2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -19{,}7 \text{ cal.}$$
$$CO^2 + C = 2CO \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -39{,}1 \text{ —}$$
$$-58{,}8 \text{ cal.}$$

Même si une réaction secondaire de l'oxyde de carbone sur l'eau intervient ensuite : $CO + H^2O = CO^2 + H^2$ . . . . . $+9{,}9$ cal,
l'absorption de chaleur reste assez intense pour que la fabricalion du gaz à l'eau nécessite soit des réchauffages périodiques par soufflage d'air, soit un apport extérieur de calories.

Les combustibles humides produiront donc un gaz « mixte », intermédiaire entre le gaz à l'air et le gaz à l'eau, d'autant plus voisin du premier qu'ils seront plus secs, mais la température du gazogène s'élèvera d'autant moins qu'ils seront plus humides.

Beaucoup de techniciens préconisent, pour les gazogènes à charbon, l'injection d'eau à l'état liquide ou, de préférence, vaporisée (les anciens gazogènes comportaient d'ailleurs, généralement, une chaudière où de l'eau, chauffée par radiation, émettait de la vapeur qui se mélangeait à l'air aspiré avant d'accéder au foyer). L'idée est discutable, car si la réaction qui donne H n'introduit pas d'azote, elle donne de l'anhydride carbonique; on gagne néanmoins un peu en puissance, non que le pouvoir calorifique du gaz soit accru, mais parce que le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

volume du gaz est moindre et que, par suite, le moteur en aspire un peu plus. Mais il est extrêmement difficile de doser correctement l'injection en fonction de la puissance développée et, même quand le dosage est bon, le bénéfice se réduit presque exclusivement à des reprises un peu plus vives.

En somme, tant que la teneur en humidité d'un charbon est inférieure à 5 p. 100, l'influence de l'eau est négligeable; mais à mesure que ce taux s'accroît, la réaction du CO sur l'eau devient de plus en plus importante; la richesse en hydrogène et en anhydride carbonique augmente, celle en oxyde de carbone diminue.

On conçoit, dès lors, qu'en partant d'un bois qui contient, en général, au moins 15 p. 100, et le plus souvent 20 et même 25 p.100 d'eau, on obtienne, indépendamment des matières volatiles dont on peut admettre qu'elles sont pratiquement détruites, un gaz chargé en hydrogène et en substances non combustibles, mais relativement pauvre en oxyde de carbone. Bien qu'il soit impossible de prévoir, même en partant de combustibles connus, la composition finale du gaz, parce que l'humidité de l'air, toujours variable, agit par elle-même et par son effet sur le combustible, on peut considérer que les compositions centésimales des gaz fournis, dans des conditions normales, par un charbon à 5-8 p. 100 d'humidité et par un bois à 20 p. 100, sont à peu près les suivantes :

	Gaz de charbon.	Gaz de bois.
CO.	28 à 32	20 à 22
H et CH^4.	1 à 3	12 à 17
CO^2	0,5 à 3	8 à 10
O^2	0,5 à 3	0,5 à 3,

le complément à 100 étant naturellement constitué par l'azote.

Le pouvoir calorifique moyen est d'environ 1 200 cal/m^3 pour le charbon et 11 000 cal/m^3 pour le bois.

Il résulte d'expériences directes, effectuées sur un gazogène à flux ascendant, alimenté avec de l'anthracite, que les réactions correspondant à la réduction de la vapeur d'eau, à la production d'anhydride carbonique aux dépens du carbone et de la vapeur d'eau et enfin à la réduction du CO^2 par C, s'accomplissent dans les parties les plus chaudes, où les corps sont en contact avec le charbon en combustion qui fournit l'anhydride carbonique. La réaction de CO sur H^2O, pour donner CO^2 et H, a lieu dans une zone moins chaude.

Le dispositif à flux ascendant n'est plus qu'exceptionnellement employé pour la locomotion; mais, quel que soit le procédé adopté, on trouve toujours en premier lieu, une zone où l'air aspiré de l'extérieur, plus ou moins chargé d'humidité, frais ou presque tel, ne fait que s'échauffer; puis vient une *zone de combustion complète* (ou carbonique), où le mélange ci-dessus atteint la température de combustion du carbone et où les molécules de CO^2 remplacent, à peu près nombre pour nombre, celles d'oxygène. Au delà, se trouve une *zone de*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réduction primaire, où C agit directement sur CO^2 et où, après disparition de l'oxygène, la vapeur d'eau donne soit CO soit CO^2; plus loin encore, règne la *zone de réduction secondaire*, où l'activité est moindre et où intervient la réduction de la vapeur par CO, et, éventuellement, la réaction inverse de la réduction de CO^2 par C.

Très nettes, quand le flux est ascendant, la zone de réchauffement de l'air étant la couche des cendres, et celle de réduction secondaire s'étendant jusqu'à la sortie du gaz, ces zones le sont beaucoup moins dans les gazogènes mobiles actuels, où le tirage est presque toujours tout différent; mais elles existent sans aucun doute et ne se distinguent des précédentes que par la diminution d'étendue des zones de réduction et surtout de la dernière.

Il convient aussi de ne pas oublier que la plupart des réactions qui interviennent dans les gazogènes sont réversibles et sont, par conséquent, conditionnées par les équilibres chimiques, fonctions eux-mêmes des températures. Par conséquent, plus l'importance des réactions endothermiques sera grande, plus basse sera la température. En raison de l'humidité des bois, le foyer sera, en général, insuffisamment chaud pour amener la fusion des cendres; par suite, la formation de mâchefer est exceptionnelle dans les gazogènes à bois.

Le tirage renversé. — La présence des matières volatiles et, surtout, de leur portion condensable, va troubler, en outre, les phénomènes. Comme nous l'avons vu, on est obligé de détruire les goudrons, par passage à travers une couche de matière en combustion ardente, ce qui a évidemment pour effet de faire disparaître, en même temps, les matières volatiles non condensables qui, sans cette obligation, enrichiraient le gaz. Le plus simple est, évidemment, d'utiliser la zone de combustion carbonique et celle de réduction primaire, qui sont très chaudes, à exécuter cette destruction; et comme il est impossible de les séparer des autres couches, c'est la totalité des zones d'échauffement de réaction qu'en général les matières volatiles traversent.

L'honneur d'avoir imaginé ce processus revient à l'Ingénieur français Riché qui, vers 1895, inventa la *distillation renversée*, pour permettre aux industriels russes d'utiliser le bois qui pousse abondamment dans les parties septentrionales du pays, en remplacement de l'anthracite et du coke, rares, nécessitant de longs transports et, par suite, coûteux. En faisant entrer l'air d'aspiration par le haut du générateur et en le faisant sortir par le bas, tous les produits de distillation de la matière, entraînés par le flux d'air, sont obligés de passer au travers du foyer. En outre, comme la destruction pouvait n'être pas complète, le gaz sortant du générateur traversait encore une colonne de réduction, garnie de coke et chauffée artificiellement. Pour être bien sûr de détruire les goudrons, Riché admettait, dans le carneau reliant le générateur à la colonne réductrice, une petite quantité d'air, qui brûlait une partie du gaz en formant de l'anhydride carbonique, lequel était transformé en CO par la colonne réductrice, celle-ci arrêtant, en outre, les goudrons qui parvenaient jusqu'à elle.

Riché n'a pas réussi à mettre son intervention au point, car il ne put empêcher

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le feu de « descendre » dans le générateur; la zone ardente, d'épaisseur insuffisante, ne remplissait plus suffisamment son rôle. Mais, outre qu'elle a donné naissance à l'appellation de *tirage renversé*, l'idée géniale de Riché, après de légères modifications, est restée le principe fondamental du fonctionnement des gazogènes à bois, tant fixes que mobiles.

GAZOGÈNES A BOIS. — On s'efforça, tout d'abord, d'éviter la descente du feu; on y parvint en faisant entrer l'air d'aspiration par des orifices à débit réglable placés, non plus à la partie supérieure, mais au niveau de la zone où la carbonisation du bois, par conductibilité et rayonnement, est achevée; si, d'autre part, on ménage ainsi une épaisseur suffisante de charbon bien allumé, entre cette zone et le bas du générateur, où se trouve la sortie du gaz, en mélangeant au besoin du charbon de bois au bois cru enfourné dans le haut de la cuve, on peut se dispenser, au moins pour les bois les plus courants, de recourir à la colonne réductrice de Riché. Tel est le principe du gazogène à bois de la Société française de Matériel agricole et industriel, de Vierzon (fig. 1), où la cuve, très haute par rapport à son diamètre, n'est garnie de réfractaire que dans sa moitié inférieure, qui correspond à la zone des réactions, tandis que la carbonisation s'opère dans la moitié supérieure. Les ouvreaux réglables d'entrée d'air étant répartis sur deux ou trois rangées horizontales, il est, dans une certaine mesure, possible de modifier la hauteur de la couche des réactions en fonction de la nature du bois utilisé.

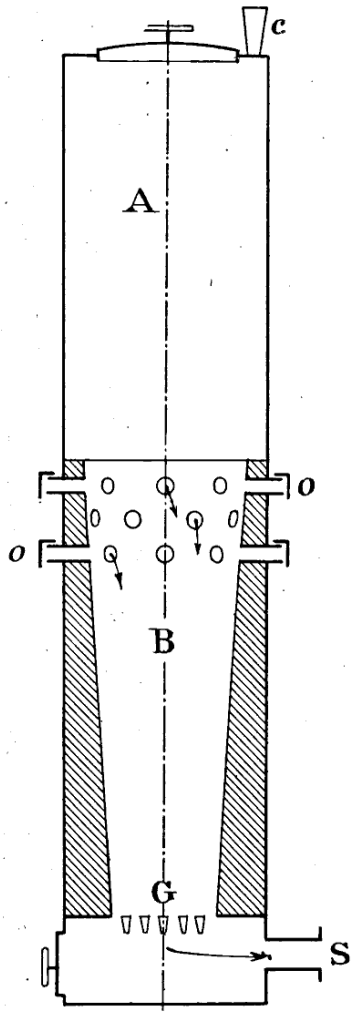


FIG. 1. — SCHÉMA DU GAZOGÈNE A BOIS DE LA SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE MATÉRIEL AGRICOLE ET INDUSTRIEL (Vierzon, Cher).

A, trémie-réserve de combustible; — B, foyer à garniture réfractaire; — *o*, ouvreaux réglables d'admission d'air; — *c*, cheminée d'allumage; — G, grille; — S, sortie du gaz.

Les tuyères d'admission d'air, dont l'emploi dans les gazogènes à charbon était devenu presque général, ont été appliquées aux gazogènes à bois. En raison de la violence du courant d'air projeté sur le combustible et de la haute température qui en résulte, la couche en combustion ardente pourra être moins épaisse que dans le système précédent,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

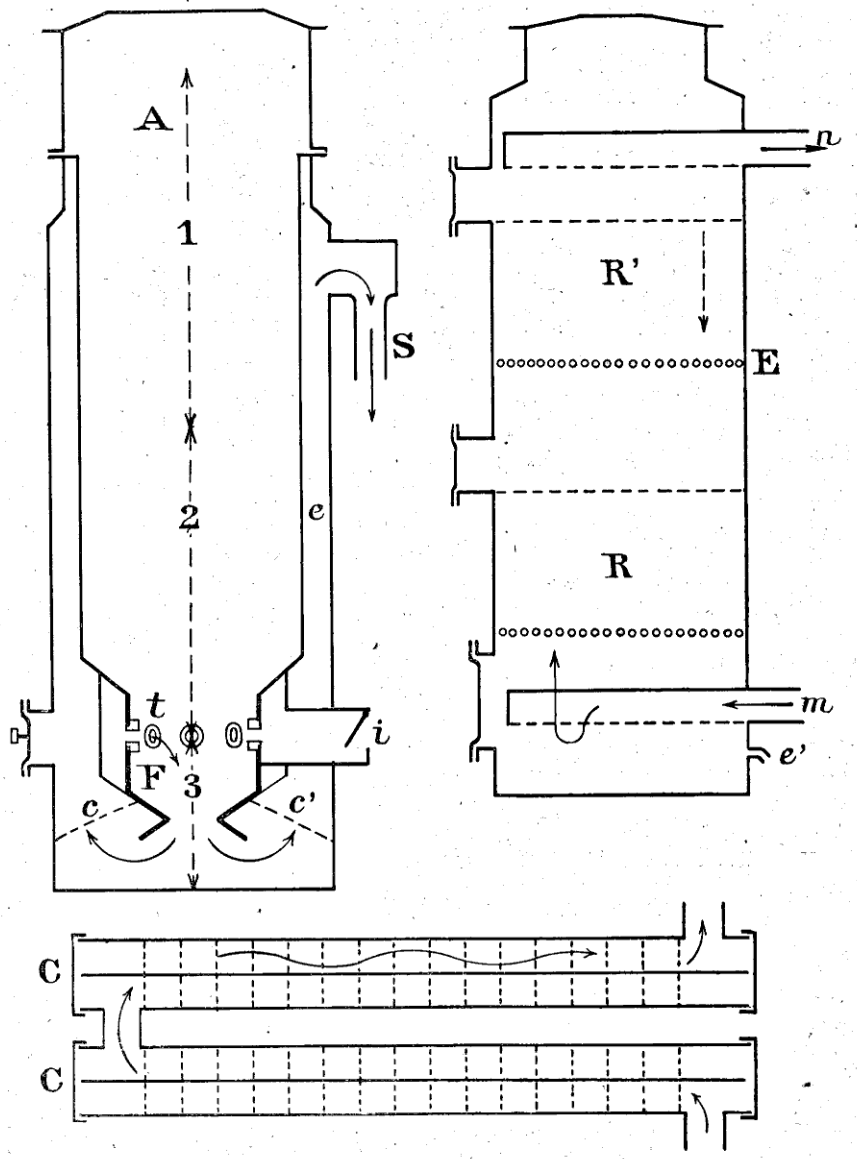


FIG. 2. — SCHÉMA DU GAZOGÈNE A BOIS IMBERT-BERLIET (Vénissieux, Rhône).

A, trémie-réserve de bois; — 1, zone de dessiccation; — 2, zone de carbonisation; — F, foyer; — *t*, tuyères; — *i*, buse d'aspiration; — *3*, zone des réactions; — *c*, *c'*, limite du combustible carbonisé et de la zone de réduction; — *e*, enveloppe; — S, sortie du gaz; — C, épurateur-refroidisseur-condenseur à chicanes (série de caisses horizontales); — E, épurateur-condenseur vertical; — *m*, entrée du gaz; — R, R', compartiments garnis d'anneaux Raschig; — *n*, sortie définitive du gaz; — *e'*, orifice d'évacuation de l'eau condensée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais tout dépendra, au fond, de la vitesse avec laquelle les gaz en réaction traverseront cette couche; à vitesse faible correspondra une couche relativement

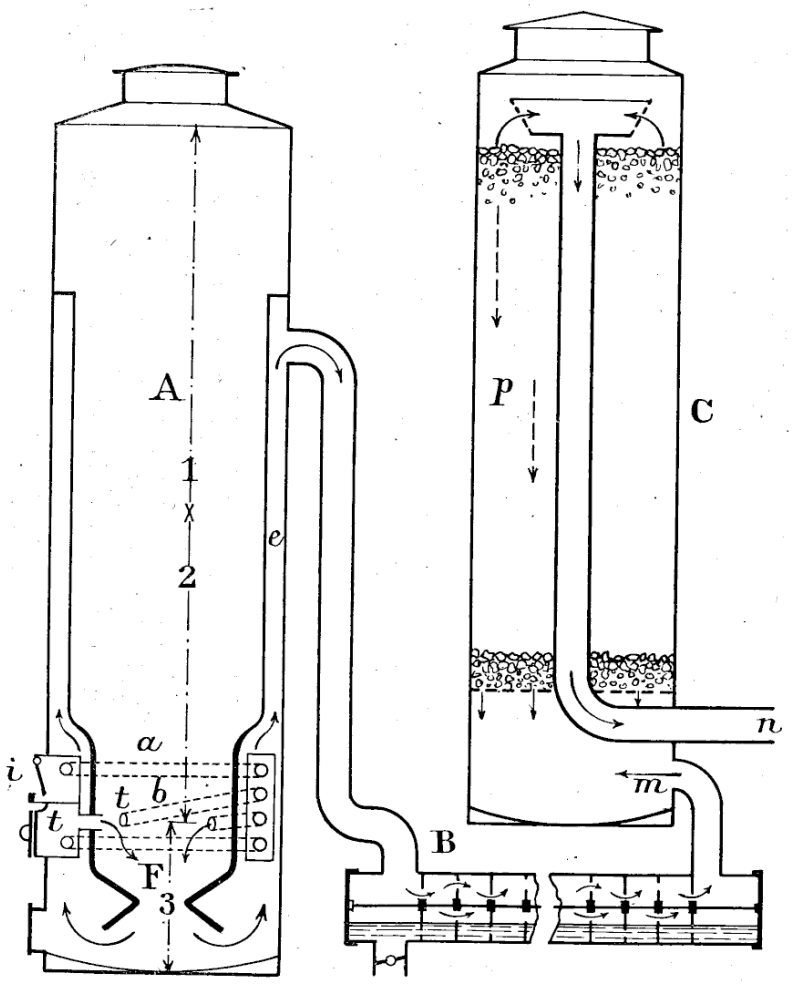


FIG. 3. — SCHÉMA DU GAZOGÈNE A BOIS IMBERT-RENAULT (Billancourt, Seine).

A, trémie-réserve de combustible; — 1, zone de dessiccation; — 2, zone de carbonisation; — F, foyer; — *i*, buse d'aspiration; — *t*, tuyères; — *a*, tubes réchauffeurs d'amenée aux tuyères; — 3, zone de réaction; — *e*, enveloppe; — B, épurateur-refroidisseur- condenseur à chicanes; — C, épurateur-condenseur vertical; — *m*, entrée du gaz; — *n*, sa sortie; — *p*, coke ou autre matière inerte, traversée de bas en haut par le gaz et de haut en bas par l'eau condensée.

mince, tandis qu'il faudra une couche épaisse si cette vitesse est considérable, afin que le temps indispensable à l'achèvement des réactions soit accordé dans les différents cas.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les couches minces, déterminées par des foyers de faible hauteur, on emploie, en général, des tuyères multiples de calibre relativement fort, puisant l'air individuellement à l'extérieur, ou branchées, au contraire, sur un conduit commun d'alimentation, où l'air pénètre par un orifice pourvu d'une trappe (fig. 2 et 3).

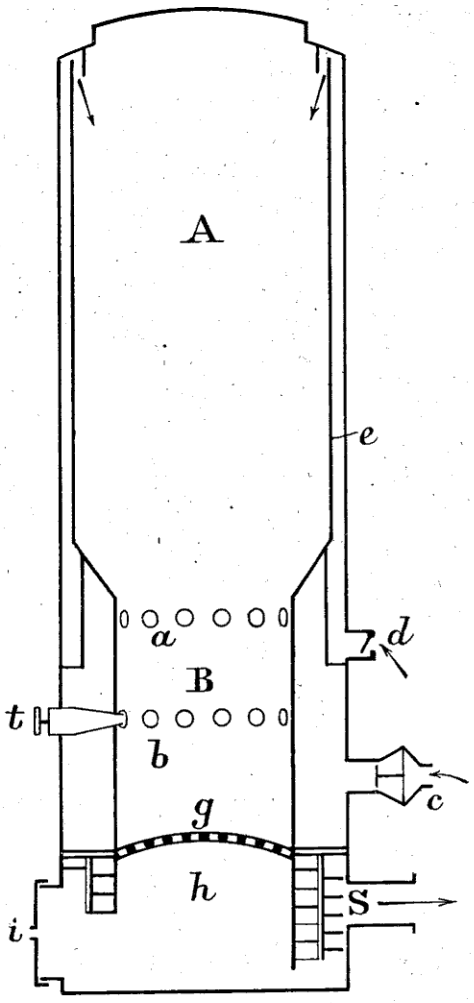


FIG. 4. — SCHÉMA D'UN GAZOGÈNE A BOIS « SAGAM » (Paris).

A, trémie-réserve à bois; — B, foyer; — *a*, *b*, couronnes superposées d'orifices d'admission d'air, alimentées par la prise d'air à membrane régulatrice *c*; — *d*, entrée secondaire, à trappe, d'air réchauffé par l'enveloppe *e*; — *t*, tuyère d'allumage; — *g*, grille; — *h*, espace garni de fragments de porcelaine maintenus incandescents par combustion partielle du gaz; — *i*, petite entrée d'air pour cette combustion; — S, sortie du gaz.

Pour les couches plus épaisses, on va s'efforcer de régulariser la combustion dans toute l'étendue du foyer, et d'éviter surtout la création des zones froides, dues aux plus grandes facilités locales que donne à l'air, pour circuler, l'irrégularité de l'entassement du combustible. Aussi va-t-on multiplier les orifices d'entrée d'air, en réduisant parallèlement leur débit individuel; admettre, au besoin, une quantité limitée d'air à la partie supérieure de la trémie (fig. 4); et même va-t-on, le plus souvent, recourir à plusieurs groupes d'orifices, dont l'un, au moins, sera dans l'axe du foyer.

Cette dernière disposition est préférée, en général, par les constructeurs d'outre-Rhin (fig. 5), qui en profitent souvent pour rendre modifiable la longueur du trajet de l'air admis suivant cet axe; il suffit que le groupe ou les groupes d'orifices soient placés sur un tube vertical pouvant coulisser dans une douille dépendant du fond de l'appareil. Le principe de ce réglage est rationnel, puisqu'il doit permettre de modifier l'épaisseur de la courbe suivant la nature du bois, les dimensions des fragments, l'humidité, etc. En fait, il faut que le gazogène soit conduit par un véritable technicien pour que ce dispositif réglable fonctionne de façon vraiment satisfaisante.

Deux écoles sont, d'autre part en concurrence concernant l'élimination de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'eau en excès et des goudrons. Le plus souvent, en France tout au moins, le gazogène est combiné pour utiliser des bois d'humidité moyenne (maximum approximatif 25 p. 100) et tout l'ensemble des matières volatiles traverse la zone des réactions; comme tout ne peut pas être détruit par ce passage, on condensera ultérieurement l'eau et on s'efforcera d'arrêter, dans des boîtes pourvues de chicanes diversement disposées, la majeure partie des goudrons qui, entraînés

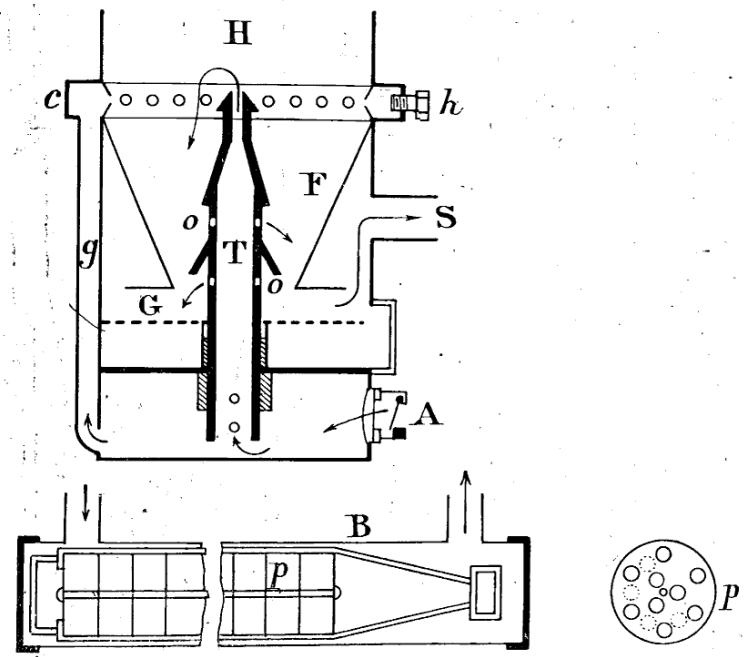


FIG. 5. — SCHÉMA DU GAZOGÈNE A BOIS DEUTZ.

Le combustible découpé, placé dans la trémie H, arrive carbonisé dans le « panier à feu » F et est arrêté par la grille G. L'air pénètre par l'orifice à trappe A et est dirigé vers le haut par la tuyère axiale T, réglable en hauteur et munie de deux rangées d'orifices *o*; une autre fraction de l'air passe par 3 tubes *g* dans la collerette *c*, pourvue de 24 trous. Tous ces orifices sont de faible diamètre et multipliés dans le but d'égaliser la combustion; le gaz formé s'échappe par S et va dans la boîte B, pourvue de nombreuses tôles perforées en chicane et facilement amovibles pour le nettoyage. Au besoin, en dévissant un ou plusieurs boulons *h*, on admet directement l'air dans la collerette *c*.

à l'état vésiculaire par le torrent de gaz humide, se déposent surtout par suite des chocs qu'ils subissent contre les chicanes.

D'autres constructeurs, en France (fig. 6), et plus encore en Allemagne (fig. 7), préfèrent se débarrasser le plus possible de l'eau et de quelques goudrons sans les faire passer au travers du foyer; comme la vapeur prend une certaine tension dans la partie supérieure de la cuve, on peut l'en faire sortir, en dépit du tirage exercé par le moteur; par exemple, des conduits obliques, munis de trappes de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

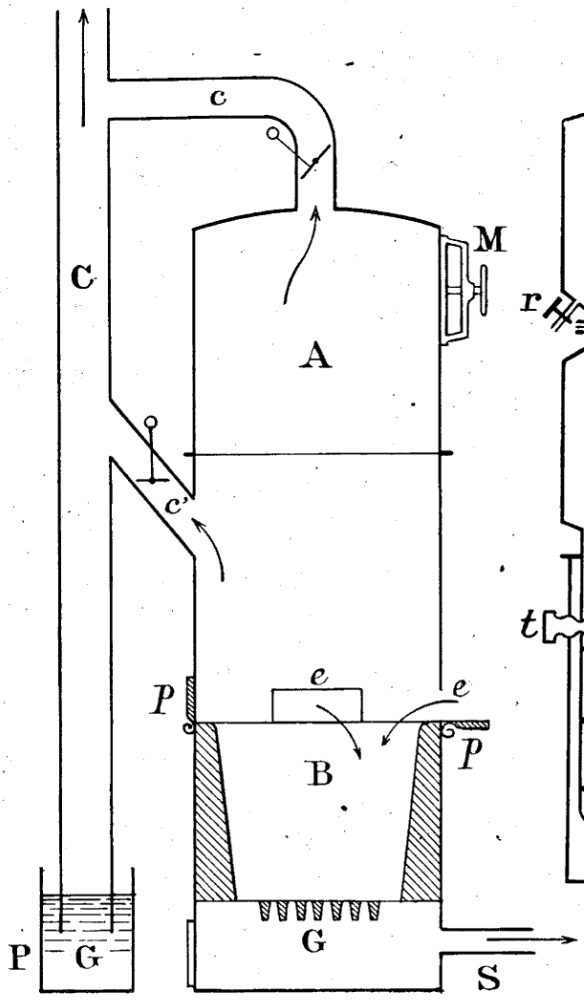


Fig. 6.

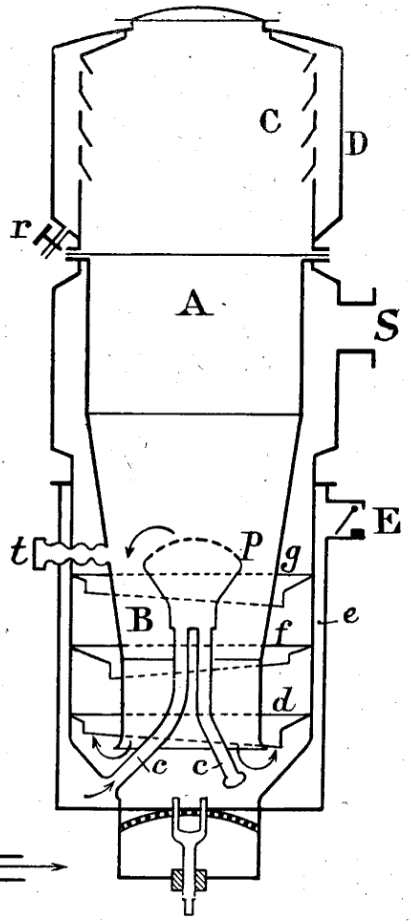


Fig. 7.

FIG. 6. — SCHÉMA DU GAZOGÈNE A BOIS « RUSTIC » (Montereau, Seine-et-Marne).

A, trémie-réserve de combustible; — M, porte de chargement du bois; — B, foyer; — G. grille; — *e*, ouvertures d'entrée d'air; — *p*, portes mobiles des ouvertures; — C, cheminée d'évacuation des vapeurs; — *c*, *c'*, conduits, munis de vannes, réunissant les zones de carbonisation et de dessiccation à la cheminée; — P, pot à goudrons; — S, sortie du gaz.

L'épurateur est composé d'une colonne à coke, suivie d'une autre colonne contenant des filtres en toile.

FIG. 7. — SCHÉMA DU GAZOGÈNE KROMAG.

A, trémie-réserve à bois; — B, foyer; — C, partie de trémie, perforée, pour élimination de la vapeur d'eau; — D, paroi condensante; — *r*, robinet d'évacuation du condensat; — E, entrée d'air, à trappe; — *e*, enveloppe réchauffant l'air; — P, pomme de distribution de l'air; — *c*, conduits d'alimentation de la pomme; — *d*, *f*, *g*, chicanes d'homogénéisation du gaz; — S, sortie du gaz; — *t*, tuyère d'allumage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réglage et placés aux deux extrémités de la zone d'assèchement du bois, la dirigeront vers une cheminée verticale par le haut de laquelle elle s'échappera dans l'atmosphère, tandis que des goudrons lourds sont recueillis dans un pot à la base

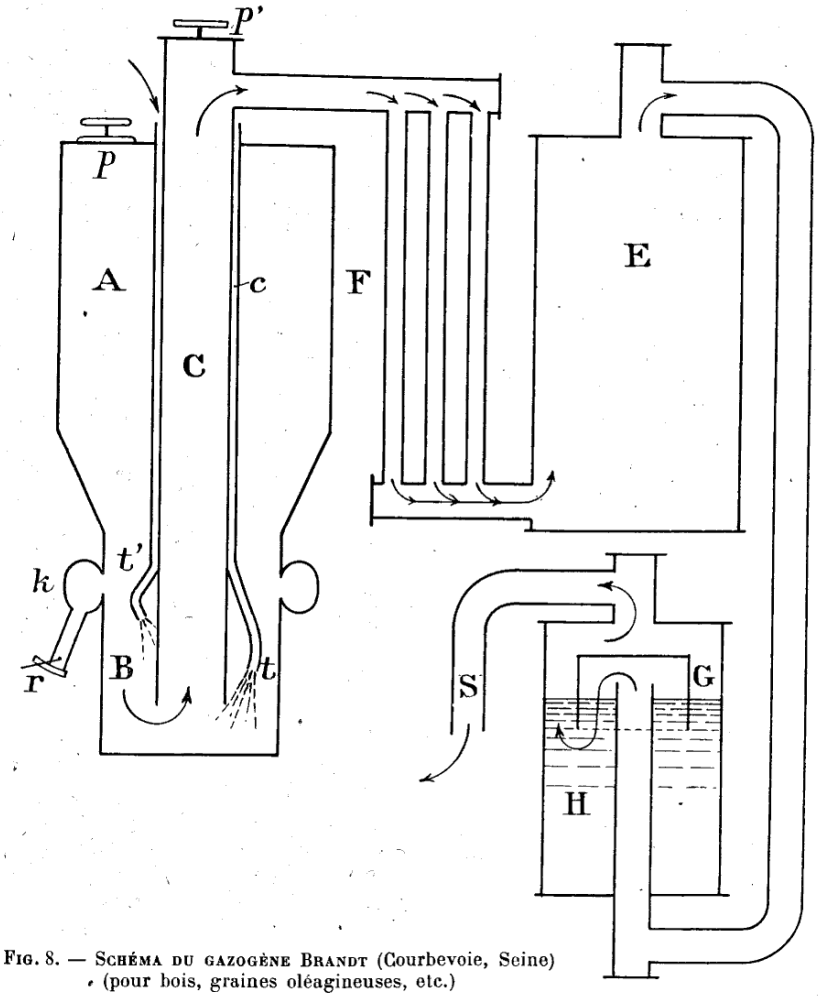


FIG. 8. — SCHÉMA DU GAZOGÈNE BRANDT (Courbevoie, Seine)
(pour bois, graines oléagineuses, etc.)

A, trémie-réserve de combustible; — *p*, sa porte de chargement; — B, foyer; — C, colonne réductrice; — *c*, entrée d'air; — *t*, tuyères basses; — *t'*, tuyères hautes; — *h*, goulotte à goudrons; — r, son robinet de vidange; — F, faisceau refroidisseur; — E, épurateur à coke; — H, barboteur-condenseur; — G, son flotteur; — S, sortie définitive du gaz.

de cette même cheminée. Ou bien, le haut de la cuve du générateur est à double paroi; l'interne est munie de perforations par où passe la vapeur, qui se condense sur la paroi extérieure, et est évacuée périodiquement par la base de la double

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

paroi. Au besoin, des sortes d'éjecteurs, fonctionnant par dérivation d'une portion des gaz d'échappement du moteur, assureront l'extraction de cette vapeur, qui, bien entendu, contient toujours des méthylènes.

Enfin, certains gazogènes ont été prévus pour utiliser non seulement toutes sortes de bois, même humides et très chargés en matières condensables, mais aussi des substances nettement différentes du bois, quoique d'origine végétale, en particulier des graines oléagineuses coloniales. C'est ainsi qu'on est revenu au dispositif primitif de Riché, en plaçant simplement la colonne réductrice dans l'intérieur et suivant l'axe du générateur (fig. 8); l'agent réducteur est du charbon de bois dont la consommation est ordinairement faible. L'air arrive par le haut du générateur, mais pénètre d'abord dans une enveloppe entourant la partie supérieure de la colonne réductrice; il s'y réchauffe tout en refroidissant le gaz; deux séries de tuyères, alternativement longues et courtes, le dirigent simultanément vers la base de l'appareil et à une trentaine de centimètres au-dessus de la tranche inférieure de la colonne.

Nous avons pu ainsi obtenir du gaz capable d'alimenter un moteur en plaçant dans ce gazogène des noix de palme entières, c'est-à-dire contenant leurs amandes. Les hauts de cylindres étaient simplement un peu trop huilés, mais aucun inconvénient ne s'est manifesté au cours de cet essai, qui a d'ailleurs été trop bref pour être concluant (3 heures). Par contre, les coques vides de ces mêmes noix, qui constituent un combustible très dur, humide et chargé en acide acétique, ont formé en quelques minutes des gâteaux compacts, rigoureusement imperméables aux gaz et empêchant, par suite, tout fonctionnement.

Pour le bois, comme pour le charbon de bois et les charbons fossiles, les dimensions de la zone des réactions doivent être proportionnées à la puissance du moteur, et celles de la partie jouant le rôle de carbonisateur, l'être à la durée désirée du fonctionnement sans rechargement.

Mais bien que les gazogènes à bois soient généralement plus volumineux que ceux à charbon de bois pour des puissances égales, il est difficile d'obtenir un fonctionnement de longue durée, ou, ce qui revient au même, un parcours considérable sans donner à cette dernière partie, ou trémie, un encombrement excessif. De sorte qu'à moins de trouver sur sa route de nombreux postes de ravitaillement ou de transporter un approvisionnement important, les gazogènes à bois conviendront surtout à des trajets limités, accomplis soit entre deux postes de ravitaillement, soit autour d'un centre, ou à l'exécution des travaux d'une exploitation agricole.

Une condition essentielle au bon fonctionnement de l'ensemble gazogène-moteur est que la charge de bois descende régulièrement, au fur et à mesure de la consommation, sans que les éléments s'accrochent, s'enchevêtrent en forme de voûte que les secousses du parcours ne sont pas toujours suffisantes pour briser.

Certains types de gazogènes fixes peuvent être alimentés, en raison de leurs grandes dimensions, avec des bûches de mêmes grosseur et longueur que celles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on brûle directement dans les foyers ouverts des appartements; il n'est d'ailleurs pas certain que les conditions optimums soient ainsi réalisées; mais, pour les gazogènes d'automobiles, d'aussi volumineux fragments ne peuvent à aucun point convenir et il est de toute nécessité de débiter le bois en morceaux de volume d'autant plus réduit que le générateur est lui-même de plus faible diamètre. Il en résulte que si les dimensions les plus favorables pour la plupart des cas, paraissent être, dans le cas du débit par sciage, celles d'une boîte d'allumettes suédoises ou, pour les bois ronds genre charbonnette, un volume d'environ 30 cm^3; il y aura lieu, aussi, de tenir compte des frais de débit, qui sont, de toute évidence, inversement proportionnels aux dimensions adoptées : c'est ainsi qu'on peut être conduit à adopter le cube de 5 cm de côté, ou le parallélépipède ou le cylindre de 4 à 5 cm de côté de base ou de diamètre et 8, parfois 10 cm de hauteur, ce qui correspond à des volumes de 125 et jusqu'à 250 cm^3, ces derniers nous paraissant, du reste, nettement exagérés. D'autre part, l'utilisation de menus bois forestiers, qui est fréquemment avantageuse, peut conduire à envisager des volumes inférieurs à 30 cm^3, sous peine de longueurs excessives qui provoqueraient des enchevêtrements.

En définitive, on emploiera, dans la majoriré des cas, des bois d'environ 5 cm de longueur, étant entendu que les tronçons de plus de 6 cm de diamètre, ou de superficie équivalente à la base, devront être refendus.

Aussi bien en raison de ses qualités propres qu'à cause de son abondance, le hêtre est considéré, notamment en Allemagne, comme un combustible de choix. Mais, en définitive, toutes les essences peuvent convenir et, en général, les mélanges de bois durs et de bois tendres donnent d'excellents résultats; les renseignements que nous avons donnés sur nos principales essences indigènes font comprendre que les qualités et les défauts de ces divers bois, en tant que combustibles, se compensent assez exactement.

Le gaz que fournissent ces éléments convenablement découpés et amenés au dégré convenable de siccité par l'un quelconque des procédés que nous examinerons succinctement à la fin de cet exposé, sort du générateur à très haute température, souillé d'eau, de goudrons et de particules solides provenant surtout des cendres. Il faut donc, tout d'abord, le refroidir, généralement au moyen de tubes réunis en faisceaux de formes très variées, et opérer les condensations dans des caisses à chicanes, des colonnes à coke, etc., tous organes qui peuvent, suivant leurs formes, leur étendue, leur situation, jouer des rôles simples ou multiples. L'épuration finale, au contraire de ce qui a lieu pour les gazogènes à charbon, n'est qu'assez rarement exécutée par filtration sur une toile tendue au moyen d'un cadre; du reste, il ne semble possible de l'envisager ainsi qu'à condition d'avoir éliminé le plus possible de vapeur d'eau, au cours de la période de carbonisation qui précède celle des réactions, car les filtres de cette nature risquent trop de se colmater par humidification.

On trouvera donc, de préférence, quand la totalité des matières volatiles traverse le foyer, et après les caisses à chicanes, des matières réellement inertes,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

telles que des anneaux Raschig (cylindres creux, en métal ou en céramique, de hauteur égale à leur diamètre), du coke, etc., qui achèvent la condensation et, si les courants de gaz et d'eau condensée sont contrariés, arrêtent efficacement les poussières, l'épuration pouvant être complétée par passage à travers une couche de liège granulé. Dans le cas de combustibles très chargés en matières volatiles condensables, on complète l'élimination des goudrons par barbotage dans une cuve d'eau, qui peut recueillir le condensat d'une colonne à coke, et les goudrons les plus lourds sont même parfois extraits, au moyen d'une rainure annulaire située à peu près à la séparation des zones de carbonisation et de réaction, à l'intérieur même du générateur et communiquant avec un réservoir fermé par un robinet, de manière qu'on puisse les vidanger périodiquement; cette fraction ne traverse donc pas la colonne réductrice, qui est ainsi soulagée.

Nous n'insisterons pas davantage sur les dispositifs d'épuration qui, quoique très variés, dérivent toujours de principes à peu près identiques à ceux que nous avons résumés ci-dessus, et nous examinerons maintenant ce qui concerne la préparation des bois destinés à l'alimentation des gazogènes.

Nous passerons de même, sous silence les questions concernant l'adaptation du moteur au fonctionnement au gaz; sauf peut-être pour ce qui a trait au réglage de l'avance à l'allumage qui, pour un gaz riche en hydrogène, donc à combustion rapide, doit être moins accentuée que pour le gaz de charbon de bois, rien de ce qui concerne cette adaptation (compression volumétrique, passages de gaz, etc.) n'est particulier au gaz de bois.

Préparation du bois pour gazogènes. — Les bois doivent être à la fois secs et débités aux dimensions convenables.

La notion de la siccité d'un bois est, comme nous l'avons déjà vu, assez peu précise; les conditions normales de fonctionnement seront satisfaites pour une teneur en humidité de 15 à 20 p. 100, une teneur inférieure à 15 p. 100 pouvant être considérée comme exceptionnelle en pratique, et 25 p. 100 constituant une limite à ne pas dépasser, en général.

Ce taux, de 15 à 25 p. 100, correspond à l'état dans lequel se trouve le bois un an environ après l'abatage par suite de sa dessiccation à l'air libre. Au moment de l'abatage, il en contient de 45 à 50 p. 100. La rapidité de dessiccation dépend d'ailleurs, non seulement des circonstances atmosphériques, mais encore des dimensions du bois, de la présence ou de l'absence d'écorce, etc. Un rondin qui a été refendu en quartiers sèche plus vite que celui de mêmes diamètre et longueur qui n'a pas subi cette fente, la surface d'évaporation étant alors de beaucoup supérieure à celle des deux sections extrêmes du rondin intact.

On peut dire, d'une manière générale, que peut servir à alimenter un gazogène tout ce qui, dans un arbre, est impropre à faire du bois d'œuvre; le bois de feu ordinaire, pour foyers domestiques ouverts, refendu et découpé, est, en effet, susceptible d'être employé, au même titre que la « charbonnette » ou bois d'au plus 10 cm de diamètre provenant des taillis. Les écorces sont toutefois moins avantageuses, comme contenant peu de substance pour beaucoup de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

volume et apportant, en outre, plus de cendres que le bois proprement dit; mais dans la charbonnette et dans les éléments de plus faible diamètre, elles ne sont pas gênantes.

Nous avons déjà signalé que les dimensions optimums des morceaux dépendent de celles du foyer du générateur. Indépendamment des dangers d'accrochage que présentent les fragments trop longs, de trop volumineux éléments occasionnent, dans la masse entassée, des vides exagérés et ceux-ci, par leur réunion, forment de larges passages où l'air et les gaz formés circulent trop vite pour que les réactions aient le temps de s'accomplir intégralement. Sans pousser la fragmentation jusqu'au point où lesdits passages deviendraient insuffisants et entraîneraient des pertes de charge excessives, il convient, de l'amener au maximum compatible avec une réduction raisonnable du prix de revient de l'opération, prix qui dépend, en définitive, à la fois de la méthode adoptée et du matériel utilisé.

La méthode classique consiste à agir sur le bois desséché à l'air libre; les opérations qu'elle nécessite sont, après l'abatage proprement dit (ou le tronçonnage des branches), le *façonnage*, qui comprend l'*ébranchage* des rameaux trop petits, et le *tronçonnage* en éléments de 1 à 1,16 m s'il s'agit de « bois de corde », de 66 à 80 cm pour la « charbonnette » puis l'*empilage* (ou *enstérage*) en vue de la dessiccation naturelle à l'air. Toutes ces opérations, ou presque toutes, sont faites à la main et coûtent cher : 8 fr, au moins, par stère, et 12 à 15 fr dans certaines régions; en outre, il faut attendre plusieurs mois, jusqu'à un an, pour que le bois soit utilisable.

Le principe des méthodes nouvellement proposées a pour base l'économie importante d'énergie mécanique qu'on réalise en découpant le bois à l'état vert au lieu de lui faire subir préalablement la dessiccation : cette économie est d'au moins 30 p. 100, et peut-être supérieure. Donc à égalité de diamètre et de longueur des morceaux, on dépensera moins pour découper 100 kg de bois vert que pour le même poids relatif de bois sec, ou, pour la même dépense, on fragmentera 100 kg de bois sec et 130 ou 140 kg, évalués en sec, de bois vert.

Mais ce n'est peut-être pas là la cause principale de l'abaissement du prix de revient. En effet, avec la plupart des découpeuses modernes, on peut travailler les perches de taillis *entières*, non façonnées ou à peine débarrassées des plus fines ramilles, non tronçonnées ni enstérées. De sorte que si, après découpage, il faut, sauf organisation réalisable par des coopératives, plus de manutentions pour dessécher et conserver, du moins les frais correspondants sont-ils bien moindres que ceux du façonnage; en outre; le combustible devient utilisable au bout de quelques semaines, au lieu de plusieurs mois, car la dessiccation de courts fragments, surtout si les coupes terminales sont faites en biais, est beaucoup plus rapide que celle des bois de corde et même que celle de la charbonnette, qui sont tronçonnées aux longueurs usuelles indiquées plus haut.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les machines permettant de découper le bois agissent soit par râclage, soit par tranchage.

Dans le premier cas, les pièces travaillantes sont des lames de scies, le plus souvent circulaires. Il ne faut pas croire, cependant, que les scies à bûches, très répandues aujourd'hui dans les campagnes, accomplissent à bon marché l'opération du découpage pour gazogènes; même en opérant sur de la charbonnette de 4 cm de diamètre, on ne débite guère, à 3 cm de longueur, plus de 100 kg/h; avec un moteur de 4 ch, et l'on sait que la résistance au sciage augmente très vite avec les dimensions transversales de l'élément à couper. Ces appareils simples ne dispensent pas, non plus, d'un façonnage au moins sommaire, car il serait incommode de présenter à la lame des perches longues et garnies de branches secondaires plus ou moins développées.

Les Établissements Gloppe, de Lyon, ont cependant conservé le principe de la scie circulaire, mais l'axe du disque est pourvu d'un pignon qui engrène avec un autre pignon calé à l'extrémité de l'arbre moteur, montage à satellite dont l'effet est d'imprimer à la scie un mouvement secondaire de rotation qui la fait monter et descendre par rapport à une bouche par laquelle arrivent simultanément plusieurs brins placés parallèlement entre eux, en longueur; l'entraînement de ces brins est suspendu pendant l'ascension de la scie, qui correspond à la période de coupe; la vitesse d'entraînement, qui conditionne la longueur des fragments, est réglable.

Le modèle le plus important débite, à 5 cm, 5 000 kg/h, avec un moteur de 5 ch. Le diamètre maximum des éléments qu'il peut travailler étant d'environ 15 cm, les mêmes établisssements construisent une fendeuse qui fractionne « en quartiers », c'est-à-dire en long, les bois de diamètre plus élevé.

Les machines qui agissent par tranchage, moins coûteuses que les précédentes, sont composées de couteaux robustes qui, montés sur des disques ou sur des bras animés d'un mouvement de rotation autour d'un axe, sectionnent la partie des perches ou des brins qui dépasse l'orifice, parallèle à leur plan d'action, d'un couloir où ces bois sont disposés en long, comprimés entre des cylindres cannelés qui les poussent, vers cet orifice, d'un mouvement continu de vitesse réglable. Si ce couloir est perpendiculaire au plan d'action des couteaux, le bois est tranché d'équerre; s'il lui est oblique, la coupe est biaise.

Se basant sur ce qu'avec un couteau ou une serpe, il est impossible de sectionner une tige de bois, tenue à la main, autrement qu'en biais, on prétend que la coupe biaise consomme moins d'énergie mécanique que la coupe d'équerre. On manque d'essais précis à ce sujet. La discussion serait d'ailleurs oiseuse, car, quoi qu'il en puisse être, il y a intérêt, au point de vue de la rapidité de dessiccation, à couper en biais; toutefois il ne faut pas dépasser, en obliquité par rapport à l'axe de la tige, 45° environ, sous peine de produire des fragments trop pointus, qui s'accrochent dans le générateur; et même les bois qui se présentent vers l'extrémité extérieure des lames, risquent, à défaut d'un dispositif spécial pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les maintenir, d'être coupés tellement en oblique qu'ils comportent des « langues » d'écorce, plus ou moins longues, mais toujours d'un mauvais effet dans le gazogène.

On peut citer, parmi les machines de cette catégorie, où de nouveaux modèles ne tarderont certainement pas à figurer, les découpeuses suivantes :

Société française de Matériel agricole et industriel, de Vierzon, la première en date et dénommée « hache-brindilles ». Quatre couteaux montés sur tourteaux entraînés par un arbre horizontal. Tranche d'équerre, à 5 cm de longueur, 300 kg de bois sec par heure, avec un moteur de 3 à 4 ch.

Société des Carburants forestiers, à Jaulgonne (Aisne), ou découpeuse J. D. Très forts couteaux, montés, en prolongement l'un de l'autre, sur un arbre horizontal. Entraînement des brins par cylindres pourvus de rainures hélicoïdales qui permettent de pousser le bois obliquement; au niveau du plan d'action des couteaux, la paroi latérale du couloir est déviée vers l'axe pour éviter, dans la mesure du possible, la formation des langues. Machine pouvant être montée, avec son moteur, en remorque à deux roues garnies de pneumatiques. Débite, avec coupe biaise, de 2 000 à 5 000 kg/h, avec un moteur de 5 ch; les fragments, étant projetés violemment, peuvent être amenés automatiquement à 4 ou 5 m de distance et chargés ainsi, en vrac, sans manutention spéciale.

Établissements Gustin fils, à Deville (Ardennes), ou découpeuse de Romanet. Puissante machine, dont le débit horaire serait de 10 t. Les couteaux sont fixés sur un plateau dont l'axe n'est ni perpendiculaire ni parallèle au sol, mais incliné par rapport à celui-ci d'un angle réglable; les brins étant engagés horizontalement, on obtient ainsi telle coupe biaise qu'on désire. Ici encore la violence du tranchage projette les fragments suffisamment loin pour qu'aucune manutention spéciale soit nécessaire; en outre, la plupart de ces fragments sont éclatés suivant les rayons médullaires, ce qui facilite et active leur dessiccation, ainsi que la transformation du bois en charbon dans le générateur.

Lorsque ces machines traitent le bois en vert, ce qui paraît être le plus rationnel à tous points de vue, il faut faire sécher les fragments avant de les utiliser dans le gazogène. La dessiccation par chauffage, qui pourrait fournir le bois dit torréfié, ne peut être envisagée que dans le cas, plutôt exceptionnel, où on dispose de chaleur inutilisable autrement. C'est donc le séchage à l'air qui sera normalement pratiqué.

Le mieux est, sans contredit, de commencer le séchage à l'air libre; la pluie dilue la sève et élimine les matières pectiques qui ralentissent l'évaporation. On exposera, par suite, les fragments placés sur des claies en branchages ou, mieux, en grillage métallique, en couches de 20 à 30 cm d'épaisseur, aux alternatives atmosphériques, puis, quand on jugera le « dessévage » suffisamment avancé, on transportera les claies sous un hangar ouvert et on les empilera en ménageant entre elles une bonne circulation d'air.

A défaut de claies, on peut édifier des sortes de murs d'au plus 60 cm d'épais-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

seur, dont une façade est exposée au vent pluvieux de la localité; les parois en élévation seront constituées par des grillages sur piquets, ou bien le mur lui-même sera formé par des bourses en filet de fil tanné, d'assez large maille, qu'on trouve actuellement dans le commerce; ces bourses, qui contiennent une trentaine de kilogrammes de bois, sont empilées à l'air libre, puis, après dessévage, transportées sous le hangar.

Ces méthodes nécessiteraient probablement une main-d'œuvre exagérée lorsque les quantités de bois à traiter deviennent importantes, ce qui est le cas des coopératives. Peut-être alors, y aurait-il lieu d'envisager la création de sortes de silos en élévation, dont les parois seraient formées de persiennes à lames écartées de 2 ou 3 cm, pour protéger, cette fois, contre la pluie. Deux éléments à parois écartées de 60 cm pourraient être protégées par la même toiture, avec un couloir intermédiaire de 50 à 60 cm, ce qui donnerait une assise suffisante pour une hauteur de 2,50 à 3 m. Plusieurs rangées semblables, à 3 ou 4 m de distance les unes des autres, seraient remplies automatiquement, par le haut, par la découpeuse elle-même, qui se déplacerait, avec son moteur, dans l'intervalle des rangées. L'extraction du combustible se ferait par le bas, au besoin par un petit chargeur-élévateur.

La mise de fonds serait plus élevée et la dessiccation serait plus lente, mais aucune manutention spéciale n'interviendrait au cours du séchage et les compartiments du silo pourraient être remplis à nouveau au fur et à mesure de la consommation, le découpage en vert pouvant être exécuté à n'importe quelle époque.

*
* *

Nous ferons remarquer, pour terminer cet exposé, bien sommaire malgré son développement, que les gazogènes peuvent accepter tous les bois de moins de 6 cm de diamètre (sauf refente) et de plus de 1,5 cm. On dispose donc, en réalité, de quantités considérables de matières, car indépendamment des produits des taillis ou des autres modes d'exploitation forestière, tout ce qui provient, non seulement de l'exploitation agricole ou viticole, mais encore de certaines opérations normales de la sylviculture, comme les coupes d'éclaircie et les dégagements de semis, est absolument propre à nous fournir du gaz.

D'autre part, les dimensions indiquées ci-dessus comme convenant à nos gazogènes permettent de recourir à des taillis bien moins âgés que ceux qui fournissent la charbonnette habituelle; l'âge d'exploitation pourrait être abaissé à 12 ans en moyenne. Bien que des coupes aussi rapprochées ne correspondent peut-être pas au revenu le plus élevé, au moins dans toutes les circonstances, elles procureraient, indépendamment de prises de bénéfices plus fréquentes, l'avantage incontestable de parer à des difficultés de ravitaillement qui peuvent avoir de graves conséquences en cas de guerre. Et comme elles ne compromettraient en rien l'avenir de notre domaine forestier, puisqu'aussitôt les difficultés passées, rien ne s'opposerait à ce qu'on revînt au mode actuel d'exploitation,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

s'il est reconnu plus avantageux, nous n'avons pas cru pouvoir, dans les circonstances tragiques que nous traversons, conserver pour nous le résultat de nos recherches et de nos réflexions.

L'agriculture est la première intéressée à l'emploi du bois cru pour ses travaux et ses transports; les services de l'intérieur ont avantage à l'envisager pour les courtes distances. Mais il n'est pas jusqu'au carbonisateur qui n'ait intérêt à connaître les nouveaux procédés de découpage du bois en vert, car l'utilisation de découpeuses déversant automatiquement, en vrac, le bois dans les cornues ou dans les fours métalliques, dispense des opérations toujours onéreuses du rangement de la longue charbonnette dans les mêmes appareils, comme d'ailleurs, de toutes celles du façonnage. Et comme le charbon de bois, cuit par les procédés habituels, doit être ultérieurement concassé, on n'aperçoit pas de raisons majeures s'opposant à ce que le bois soit fragmenté avant cuisson.

De toutes ces considérations, si on juge à propos d'en tenir compte et de les soumettre à un examen critique serré, peut résulter, pour notre économie nationale, une amélioration appréciable. Nous osons donc espérer que notre voix n'aura pas clamé exclusivement dans le désert.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VŒU DE L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE
au sujet de l'intensification de la production légumière en temps de guerre et des « jardins de guerre » (*).

Dans sa séance du 13 mars 1940, l'Académie d'Agriculture a émis à l'unanimité le vœu suivant auquel le Conseil de la Société d'Encouragement, dans sa séance en comité secret du 6 avril, s'associe pleinement; il attire plus particulièrement l'attention des industriels qui pourraient donner des facilités à leurs ouvriers pour la création et la conduite des jardins de guerre, en ce qui concerne soit les heures de travail, soit la fourniture d'outils ou appareils, soit encore la mise à leur disposition ou l'aménagement de terrains inutilisés facilement cultivables (1).

Vœu.

L'Académie d'Agriculture de France, après avoir entendu les communications de : M. SCHRIBAUX : *Jardins de guerre et jardins des évacués*; M. Roger GRAND : *La production agricole en temps de guerre, jardins potagers et petits élevages militaires;* M. Pierre CHOUARD : *Intensification de nos jardins potagers*, et les observations de MM. GÉNIN, HITIER, MASSÉ, NOMBLOT et PIETTRE,

estime les études préliminaires sur la question assez poussées pour envisager les moyens de réalisation, étant donné l'intérêt qui s'attache à l'intensification de la production agricole, et notamment des légumes, pour assurer une bonne alimentation et combattre la vie chère.

Considérant, d'autre part, les études faites à la Société nationale d'Horticulture de France, à la Confédération des Groupements horticoles professionnels, à la Fédération nationale des Sociétés d'Horticulture de France et des Colonies, aux Jardiniers de France, et la position prise par la Section agricole du Secours national, etc... qui menacent de disperser les efforts, *émet le vœu* :

que l'OEuvre du Secours national, qui a déjà commencé l'étude du jardin des évacués, en conserve la direction, qui est bien dans le cadre de son activité. *Mais, pour l'ensemble des jardins de guerre* : en arrière du front, autour des dépôts, des usines de guerre, des grandes améliorations urbaines, etc... et pour la solution des problèmes posés par la recherche des terrains nécessaires, la préparation et l'entretien du sol, la technique des cultures, la fourniture des engrais appropriés, des graines et des plants les meilleurs, des outils et des produits insecticides et anticryptogamiques ou pour la coordination des efforts de toutes les bonnes volontés,

demande qu'un comité composé de spécialistes soit nommé par M. le Ministre de l'Agriculture et du Ravitaillement, pour en assurer l'organisation avec le concours des comités départementaux et communaux de la Production agricole et la collaboration des autorités militaires locales et régionales.

(*) Voir, à ce sujet, *Les « jardins de guerre »*, par M. H. HITIER (*Bulletin de la Société d'Encouragement*, janvier-février 1940, p. 43-46).

(1) Les industriels sont priés de s'adresser directement à l'OEuvre du Secours national, 149, rue de Grenelle, Paris (7e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ŒUVRE DE M. RAYMOND SUBES, FERRONNIER D'ART.

par M. Jean FRESSINET, *membre du Conseil.*

S'il est a notre époque, une œuvre susceptible d'attester les incomparables résultats que peut donner l'association étroite de l'art et des techniques, c'est bien celle du maître-ferronnier Raymond Subes.

Cette œuvre, qui est considérable, exalte au maximum les possibilités décoratives des principaux métaux utilisés par son auteur avec une logique et une maîtrise remarquables, suivant les problèmes qu'il doit résoudre.

L'une des qualités principales de Raymond Subes est sa compréhension de l'architecture; il sait y adapter son talent avec une rare souplesse et, surtout, avec une intelligence des plus vives. La collaboration qu'il apporte à la construction ou à la transformation d'un édifice est toujours heureuse, car elle n'en altère jamais le caractère; au contraire, elle s'y associe très étroitement. Cependant, son respect de l'ordonnance et du style de l'architecture ne l'empêche nullement de donner à ses œuvres la forte empreinte de sa personnalité.

Il arrive assez fréquemment que dans un bâtiment moderne, beau par ses proportions et ses volumes, l'architecte s'abstienne volontairement ou pour des raisons budgétaires, de faire appel au concours d'un sculpteur ou d'un ornementiste; seule la porte principale peut en révéler la destination. De nombreuses grilles de ferronnerie sont venues ainsi compléter heureusement des édifices contemporains auxquels elles ont ajouté une sorte de marque distinctive et personnelle.

Raymond Subes est certainement un de ceux qui ont apporté les meilleures solutions à ce genre de problème. Chaque fois qu'on lui a demandé d'étudier la porte d'une banque, c'est vraiment la porte d'une banque qu'il a créée et non celle d'un ministère, d'un lycée ou d'un immeuble ordinaire. Il a toujours réussi à associer la logique et ses nécessités aux ressources de son imagination, en plaçant les unes et les autres sous le contrôle de son goût incontestable. C'est ainsi que ses œuvres présentent un réel caractère de beauté tout en convenant parfaitement à leur destination, et, malgré la diversité de ses conceptions, on demeure frappé par l'unité qui se dégage de leur ensemble.

Sa force créatrice ne semble jamais avoir été jugulée par les difficultés techniques ou budgétaires cependant nombreuses, qui ont pu se présenter; il a su les vaincre en faisant appel à des solutions ingénieuses, et l'exécution de ses œuvres n'en a jamais souffert.

Il fait usage, suivant le cas, des métaux les plus divers et des techniques qui lui paraissent les plus appropriés pour réaliser ses conceptions. Ne se bornant pas, comme la plupart, à l'utilisation du fer et du bronze, il n'hésite pas à employer le cuivre rouge poli ou oxydé, le duralumin et les aciers inoxydables. Même lorsqu'il a recours à la fonte, il en tire le meilleur parti évitant soigneusement l'erreur, trop souvent constatée, d'une imitation grossière du fer forgé avec de faux rivets.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'utilisation si intéressante qu'il fit de la fonte, dans la cathédrale d'Arras, (fig. 4) peut être citée en exemple de ce qui précède : elle accuse, en même

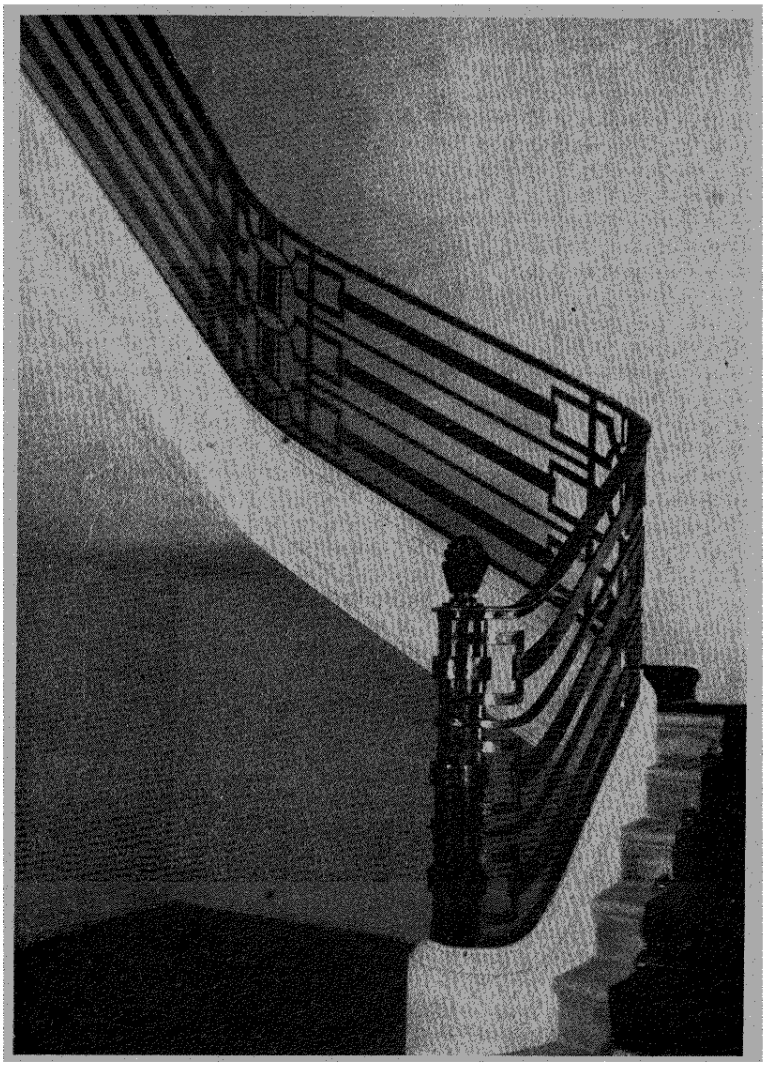


Photo Marius Gravot, Paris.

Fig. 1. — Immeuble de la Compagnie d'assurance La Métropole.
Rampe en fer forgé.

temps qu'une grande franchise de parti, une connaissance profonde des possibilités d'emploi de ce modeste métal et des ressources que l'on peut en obtenir.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Toute l'œuvre de Subes, témoigne d'ailleurs d'un amour réel pour le beau métier auquel il a consacré sa vie. Depuis qu'à l'issue de ses études artistiques,

Photo Bedford Lemere and Co, Londres.

Fig. 2. — Institut français du Royaume Uni, à Londres.
Rampe en fer forgé.

il entra comme jeune apprenti dans l'atelier d'Émile Robert, il se passionna, sous l'impulsion de ce maître, pour la technique du métal dont il s'ingénia, dès lors, à extraire les infinies ressources décoratives.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

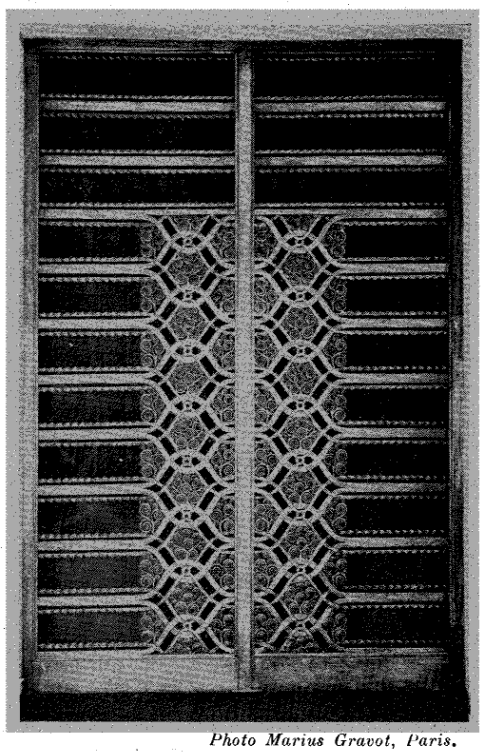


Photo Marius Gravot, Paris.

Fig. 3. — Grille d'immeuble en fer forgé.

Le développement de sa carrière, qui devait l'amener par étapes successives jusqu'à la tête de la maison qui vit ses débuts et qu'il n'a d'ailleurs jamais quittée, témoigne éloquemment de son amour profond du métier. Cette maison, il l'a, par son labeur, son talent et son intelligence, développée, modernisée, et il lui a donné une notoriété reconnue. Lorsqu'on visite ses ateliers, on comprend les sentiments d'admiration et de fierté qui animent son nombreux personnel. Admiration des travaux qu'ils exécutent, dont la beauté les frappe, et surtout fierté de savoir que ce labeur est assuré par les créations d'un artiste qui débuta modestement parmi eux.

Quoique n'ignorant rien des procédés anciens, il s'est dirigé résolument vers les techniques modernes; en dotant son personnel de l'outillage le plus récent, il a prouvé que la machine n'est pas, ainsi que certains le prétendent, l'enne-

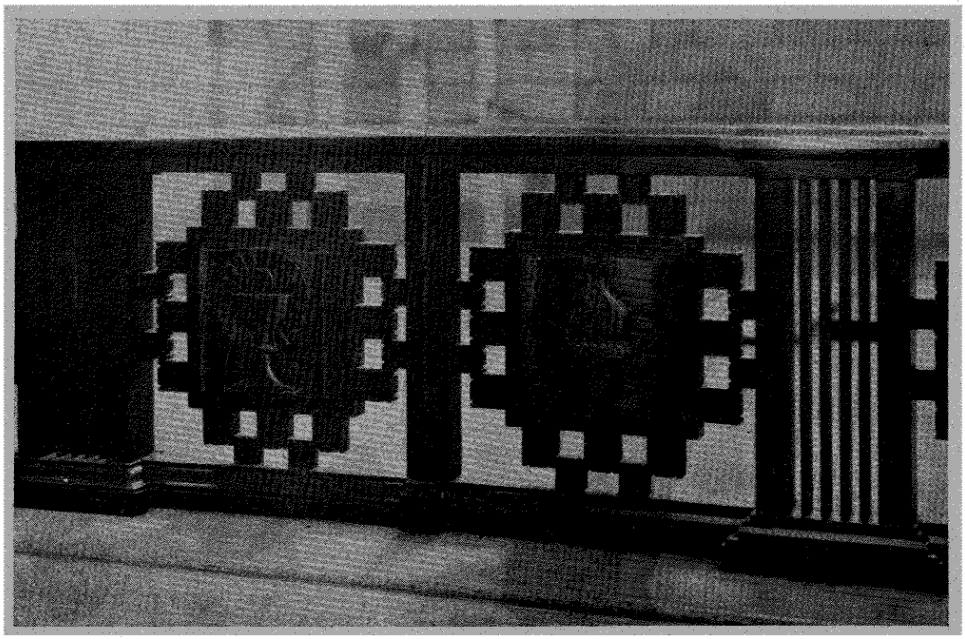


Photo Marius Gravot, Paris.

Fig. 4. — Cathédrale d'Arras.
Appui de communion avec éléments de fonte de fer et de cuivre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mie de l'homme et, en particulier, de l'artiste; mais qu'elle peut, au contraire, devenir, en le soulageant de besognes longues et fastidieuses, une auxiliaire des plus précieuses pour celui qui sait la diriger et l'utiliser à bon escient.

Il n'est pas possible de citer les nombreux immeubles et bâtiments publics dont Raymond Subes a étudié et réalisé les portes (fig. 5, 6 et 7), les ferronneries d'escaliers (fig. 1 et 2), ou les grilles d'ascenseurs, pas plus que les innombrables églises dont la façade ou l'intérieur est enrichi d'une de ses œuvres.

Cependant, parmi ses travaux les plus récents, on peut rappeler : les Ministères de la Marine marchande et des Postes, Télégraphes et Téléphones; la Cité universitaire de Paris; l'Institut dentaire de la ville de Paris (fig. 5); l'Ambassade d'Italie, la Westminister Foreign Bank, le siège de la Compagnie parisienne d'Électricité, les hôtels Ambassador et George V, l'Hôtel des Tabacs, les cathédrales de Cambrai, de Soissons et d'Arras, l'Opéra d'Alger, l'Hôtel des Postes de

Photo Marius Gravot, Paris.

Fig. 5. — INSTITUT DENTAIRE DE LA VILLE DE PARIS. — Porte avec chambranle et caravelle, en bronze patiné.

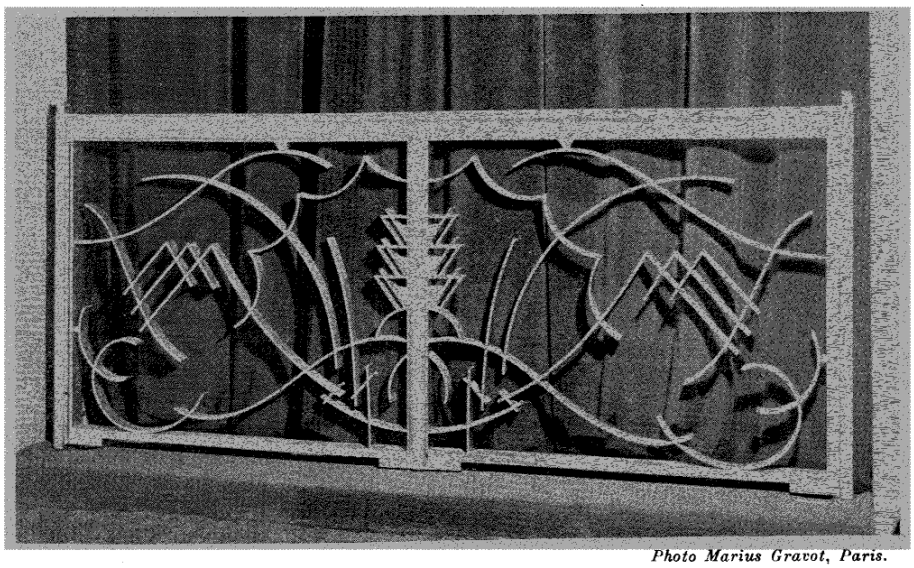


Photo Marius Gravot, Paris.

Fig. 6. — Petite porte d'intérieur en fer plat forgé et doré.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lyon, l'Institut français du Royaume Uni, à Londres (fig. 2); le Pavillon de la France à l'Exposition internationale de New York en 1939. Tous les paquebots

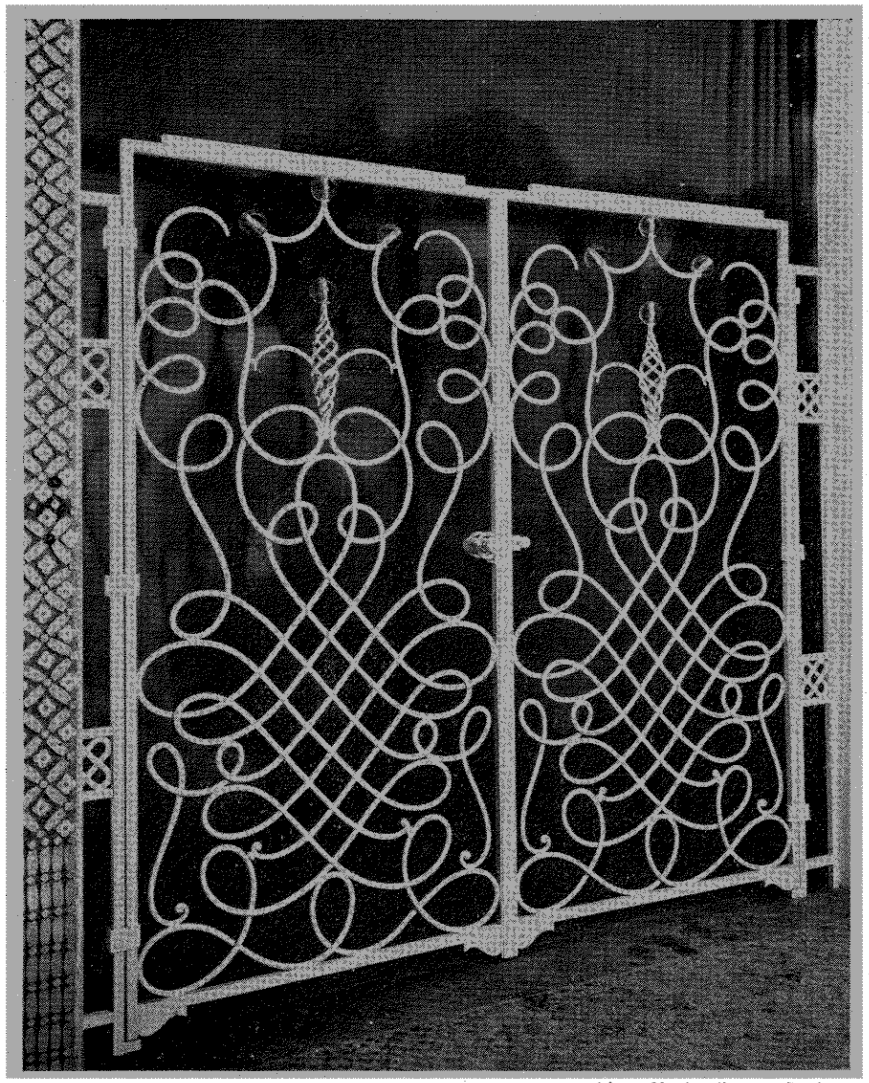


Photo Marius Gravot, Paris.

Fig. — 7. — Porte d'intérieur en fer rond forgé et laqué.

les plus nouveaux et, en particulier, le *Pasteur*, dont il a réalisé la décoration entièrement métallique de la grande salle à manger, portent à travers les mers des œuvres de Subes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aux nombreux Salons et Expositions de ces dernières années, on a pu admirer, outre les œuvres précitées, des meubles (fig. 8), des consoles, des appliques lumineuses et des lampadaires en métal composés par cet ingénieux artiste; leur sobriété et leur modernisme étaient affirmés par une technique toujours précise et irréprochable.

Décorateur de talent et technicien expérimenté, Raymond Subes sait évoluer du précieux au monumental avec un à-propos, une ingéniosité et une élégance remarquables. Après nous avoir montré de charmants sièges de jardin ou d'appartement, de délicates grilles d'intérieur (fig. 3, 6 et 7), il réalise actuellement deux œuvres importantes avec la décoration des ponts de Neuilly et de Saint-Cloud, dans laquelle sa puissance créatrice et sa maîtrise technique vont s'affirmer une fois de plus. Ses qualités bien françaises de logique, de distinction et d'harmonie s'y manifesteront comme dans ses travaux précédents et pareront d'un nouvel éclat, non seulement son œuvre personnelle, mais aussi l'art et l'industrie de notre pays.

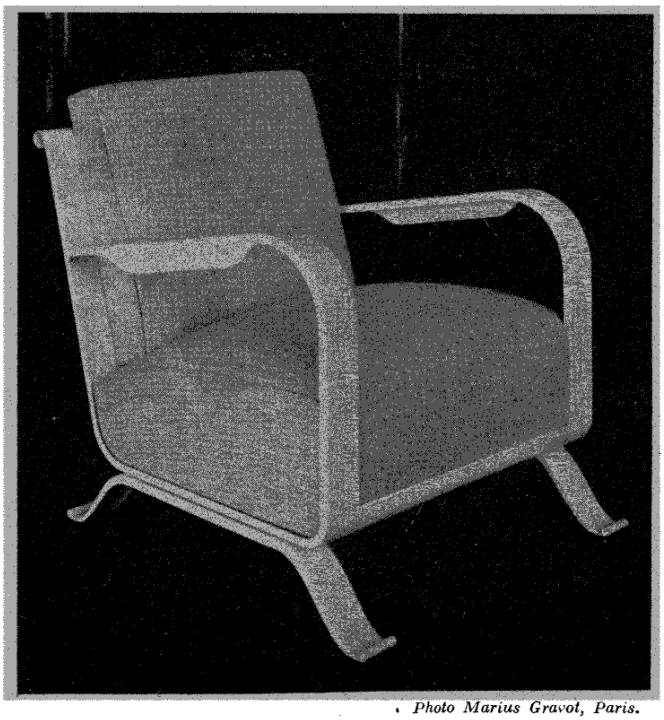


Photo Marius Gravot, Paris.

Fig. 8. — Fauteuil en tôle emboutie laquée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 13 JUIN 1939)

Conséquences de la conduite en marche acide des hauts fourneaux, par M. Albert PORTEVIN, *membre du Conseil.*

Les nouvelles méthodes de conduite des hauts fourneaux en marche acide, développées par H. A. Brassert et ses collaborateurs au cours de ces dernières années, vont avoir des conséquences économiques et géographiques importantes en déplaçant les régions de fabrication des fontes Thomas en Europe; ceci par suite de la possibilité d'utilisation intensive de certains minerais jusqu'alors peu ou pas exploités.

Jusqu'à présent, en effet, la marche classique pour la production des fontes Thomas visait l'élimination du soufre par un laitier suffisamment calcaire, laitier ayant un « indice de basicité » CaO/SiO^2 voisin de 1,5, ce qui correspondait à des teneurs en chaux de l'ordre de 42 à 44 p. 100. Ceci, dans l'Est de la France, est obtenu par mélange de deux catégories de minerais : l'une à prédominance calcaire, l'autre siliceuse. Lorsque les minerais, ou mélanges de minerais, employés ne contiennent pas le rapport voulu de chaux vis-à-vis de la silice, on leur mélange du calcaire en quantité suffisante et qui s'élève parfois à 1 tonne par tonne de fonte produite.

Il est évident que de telles additions ont pour effet de diminuer très sensiblement la teneur globale en fer du lit de fusion et d'augmenter les consommations de coke.

C'est ainsi qu'un minerai siliceux tel, en France, celui de Normandie (carbonate calciné; minerai B du tableau ci-dessous), contenant 45 p. 100 de fer et recevant une addition de calcaire de 900 kg par tonne de fonte produite, ne correspond en pratique qu'à un minerai complet à 31 p. 100 de fer et dont les proportions naturelles de chaux et de silice correspondraient à la condition indiquée. Une telle marche conduit à une consommation de coke qui oscille entre 1.210 et 1.240 kg par tonne de fonte.

Minerais classés par ordre croissant de $\frac{SiO^2}{CaO}$.

(*Teneurs centésimales*)

	A Northamptonshire (Corby).	B Normandie (calciné).	C Salzgitter (calciné).	D Anjou et Bretagne.	E Dogger.
	—	—	—	—	—
Fe	26-30	45-46	36	48-52	23-28
SiO^2	6-9	14-17	20	12-16	26-30
CaO	3-4	3,5-4,5	3,5-4	1,5	2,5-3
Al^2O^3 . . .	6 8	4-7	7	2-4	5-6
P	0,3-0,6	0,6-0,75	0,7-09	0,6-07	0,4-0,6

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au contraire, dans les nouvelles méthodes Brassert, on ne se préoccupe pas de l'élimination du soufre par le laitier, et on calcule le lit de fusion de façon à avoir la marche la plus commode en ce qui concerne les propriétés physico-thermiques du laitier (fusibilité, fluidité, etc.) et la plus économique en ce qui concerne la consommation de coke. Ceci correspond, surtout pour les minerais siliceux, à des indices de basicité nettement inférieurs à 1,5, par exemple 0,9 et moins encore. C'est ce qu'on appelle la *marche acide*. Si le minerai et le coke sont tels que les teneurs en soufre de la fonte sont exagérées, on désulfure ensuite la fonte produite avec du carbonate de sodium, ce qui conduit à une dépense incomparablement plus faible que les économies réalisées dans le fonctionnement du haut fourneau.

Cette nouvelle marche acide du haut fourneau a déterminé des réalisations ou installations de toute première importance.

1° En Angleterre, les usines de Corby utilisent maintenant un minerai très pauvre et irrégulier du Northamptonshire, qui était inutilisé auparavant; sa composition approximative est donnée en A dans le tableau. Ces usines produisent de la fonte Thomas avec un lit de fusion dont la teneur en fer est de l'ordre de 30 p. 100 (compte tenu des additions de battitures de laminoirs, de projections de convertisseurs, etc.); la consommation de coke oscille entre *930 et 950 kg* par tonne de fonte.

Ce dernier résultat est dû à la fois à la marche acide, évitant les additions de calcaire et fournissant une meilleure répartition de température dans les diverses régions de l'appareil, ainsi qu'aux soins apportés à la préparation des charges (concassage et classification du minerai, agglutination des parties poussiéreuses, etc.). Malgré ces faibles consommations de coke, les fontes Thomas de Corby sont nettement plus chaudes que celles que l'on produit normalement en France, ce qui présente de grands avantages, notamment au point de vue de leur transformation en acier et de l'amélioration éventuelle ultérieure de cet acier.

2° En Allemagne, le plan Hermann Gœring comporte la construction, commencée en 1938, d'énorme usines dans le Harz, en Bavière et en Autriche, utilisant les minerais pauvres et très siliceux du Salzgitter et du Dogger, dont les compositions approximatives sont données en C et E dans le tableau. Une telle décision, prise nonobstant les problèmes économiques qu'elle soulève, prouve que les essais préalables de traitement acide ont donné, avec ces minerais, d'excellents résultats.

En ce qui concerne notre pays, il est intéressant de noter l'analogie, au point de vue gangue (proportions relatives de SiO^2, de CaO et de Al^2O^3), des minerais de l'Ouest de la France avec les minerais du Centre et de l'Est de l'Allemagne, en comparant les minerais de Normandie B avec ceux du Salzgitter C, et ceux d'Anjou et de Bretagne D, avec ceux du Dogger E.

Cela montre qu'avec des minerais français on doit avoir, avec la marche acide, des résultats d'autant plus intéressants qu'ils sont très nettement plus riches

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que les minerais allemands correspondants, ce qui est un avantage considérable par rapport à ceux-ci.

C'est ainsi qu'en comparant les résultats que nous avons cités de la marche classique pour les minerais de Normandie avec ceux obtenus à Corby, il ressort une économie de coke d'environ 300 kg par tonne de fonte pour des hauts fourneaux ayant à peu près la même puissance.

Il résulte de tout cela qu'on peut prévoir un déplacement des régions productrices de fonte Thomas vers le centre et l'Est pour l'Allemagne et la possibilité d'un déplacement vers l'Ouest pour la France, ce qui, dans les deux cas, correspond à un éloignement de la commune frontière.

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 9 NOVEMBRE 1939.)

La production des carburants d'aviation.

Note présentée par M. Charles BIHOREAU, *membre du Conseil.*

Le développement de l'aviation de guerre et les progrès réalisés dans la technique des moteurs à explosion ont eu pour conséquence, dans ces dernières années, de poser d'une manière particulièrement aiguë le problème de la production des carburants à haut indice d'octane. En quelques années, il est apparu nécessaire d'envisager la fabrication de tonnages massifs de carburants à 85, 87, 92 et maintenant à 100 d'octane; problème absolument nouveau auquel l'industrie du pétrole devait apporter des solutions nouvelles.

D'une manière générale, on peut dire que les principales qualités demandées à un carburant d'aviation sont d'être stable, de ne pas donner lieu, en croisière, à une trop grande consommation, de fournir au décollage la puissance maxima, enfin, d'avoir une courbe de distillation appropriée, d'où la nécessité d'utiliser un carburant à haut indice d'octane, d'une susceptibilité satisfaisante au plomb tétraéthyle, à faible indice de gommes, et d'une volatilité suffisante.

Or, l'application des méthodes couramment utilisées par l'industrie du pétrole pour l'obtention des essences auto, ne permettrait pas d'obtenir des carburants satisfaisant aux conditions imposées aux essences aviation. D'une part, il n'existait qu'un petit nombre de pétroles bruts qui, par distillation directe, pouvaient fournir des essences qui, après addition de plomb tétraéthyle, avaient un indice d'octane suffisant (ce qui réduisait singulièrement les possibilités de production directe d'essences aviation); et, d'autre part, les procédés de cracking et de reforming utilisés pour la production des essences auto, fournissaient des essences qui ne possédaient pas une stabilité suffisante pour être utilisables comme essence aviation. L'industrie du pétrole, pour résoudre le problème qui lui était posé, fut donc conduite à mettre en œuvre d'autres techniques.

Nous devons considérer deux cas différents, suivant que l'on envisage d'obtenir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des carburants d'aviation à moins de 92 d'octane, ou des carburants dont l'indice d'octane est compris entre 92 et 100.

Carburant à indice d'octane inférieur ou égal à 92. — Deux techniques nouvelles furent utilisées : l'hydrogénation et le cracking catalytique.

L'hydrogénation sous haute pression avait été appliquée à la solution d'autres problèmes, notamment à la transformation des combustibles solides et des résidus lourds en carburants, à la production d'huiles lubrifiantes à partir de certains bruts. Appliquée à la transformation du gas oil en essence, elle permit d'obtenir, avec des rendements presque quantitatifs, des carburants à très hauts indices d'octane, et remarquablement stables, qui, par addition de 0,8 p. 1000 de plomb tétraéthyle, atteignaient aisément 92.

Le cracking catalytique, qui nécessita une assez longue mise au point, permet également d'obtenir des essences très stables à hauts indices d'octane. Plusieurs procédés sont actuellement utilisés (Houdry, Shell, Philipps, Standard of New Louisiana) représentant une capacité totale en service ou en construction d'environ 50 000 m³ par jour. Indépendamment du fait qu'elle permet d'opérer le cracking à des températures moins élevées, l'application des phénomènes de catalyse a pour effet de provoquer des transformations moléculaires et des isomérisations tendant à la formation d'hydrocarbures indétonants stables. A partir d'un gas oil, les rendements du cracking catalytique peuvent atteindre 65 p. 100.

On peut aussi procéder au reforming catalytique, c'est-à-dire au traitement des essences ou des fractions légères en présence de catalyseur, en vue de leur transformation en essences aviation 74-78 qui, par éthylation, pourront être portées à 92.

Carburants à 100 d'indice d'octane. — Ainsi, les procédés précédents permettent d'obtenir des essences dont les indices d'octane sont compris entre 75 et 80; ces essences pourront être portées à 92 d'octane par addition de 0,8 p. 1000 de plomb tétraéthyle. Toutefois, cette dose de 0,8 p. 1000 de plomb tétraéthyle apparaît, en l'état actuel, comme la dose maxima qu'on ne pourrait pas dépasser sans inconvénients à l'emploi. Il n'est d'ailleurs pas du tout sûr que, dans un avenir plus ou moins proche, les difficultés causées par des dosages trop élevés de plomb tétraéthyle ne seront pas résolues et qu'on ne pourra pas accroître sensiblement la teneur de plomb tétraéthyle considérée actuellement comme maximum.

Quoi qu'il en soit, si l'on veut obtenir des carburants à 100 d'octane, on est conduit à mélanger aux essences d'aviation des produits d'addition ayant eux-mêmes, préalablement à toute éthylation, un indice d'octane voisin de 100.

Ces agents d'addition, d'une manière générale, sont constitués par des hydrocarbures saturés à chaînes ramifiées, ayant une condensation en carbone comprise entre C^5 et C^{10}. Ils doivent être saturés pour être stables, ramifiés pour être indétonants; leur condensation en carbone doit être telle que les courbes de distillation des carburants aviation finalement obtenus soient conformes aux normes du Ministère de l'Air. Ils doivent en outre avoir une susceptibilité au plomb tétraéthyle aussi bonne que possible.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis dix ans déjà, on avait reconnu les propriétés indétonantes de l'isooctane qu'on avait précisément choisi comme carburant 100 de l'échelle des indices d'octane. Mais sa fabrication n'avait pas été rendue industrielle et se limitait à la production des carburants de référence pour détermination des indices d'octane.

D'autre part, on s'était attaché à trouver l'utilisation des tonnages considérables des gaz de cracking, saturés et non saturés, produits par les raffineries. Divers procédés catalytiques ou thermiques (U. O. P., Alco, Philipps) de polymérisation des gaz non saturés, avec ou sans déshydrogénation préalable des hydrocarbures saturés, avaient été mis au point et appliqués. Ces procédés permettaient d'obtenir des essences à hauts indices d'octane. L'augmentation constante des demandes en carburants aviation allait avoir pour conséquence de développer de nouveaux procédés, plus spécialement orientés en vue de la production massive d'agents d'addition à haut indice d'octane.

1° La fabrication de l'isooctane fut mise au point industriellement. L'isobutylène, en présence d'acide sulfurique de concentration convenable, est polymérisé en diisobutylène, qui, par hydrogénation, se transforme en isooctane.

La teneur en isobutylène de la fraction C^4 des gaz de raffineries étant d'environ 10 p. 100, la production théorique maximum en isooctane de la fraction C^4 ne pouvait donc dépasser 10 p. 100, pratiquement 7,5 à 8 p. 100. D'autre part, il était nécessaire d'hydrogéner le diisobutylène en isooctane, opération onéreuse, qui élevait sensiblement le prix de revient du produit d'addition obtenu.

2° Si l'on modifie les conditions de la réaction de polymérisation, on peut, au lieu de condenser deux molécules d'isobutylène en diisooctane, réaliser la condensation d'une molécule d'isobutylène avec une molécule de butylène; on obtient alors une hydrogénation des hydrocarbures en C^8, moins ramifiés que l'isooctane, mais dont l'indice d'octane est d'environ 94-96.

Cette réaction, appliquée industriellement, permit de doubler le rendement théorique en agents d'addition obtenus à partir de la fraction butane, puisqu'ainsi, il était théoriquement possible d'obtenir environ 20 p. 100 d'agents d'addition par rapport à la fraction butane, pratiquement 15 p. 100. Par contre, on ne supprimait pas la réaction finale d'hydrogénation.

3° On mit au point une nouvelle réaction, la réaction d'alcoylation, qui devait trouver là de fécondes applications. Alors qu'il y a quelques années on attribuait la réactivité d'un hydrocarbure à la présence de valences libres sur ses atomes de carbone (les hydrocarbures éthyléniques étant plus réactifs que les hydrocarbures paraffiniques), on s'aperçut que cette réactivité était également fonction de la position des carbones qu'ils contenaient (un carbone tertiaire ou quaternaire étant plus réactif qu'un carbone secondaire) ou, ce qui revient au même, que la présence de chaînes ramifiées dans une molécule d'hydrocarbures modifiait leur réactivité. En présence d'acide sulfurique, de l'isooactane réagit avec du butylène pour donner un hydrocarbure en C^8, à chaîne ramifiée; on obtient ainsi directement un hydrocarbure saturé à haut indice d'octane.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La réaction d'alcoylation fut aussitôt mise en application. Elle offrait deux avantages : d'abord, de supprimer l'opération onéreuse d'hydrogénation, indispensable dans les autres méthodes; ensuite, d'augmenter le rendement théorique des agents d'addition qui peuvent être fabriqués à partir de la fraction butane, puisque, pour une teneur de la fraction butane d'environ 10 p. 100 d'isobutane, on peut donc, au total, obtenir théoriquement 40 p. 100 d'agents d'addition, pratiquement 25 à 30 p. 100 (le reste de la fraction butane étant constitué par du butane normal non réactif);

4° Par ces différents procédés, on n'obtenait que des hydrocarbures en C^8. Or, la présence de ces hydrocarbures en C^8 tend à alourdir la courbe de distillation des essences aviation et, généralement, on redresse la courbe par addition d'isopentane, hydrocarbure indétonant qu'on trouve en quantités importantes dans les têtes de la distillation de certains pétroles. Il apparaît intéressant, au lieu de fabriquer seulement des carbures isoparaffiniques en C^8, de produire également des isoparaffiniques en C^6, C^7, et également aussi en C^9, dont les mélanges en proportions convenables permettraient d'obtenir des agents d'addition ne modifiant par la courbe de distillation des essences aviation.

On appliqua les réactions d'alcoylation au traitement, non plus des butylènes, mais du propylène et de l'éthylène, réactions qui deviennent d'autant plus difficiles à réaliser avec des rendements convenables que l'hydrocarbure éthylénique est plus léger. Durant l'année 1939, il semble que toutes les difficultés aient été surmontées et que la fabrication industrielle du néohexane (C^6) soit aujourd'hui à la veille d'être réalisée. D'autre part, au lieu d'isobutylène, on utilisa pour les réactions de polymérisation, l'isoamylène contenu dans les fractions de tête des essences de cracking. L'isoamylène réagissant sur les butylènes permet, après hydrogénation, d'obtenir des isoparaffiniques en C^9;

5° Les études entreprises dans différents domaines sur les propriétés indétonantes de certains composés oxygénés ont mis en évidence les qualités de l'éther isopropylique, de certaines cétones et de certains éthers. Ces composés oxygénés ont contre eux leur pouvoir calorifique inférieur et leur légère solubilité dans l'eau. Ils ont, par contre, une bonne susceptibilité au plomb. Ils peuvent être utilisés, en proportions convenables, dans les mélanges constituant les agents d'addition. D'une manière générale, la quantité d'agents d'addition qu'il est nécessaire d'ajouter à une essence 74-78 pour permettre l'obtention, après éthylation, à 0,8 p. 100 d'un carburant à 100 d'octane, est de l'ordre de 40 à 50 p. 100.

En résumé, l'industrie du pétrole avait à résoudre, pour la production des carburants d'aviation, un problème nouveau, puisqu'aucune des solutions qu'elle utilisait ordinairement pour la production des essences auto ne pouvait être employée dans ce domaine. Il s'agissait pour elle d'obtenir des carburants de qualité exceptionnelle, et de les obtenir en quantité massive. La rapidité de la course aux armements l'a obligée à agir vite. En quelques années, elle a réussi à mettre au point et à appliquer industriellement des réactions entièrement nouvelles, réalisant un véritable tour de force.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour ce faire, elle a dû modifier ses méthodes. Au lieu de traiter des mélanges complexes comme elle l'avait fait jusque-là, elle s'est appliquée à ne traiter que des hydrocarbures préalablement isolés, afin d'obtenir des produits de réaction bien définis. Aussi, les fabrications qu'elle a entreprises en vue de la fabrication des carburants d'aviation peuvent et doivent être considérées, non plus comme des opérations de raffinage, mais comme des synthèses chimiques.

COMITÉ D'AGRICULTURE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 7 JUIN 1939)

Le crabe chinois en France.

Dans une séance tenue récemment à l'Académie d'Agriculture, M. Bouvier a présenté une note de M. André sur un nouveau déprédateur qui menace d'envahir nos cours d'eau. Il s'agit du crabe chinois *Eriocheir Sinensis*. C'est un crabe à pinces velues, de couleur vert olive, d'une largeur de 7,5 cm. Originaire de la Chine, il a été introduit accidentellement à Héligoland en 1912, et il a déjà envahi les eaux douces et salées de l'Allemagne, du Danemark, de la Belgique, des Pays-Bas et de la Grande-Bretagne. Il a été signalé en France à Boulogne-sur-mer dès 1930. Il compromet l'existence des animaux dulcaquicoles, détériore les filets et met en danger les travaux hydrauliques en creusant des galeries dans les berges. La femelle qui pond 500.000 œufs regagne la mer pour pondre.

En Allemagne, on a essayé d'arrêter, par des barrages, la montée des jeunes dans les cours d'eau, mais ce moyen est insuffisant, le crabe pouvant vivre longtemps dans l'air. Il y a urgence à organiser méthodiquement sa destruction[1].

On trouvera une étude d'ensemble très détaillée sur le crabe chinois, sur ses caractères, les progrès de son extension en Europe et ses déprédations, de M. A. PANNING, de Hambourg, reproduite sous le titre *The Chinese mitten Crab*, dans l'*Annual Report of the Smithsonian Institution 1938* (p. 361 à 375, 9 planches en photogravure) (Publication n° 3 491 du United States Government Printing Office, Washington. Prix, relié : 1,5 dollar). Cet ouvrage n'est arrivé en Europe qu'à la fin de mars 1940.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANGE DU 6 DÉCEMBRE 1939.)

La conservation du blé en atmosphère confinée,

par M. Paul ROLLEY, *membre du Conseil.*

Nous avons exposé l'an dernier[2] les recherches effectuées en 1937 à l'École d'Agriculture de Chesnoy (Loiret) sous la direction de M. Blanc, Ingénieur en Chef du Génie rural, professeur à l'Institut national agronomique, sur la conser-

(1) Voir, à ce sujet, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* de mai-juin-juillet 1938, p. 245, le vœu émis par la 1re Conférence internationale pour la Protection contre les Calamités naturelles.

(2) Voir le *Bulletin* de janvier-février 1939, p. 124.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vation du blé en silo hermétiquement clos. La conclusion de ces essais, malgré certains incidents dus à l'imperfection du matériel, était nettement favorable à la possibilité de conservation en atmosphère confinée de blé dosant jusqu'à 15 p. 100 d'humidité.

Ces recherches ont été reprises en 1938-1939 avec un matériel amélioré et du blé dosant 16,2 p. 100 d'humidité, taux plutôt élevé pour nos régions : 238 qu d'un blé pesant 78,7 kg/hl furent déposés à l'aide d'un transporteur pneumatique dans un silo métallique en tôle rivée dont les rivets et les joints avaient été soigneusement mastiqués. A côté du silo métallique, on plaça un silo en « eternit » (amiante-ciment) de dimensions beaucoup plus petites (30 qu) qui, après remplissage avec du même blé, fut également fermé hermétiquement.

Douze sondes thermoélectriques enregistreuses permirent de suivre les variations de température dans tous les points de la masse ensilée.

Enfin, pour permettre toute comparaison utile, 36 qu du même blé furent envoyés au Magasin de l'Intendance de Mignères-Gondreville pour être conservés ensachés pendant la même durée et constituer un stock témoin. De plus, 40 qu furent livrés à la mouture et divers échantillons furent prélevés et envoyés aux laboratoires pour analyse et panification.

L'expérience commença le 6 avril 1938 et les deux silos furent ouverts le 1er novembre 1939, soit après 19 mois de conservation, avec deux printemps et deux étés, saisons particulièrement dangereuses pour la conservation du blé. Les résultats observés furent particulièrement intéressants.

Dans le silo métallique, le blé, qui s'était légèrement tassé, avait conservé son aspect brillant, sans trace de moisissure en surface. Son odeur était celle du blé fraîchement battu et il avait maintenu toute sa fluidité. La vidange fut opérée par couches horizontales à l'aide d'une pompe à blé de façon à permettre de prélever des échantillons aux diverses profondeurs. Sur toute la hauteur du silo, le blé conserva le même aspect, la même odeur, la même « main ». On retrouva exactement le même poids; il n'y avait donc pas eu de perte de substance.

Dans le silo en « eternit », les résultats constatés furent tout à fait différents. En surface, sur plusieurs centimètres d'épaisseur, le blé était fortement moisi. Dans le corps du silo, environ 24 qu sur 30 avaient une odeur de moisi. Dans la mamelle du silo, où le rapport de la surface au volume augmente jusqu'à la pointe, le blé était complètement altéré. Comme les eaux pluviales n'avaient pu pénétrer dans le silo, c'est donc que des échanges gazeux s'étaient produits à travers les parois insuffisamment étanches.

On peut conclure de ces constatations que la conservation du blé en silos hermétiques n'est possible qu'avec des parois métalliques. Le silo en béton ne serait acceptable que si un enduit inattaquable et étanche, dont la formule reste à trouver, permettait de le soustraire aux échanges gazeux avec l'extérieur.

Le relevé des observations faites au cours des 18 mois de conservation sur la température et la composition de l'atmosphère des deux silos, ainsi que les analyses des très nombreux échantillons prélevés aussi bien dans ces derniers que dans les sacs du stock témoin, et les essais de panification seront publiés dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quelques mois; mais il est possible, dès maintenant, d'en dégager les conclusions et de confirmer les résultats favorables obtenus en 1937.

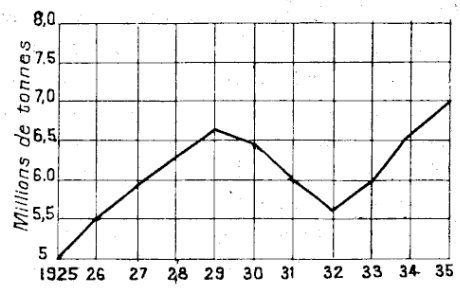
La conservation en silos métalliques, même de petites dimensions, des blés courants récoltés dans nos régions est possible sans nécessiter aucune manipulation. Il en résultera une simplification considérable des méthodes actuelles; non seulement les grandes et les moyennes exploitations pourront avoir leurs silos individuels, mais les petits agriculteurs, groupés en coopératives par villages, auront des silos collectifs de faibles dimensions. On évitera ainsi l'établissement de grands ouvrages massifs, apparents et vulnérables, qui nécessitent des frais d'exploitation élevés. Enfin, en temps de guerre, cette dissémination des points de conservation mettra la récolte complètement à l'abri des attaques aériennes et des gaz toxiques[1].

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 6 MARS 1940)

La crise du papier,

par M. J. DEMORLAINE, *membre du Conseil.*

Il n'est pas douteux qu'il existe actuellement en France, comme d'ailleurs en beaucoup de pays, une crise du papier, dont le prix augmente de jour en jour.



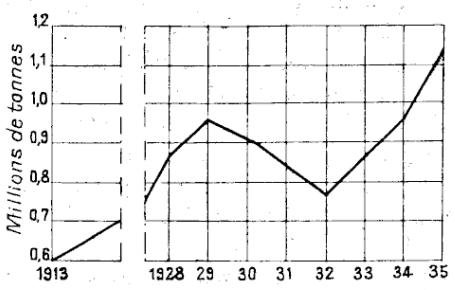


Fig. 1. — Progression de la consommation mondiale de papier journal.

Fig. 2. — Production française de papiers et cartons (figure extraite de l'ouvrage *La forêt, le papier, le journal*, de M. GÉMON).

Depuis la guerre, les fabricants de papier se tournent avec anxiété vers la production de nos bois en France.

Jusqu'à ces derniers temps, les bois propres à la fabrication de la pâte à papier venaient en grande partie des pays nordiques (Suède, Norvège, Finlande). Mais, depuis le 1er septembre 1939, la Baltique et la Mer du Nord sont des voies maritimes bien peu sûres. De nombreux bateaux, transportant le bois ou la pâte de bois venant de la Finlande, de l'Estonie ou de la Suède, ont été envoyés par le fond par les sous-marins allemands. De plus, les Finlandais font un emploi fort judicieux, qu'on ne saurait leur reprocher, des énormes balles de pâte à papier qui devaient être exportées. Ils en construisent des parapets crénelés que les balles de mitrailleuses, les éclats des gros projectiles et même des obus de petit calibre ne peuvent traverser.

(1) A. BLANC, *Académie d'Agriculture de France*, séance du 22 novembre 1939.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour alimenter l'industrie papetière, il ne nous reste plus que le Canada et la France. Et nos besoins en pâte à papier sont loin de diminuer, surtout le papier journal; le diagramme de la figure 1 montre l'augmentation vertigineuse de sa consommation mondiale.

Depuis le début de ce siècle, les bois résineux ont pris, par rapport aux autres bois, pour la fabrication du papier une importance primordiale. A eux seuls, ils alimentent 90 p. 100 de la fabrication, et, parmi les résineux, l'épicéa est incontestablement le roi des bois. Il fait face à lui seul à 80 p. 100 de la papeterie mondiale. On relève depuis quelques années une tendance à une exploitation des pays forestiers des bois de papeterie sous une forme de plus en plus ouvrée, notamment sous forme de pâte de bois ou même de papier fabriqué. Mais, par suite des exploitations intensives dans les pays nordiques, on constate aussi, depuis quelques années, une décroissance sensible des exportations qui, même à la cessation des hostilités, ne pourra que s'accentuer.

L'épicéa étranger représente à lui seul plus de 80 p. 100 des bois qui servent à la fabrication du papier que nous consommons. Pour 750 000 m^3 d'épicéa importés de l'étranger nous n'en produisons en France que 100 000 m^3; c'est trop peu; par contre, le pin fournit une notable proportion pour le papier commun (papier d'emballage, dit « kraft »). Et, pendant ce temps, la consommation du papier augmente sans cesse comme le montre le graphique de la figure 1.

La situation actuelle, que nous venons de résumer, a conduit jusqu'ici les papeteries importantes à se placer à proximité des ports ou des voies fluviales. Très peu se trouvent dans le voisinage de nos forêts résineuses. Quelles en sont les raisons?

Et d'abord, en ce qui concerne les bois importés et leur meilleure préparation, les papeteries sont tenues d'utiliser des bois soigneusement écorcés, dit écorcés « blanc-blanc ». Or, en France, cet écorçage est souvent mal fait : les bois sont écorcés en sève, parce que ce procédé est meilleur marché du fait d'un rendement plus élevé de la main-d'œuvre. Mais, souvent, le bois ainsi écorcé se couvre de moisissures, dues à une exsudation de la sève; le bois prend alors une teinte noire très défectueuse pour la fabrication du papier.

L'écorçage doit être effectué hors sève avec beaucoup de soin, de façon à enlever la moindre trace d'écorce et de liber, qui provoque une coloration préjudiciable à la qualité de la pâte ainsi que toutes les entre-écorces autour des nœuds.

Or, en France, très peu nombreux sont les ouvriers qui consentent à l'écorçage des bois dits blanc-blanc. C'est une des raisons pour lesquelles les industriels préfèrent les bois provenant des pays nordiques.

Aux États-Unis et en Suède, on a bien mis au point et utilisé une machine qui écorce parfaitement les bois hors sève; mais elle n'est d'un emploi économique que si les arbres à écorcer sont en nombre considérable et à peu près de même diamètre; d'ailleurs, une proportion notable du bois propre à fournir la cellulose passe dans les déchets avec l'écorce.

D'autre part, il nous faudrait actuellement environ 4 millions de stères

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'épicéa pour remplacer nos importations. Or, sur ces 4 millions de stères on n'exploite aujourd'hui que 100 000 stères en France; mais nous pourrions en trouver immédiatement : 170 000 stères dans les Vosges, 100 000 dans le Jura, 100 000 dans les Alpes, 15 000 dans le Massif Central et 15 000 stères dans les Pyrénées.

Malheureusement, ces bois, souvent de très gros diamètre, peuvent trouver, par le sciage, des emplois plus rémunérateurs. Il est donc nécessaire, par un aménagement meilleur de nos forêts françaises, d'orienter nos productions vers des bois de plus faible diamètre, ce qui nous permettrait d'obtenir 600 000 à 700 000 stères de bois d'épicéa et de sapin propres à la papeterie; mais il ne semble guère que l'on puisse produire davantage.

C'est donc au reboisement en épicéa et en sapin qu'il faut s'adresser de toute urgence pour combler le plus tôt possible l'écart d'environ 3 millions de stères qui sépare nos besoins de nos ressources. Ce reboisement exigerait une surface de plus de 600 000 ha, et encore, ne nous en donnerait-il que 2 millions, en important de l'étranger les quantités de bois qui nous manqueraient ou en tenant compte des pâtes de bois fabriquées avec le pin ou les feuillus de France.

Les 600 000 ha nécessaires à un reboisement immédiat sont faciles à trouver dans des régions ou à l'altitude qui conviennent à l'épicéa ou au sapin; la cadence annuelle des reboisements à effectuer serait de 15 000 à 20 000 ha par an. Ce seraient les particuliers, propriétaires de la majeure partie des surfaces à reboiser, qui devraient entreprendre cette œuvre, mais, à condition, que ce soit pour eux une opération avantageuse. Les communes pourraient également travailler dans le même but; enfin, l'État devrait acquérir des terrains à planter; malheureusement, l'insuffisance des ressources budgétaires et du personnel l'obligent souvent à restreindre son concours.

Si l'on veut que les particuliers procèdent au boisement des terrains incultes pour la production de notre papeterie, il est indispensable que l'État les encourage par des subventions d'au moins 50 p. 100, ce qui leur permettrait de tirer de leurs propriétés un revenu de 3 p. 100, minimum à prévoir.

Des projets ont vu récemment le jour dans ce sens. Souhaitons qu'ils acquièrent prochainement force de loi. Il y va du progrès de notre industrie et de notre richesse nationale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Les hautes températures, par Gustave RIBAUD, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. (Nouvelle collection scientifique; directeur, Émile Borel.) Un vol. 19 × 11 cm, 173 p., 14 fig., IX tabl. Librairie Félix Alcan, édit., 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e). 1939. Prix, broché : 18 fr. Index : 536.5

L'art de vulgariser n'est point particulièrement facile. Il convient de dominer son sujet, de choisir habilement ses thèmes, d'être complet sur les idées à défaut des faits, d'être bref et clair et enfin d'intéresser les avertis sans décourager les novices. Toutes ces qualités, le lecteur les trouvera dans le remarquable petit livre que M. le professeur Ribaud vient de faire paraître sur les hautes températures. Ce livre est divisé en sept chapitres qui embrassent tout le sujet.

D'abord les définitions et les mesures de la température, puis, la physicochimie des hautes températures, comprenant en particulier une étude très claire des équilibres chimiques dans ce domaine.

Il faut louer l'auteur d'avoir fait de toutes ces questions théoriques un exposé lucide et tellement peu chargé d'inutiles mathématiques qu'on peut y reconnaître la plume d'un remarquable mathématicien.

Dans le domaine de la pratique, M. Ribaud a choisi de nombreux exemples dont l'intérêt ne peut échapper au lecteur. Les flammes sont prises comme l'illustration la plus importante des sources de hautes températures dues à des réactions chimiques. Le principe des fours électriques les plus divers est présenté sous toutes ses formes.

Dans les deux derniers chapitres, les applications industrielles les plus importantes qui découlent de l'emploi des hautes températures sont schématisées avec la plus grande précision. L'éclairage est présenté comme une conséquence naturelle du rayonnement thermique.

La métallurgie moderne, la fabrication du carbure de calcium, la verrerie, la synthèse des pierres précieuses sont mieux qu'effleurées dans ce petit livre de 173 pages. Tout ce qui est important est dit; seul le détail des appareils et des procédés est passé sous silence. En résumé, un livre éminemment instructif et très facile à lire pour tout le monde, écrit par un savant doublé d'un praticien, avec beaucoup de clarté et souvent avec esprit.

P. JOLIBOIS.

Notice technique concernant l'alimentation et l'utilisation des véhicules à gazogène, par C. COUPAN, professeur honoraire de Génie rural à l'École nationale d'Agriculture de Grignon, membre de l'Académie d'Agriculture. (Ministère de l'Agriculture. Direction des Eaux et du Génie rural. Culture Mécanique). Une br. (24 × 16 cm), de 43 p., 1939. Cette brochure est envoyée sur demande adressée au Ministère de l'Agriculture. Index : 662.76

La Direction des Eaux et du Génie rural du Ministère de l'Agriculture ayant assumé la charge, au double point de vue administratif et technique, de la culture mécanique en temps de guerre, et prévoyant qu'il faudrait recourir de plus en plus, en raison des exigences des armées, aux tracteurs agricoles et aux véhicules divers, équipés avec des gazogènes, pour l'exécution des travaux des champs et pour les transports de denrées, a jugé nécessaire de fournir, tant à son personnel de techniciens qu'aux principaux usagers et, notamment aux coopératives de culture mécanique, une documentation de base permettant de réduire autant que possible la durée et les conséquences des tâtonnements, d'autant plus à redouter que les combustibles de remplacement auxquels il est actuellement possible de recourir sont d'un emploi moins facile que l'essence et même que les huiles lourdes.

Le directeur de cet important service, M. R. Préaud, a chargé de la rédaction de cette notice M. G. COUPAN, vice-secrétaire de l'Académie d'Agriculture, qui, à titre de commissaire-expérimentateur du Comité central de Culture mécanique, poursuivit pendant plus de dix ans, à l'École d'Agriculture de Grignon, où il enseignait le Génie riral, des recherches sur l'application du « gaz des forêts » aux tracteurs agricoles et qui, à partir de 1936, comme directeur technique de la Station centrale d'Essais de Machines, procéda à de nombreux essais portant à la fois sur les gazogènes et sur les combustibles que ceux-ci peuvent utiliser.

La notice, éditée par les soins du Ministère de l'Agriculture, se présente sous forme d'une brochure de 43 pages. Après quelques considérations générales sur les gaz de gazogènes, à l'usage des techniciens proprement dits, l'auteur examine rapidement, en se bornant aux principes essentiels, la constitution et le fonctionnement des gazogènes de locomotion; il étudie ainsi, successivement le générateur (ou producteur de gaz), avec les principales particularités dues à la nature des combustibles, le refroidisseur et l'épurateur; vient ensuite l'association du gazogène et du moteur, avec les moyens de réduire et même de supprimer la perte de puissance due à la substitution du gaz au gas oil ou à l'essence. L'examen du fonctionnement de l'ensemble, avec la mise en marche, la surveillance, l'entretien, les incidents de marche et les règles générales pour obtenir un fonctionnement régulier, termine ce qui concerne le gazogène proprement dit.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La préparation des combustibles, en vue de leur emploi dans les gazogènes, est traitée avec beaucoup de détails; l'auteur insiste, naturellement, sur les combustibles dits « forestiers », qui comprennent le charbon de bois et le bois cru; la préparation de ce dernier, dont l'emploi est particulièrement opportun en agriculture, est traitée assez longuement pour appeler l'attention sur l'intérêt des nouvelles méthodes de découpage « en vert » et des procédés de dessiccation qui procurent en quelques semaines un combustible utilisable normalement. Mais les combustibles fossiles, naturels ou transformés industriellement (anthracites, semi-cokes, mélanges de ces mêmes combustibles avec du charbon de bois), les comprimés, purs ou mixtes, ne sont pas omis dans ce travail qui, malgré son peu d'étendue, traite à peu près de tout ce qu'il est nécessaire de savoir pour bien utiliser les véhicules à gazogène. H. H.

Élasticité et photoélasticimétrie, par Henri Le Boiteux, Ingénieur E. P. C. I. et Robert Boussard, Ingénieur E. P. C. I. Préface de P. Langevin, membre de l'Institut (Ministère de l'Éducation nationale. Centre national de la Recherche scientifique). Un vol. (25 × 16 cm), de IV + 361 p., fig., pl.. — Hermann et Cie, édit., 6, rue de la Sorbonne, Paris (5e). 1940. Prix, broché : 180 fr. Index : 539.3

L'ouvrage de MM. Le Boiteux et Boussard sur l'élasticité et la photoélasticimétrie met au point d'une façon nette et précise toutes les questions intéressant l'application de la photoélasticimétrie à l'étude des tensions dans un système soumis à des contraintes mécaniques.

Le traité est divisé en quatre parties dans lesquelles les auteurs examinent successivement les éléments de la théorie mathématique de l'élasticité, l'optique des milieux transparents, les bases de la photoélasticimétrie et enfin la détermination des contraintes.

Un résumé de quelques lignes serait bien insuffisant pour faire apprécier cet ouvrage dont la haute tenue scientifique est confirmée par la préface de M. Langevin et sa publication sous les auspices du Centre national de la Recherche scientifique.

A un point de vue plus immédiatement pratique, on ne saurait trop louer les auteurs d'avoir su présenter une question aussi vaste d'une façon complète et détaillée qui, cependant, en rend l'application pratique relativement aisée.

Il est certain que la photoélasticimétrie doit permettre de trouver la solution des problèmes courants de constructions mécaniques et de constructions de charpentes avec beaucoup plus de certitude et de facilité que les considérations mathématiques plus ou moins approchées en usage actuellement.

En effet, si la théorie mathématique de l'élasticité permet de poser le problème dans le domaine purement élastique, il n'en reste pas moins que l'application des formules est du ressort exclusif du mathématicien et que, seuls, des cas particuliers, relativement très simples, conduisent à des résultats numériques. La photoélasticimétrie, au contraire, permet de déterminer les contraintes dans un modèle semblable au modèle réel, quelles que soient la complexité des formes et la position des efforts.

L'application des méthodes détaillées dans cet ouvrage ne paraît pas présenter de très grandes difficultés pratiques. Le montage des appareils est simple. La principale difficulté est assurément la fabrication du modèle et surtout le choix de la matière transparente, qui doit être d'une isotropie parfaite. Si, d'ailleurs, les méthodes de photoélasticimétrie se développaient, la fabrication des matières plastiques propres à cet objet répondrait certainement très vite à la demande.

L'emploi systématique de la photoélasticimétrie doit se répandre largement dans l'industrie, aussi bien dans les constructions mécaniques où — ainsi que l'ont montré les auteurs — elle permet de déterminer rapidement et avec précision la meilleure forme à donner aux pièces, que dans la construction de charpentes métalliques ou de béton armé, où les méthodes de calculs appliquées actuellement et dérivées de la résistance des matériaux sont, dans les ouvrages hyperstatiques, d'une application assez laborieuse.

Il n'est pas inutile, à ce propos, de faire remarquer que les calculs que l'on applique sont la conséquence d'hypothèses simplificatrices telles que les résultats n'ont qu'une valeur assez limitée mais fréquemment cachée par la complexité même des calculs. Une expérience sur un modèle réduit vaudrait assurément mieux pour déterminer les points caractéristiques que des calculs de précision illusoire.

D'autre part, il est un domaine de la technique que la photoélasticimétrie permettrait peut-être d'explorer, c'est celui des efforts qui conduisent à des déformations permanentes irréversibles. Contrairement à ce que l'on croit souvent, les constructions dans lesquelles la limite élastique n'est nulle part dépassée sont tout à fait exceptionnelles. C'est ainsi, par exemple, qu'autour des trous de rivets des charpentes métalliques, les contraintes ne peuvent pas, en raison de leur valeur moyenne et de l'augmentation de fatigue au bord des trous, ne pas dépasser la limite élastique. Dans les constructions en béton armé aussi, la transmission des efforts entre deux barres voisines ne peut se faire que par un glissement fini des barres engendrant une déformation non élastique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La résistance des matériaux classiques élimine toutes ces difficultés en introduisant dans les calculs un coefficient qui intervient dans la composition du coefficient de sécurité — qui n'est en somme qu'une mesure de notre ignorance des conditions réelles de fonctionnement et de notre maladresse de constructeurs.

Il y a lieu d'ajouter, d'ailleurs, que ces déformations non élastiques ne doivent se produire dans les ouvrages qu'un nombre limité de fois, sans quoi leur superposition amènerait rapidement la ruine de l'édifice. Si la photoélasticimétrie permettait l'étude approfondie des efforts après l'application de ces grandes déformations, elle donnerait certainement des renseignements intéressants sur la façon dont se comportent ces assemblages.

Peut-être est-il prématuré de souhaiter que le domaine de la photoélasticimétrie soit étendu aux phénomènes non élastiques, mais il est certain que son application au domaine élastique offre déjà un champ de recherches extrêmement étendu et d'un très grand intérêt. L. P. BRICE.

Le clou dans la construction par STAY et FONROBERT, traduit de l'allemand par Michel RUBINSTEIN ingénieur-conseil. Un vol. (14 × 22 cm); 71 p.; 49 fig.; 6 tableaux; 2e édition. Ch. Béranger éditeur, Paris et Liége, 1939. Prix : broché, 30 fr. Index : 6942

Cette brochure porte en sous-titre : *Assemblage des charpentes par clous dans la construction des hangars et des maisons d'habitation, d'après les normes allemandes Din* 1052. La seconde édition allemande, complètement revue, et dont M. Rubinstein donne la traduction, remplace une première édition, de MM. Stay et Seidel, parue en 1933.

Le contenu de ce petit opuscule répond mieux à son long sous-titre qu'à son titre. Le sujet traité n'est en effet que l'étude des charpentes assemblées au moyen de clous.

Ce sujet limité n'est d'ailleurs pas sans intérêt. Le clou est généralement considéré comme un moyen d'assemblage primitif et empirique. Cet ouvrage montre qu'on peut cependant, avec le clou comme seul moyen d'assemblage, réaliser des charpentes de grande envergure; il donne des précisions intéressantes sur les dispositifs de mise en œuvre et les méthodes de calcul de ces assemblages; il présente aussi quelques exemples d'applications.

Citons parmi ces exemples la salle des fêtes édifiée en une semaine à Garmisch pour les Jeux olympiques d'hiver en 1936 (salle de 2 000 m² comportant une nef centrale de 21 m de portée et deux nefs latérales de 5 m) et les remarquables cintres exécutés en France pour la construction du grand pont sur l'Elorn entre Brest et Plougastel. L. BECHMANN.

Cent ans de photographie, 1839-1939, par Georges POTONNIÉE (Société d'Histoire générale et d'Histoire diplomatique, classe de l'Histoire des Sciences, tome I). Un vol. (25 × 16 cm), de 179 p., 13 fig. Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, édit., 17 rue Jacob, Paris (6e), 1940. Prix, broché : 18 fr. Index : 77

A l'occasion de la célébration du centenaire de la découverte de la photographie, le 7 janvier 1939 (1), nous avons donné dans le *Bulletin* de janvier-février, 1939, p. 143-145, l'analyse d'un ouvrage de M. Georges POTONNIÉE, intitulé *Histoire de la découverte de la photographie*, paru en 1925. Le même auteur vient d'écrire un autre ouvrage qui est consacré surtout aux progrès réalisés par la photographie jusqu'en 1939, ce qui en justifie le titre.

Dans la préface de son livre, M. Potonniée rappelle tout d'abord que si, comme l'affirmait Jules Simon, « la véritable histoire des peuples est celle de leurs grandes inventions » l'invention de la photographie est une de celles qui font le plus honneur à l'humanité, car il n'y en a peut-être aucune autre qui, depuis un siècle, ait rendu plus de services, ne cesse de se perfectionner et de se développer, ne soit plus mêlée à la vie quotidienne de l'homme, n'a plus enrichi sa pensée, la science et l'industrie, et n'a eu, surtout par le cinéma, une plus grande portée sociale.

Ces résultats sont dus de beaucoup pour la plus grande part à des Français, qui sont à l'origine, non seulement de l'invention, mais aussi de presque tous les grands progrès.

L'ouvrage se divise en trois parties principales. La première (38 pages) est une courte histoire de l'invention de la photographie avec quelques aperçus sur la chambre noire qui, tant qu'on ne put en fixer l'image, donna lieu, dès le XVIIe siècle, à quelques rares applications utiles, faites par les astronomes et les dessinateurs, mais, dont la plus importante est celle qu'en firent certains charlatans et diseurs de bonne aventure. La seconde et la troisième parties, intituées : « Les développements de la technique » et « Les applications de la photographie » renferment les chapitres suivants dont nous ne donnerons que les titres, suffisamment explicites, avec quelques explications complémentaires, notamment en ce qui concerne les derniers progrès.

Le règne du daguerréotype.

La photographie sur papier : procédés négatifs et positifs [Procédés : Talbot; au collodion; au gélatino-bromure, qui permet les instantanés;

(1) Voir le compte rendu des cérémonies qui ont eu lieu pour célébrer ce centenaire dans le *Bulletin* de janvier-février 1939, p. 127-138.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

désensibilisation; émulsions ultra-sensibles à grains fins et appareils de très petit format (1939); phototypographie; procédé au charbon].

La couleur [trichromie; procédés Keller-Dorian, Kodachrome (1914-1925), et Agfa-Color (1938)].

La stéréoscopie [anaglyphes; photostéréosynthèse de L. Lumière (1920); olostéréoscopie (1933)].

La photographie animée [précurseurs; stroboscopie; chronophotographie de Marey (1830-1904); cinématographe Lumière (1895); obtention toute récente de 90 000 images de très petit format par seconde.]

La photographie du son et le transport à distance de l'image photographique [oscillographe de Blondel (1893); chronophone de Gaumont (1901); cinéma sonore de Gaumont, Petersen et Poulsen (1929-1930); téléphotographie Belin (1903-1907); téléstéréographie].

La photographie procédé de dessin [similigravure typographique en demi-teintes de Guillaume Petit (1878); « composeurs » photographiques (1910-1923); emploi du microfilm pour la reproduction et la lecture des documents rares (1935)].

La photographie moyen de recherches scientifiques [photogrammétrie de Laussedat; photographie aérienne; applications à l'astronomie; stéréocomparateur de Pulfrich, et autographe de von Orel (1908); apsidométrie; émulsions sensibles à l'infra-rouge; applications médicales, météorologiques, océanographiques, aux sciences naturelles, à l'éclairage des routes (1937), à la détection du parfum des plantes (1938)].

La photographie procédé littéraire [enseignement projections; diapositives; théâtre; microphotographie de Comandon et de Fonbrune (1934)].

L'industrie la plus développée grâce à la photographie est celle du cinéma. Le capital investi au début de 1939 dans l'industrie cinématographique dépassait 50 milliards de francs; un demi-millions d'hommes en tirent leur subsistance et la production annuelle du film vierge normalisé à 35 millimètres est de 600 000 kilomètres. Le cinéma est montré dans 62 000 salles publiques, où passent chaque semaine 200 millions de spectateurs, et qui encaissent plus de 150 millions de francs par jour. Le succès populaire du cinéma s'explique, dit M. Potonniée, par la supériorité du geste sur l'explication, de la parole sur le texte, par le moindre effort exigé de la pensée que le texte, et c'est pourquoi le cinéma exerce une si grande influence sur l'esprit et l'âme des foules, et est devenu un instrument de persuasion puissant. On ne peut lui reprocher que la médiocrité de la plupart des œuvres cinématographiques et le mauvais usage qu'en fait trop souvent la propagande. E. LEMAIRE.

Notes de pétrographie, par J. DURAND, Ingénieur en Chef des Mines. — Publications du Bureau d'Études géologiques et minières coloniales, n° 14. Une br. (25 × 16 cm) de 81 p. — 13, rue de Bourgogne, Paris (7e). Prix, broché : 20 fr. Index : 552

L'auteur a réuni sous le titre *Notes de pétrographie*, trop modeste à notre avis, des chroniques très appréciées qu'il avait publiées au cours de l'année 1937 dans la *Chronique des Mines coloniales*.

Il passe en revue les différentes idées qui, depuis une dizaine d'années, ont rajeuni la pétrographie. Rien de ce qui a paru d'important dans les deux mondes, au cours de cette période, n'a échappé à l'esprit critique et averti de J. Durand.

Ces *Notes de pétrographie* ont été divisées par l'auteur en 10 chapitres qu'il serait très difficile d'analyser, étant donné que les idées de l'auteur, ses réflexions, ses critiques judicieuses sont vraiment trop nombreuses.

Il faut donc se borner à énoncer les titres de ces chapitres. Nomenclature des roches éruptives (Analyse de l'ouvrage de E. TRÖGER); Pétrologie (ou pétrographie interprétative, à base physico-chimique, des roches éruptives) (analyse de l'ouvrage de H.-A. ALLING); Composition chimique des roches éruptives (types magmatiques de P. NIGGLI); D'où viennent les roches éruptives? (étude de A. RITTMAN sur le comportement des volcans et thèses des géophysiciens sur la composition interne du Globe); Les batholites et les massifs intrusifs analogues (thèses exposées au Congrès géologique de Washington, en 1933); La différenciation magmatique (théories de N.-L. BOWEN et C.-L. FENNER); L'assimilation magmatique (opinions de R. DALY, N.-L. BOWEN, J. STANGFIELD, DRESCHER KADEN); La pétrologie structurale (étude de la macrostructure; méthode de H. CLOOS; étude de la microstructure (Gefügekunde) : méthode de B. SANDER et W. SCHMIDT); L'origine des roches granitiques (théorie des réactions à l'état solide de R. PERRIN et M. ROUBAULT, revue des hypothèses sur la genèse et la mise en place des granites : granites diffus et granites en massifs circonscrits d'après E. RAGUIN); Les roches éruptives et le métamorphisme (migmatites et palingenèse : observations et vues de J. SEDERHOLM, C.-E. WEGEMAN, H.-G. BACKLUND, J. JUNG et M ROQUES, etc.).

Ces notes ont été particulièrement appréciées par les géologues français et surtout par les géologues coloniaux, qui sont très souvent aux prises avec des problèmes pétrographiques alors qu'il leur serait difficile, sinon impossible, de se tenir au courant du développement des idées de cette science. F. BLONDEL.

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

Imprimé en France par BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce Bulletin est le premier [1] qui paraisse depuis que la France est entrée dans une des crises les plus graves de son histoire.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale qui, fondée en 1801, a vu, à travers les vicissitudes qu'a connues le pays, la naissance, le développement et la chute de plusieurs régimes, a gardé et garde la continuité de sa mission, qui est d'améliorer toutes les branches de l'industrie, de l'agriculture et du commerce, en favorisant et en récompensant le travail, la recherche et l'invention.

L'accomplissement de cette mission doit aider aujourd'hui la France à se ressaisir, à se réorganiser et à jouer dans la vie économique européenne et mondiale le rôle que lui confère la qualité de son sol, de sa race, de sa production.

La Société d'Encouragement félicite M. Caziot, membre de son Bureau, d'avoir donné l'exemple de sa foi dans l'avenir agricole du pays.

Tous les membres de la Société doivent être animés du même esprit, chacun en ce qui le concerne.

La Société, par les travaux de ses comités, par la publication de son Bulletin, par l'ouverture de sa Bibliothèque, par les séances et conférences qu'elle pourrait organiser en liaison, le cas échéant, avec d'autres groupements, les y aidera de toutes ses forces.

(1) Il porte sur les mois de juillet 1940 à juin 1941. Le précédent est celui de mai-juin 1940. Il renferme notamment un mémoire, accompagné de dessins, sur *Les gazogènes à bois*, de M. Gaston Coupan. Les sociétaires qui ne l'auraient pas reçu et qui le désirent sont priés d'en informer le Secrétariat, 44, rue de Rennes, Paris (6e) le plus tôt possible, car ce numéro est très demandé et il est sur le point d'être épuisé.

Les Bulletins suivants seront trimestriels, à cause des restrictions sur le papier d'impression. La pagination en cours se poursuivra jusqu'à la fin de l'année 1941 afin que les deux années puissent être reliées ensemble. Les tables des matières et des noms d'auteurs seront communes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA FAMILLE DE PRONY(*)

Notre collègue du Conseil, M. R. Feret, membre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, nous a adressé le 1er mai, de Lion-sur-Mer (Calvados), une lettre de laquelle nous extrayons ce qui suit :

« Il ne me semble pas que la famille de Fréminville puisse être considérée comme étant, à défaut de descendants directs, la plus qualifiée pour représenter Prony.

« En réalité, cette famille n'est que celle de sa femme, tandis que la postérité des Riche eux-mêmes est loin d'être éteinte.

« En particulier, l'une des sœurs de Prony avait épousé Claude Michallet, alors commissaire aux terriers, qui, ensuite, pendant la Révolution, poussa ardemment à la réforme de la législation foncière, puis devint le collaborateur de son puissant beau-frère dans certaines de ses fonctions, notamment pour l'établissement du cadastre.

« Or, ce ménage a maintenant de très nombreux descendants, parmi lesquels le docteur Baron, de Dijon, le colonel Gacon d'Allery, et ma femme, née Gacon, au nom de qui je me permets de vous adresser la présente lettre. De cette descendance faisait également partie la seconde femme du grand hydraulicien, membre de l'Institut, Henry Bazin.

« L'autre sœur de Prony, Marie Anne Riche, mariée à Mathieu Gabriel Vincent, puis divorcée, a laissé, elle aussi, une nombreuse postérité. »

« Un mot encore : la corne d'abondance figurant dans les armoiries de Prony est vraisemblablement une allusion à son véritable nom de famille : Riche. »

M. Albert Baron, Ingénieur civil des Mines, 5, rue Chomel, Paris (7e), a confirmé de vive voix, les assertions de M. Feret, et nous a fait savoir qu'il est cousin germain du docteur Paul Baron, chirurgien à Dijon, cité par M. Feret. Il a ajouté qu'il est détenteur d'une copie manuscrite des mémoires de Claude Michallet, dont le manuscrit original doit être entre les mains du docteur Paul Baron.

(*) Voir, dans le *Bulletin* de mars-avril 1940, p. 66 et suivantes, le compte rendu de la séance commémorative en l'honneur de Prony, tenue le 16 mars 1940.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CUVES ET RÉSERVOIRS A HYDROCARBURES EN BÉTON ARME, A " PAROI HYDRAULIQUE "*

par M. L.-P. BRICE, *membre du Conseil.*

Des expériences ont permis d'établir les conditions à remplir pour que la construction des réservoirs à hydrocarbures en béton armé donne satisfaction.

L'idée d'employer des réservoirs en béton armé pour l'emmagasinage des hydrocarbures n'est pas nouvelle : elle s'inspire de ce qui est réalisé dans la nature : les gisements pétrolifères sont en effet contenus dans des terrains étanches aux hydrocarbures, et ces terrains ont certes beaucoup plus de ressemblance avec la maçonnerie ou le béton qu'avec les parois en tôle. Il est fréquent d'autre part, que les pétroles bruts, sortant des puits, soient emmagasinés, au moins provisoirement, dans de simples cavités creusées à même le sol lorsque son homogénéité est suffisante.

Malheureusement, la plupart des premiers réservoirs en béton n'ont pas donné satisfaction, et voici pourquoi.

M. Freyssinet a montré que les principaux facteurs des propriétés des bétons sont les phénomènes d'équilibre entre les phases en présence où les tensions superficielles jouent un grand rôle. Un béton est essentiellement un agglomérat de grains variant d'une fraction de micron au centimètre laissant entre eux des vides remplis d'eau, d'air ou de vapeur d'eau dont la succession forme d'innombrables petits canaux. La circulation de l'eau y est très ralentie en raison de sa viscosité et du faible diamètre moyen des orifices. S'il n'existe pas de canaux de section trop grande, le passage de l'eau à travers le béton est assez lent pour que pratiquement l'étanchéité soit réalisée. En remplaçant l'eau par l'essence, on constate une vitesse d'écoulement beaucoup plus grande et les pertes qui en résultent sont dangereuses et intolérables pour un produit aussi cher.

Il est difficile de préciser les phénomènes dont dépend cette variation de perméabilité. On peut supposer que la différence de viscosité des liquides et les différences de tensions superficielles en sont les causes principales.

Des essais de perméabilité à l'essence et à l'eau sur éprouvettes en béton ont été effectués — ainsi que la plupart de ceux que nous présentons — par le Laboratoire du Bâtiment et des Travaux publics.

Ils ont permis de constater ce fait, dont l'importance sera soulignée plus loin, que si la perméabilité aux basses pressions d'un béton humide est, à l'origine, beaucoup plus faible que celle du même béton sec, elle ne tarde pas, quand l'humidité a été chassée par l'essence, à prendre une valeur qui se rapproche de celle du béton sec. Pour les pressions très élevées, de l'ordre de 2 kg/cm², l'eau est très rapidement chassée et l'amélioration qu'elle apporte est insensible.

(*) Texte abrégé d'une conférence faite par l'auteur le 24 janvier 1940 au Centre d'Études supérieures de l'Institut technique du Bâtiment et des Travaux publics.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les débits, ramenés au mètre cube par mètre carré de paroi et par an sont loin d'être négligeables et dépassent, pour une pression de 1 kg/cm², plusieurs mètres cubes. Par contre, la perméabilité à l'eau sous 1 kg/cm² est trop faible pour être mesurable.

D'autre part, le déplacement de l'eau interstitielle par les hydrocarbures a, pour conséquence, en l'absence de toute action chimique, une diminution progressive de la résistance à la compression et à la traction du béton, qui ne laisse pas d'être inquiétante pour le constructeur.

Il est donc impossible d'envisager la construction d'une cuve en béton armé ordinaire quand l'hydrocarbure peut pénétrer dans le béton. Mais il suffira, pour résoudre le problème, de trouver un moyen d'empêcher cette introduction.

Bien entendu, il ne s'agira pas ici des réservoirs métalliques de tous systèmes : en tôle ordinaire, en tôle enrobée d'un béton de remplissage ou en tôle mince fonctionnant comme un enduit étanche, appliquée sur un revêtement résistant en béton; pas plus que des procédés comportant l'emploi d'enduits divers, mastics, peintures ou revêtements discontinus en carreaux de céramique, en verre, etc., dont l'étanchéité ne peut pas être contrôlée d'une façon simple, rapide et effective après leur application sur le béton.

Nous nous bornerons donc à examiner les procédés dans lesquels l'étanchéité doit être obtenue uniquement par le béton armé, en modifiant ou améliorant ses propriétés intrinsèques, à l'exclusion de tout dispositif comportant des enduits hétérogènes.

En fait, et si paradoxal que cela puisse paraître, la seule substance pratiquement susceptible d'améliorer à ce point de vue le béton est l'eau. Tous les systèmes que nous allons décrire emploient l'eau et l'utilisent soit comme obturateur des vides du béton, soit comme écran imperméable aux hydrocarbures, soit de ces deux façons simultanément.

Un essai permet de préciser cette action de l'eau en fonction de la pression en employant de l'essence colorée par une matière organique soluble dans l'essence et non dans l'eau. L'éprouvette en béton est en contact par une de ses faces avec l'eau et avec l'essence sur la face qui est parallèle à la première. Une différence de pression, variable et mesurable existe entre les deux liquides. On constate alors en cassant l'éprouvette que, même pour un béton à dosage normal, la pénétration de l'essence dans le béton devient très importante à partir d'une surpression de 2 m et devient intolérable pour une hauteur de 3 m. Cette hauteur de 2 m correspond à la pression nécessaire pour rompre la barrière capillaire. Elle fait apparaître, compte tenu de la valeur de la constante capillaire eau-essence (28 unités C. G. S.), un diamètre de canaux circulaires de l'ordre de quelques microns. Si donc, on veut assurer avec certitude l'imperméabilité du béton, il faut que la contre-pression de l'eau ne soit jamais inférieure de plus de 2 m au maximum à celle de l'hydrocarbure et cela, sans aucun coefficient de sécurité. Or, ce qui compte au point de vue de l'imperméabilité du béton, c'est le diamètre des plus gros canaux qui traversent ce béton — et leur dia-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètre dépend de la qualité du béton. Il est impossible d'admettre dans un ouvrage industriel que la qualité sera uniformément la meilleure, force sera bien de limiter à quelques décimètres au plus la hauteur limite de la surpression de l'essence pour un béton normal, ou, ce qui serait mieux, de l'annuler ou même de la rendre inférieure à celle de l'eau.

Pour assurer la sécurité complète du réservoir, il faudra, en outre, que le procédé de construction permette de contrôler qu'il n'existe en aucun point de zones de moindre qualité, dues à des fissurations de reprise ou de retrait, ou à une médiocre qualité locale du béton, qui pourraient laisser subsister une fuite.

Nous allons voir, en examinant les divers procédés qui, à notre connaissance, ont été proposés, comment on peut assurer l'imperméabilité totale aux hydrocarbures d'une cuve en béton armé et contrôler avec certitude cette imperméabilité.

Le plus ancien brevet que nous connaissions date de novembre 1900; c'est celui d'un Français, Eugène Lebrun, de Nantes. Il avait imaginé de construire une cuve ouverte, en tôle ou en maçonnerie, immergée sous une nappe d'eau contenue dans un réversoir extérieur ouvert aussi. Il avait noté l'importance de la capillarité et remarqué que la régulation de température apportée par la masse d'eau extérieure diminuait l'évaporation du liquide volatil contenu dans le réservoir. Cependant, il ne paraît pas avoir envisagé les conséquences des réactions mécaniques de l'eau sur la cuve intérieure vide, et les dispositifs de liaison qu'il indique sont nettement insuffisants. Malgré tout, son idée a été reprise en Italie.

Plusieurs brevets ont été pris en février et avril 1917 par Franck, de Hambourg. Franck paraît n'avoir envisagé que le stockage des produits lourds, huiles de goudron et matières analogues, peu volatils et pour lesquels les réservoirs peuvent rester ouverts. Il emploie deux cuves concentriques en béton séparées par une couche intermédiaire en matière très perméable à l'eau, gravier ou sable, ou encore en argile plastique maintenue convenablement humide par des canaux adducteurs d'eau. Lui aussi a songé à l'action heureuse de l'humidité pour assurer l'imperméabilité aux hydrocarbures. Il s'est d'ailleurs heurté à des difficultés de construction et notamment, bien qu'ayant appelé l'attention sur la nécessité de maintenir constamment l'humidité de la couche argileuse, il s'est trouvé fort embarrassé pour s'opposer aux pressions hydrostatiques qui tendaient à séparer les deux réservoirs. Il a évité les surpressions au moyen d'un collecteur d'eau, d'où celle-ci est fréquemment enlevée par puisage. Il a aussi proposé de construire sa cuve dans un terrain simplement humide, comptant ainsi sur l'humidité du sol pour maintenir à une valeur convenable celle de la couche d'argile. Il a aussi pensé pouvoir éviter les pertes d'eau à l'extérieur du réservoir en le revêtant d'un enduit plastique étanche.

Cependant, quelles que soient les idées heureuses qui ont présidé à cette invention, il n'en reste pas moins que la réalisation pratique d'un tel réservoir est très difficile et qu'en outre, la fluidité de l'argile maintenue humide risque d'être la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cause de désordres graves, soit parce que le poids du contenu du réservoir intérieur provoquerait des pressions qui la chasseraient de façon tout à fait imprévue, soit parce que la pression hydrostatique de l'eau d'imbibition risquerait de soulever la cuve intérieure.

Il ne semble pas que ce système ait été appliqué.

En 1924, un autre brevet a été déposé par Johann Lessnig, à Singdig-sur-Rhin. L'idée qui préside à cette invention est assez différente des précédentes. L'inventeur a imaginé de construire son réservoir à l'aide d'éléments moulés, en béton semble-t-il, disposés de telle façon que l'étanchéité des joints soit assurée par la présence d'eau dans un canal courant derrière tous les joints de sa maçonnerie. C'est donc la seule pression hydrostatique de l'eau qui concourt à assurer l'étanchéité. Le système a même été complété par un mode de construction rappelant le béton armé et dans lequel les armatures en acier devaient être placées dans des trous ménagés dans les blocs et convenablement scellées. Il est certain que s'il pouvait être pratiquement réalisé, ce système donnerait une solution du problème. Malheureusement, la mise en place des blocs et la confection des joints en maçonnerie entre eux devant assurer la fermeture du canal d'irrigation est pratiquement impossible. L'emploi d'un mortier liquide aurait pour inconvénient de boucher avec une quasi-certitude la plupart des canaux, et l'emploi d'un mortier trop dur laisserait des fuites trop nombreuses. Par ailleurs, si les blocs sont en béton, donc poreux à l'essence, l'imbibition par les canaux est trop aléatoire pour assurer l'étanchéité, car, ainsi que nous l'avons vu, il suffit d'une surpression d'essence de quelques mètres pour déplacer l'eau d'imbibition. Enfin, il est évident que l'empilage de tels éléments constituerait difficilement un ensemble assez résistant pour s'opposer aux efforts qui agissent dans un réservoir de quelque importance.

Nous ne savons pas si depuis 1924 d'autres systèmes ont été proposés, mais aucun d'eux n'a eu, à notre connaissance, de résultats pratiques.

Signalons cependant qu'on a proposé le système suivant : les parois intérieures de la cuve ont la forme de gradins supportant un caniveau. Un dispositif mécanique comportant une pompe puise l'eau à la partie inférieure du réservoir et la rejette dans la rigole du gradin supérieur. L'eau se déverse en nappe le long des parois intérieures de la cuve et descend ainsi, de gradin en gradin, jusqu'au fond, où elle se rassemble et est puisée à nouveau. On constitue ainsi une nappe d'eau courante qui doit isoler l'hydrocarbure de la maçonnerie.

Nous ne savons ce qu'il advient de l'étanchéité du réservoir lorsque, pour une cause quelconque, la pompe de circulation s'arrête, et on doit craindre aussi que le brassage continu de l'eau et de l'hydrocarbure ne conduise rapidement à former une émulsion. En outre, la couverture du réservoir est difficile à réaliser efficacement par ce procédé.

Cependant, la nécessité de stocker de grandes quantités d'hydrocarbures dans des réservoirs souterrains ou enterrés faisait réfléchir les techniciens. Tous les spécialistes avaient été frappés de ce fait que si la solution classique du réservoir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en tôle enrobée dans le béton donnait une solution techniquement parfaite, elle avait pour inconvénient certain des difficultés d'exécution très sérieuses.

Aussi, vers 1936, nous voyons apparaître simultanément des idées sensiblement parallèles résolvant à des points de vue divers la question du stockage dans les réservoirs en béton armé.

Tout d'abord les Services des Travaux maritimes du Ministère de la Marine, grâce à l'initiative de son directeur, M. l'Ingénieur général Ferrier, a envisagé un dispositif très différent des précédents. Il consiste à ménager, pendant le coulage du béton armé des parois du réservoir, une série de tuyaux juxtaposés, communiquant entre eux, et remplis d'eau lorsque le réservoir est terminé. On maintient ainsi à un degré suffisamment élevé l'état hygrométrique du béton des parois; car si le béton est constamment maintenu imprégné d'eau et si l'hydrocarbure a une pression inférieure à celle qui est nécessaire pour la chasser, il ne pourra pas traverser la paroi de béton.

Ce système résout donc le problème pour autant que le rapprochement des canaux irrigateurs soit tel que le degré hygrométrique du béton soit maintenu sur toute sa surface en contact avec l'hydrocarbure. Il faut observer que la différence des pressions hydrostatiques entre l'eau et l'essence croît du sommet au fond du réservoir, tendant à mieux imprégner d'eau le béton aux endroits où la pression d'essence est la plus grande. Ce dispositif présente un autre avantage, et des plus importants : il permet le contrôle facile de la qualité des parois de la cuve avant son remplissage et sans risque de pertes d'hydrocarbure. Il suffit, après remplissage des canaux, d'observer l'état de la paroi pour s'assurer qu'il n'existe aucune fissure de retrait ou aucun joint de reprise susceptible de créer une zone de fuite. Si de telles discontinuités existaient et traversaient la paroi, elles auraient toutes chances de rencontrer des canaux irrigateurs et, par conséquent, on verrait l'eau couler à la surface des parois du réservoir. Les zones de faible étanchéité sont ainsi repérées et on peut les réparer par un repiquage du béton et un enduit convenable.

Ce système a permis de construire des réservoirs importants donnant toute satisfaction.

Parallèlement, au même moment, et ignorant, comme les autres inventeurs, tout ce qui avait été imaginé antérieurement, un procédé nous était apparu comme donnant une solution complète du problème. Il consistait simplement à réaliser, ainsi que l'avait proposé le premier inventeur, E. Lebrun, deux réservoirs ordinaires à eau, en béton armé, emboîtés l'un dans l'autre, entre lesquels une nappe d'eau continue, aussi mince que possible, assurait l'étanchéité complète du réservoir à hydrocarbure. En conséquence de ce que nous avons dit précédemment il était à prévoir :

1° que la pression hydrostatique de l'eau supérieure en tous points à celle de l'hydrocarbure contenu dans le réservoir, s'opposerait absolument à sa pénétration dans le béton;

2° que l'humidification complète du béton maintiendrait ses pores pleins

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'eau, assurant ainsi son imperméabilité aux hydrocarbures, condition qui est nécessaire à sa bonne conservation.

Ainsi envisagée, la solution était théoriquement réalisable puisque la construction des réservoirs d'eau en béton armé est un problème parfaitement connu et parfaitement résolu.

Nous n'insisterons pas sur les multiples essais par lesquels nous nous sommes convaincu de l'exactitude de ces hypothèses. Toujours est-il que nous avons rempli en juin 1936 un réservoir de 1 200 litres, constitué de deux réservoirs en béton armé emboîtés l'un dans l'autre et composés chacun d'un élément de tuyau en béton fermé par deux calottes. Ce réservoir a fonctionné sans incident pendant trois ans, et, à son démontage, nous n'avons constaté aucun désordre.

Cependant, dès que nous avons envisagé des constructions plus importantes, nous nous sommes heurté, comme nos prédécesseurs, à des considérations de résistance de matériaux qui obligeaient à prévoir des éléments importants pour résister aux efforts énormes qui s'exercent entre les deux réservoirs. Il est évident, en effet, que lorsque le réservoir à hydrocarbure est vide, la pression hydrostatique qui s'exerce sur les deux réservoirs a tendance à les séparer : pour s'opposer à ces efforts, dont l'ordre de grandeur est égal au poids du contenu du réservoir, il faut des éléments très importants, donc très onéreux. En outre, on pouvait craindre que le béton de ces pièces de jonction des deux réservoirs, nécessairement de dimensions assez grandes, ne pût — en raison de la porosité du béton — provoquer vers l'extérieur des fuites inattendues du combustible. Pour réduire ces efforts, une première idée qui vient à l'esprit est de régler le niveau de l'eau entre les deux réservoirs de façon à maintenir celui-ci au même niveau que l'hydrocarbure — ou à un niveau voisin — pour réaliser une sorte d'équilibre de pression entre le poids du réservoir intérieur plus son contenu et la poussée hydrostatique qui s'exerce sur lui. Mais ce dispositif conduisait à des installations mécaniques ou à des combinaisons beaucoup trop compliquées qui nous ont fait rejeter le système.

Une autre idée, dans le même but, est d'utiliser pour fond du réservoir, l'eau même de la double paroi. On peut ainsi, en donnant un volume convenable à la cavité placée entre les deux réservoirs, s'arranger pour que le réservoir plein d'essence soit entouré d'eau et qu'à vide les niveaux s'équilibrent des deux côtés. On puise l'essence au milieu du réservoir. L'inconvénient est que : 1° en cours de remplissage ou de vidange, le niveau de l'essence peut être notablement supérieur à celui de l'eau de l'enveloppe, ce qui doit être évité ; 2° le volume de l'ensemble est double au moins du volume utile.

C'est toutefois une idée analogue qui a guidé un ingénieur italien, M. Miozzi, Ingénieur en chef de la Municipalité de Venise : il a bien construit des réservoirs enveloppés d'eau avec compensation hydraulique[1] mais il a supprimé d'une façon élégante la réaction verticale de l'enveloppe d'eau sur le fond du réservoir en ne faisant pas communiquer l'eau de l'enveloppe avec celle qui se trouve dans

(1) Cette invention a été décrite dans le *Génie civil* du 30 décembre 1939.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le réservoir intérieur. Initialement le réservoir à hydrocarbure est plein d'eau. L'essence que l'on y introduit à la partie supérieure chasse cette eau qui est évacuée par un trop-plein. L'essence surnageant, le réservoir est toujours plein, et l'hydrocarbure reste à une pression déterminée par la cote du déversoir. Ce niveau est inférieur à celui de l'eau du réservoir enveloppe ; la pression s'exerce donc de l'extérieur vers l'intérieur et l'essence n'a pas tendance à s'échapper. Ces cuves sont construites en béton ou en maçonnerie. Elles donnent une certitude très grande en ce qui concerne les pertes d'hydrocarbures, mais exigent un volume considérable puisqu'il faut, en plus de celui de la cuve à hydrocarbure, le volume de la cuve extérieure que les nécessités de construction obligent à éloigner des parois de la cuve utile. Il faut en outre un volume d'eau égal à

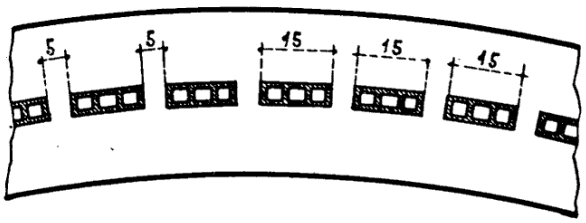


Fig. 1. — Réservoir à paroi d'eau discontinue formée d'éléments creux poreux en terre cuite noyés dans le béton. Les fuites coïncident avec les languettes de béton.

celui du combustible déplacé, ce qui oblige, si l'eau est rare, à construire un réservoir spécial pour cette eau.

Nous avons poursuivi nos recherches dans une autre direction et avons songé à unir les deux parois par des éléments résistants et assez rapprochés, de façon à absorber les efforts qui tendent à les séparer au voisinage des points où ils se produisent. On évite ainsi d'avoir à transporter ces efforts à travers la construction jusqu'au point où une réaction égale peut les équilibrer. De plus, en rapprochant les parois des deux réservoirs, on a une économie de construction, à condition de pouvoir sans difficulté laisser la place du vide qui doit les séparer (fig. 1) ; c'est ainsi que nous avons été conduit à utiliser comme coffrage perdu, entre les deux parois, des éléments creux, poreux, qui sont des briques en terre cuite. Les éléments d'union entre les deux parois étaient constitués par des languettes verticales du béton que laissaient les briques entre elles. Une cuve de 20 m³ a été construite selon ce principe. Les languettes verticales de béton avaient 5 cm de largeur et une épaisseur égale, naturellement, à celle de la nappe d'eau de 3,5 cm. Des armatures convenables traversaient les languettes pour absorber les efforts que le béton ne peut pas, en principe, absorber. Malheureusement, aux essais, les résultats furent franchement mauvais. Au bout de deux mois, les fuites correspondaient à une perte annuelle de 55 litres par mètre carré de paroi et par an, ce qui est prohibitif, car une perte de 5 à 6 p. 100 par an est inacceptable. La cause en fut facilement déterminée car le réservoir avait été rempli d'essence

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

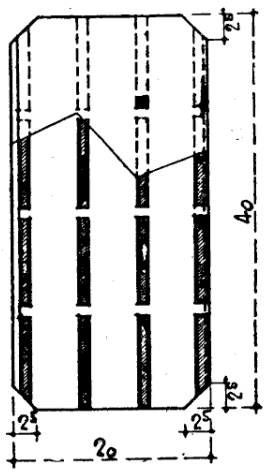


Fig. 2. — Forme des briques constituant l'enveloppe d'eau. L'intervention des canaux adducteurs d'eau et les angles abattus permettent le passage des entretoises (voir fig. 5).

colorée pour rendre bien visibles les points de fuite. Malgré la faible pression (2,50 m), nous avons relevé une quarantaine de fuites dont plus des 9/10 se trouvaient juste sur les languettes d'union. Il était évident que, bien que baignées d'eau, les bandes de béton n'étaient pas étanches, car la pression hydrostatique ne pouvait pas s'exercer efficacement jusqu'à leur centre ni surtout jusqu'aux armatures qui les traversaient et qui avaient constitué, à travers le béton, une série de chemins de moindre résistance.

Il fallait donc assurer surtout et d'une façon continue l'existence de la pression hydrostatique sur toute la surface de la cuve à hydrocarbure.

Pour obtenir ce résultat l'enveloppe d'eau est constituée par un réseau de canaux suffisamment serrés qui ne sont séparés entre eux que par des parois très poreuses. Pratiquement, ces canaux sont constitués par des briques creuses, percées dans les deux sens, placées en files juxtaposées, enrobées sur leurs deux faces extérieures lors du coulage du béton (fig. 2). Leurs extrémités s'emboîtent pour éviter la formation involontaire d'une bande de béton (fig. 3). Pour relier les deux

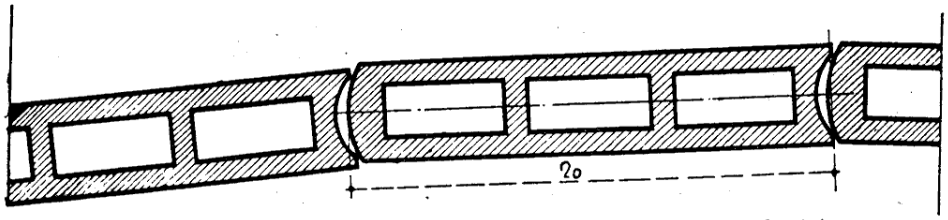


Fig. 3. — La forme incurvée des joints assure la circulation d'eau entre les briques.

parois d'une façon efficace, on place, dans les angles abattus des briques, des pièces servant d'entretoises (fig. 4) composées d'une armature en fer rond, enrobée dans sa partie médiane d'un prisme en terre cuite ou en béton poreux et résistant, afin que l'écran d'étanchéité constitué par la nappe d'eau ne soit aucunement interrompu (fig. 5). Ceci est réalisé parce que le bloc poreux s'imprègne d'eau rapidement pendant le remplis-

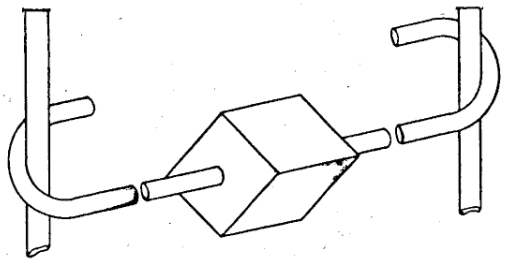


Fig. 4. — Entretoise de liaison des deux masses de béton armé. Remarquer le bloc poreux et la liaison de l'entretoise avec les armatures du béton.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sage de la double paroi, et cette eau ne tarde pas à se mettre, autour des aciers de liaison, à la pression hydrostatique. En outre, il n'y a pas à craindre d'attaque du fer par l'eau, parce que, au contact du béton, elle devient alcaline,

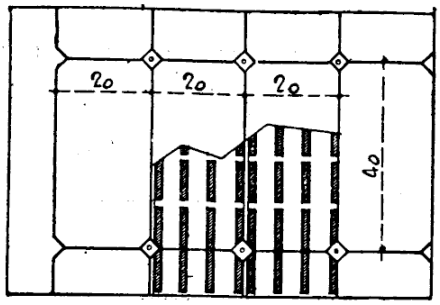


Fig. 5. — Élévation de la paroi construite avec les briques du type de la figure 2.

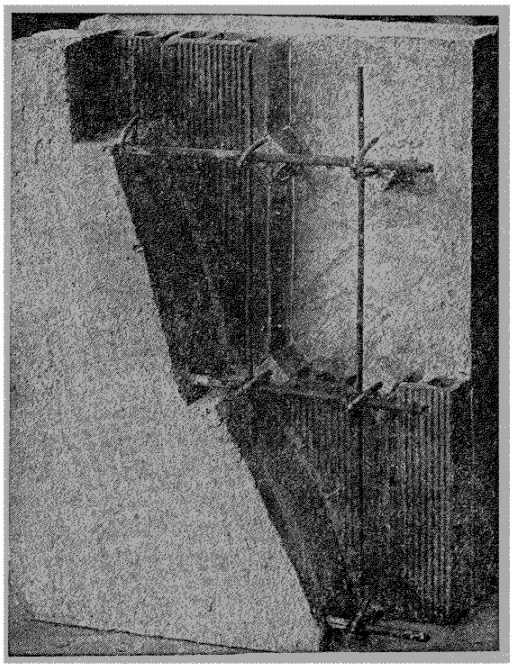


Fig. 6. — Constitution de la *paroi hydraulique.*

ensuite parce que n'étant pas renouvelée autour du fer, son pouvoir oxydant, si elle en avait, disparaîtrait dès le début de l'attaque.

En résumé, la nouvelle paroi ainsi réalisée constitue un ensemble monolithe, que nous avons appelé PAROI HYDRAULIQUE, et qui se compose (fig. 6) :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° de la partie intérieure en béton, à laquelle on donne l'épaisseur minimum compatible avec une bonne exécution, soit 10 à 15 cm;

2° de la partie médiane, composée de briques creuses et d'entretoises formant un réseau aquifère maintenant l'eau à la pression hydrostatique désirable sur toute l'étendue de la paroi;

3° de la partie extérieure en béton dont l'épaisseur et les armatures sont

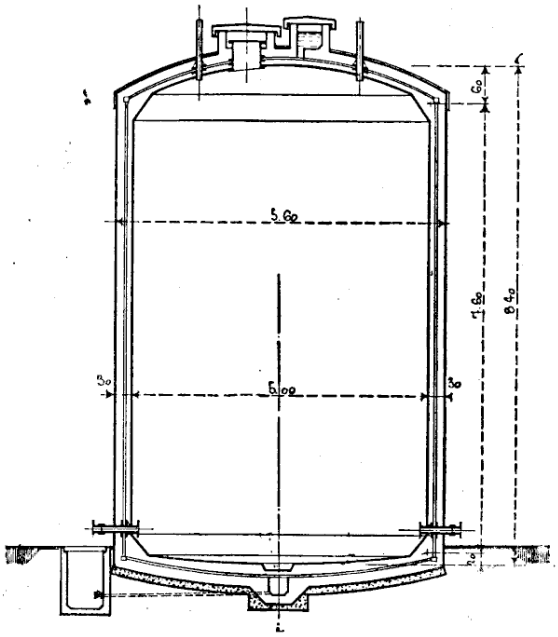


Fig. 7. — Cuve de 150 m³.

fonction du calcul de la résistance à tous les efforts qu'elle aura à supporter pendant la construction, les essais ou en service.

C'est sur ce principe que nous avons réalisé en septembre 1937, deux cuves d'essai munies de tubulures permettant la mise sous pression et la mesure exacte des variations du volume de l'eau et de l'essence. Elles ont été coulées en béton ordinaire sans aucun enduit intérieur et revêtues d'un simple ragréage extérieur afin de localiser éventuellement les fuites; l'épaisseur totale de leur paroi est de 25 cm. Ces cuves ont été munies d'un couvercle en tôle, permettant l'examen intérieur après chaque essai, et établies pour des pressions relativement importantes.

Elles ont supporté, pendant plus de 18 mois, l'une, une charge de 11 m d'essence, l'autre, une charge de 11 m de pétrole sans qu'aucune fuite n'ait été constatée. Bien plus, un scellement de tubulure, exécuté après coup, a montré que c'était une opération facile. La face interne, après plusieurs mois de service, ne présente aucune trace d'attaque du béton.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Forts de ces essais, nous avons marqué les débuts industriels du système en mettant en service, en juillet 1938, un réservoir aérien de 150 m³ (fig. 7) qui a bien fonctionné jusqu'à présent bien que les parois soient simplement en béton

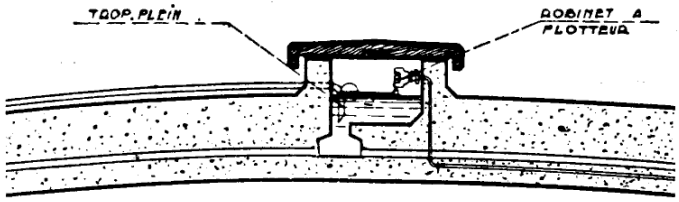


Fig. 8. — Bac d'alimentation en eau de la *paroi hydraulique*.

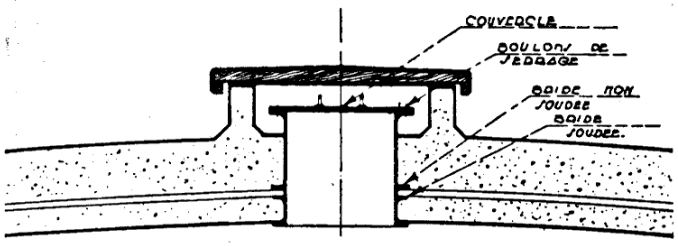


Fig. 9. — Trou d'homme.

brut dosé à 350 kg de ciment par mètre cube, mais de bonne granulométrie, et cela sans enduit. Sur la figure 7 le double trait schématise la PAROI HYDRAULIQUE. Un robinet placé à la partie inférieure sert à vider l'eau quand c'est nécessaire et notamment pour placer sur la cuve une nouvelle tubulure non prévue initiale-

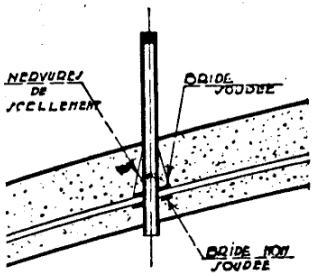


Fig. 10. — Tubulure traversant la calotte.

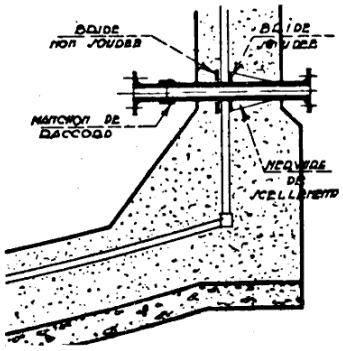


Fig. 11. — Tubulure de prise.

ment. L'eau d'un réservoir placé à la partie supérieure qui alimente la PAROI HYDRAULIQUE compense les légères pertes dues à l'évaporation (fig. 8).

Le réservoir peut comporter tous les accessoires ordinairement employés que représentent les figures 9, 10 et 11. La figure 12 montre ce réservoir en service.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est sur ce réservoir que nous avons fait tous les essais de transmission de chaleur, de résistance à la pression et d'étanchéité aux gaz décrits plus loin.

La construction de ce genre de réservoirs exige du soin, mais ne présente aucune difficulté technique particulière. Les soins sont les mêmes que pour les

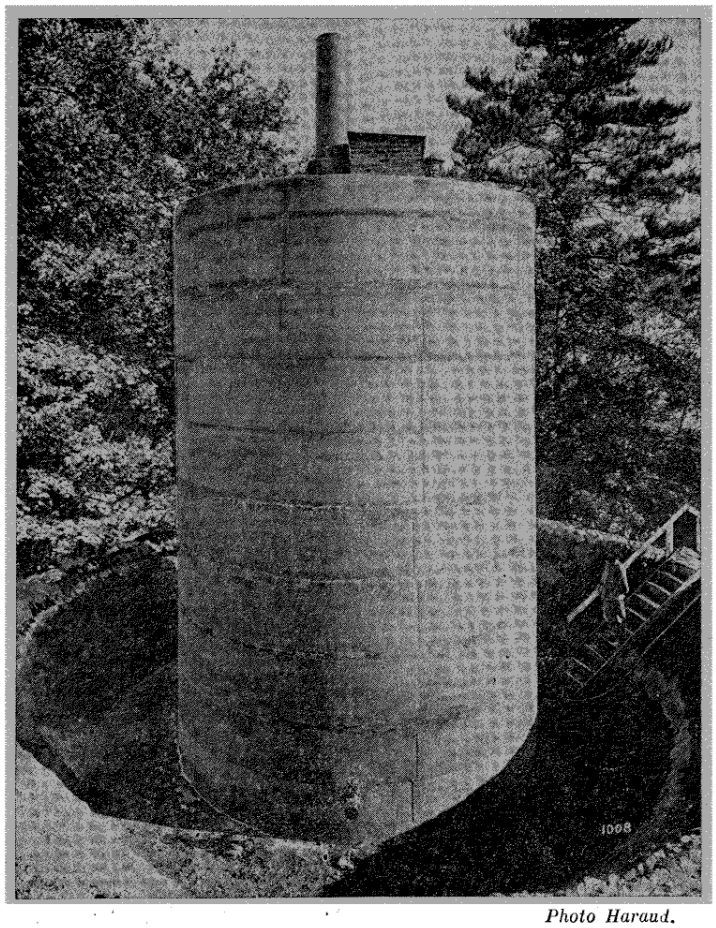


Photo Haraud.

Fig. 12. — Cuve de 150 m³.

réservoirs à eau que l'on construit depuis plus de 50 ans, et pour les cuves à vin que l'on construit depuis plus de 40 ans. Les capacités sont du même ordre de grandeur.

Dans tous les systèmes où la pression hydrostatique est utilisée, l'essai du réservoir avant sa mise en charge s'effectue avec la plus grande aisance. En remplissant simplement l'espace situé entre les deux réservoirs, on décèle immédiatement les fuites de chacune des parois. Il est donc facile d'y remédier par des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reprises locales du béton; on a alors la certitude de n'utiliser le réservoir qu'à coup sûr. Et si, par hasard, une fissuration se produisait, l'hydrocarbure contenu dans la cuve ne pourrait pas pénétrer dans la double paroi : il y aurait à la fois baisse du niveau de l'eau, et élévation du niveau de l'hydrocarbure. Même si l'hydrocarbure pouvait pénétrer dans l'enveloppe double, on en serait averti en le voyant flotter à la surface de l'eau du caniveau supérieur. En tout cas, il ne peut y avoir perte d'hydrocarbure par le sol. C'est ce que les expériences faites sur la cuve de 150 m³ précitée nous a permis de constater.

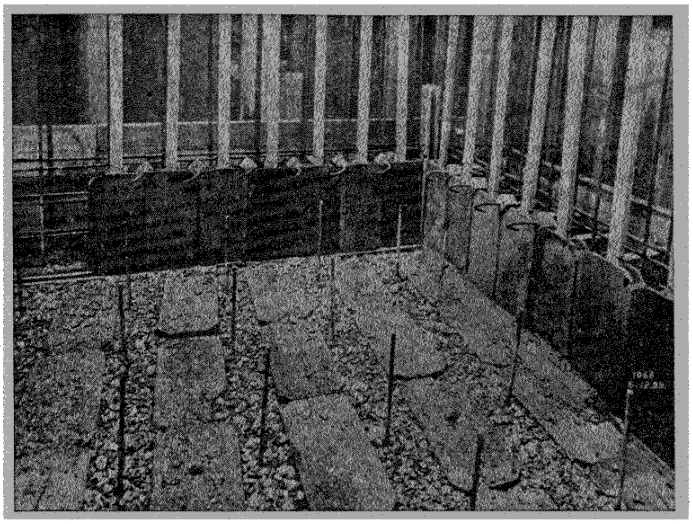


Fig. 13. — Détail de construction.

La PAROI HYDRAULIQUE peut aussi s'employer, et très facilement pour les réservoirs enterrés. La figure 13 montre en cours de construction un petit réservoir enterré d'un modèle courant, de 20 m³ pour le fueloil du chauffage central d'un immeuble et pour l'essence stockée dans un garage. On y voit la disposition des briques de la PAROI HYDRAULIQUE tant dans le radier que dans les parois, ainsi que les pièces de forme spéciale qui servent à assembler les parois à angle droit. Dans le radier, pour des raisons de construction, une file de briques sur deux est remplacée par une couche de gravier poreux.

Le réservoir de 200 m³ de la figure 14 est du type enterré; il a été construit dans une fouille à l'air libre, puis remblayée. Les figures 15 et 16 montrent le réservoir en cours de construction ou terminé avant l'exécution des remblais.

Le constructeur a d'ailleurs toute liberté pour choisir les dispositions qui lui paraissent convenir le mieux. C'est ainsi que la présence d'une nappe d'eau souterraine peut obliger à employer des réservoirs très plats et dont le fond et la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

couverture sont constitués par des dalles en béton armé du type dit « plancher champignon ».

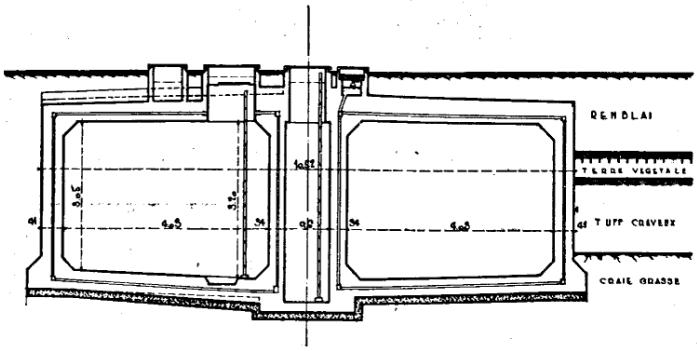


Fig. 14. — Coupe d'un réservoir semi-enterré à paroi hydraulique.

La construction des dépôts d'hydrocarbure souterrains dans d'anciennes carrières est à l'ordre du jour, et une société a entrepris la construction, quelque part en France, d'un dépôt de 16 000 m³ dont les réservoirs d'une capacité unitaire moyenne de 2 000 m³ utilisent au mieux la forme de la carrière.

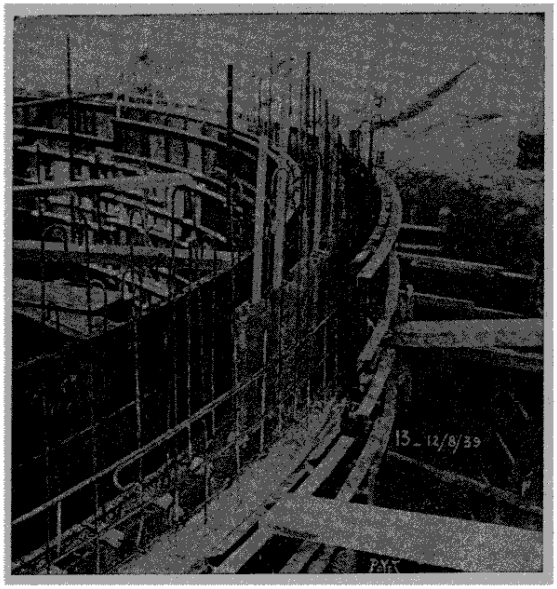


Fig. 15.
Le réservoir de la figure 14 en cours de construction.

Pour ces réservoirs la PAROI HYDRAULIQUE est employée : elle s'adapte très bien aux formes imposées par la surface et la hauteur disponibles (fig. 19). Ici, la forme des réservoirs est assez simple, mais la souplesse de la construction en béton armé permettrait de suivre des formes très compliquées sans perte de volume libre, et d'utiliser directement certaines carrières dont l'exploitation a laissé des galeries assez larges et bien tracées.

*
* *

La principale cause des pertes par évaporation dans les réservoirs est leur respiration due à un fonctionnement constant des soupapes qui laissent échapper de l'air carburé en cas de surpression intérieure et laissent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

entrer de l'air dans le cas contraire. La fréquence et l'amplitude de ces mouvements sont d'autant plus grandes que la transmission des variations de température extérieure est moins amortie. On ne peut songer à charger davantage les soupapes car la limite courante, de 10 à 15 g/cm², correspond à ce que la tôle peut supporter normalement sans risque de déchirure ou de flambage (soit une variation de 6 degrés) et l'emploi d'isothermes réellement efficaces serait si onéreux qu'on y renonce pratiquement.

Cette respiration provoque une perte qui, selon les climats, atteint fréquemment par an 4 à 8 p. 100 du contenu.

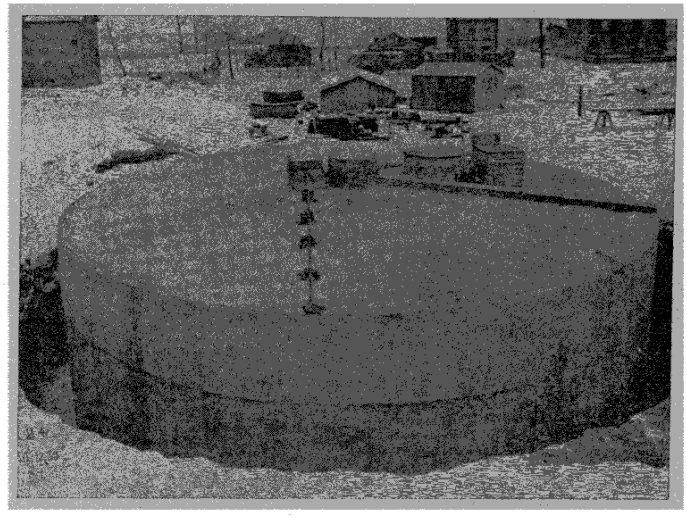


Fig. 16. — Le réservoir des figures 14 et 15 terminé.

La conductibilité thermique des réservoirs en béton est très faible et leur capacité calorifique leur confère une inertie considérable. Pour une épaisseur de 25 cm, la conductibilité thermique d'une paroi pleine est de 8 Cal par mètre carré, par heure et par degré de différence de température entre les deux faces. Une paroi en tôle de 7 ou 8 mm d'épaisseur laisse passer dans les mêmes conditions 4 000 à 6 000 Cal soit 500 à 1 000 fois plus que le béton.

D'autre part, pour élever la température de la paroi de béton d'un même nombre de degrés, il faut 30 fois plus de calories que pour la paroi correspondante en métal. Il s'ensuit que, si l'une des faces de la paroi est soumise à des variations de température dues au rayonnement solaire, la variation de température de la face interne ne sera qu'une faible fraction de celle de la face externe. On a constaté (fig. 17) qu'en faisant varier, suivant un cycle de 24 heures, la température de la face chaude de 56 degrés, celle de la face non chauffée ne variait que de 12 degrés, et, cependant, cette face était calorifugée, car c'est à peu

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

près dans ces conditions que fonctionne la face interne de la partie supérieure d'une cuve en contact avec une atmosphère gazeuze.

Sur la cuve d'essai, des expériences analogues ont permis de dresser un diagramme (fig. 18) qui montre d'une part, la diminution d'amplitude des variations thermiques (2,5 degrés contre 11) et de l'autre, le décalage dans le temps des deux courbes. Toutefois le trou d'homme en tôle non calorifugée présente une conductibilité à la chaleur assez importante en raison des petites dimensions de la cuve. Il résulte de cette inertie calorifique que les variations de pression intérieure sont très atténuées. En comparant au même instant la pression régnant dans un réservoir en béton et dans un réservoir ordinaire voisin, on a pu noter

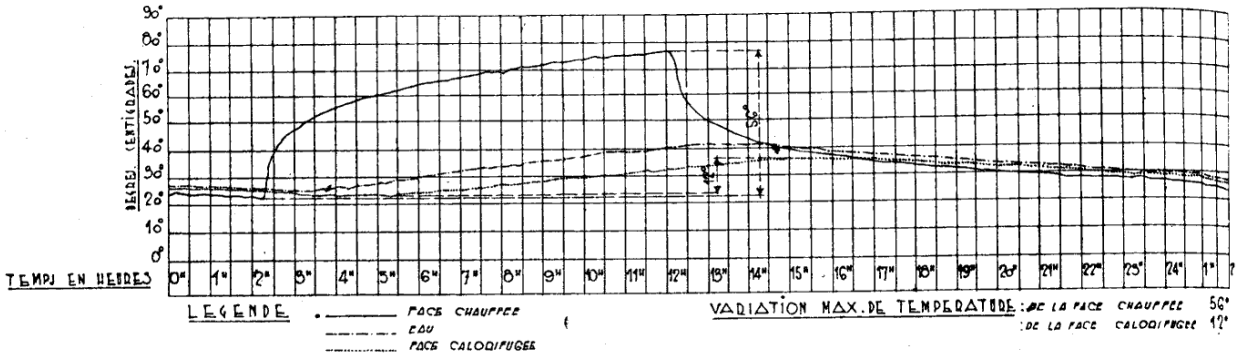


Fig. 17. — Amortissement des variations journalières de température par la paroi hydraulique.

l'influence très nette de l'insolation dans le cas de la tôle et négligeable dans la cuve en béton. Mais il y a plus : le béton, grâce à son épaisseur, résiste beaucoup mieux que la tôle mince au flambage; il est donc possible, sans frais supplémentaires appréciables, d'établir couramment les réservoirs à hydrocarbure en béton armé pour une surpression intérieure de 200 g/cm² soit 2 m d'eau, et une dépression de 50 g/cm². De cette façon et compte tenu de l'amortissement des variations thermiques, les soupapes de respiration ne jouent jamais et les pertes par évaporation sont réduites à zéro.

Mais cela n'est vrai que si la paroi est étanche aux gaz. Pour le vérifier, nous avons mis sous pression notre cuve de 150 m³ remplie seulement aux deux tiers. La pression d'origine était de 120 g/cm² et la température moyenne extérieure de 7°; les soupapes et les vannes étant soigneusement fermées, on remarque d'abord l'atténuation des variations journalières de pression par rapport à celles qu'aurait fait ressortir l'application exacte de la loi de dilatation des gaz. Au bout de 47 jours, la température extérieure ayant atteint 20°, la chute de pression n'a été que de 15 g/cm² ce qui ne représente que 650 litres de gaz soit 1/4 de litre par mètre carré de paroi et par jour. La paroi est donc pratiquement imperméable aux gaz.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La disposition des canaux adducteurs d'eau peut être agencée pour permettre une circulation de l'eau dans l'enveloppe. On peut ainsi, par exemple, en élevant la température de l'eau, maintenir à un degré de fluidité convenable des produits pâteux à la température ordinaire.

On peut se demander ce qu'il advient de la PAROI HYDRAULIQUE en cas de gelée. Pour s'opposer à l'action du gel, on peut, en dehors du réchauffage signalé ci-dessus, recourir à plusieurs procédés :

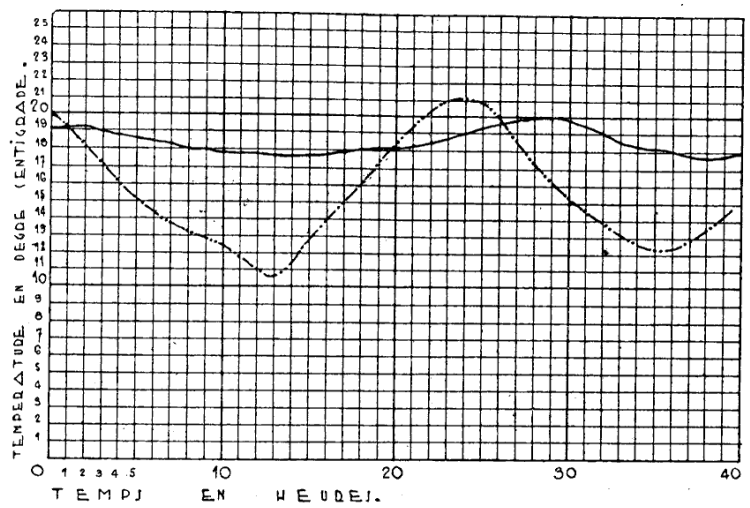


Fig. 18. — Amortissement des variations journalières de température à l'intérieur d'un réservoir aérien à paroi hydraulique.

Trait plein : température à l'intérieur de la cuve.
Trait mixte : température à l'intérieur de la paroi.

1° Emploi, dans la PAROI HYDRAULIQUE de liquides incongelables : solutions aqueuses d'alcool ou de glycérine, ou solutions salines. Les premières coûtent cher, mais sont plus sûres. Les solutions salines risquent de produire, avec les armatures du béton, des couples électriques pouvant provoquer des désordres;

2° L'annulation des surpressions dues au gel. La pression du gel n'est pas la pression de la glace. Lorsque l'eau se transforme en glace, la pression n'est pas due à une poussée de la glace, comme le serait celle d'une pièce mélallique que l'on chauffe : elle est due à ce que l'eau liquide et incompressible contenue dans une enceinte close se congèle peu à peu en augmentant de volume. Quand un anneau de glace se forme à la partie supérieure du réservoir, il emprisonne une certaine quantité d'eau et, au fur et à mesure qu'elle gèle, cette eau se met sous pression et provoque des fuites. On peut donc empêcher l'élévation de la pression au-dessus d'une certaine valeur en plaçant à la partie inférieure de la PAROI

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

HYDRAULIQUE une soupape de sûreté convenablement tarée. C'est ce qui a été fait pour notre cuve de 150 m³. Mais cette solution n'est pas parfaite, car il n'est pas certain que le gel de la paroi se produise par anneaux horizontaux. Il suffirait qu'une surface glacée emprisonnât un volume d'eau liquide pour provoquer des incidents. La question est à l'étude, mais déjà l'expérience prouve que, même dans ce cas, les désordres ne sont pas graves. La question du gel ne se pose pas pour les réservoirs enterrés, pas plus que pour les réservoirs aériens dans les pays chauds et là où les gelées sont de courte durée.

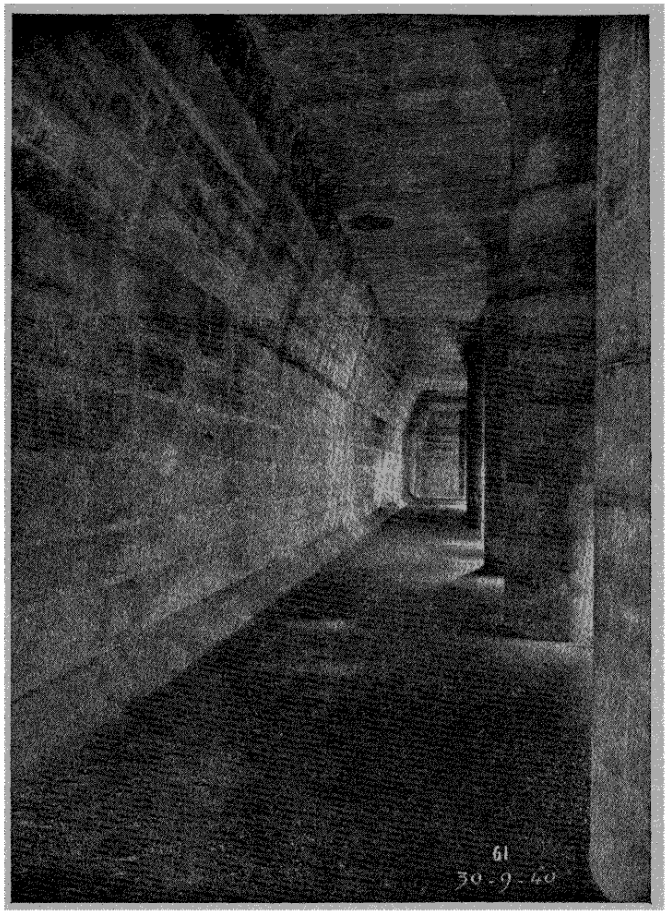


Fig. 19. — Vue intérieure d'un réservoir à « Paroi Hydraulique » de 2 000 m³, faisant partie d'un dépôt de 16 000 m³ construit en carrières souterraines.

En résumé, si l'emploi du béton armé paraît tout indiqué grâce à ses qualités de résistance aux agents extérieurs pour la construction des réservoirs souterrains, les propriétés thermiques des parois de béton et d'eau les recommandent pour la construction d'ouvrages où la réduction des pertes par évaporation est une nécessité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COURT HISTORIQUE DE L'AUTOMOBILE ÉLECTRIQUE ROUTIÈRE

Période ancienne. — L'utilisation de l'énergie électrique pour actionner un véhicule date de 1835, mais l'énergie était fournie par des piles. Ce n'est que 30 ans après, en 1885, qu'un petit dogcart fonctionna à Londres avec accumulateurs comme source d'énergie.

En France, de 1890 à 1895, plusieurs tentatives furent faites par Trouvé,

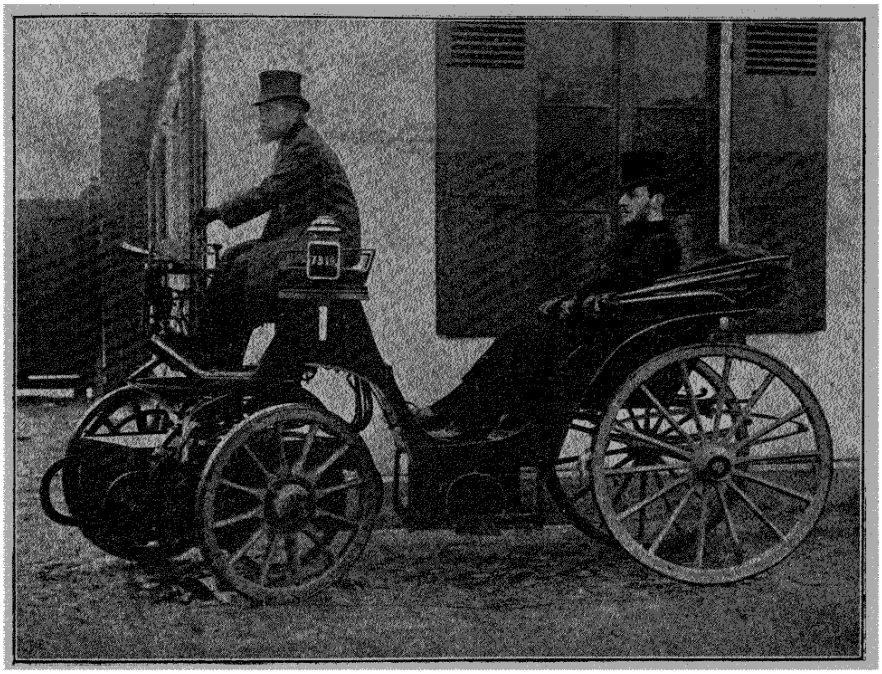


Fig. 1. — Voiture électrique Kriéger 1893-1894. (Photographie prise en 1895.)

Vincent, Pouchain, Jeantaud, Sarcia et Moussette et Kriéger pour réaliser des véhicules électriques, les deux derniers expérimentateurs ayant en vue le remplacement, dans la circulation urbaine, des fiacres à chevaux par des automobiles électriques.

En Amérique, Morris et Salom construisirent en 1893 une petite voiture de promenade qui eut du succès et favorisa l'essor du véhicule électrique en Amérique.

Au concours dit de « fiacres », organisé en 1898 par l'Automobile-Club de France, la voiture électrique remporte un appréciable succès avec les voitures de Kriéger (fig. 1), Jenatzy et Jeantaud.

Les véhicules Bersey, de Londres, adoptés par la Compagnie générale des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voitures à Paris, étaient malheureusement peu adaptés au trafic urbain et leur utilisation ne persévéra pas.

Après 1898, les constructeurs ayant pris part au concours perfectionnèrent et développèrent leurs fabrications. A ces constructeurs vinrent se joindre M. Mildé (fig. 2) et la Société l'Électromotion. M. Mildé le premier, établit des

Fig. 2. — Landaulet Mildé (1904).

véhicules de service public, en l'espèce celui des Postes, qui fonctionnèrent de façon parfaitement satisfaisante.

A ce moment, les accumulateurs ont des caractéristiques à peu près uniformes de 25 Wh/kg, environ 150 à 200 cycles (charge et décharge) de durée.

De 1899 à 1907, l'industrie de la voiture électrique en France connut une période de prospérité. Trois constructeurs : Kriéger, Bouquet et Garcin, Védrines tentèrent, pendant cette période prospère, d'établir des performances publicitaires et aussi ayant pour but des perfectionnements, dans le même ordre d'idées que les courses de véhicules thermiques instituées à cette époque.

Les 307 km, à 17 km/h de moyenne et 225 km à 40 km/h de moyenne, réalisés par Kriéger en 1902 et 1905 (fig. 3), prouvent que le véhicule électrique n'est pas réfractaire aux longs parcours et aux vitesses importantes et que, dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

certaines conditions naturellement à ne pas employer pour l'usage courant, on peut obtenir des résultats particulièrement remarquables démontrant la bonne qualité du matériel utilisé.

Mais, par suite des perfectionnements du moteur thermique, de la nécessité de longs parcours à grandes vitesses et d'un ravitaillement facile et enfin du bas prix de l'essence, la voiture électrique subit à partir de 1907 une régression brusque : en 1914, elle a presque disparu.

Après la guerre de 1914-1918, la pénurie et le prix élevé du carburant des

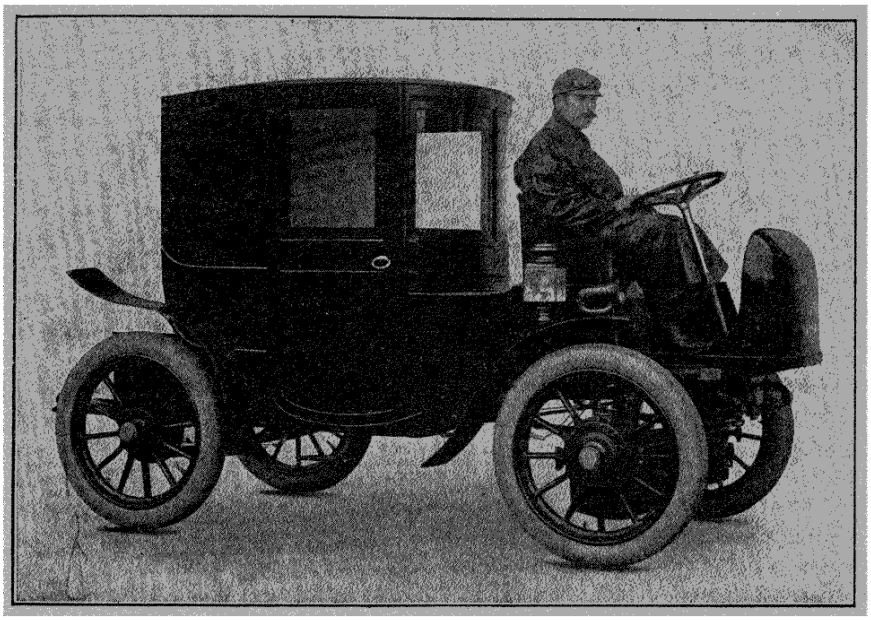


Fig. 3. — Coupé Kriéger ayant effectué le parcours (225 km) Paris-Trouville en 1905, à la vitesse moyenne de 40 km/h.

moteurs thermiques redonnent aux constructeurs de véhicules électriques l'espoir de réaliser de nouveaux modèles.

Les concours de Bellevue de 1923, 1924 et 1926, auxquels prennent part Kriéger, Berliet, Crochat, Laporte, la Société anonyme de Constructions mécaniques, montrent que la partie électro-mécanique a fait des progrès sensibles depuis 1900. En revanche, en dehors de l'emploi des accumulateurs alcalins au fer-nickel, le réservoir d'énergie électrique a peu progressé, et il se manifeste chez les fabricants d'accumulateurs au plomb une tendance marquée à augmenter le nombre de cycles réalisables aux dépens de l'énergie massique des éléments. Cette diminution de l'énergie massique alourdit le véhicule et diminue son rayon d'action. Elle handicape surtout les véhicules de transports légers ou indi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

viduels. L'application de l'énergie électrique aux transports lourds apparaît seule alors comme d'une réalisation immédiate.

Les autobus de Lyon et du Maroc, les camions Vétra et les camions Sovel, mis en circulation depuis cette époque, ont montré qu'en ce qui concerne ce genre de véhicules, la traction électrique est une bonne solution.

Période actuelle. — En 1940, le problème du véhicule électrique routier se pose à nouveau avec une importance beaucoup plus grande et plus immédiate qu'en 1919. Il s'agit, non plus seulement de véhicules de transports à charge utile

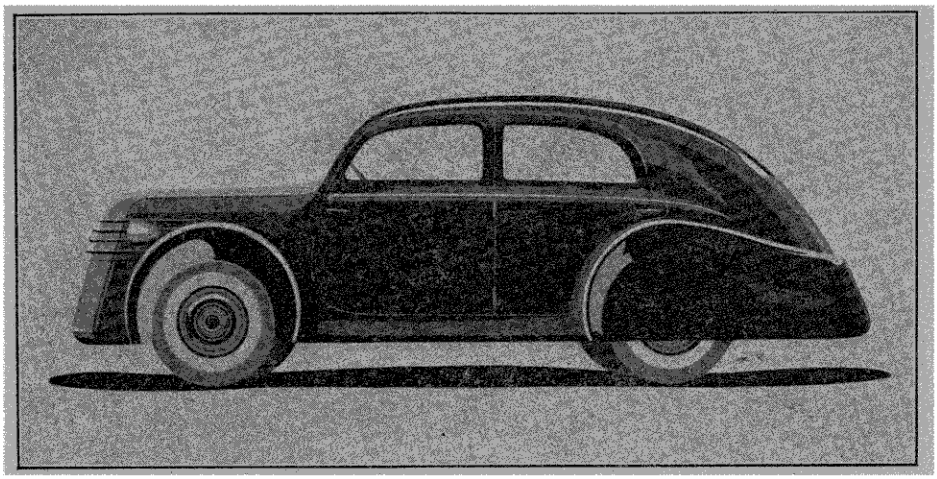


Fig. 4. — Voiture électrique Mildé-Kriéger, 4 places, type 1940, assurant un parcours de 100 km.

élevée, mais de tous transports, y compris les transports individuels d'une ou deux personnes et même quatre (fig. 4); et ces véhicules doivent être réalisés dans le plus bref délai.

Quelles sont les directives à envisager pour mener cette tâche à bien? Nous allons nous efforcer de les présenter clairement.

Il ne faut pas s'illusionner sur les possibilités de vitesses et de parcours sans recharge des accumulateurs que permet un véhicule électrique, établi dans des conditions pratiques et réalisables en série.

En premier lieu, le pourcentage pratique *normal* du poids de la batterie d'accumulateurs par rapport au poids total du véhicule chargé varie à peu près suivant le type du véhicule de 0,35 p. 100, pour une voiture légère de transport individuel, à 0,15 p. 100, pour des transports lourds. Ces valeurs peuvent être dépassées et l'ont été pour des performances spéciales, mais sont des limites pratiques qui ne peuvent être dépassées pour un usage courant.

Nous ne considérerons ici que les voitures légères pour lesquelles les questions de vitesse et de parcours ont plus d'importance que pour les véhicules

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lourds. En admettant que l'énergie massique des accumulateurs actuels soit dans les conditions moyennes d'usage de 25 Wh/kg, on en déduit que, pour un poids total du véhicule de 1 000 kg, comprenant sa charge utile et 350 kg d'accumulateurs, l'énergie emmagasinée est *au maximum* de 8 750 Wh. Cette énergie correspondrait à une puissance de 12 ch pendant 1 heure, ou 4 ch pendant 3 heures. Cette dernière durée de décharge des accumulateurs est seule à considérer car la décharge en une heure ne permettrait de récupérer qu'une énergie massique de 6 250 W, ce qui réduirait la puissance disponible à 8,5 ch. La puissance de 4 ch ou 2 916 W, disponible pendant 3 heures aux bornes de la batterie, se transforme non seulement en mouvement de déplacement du véhicule, mais se dissipe en calories dans ses organes électro-mécaniques.

Ce n'est donc pas 2 916 W qui seront disponibles à la jante des roues, mais bien cette valeur multipliée par une fraction représentant le pourcentage d'énergie dissipée dans la transformation d'énergie électrique en énergie calorifique. Or, il semble que, souvent, l'on ne tienne pas assez compte de ce facteur, comme de celui de la résistance de l'air qui, à partir d'une certaine vitesse du véhicule, même pour les carrosseries dites aérodynamiques, joue un rôle dans l'effort de traction de celui-ci.

Le rendement considéré est le produit de deux facteurs bien distincts : 1° celui qui correspond au moteur électrique et à l'appareillage qui le commande ; 2° celui qui correspond aux organes mécaniques de transmission, démultiplication, pont, roulements, etc.

Le premier de ces facteurs est essentiellement variable suivant la construction et les caractéristiques du moteur électrique et de l'appareillage. Certains constructeurs admettant 0,70 p. 100; d'autres envisagent 0,85 (on a été jusqu'à 0,91). Nous allons voir l'influence de ces valeurs sur le parcours possible. Nous admettrons que le rendement des transmissions mécaniques comportant deux démultiplications soit égal à 0,90 p. 100.

Dans les deux cas considérés, nous aurons aux jantes des roues, pour une décharge en 3 heures :

1^{er} cas . . . . . $2\,916 \times 0{,}7 \times 0{,}9 = 1\,838$ W
2^{nd} cas . . . . . $2\,916 \times 0{,}85 \times 0{,}9 = 2\,231$ W

L'effort de traction f correspondant à la vitesse V du véhicule (en km/h) peut être calculé par la formule empirique mais suffisamment approchée en pratique :

$$f = 10 + 0{,}35\ V + 0{,}0025\ V^2$$

Si nous choisissons pour un premier exemple la vitesse maximum en palier égale à 30 km/h, on a $f = 22$ kg et $V = 8{,}5$ m/sec environ.

Or, on a $$V = 8{,}5 = \frac{1\,838}{22 \times 9{,}81}$$

La vitesse de 30 km/h correspond donc bien à la décharge de 3 heures. Le parcours total possible en *palier continu*, à 30 km/h, pour un véhicule de 1 000 kg

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de *poids total*, comportant 350 kg d'accumulateurs dans le cas considéré sera donc de 90 km.

Il est intéressant de remarquer que la consommation en watts-heure par tonne kilométrique, qui est une des caractéristiques d'un type de voiture électrique, est dans ce cas de :

$$8\,750 : 90 = 97{,}2 \text{ Wh/tkm.}$$

Dans le second cas, en maintenant la vitesse choisie de 30 km/h, il subsistera après les 3 heures de décharge une réserve de 1 180 W, permettant un parcours supplémentaire à cette même vitesse de $\frac{1\,189}{1\,838} \times 30 = 19$ km, soit, en tout :

$90 + 19 = 109$ km de parcours; et les watt-heures par tonne kilométrique tombent à 80 Wh. L'augmentation de rendement du moteur permet donc une augmentation de parcours de 21 p. 100.

Mais ces parcours ne sont pas exactement ceux qui pourraient sans doute être effectués à la vitesse moyenne correspondant à la vitesse maximum de 30 km/h, à 22 km/h par exemple. Il est possible qu'à une vitesse ainsi réduite, l'effort de traction étant diminué et le temps de décharge plus élevé, le parcours total s'en trouverait augmenté.

Cependant, étant donné les démarrages et les petites rampes intervenant dans les parcours envisagés, il est prudent de prendre le chiffre de parcours indiqué pour la marche en palier comme un maximum, et cela, d'autant plus que nous avons considéré le poids de la batterie comme atteignant 35 p. 100 du poids total du véhicule.

La vitesse de 30 km/h, choisie comme maximum, peut être évidemment dépassée mais aux dépens du parcours possible. En effet, supposons atteinte la vitesse de 40 km/h. Dans le premier cas, où le rendement total est de 0,63 p. 100, la vitesse atteignant 11 m/sec environ, l'effort de traction passe de 22 à 27,5 kg/t.

La puissance demandée à la batterie est donc de

$$\frac{27{,}5 \times 11 \times 9.81}{0{,}63} = 4\,710 \text{ W,}$$

ce qui correspond au régime de décharge en 1 heure 50 minutes avec 21 Wh d'énergie massique par kilogr. d'accumulateurs. L'énergie totale emmagasinée sera donc de 7 350 W, ce qui donnera un *parcours total* en 1 heure 35 minutes de *62,5 km* au lieu de 90. Dans le second cas, le parcours atteint 80 km, soit 26 p. 100 de plus que dans le premier cas.

En résumé, on voit combien il est nécessaire de compter sur un bon rendement électro-mécanique et de ne pas dépasser 30 à 35 km/h, pour la vitesse maximum pouvant être atteinte en palier.

Prix de revient et comparaison avec le moteur thermique. — La batterie de 350 kg, dans l'exemple choisi d'une voiture d'un poids total de 1 000 kg, peut fournir une énergie de 8 750 Wh. Pour la recharger, il faudrait lui donner :

$8{,}750 : 0{,}75 = 11{,}66$ soit 12 kW; 0,75 étant le rendement en énergie des élé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ments considérés. Le prix du kilowatt-heure étant de 0,45 fr pour cette application, les 100 km parcourus (moyenne des chiffres trouvés ci-dessus) reviendront à 5,40 fr.

Une voiture de même poids à moteur thermique consommera à peu près 10 litres d'essence pour le même trajet soit, à 5 fr le litre, 50 fr de carburant. De plus, le moteur électrique dans ces conditions aura consommé une quantité d'huile insignifiante car il ne s'agit que du graissage des roulements. Au contraire, le moteur thermique et la boîte de vitesses auront utilisé au moins 500 cm^3 d'huile, si l'on compte dans ce chiffre l'huile de remplacement lors de la vidange périodique du carter du moteur, ce qui, à 10 fr le litre, donne une somme de 5 fr.

Nous avons donc en regard de la dépense de 55 fr pour moteur thermique, celle de 5,40 fr de l'énergie électrique, soit un rapport de 1 à 10.

Mais si, pour le véhicule thermique il existe en plus comme dépenses, l'entretien du moteur, des bougies, de l'embrayage et du changement de vitesse, entretien également presque 10 fois plus onéreux que celui du moteur électrique, pour la voiture électrique il y a celui de l'accumulateur électrique. Or, pour les accumulateurs actuels, d'une énergie massique de 25 Wh/kg, le nombre de cycles (charge et décharge possibles) est de 300. Le nombre de kilomètres parcourus avant que la batterie ait perdu 20 p. 100 de sa capacité sera donc de 30 000. On peut estimer le prix d'une batterie de 350 kg à 12 000 fr; son remplacement, en comptant 10 p. 100 à la reprise, coûtera donc 10 800 fr, et le prix au kilomètre sera de :

$$10\,800 : 30\,000 = 0{,}36 \text{ fr.}$$

Compte tenu du prix de l'énergie électrique, on trouve une dépense globale par kilomètre de $0{,}054 + 0{,}36 = 0{,}415$ fr, somme inférieure de 24,5 p. 100 à la dépense du moteur thermique, et cela, sans tenir compte des économies d'entretien résultant de l'emploi du moteur électrique et de la moindre usure des pneumatiques.

Ainsi, en assimilant l'accumulateur électrique à une matière consommable, malgré son prix élevé actuel (mais qui pourrait être abaissé si cette façon de voir était définitivement admise) et en faisant rentrer le coût de la consommation de cet appareil dans le prix du kilomètre-voiture, la valeur de ce dernier est encore de 24,5 p. 100 inférieure, au minimum, à celui du moteur thermique à essence.

Les autres frais, garage, entretien, etc., sont supposés identiques, bien que, par exemple, les frais d'assurance puissent être diminués.

L. K.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES VÉHICULES UTILITAIRES A ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES DE LA SOCIÉTÉ CENTRALE DE CHEMINS DE FER ET D'ENTREPRISES (*)

La Société centrale de Chemins de fer et d'Entreprises s'est attachée au problème des véhicules électriques à accumulateurs depuis de nombreuses années et plus particulièrement depuis l'Exposition internationale de Paris en 1937, où elle avait obtenu la concession des transports terrestres à l'intérieur de cette exposition.

On se rappelle que ces transports furent effectués, d'une part, à l'aide de petits trains routiers remorqués par des tracteurs électriques à accumulateurs et, d'autre

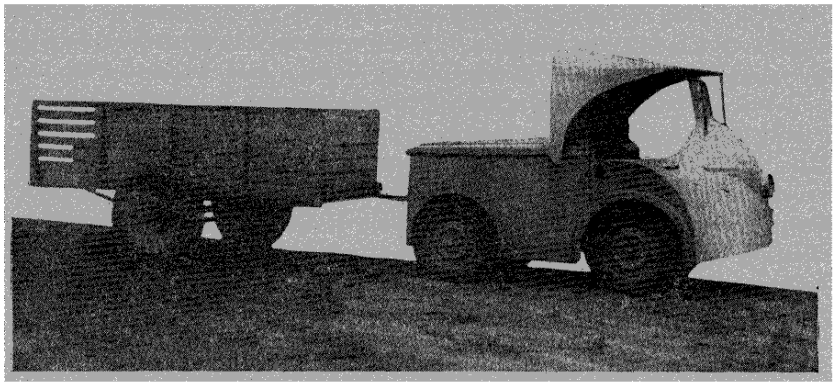


Fig. 1. — Vue du tracteur à accumulateurs, avec sa remorque non bâchée, pouvant parcourir 70 km en palier sans rechargement des batteries, la remorque étant chargée à 2 000 kg.

part, à l'aide de taxis électriques à accumulateurs. Ce matériel avait été réalisé en partie par la Société centrale et en partie par divers constructeurs spécialisés.

L'expérience acquise au cours de cette exploitation et de nombreuses autres qui suivirent, permit à la Société centrale d'améliorer considérablement ce matériel et, actuellement, elle construit en série des véhicules utilitaires dont on a pu voir quelques exemplaires circuler dans Paris depuis le début d'octobre.

Dans un premier type (fig. 1), il s'agit d'un tracteur électrique à accumulateurs traînant une remorque à un essieu, d'un volume utile de 7 m³ environ, et qui peut être chargée à 2 000 kg au maximum. L'ensemble, la remorque

(*) Siège social, 3 rue Paul-Beldant, Le Mans (Sarthe); Bureau de Paris, 122, boulevard Malesherbes (17e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

étant chargée au maximum, peut parcourir 70 km environ en palier sur bon sol sans qu'on ait à recharger les batteries.

La vitesse de marche est de 25 km/h.

Ces véhicules sont loués actuellement aux industriels et aux commerçants pour effectuer leurs livraisons dans Paris ou sa banlieue.

La Société construit aussi en série d'autres véhicules utilitaires électriques à accumulateurs qu'elle met actuellement en exploitation. Voici leurs caractéristiques principales.

Tous ces véhicules sont des fourgons tôlés (fig. 2). Leur réalisation est à la

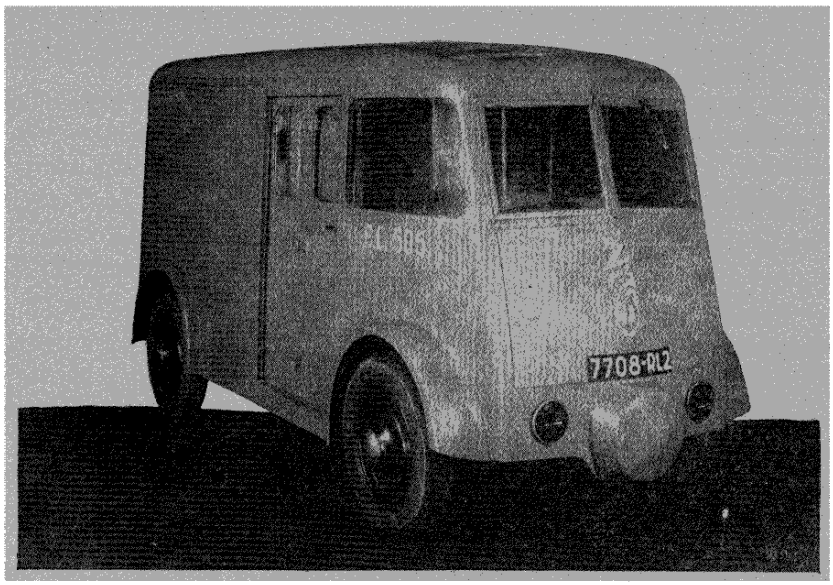


Fig. 2. — Fourgon à accumulateurs, à traction avant, pouvant parcourir en palier, chargé à 500, 1 000 et 1 100 kg suivant les modèles, à 30 km/h, 70 km sans rechargement des batteries.

fois légère et très robuste par l'emploi d'une poutre-caisse à arceaux continus d'un système spécial breveté.

Les véhicules sont à tractions avant. La combinaison de la poutre-caisse et de la traction avant, et un choix judicieux de l'emplacement des batteries, ont permis de réaliser des véhicules qui, au point de vue de la facilité d'emploi sont assez remarquables.

Le plancher se trouve, en charge, à 30 cm du sol, ce qui supprime tout marchepied et rend particulièrement aisées et rapides les montées et les descentes;

Le volume intérieur utilisable de ces véhicules est élevé sans que les dimen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sions extérieures dépassent la normale : 4,5 m³ pour le modèle de 500 kg; 6 m³ pour celui de 1 000 kg, et 10 m³ pour celui de 2 000 kg.

Les accès sont constitués par une porte coulissante et battante à droite; un hayon ouvrant à l'arrière, ce hayon forme, une fois ouvert, un auvent qui protège le personnel pendant la manutention des colis.

Pour la partie technique proprement dite, les véhicules offrent les caractéristiques spéciales suivantes :

Le moteur est placé à l'avant et entraîne les roues avant par un démultiplicateur droit et des joints élastiques; l'ensemble est monté suivant un système breveté qui permet d'éviter les à-coups au démarrage.

Les batteries sont placées en partie à l'avant au-dessus du moteur et en partie à l'arrière, entre les passages de roues; elles sont groupées dans des caisses faciles à manutentionner et qui se mettent en place comme des tiroirs; l'entretien est ainsi grandement facilité.

Tous les types de véhicules sont prévus avec des batteries de capacité uniforme et des appareillages identiques, ce qui diminue les frais de fabrication et d'entretien.

Le tableau ci-contre résume les autres caractéristiques :

		CHARGE UTILE		
		500 kg	1 000 kg	2 000 kg
		—	—	—
Poids total à vide (sans batterie) .	kg.	750	900	1 100
Dimensions extérieures (longueur et largeur).	m.	3,65 × 1,44	4,50 × 1,44	5,30 × 1,80
Hauteur au-dessus du plancher . . .	m.	1,57	1,57	1,65
Nombre de mètres cubes disponibles.	m³	4,5	6	10
Rayon de braquage.	m.	3	4,50	6
Puissance du moteur.	kW.	3	5	9
Vitesse en palier (à vide et en charge).	km/h.	40 et 32	37 et 30	38 et 37
Parcours approximatif en palier sans recharge de la batterie	km.	70	70	70

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA RÉNOVATION DES INDUSTRIES DE L'IMAGERIE ET DU JOUET DE FRANCE

Second Salon de l'Imagerie (Paris, Musée Galliéra, 25 avril-20 mai 1941).

L'Exposition des « Images et Jouets de France 1940 », installée du 20 février au 17 mars 1940, au Musée Galliéra, sous le quadruple patronage de la Ville de Paris, des Ministères de l'Éducation nationale, des Travaux publics et du Commerce, a remporté le plus vif succès et avait attiré de nombreux visiteurs.

Cette exposition a retenu l'attention de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, qui lui a consacré un article spécial dans son *Bulletin* de mars-avril 1940, p. 99, où notre collègue, M. D'Allemagne, en a montré l'importance et l'intérêt.

M. Paul LAVALLEY, artiste-peintre, qui avait pris l'initiative de cette exposition en groupant autour de lui un certain nombre d'artistes distingués et ingénieux en vue de rénover si possible l'imagerie française et l'industrie du jouet, entendait intensifier son effort dans l'avenir en y associant les artistes créateurs d'œuvres originales et les éditeurs pour la diffusion de leurs œuvres. Dès le mois de mai 1940, M. Lavalley résumait ainsi son programme d'action :

La manifestation du Musée Galliéra n'a eu d'autre ambition que de marquer le point de départ d'un mouvement qui me semble présenter quelque intérêt à la fois aux points de vue artistique et économique.

Nul doute que les efforts que nous tentons soient de nature à favoriser une utile propagande sur le plan artistique, non seulement dans le pays, mais à l'étranger. Afin de bien situer notre position et préciser nos projets, il est utile de donner ici quelques indications :

1° Cette première exposition était une nécessité, car il fallait, sous une forme vivante et attractive, présenter notre programme aux intéressés et au public;

2° Une telle manifestation serait vaine si nous restions sur le plan purement artistique et théorique. Il faut donc maintenant étudier le côté pratique du problème et réunir tous les éléments susceptibles de nous permettre les réalisations qui s'imposent;

3° Pour ce faire, nous venons de créer deux organismes qui vont nous permettre de poursuivre nos efforts :

a) *Salon annuel de l'Imagerie*, sous toutes ses formes, qui groupe d'ores et déjà un nombre important d'artistes dont les noms comptent parmi les plus représentatifs de l'art français contemporain. Les plus hauts patronages nous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont déjà acquis : l'État et la Ville de Paris ont promis de nous apporter l'aide la plus efficace pour cette manifestation.

L'article 2 de ses statuts résume l'objet de cette Société :

« La Société a pour but :

« de rénover l'imagerie française sous toutes ses formes;

« de créer un mouvement en sa faveur auprès des éditeurs imprimeurs, « acheteurs français et étrangers, et du public en général;

« de grouper les artistes en vue de la défense de leurs intérêts;

« de leur permettre de se manifester annuellement par une exposition d'en- « semble et d'entreprendre toute action utile auprès des Pouvoirs publics;

« de compléter cette action par des manifestations en province et à l'étranger, « par des conférences, fêtes et tous autres moyens de nature à redonner à l'ima- « gerie française la place qu'elle doit avoir;

« de l'utiliser comme un moyen de propagande pour l'art et le goût français, « et créer des débouchés nouveaux aux artistes, artisans, façonniers, indus- « triels, etc.

« Ce salon sera annuel et uniquement consacré aux arts de l'imagerie sous « toutes leurs formes et des industries qui s'y rattachent (jouets, articles de « Paris, souvenirs, etc.). Il comprendra une section réservée aux maquettes et « projets, et une section réservée aux réalisations de tous ordres.

b) *Office central de l'Imagerie française.* — Cet organisme permettra :

1° la liaison entre les artistes, les éditeurs et imprimeurs et les acheteurs;

2° il comportera un service d'informations sur les ressources du marché français et des marchés étrangers;

3° il possédera un service de vente, avec une équipe de démarcheurs habiles, afin de pouvoir visiter la clientèle présente ou future avec un esprit nouveau, et sortir des erreurs qui ont malheureusement incité peu à peu la clientèle à s'adresser à des productions étrangères;

4° il a le dessein de grouper les éditeurs, imprimeurs et producteurs intéressés, afin de leur offrir un service de vente centralisé pour toutes celles de leurs productions qui concernent l'imagerie et répartir entre eux toutes les affaires que l'Office sera chargé d'étudier ou de réaliser;

5° il profitera de tous les éléments français et étrangers qui sont venus à l'Exposition et qui ont manifesté le plus vif intérêt pour les projets en cours, pour créer peu à peu un service de vente sous une forme à déterminer, non seulement en France, mais dans d'autres pays.

Les conversations très précises qui ont eu lieu avec des acheteurs éventuels et les échanges de vues sur les possibilités de nos créations et de nos réalisations permettent d'envisager des débouchés très substantiels.

Mais, pour réussir, il faut nous engager sur une voie saine et prudente et ne pas vouloir tout embrasser d'un seul coup; aussi notre programme d'action comprend-il plusieurs étapes que nous espérons franchir grâce à toutes les bonnes volontés qui se manifestent et à celles à qui nous désirons faire appel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'appui de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, avec la haute autorité que lui confèrent et ses membres et l'action si énergique et opérante qu'elle ne cesse de poursuivre, nous serait précieux et pourrait se manifester à notre endroit sous deux formes :

1° drainer à la Société du Salon annuel de l'Imagerie tous ceux qui profiteront de la propagande que fera pour leur industrie cette manifestation. Il nous faut, en effet, compter parmi nous le plus grand nombre possible de membres fondateurs, membres d'honneur, membres sympathisants;

2° provoquer parmi les imprimeurs, éditeurs et producteurs un mouvement en faveur de notre action et les engager à se grouper sous le pavillon de l'Office central de l'Imagerie française, qui va être à même de leur offrir la collaboration désirable sur le plan artistique et sur le plan commercial, et cela, grâce à l'organisation qu'elle prépare en faveur de cette renaissance de l'imagerie.

Cette formule nous semble répondre à un véritable besoin et elle permettra d'obtenir des résultats rapides en raison des éléments que nous avons déjà réunis.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale ne pouvait que souscrire à un tel programme et donner à M. Paul Lavalley tout son concours.

***

Malgré les difficultés de l'heure présente, le programme d'action prévu par M. Lavalley a été en presque totalité réalisé au Salon de l'Imagerie qui s'est tenu, du 6 Mai au 15 Juin 1941, au Musée Galliéra. Voici quelques précisions sur cette réalisation.

Ce second Salon de l'Imagerie, organisé par la Société du Salon de l'Imagerie française [1], créée dans l'esprit suggéré par M. Lavalley, était placé sous le patronage de la Direction générale des Beaux-Arts et de la Ville de Paris. Il fut beaucoup plus important que celui de 1940. La manifestation comprenait une section de projets et maquettes et une section de réalisations. Elle était complétée par une rétrospective de l'imagerie, grâce à la collaboration apportée à cette partie du programme par M. G. H. Rivière, Conservateur du Musée des Arts et Traditions populaires. De plus, elle fut l'occasion de plusieurs concours.

Aussi cette seconde exposition eut-elle un succès plus grand encore que la première.

(1) Siège social, 9 rue d'Artois, Paris (8e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 9 AVRIL 1940)

Le durcissement des métaux par les gaz absorbés,

par M. Albert PORTEVIN, *membre du Conseil.*

Les métaux préparés par électrolyse présentent un durcissement et une fragilité souvent très grands en même temps qu'une teneur en gaz considérable, notamment en hydrogène ; le recuit détermine à la fois l'adoucissement, le départ des gaz et la recristallisation du métal. Des constatations analogues peuvent se faire lorsque l'on charge un métal en gaz par électrolyse.

Ce phénomène avait donné lieu à des interprétations divergentes ainsi qu'à des controverses en vue d'expliquer le durcissement. Il semble que le mécanisme de ce durcissement soit maintenant élucidé grâce à l'étude spectrographique aux rayons X et surtout à la possibilité de dégazer, *à froid*, les métaux, au moyen d'un nouveau procédé.

Ce nouveau procédé consiste à soumettre le métal à un bombardement ionique obtenu en plaçant l'échantillon dans un tube à décharge dans le vide, dont il forme l'une des électrodes, en particulier la cathode ; la tension entre les bornes peut être jusqu'à 150 000 V sous un débit de 5 mA. La cathode ne chauffe pas et l'extraction se fait à froid.

Les résultats que l'on obtient ainsi, comme teneur en gaz, concordent avec ceux que donne le dosage chimique lorsque celui-ci est possible (exemple de l'azote et de l'aluminium) ; suivant les cas, ces résultats sont en accord avec ceux de l'extraction dans le vide, à chaud (cas du palladium et du tantale), ou, au contraire, très nettement supérieurs à ceux-ci (cas du fer et de l'aluminium) ; et cela, avec des durées opératoires beaucoup moindres. La vitesse d'extraction est encore notablement accrue par une élévation de la température, ce qui accélère la diffusion des gaz dans le métal solide.

On peut constater ainsi un départ sélectif des gaz : c'est ainsi que, dans le cas de l'aluminium, les premières quantités extraites contenaient CO^2, N^2, CO, H^2 ; CO^2 disparaît, puis N^2, puis CO, pour ne laisser finalement que le départ de H^2 seul. Ce procédé, qui permet d'opérer à froid sans modifier, par suite, l'édifice cristallin, fournit un précieux moyen de séparer les deux phénomènes qui se superposent lors du chauffage ou recuit dans le vide : le dégazage et la recristallisation.

Les expériences sur l'aluminium, le fer, le palladium et le tantale montrent le fait important que *le dégazage à froid se fait sans modification de dureté et de l'édifice cristallin.* Mais ce dernier demeure déformé et distordu : la maille est plus grande et les lignes de spectre aux rayons X sont floues (doublet $K\alpha_1\alpha_2$), comme dans un métal écroui. Si l'on fait ensuite recuire le métal dégazé, la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maille reprend sa valeur et les lignes du spectre deviennent fines et nettes en même temps que la dureté et la résistance électrique redeviennent normales.

Par exemple, en chargeant d'hydrogène le palladium par électrolyse, la maille se trouve accrue de plus de 0,1 angström, entraînant une élévation de résistivité d'environ 70 p. 100 et de dureté Brinell de l'ordre de 50 p. 100; le départ *à froid* du gaz maintient les choses en l'état, ces caractéristiques conservant leur valeur. Ce n'est donc pas la présence d'hydrogène qui en est la cause immédiate, mais la perturbation du réseau cristallin qui l'a provoquée, déterminant un état hors d'équilibre cristallin, qui disparaît grâce à la mobilité atomique obtenue par recuit.

Dans le cas du fer, la maille cristalline varie peu (0,001 angström), mais le flou des raies dénote la distorsion du réseau cristallin, la dureté étant triplée.

L'introduction ou la rétention des gaz par le métal a donc pour effet de produire une sorte d'écrouissage par les atomes des gaz, écrouissage atomique qui demeure après leur départ, comme l'écrouissage par déformation mécanique demeure lorsque l'action mécanique a disparu.

Ces études ont permis de réaliser deux expériences caractéristiques et un peu inattendues :

1° On peut accroître la résistivité électrique d'un fil métallique par insertion temporaire d'atomes d'hydrogène, comme on le ferait par écrouissage mécanique. Ceci a été réalisé pour le fer et pour l'aluminium extra-pur. Il faut une introduction suffisante des gaz pour obtenir le résultat; c'est ainsi que la résistivité passe, pour l'aluminium extra-pur, de 2,65 à 2,86 mΩ/cm, avec introduction temporaire de 340 cm³ d'hydrogène par 100 g de métal, alors qu'une absorption de 228 cm³ n'avait rien donné. La résistivité et la dureté d'un métal peuvent être ainsi modifiées par une action chimique qui ne laisse aucune trace;

2° On peut réaliser le cheminement gazeux dans des fils ou des bandes métalliques canalisant le courant de diffusion gazeuse en opérant de la manière suivante : on soumet au bombardement ionique l'extrémité du fil ou de la lame et l'on place l'autre extrémité dans l'hydrogène. Cette expérience pourra être mise à profit actuellement pour étudier l'influence de l'écrouissage et du courant électrique sur la vitesse de diffusion à froid des gaz dans les métaux.

COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 16 MAI 1940)

Le traitement par flottation des matières premières employées à la fabrication des ciments,

par M. R. FERET, *membre du Conseil.*

L'industrie des ciments s'est tout d'abord établie dans les régions où l'on trouvait des calcaires de composition appropriée, c'est-à-dire contenant environ de 19 à 26 p. 100 d'éléments argileux. En pulvérisant le produit de la cuisson plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou moins poussée de ces roches, on obtient ce que l'on appelle les « ciments naturels ».

Puis on prépara, pour les soumettre à une cuisson analogue, des mélanges intimes de calcaires à teneurs variées en silice, alumine et oxyde de fer, en proportion calculée de manière qu'ils eussent une composition aussi constante que possible, ce qui permet d'entreprendre presque partout la fabrication des « ciments artificiels », plus réguliers que la plupart des ciments naturels. Tel est le principe qui, depuis près d'un siècle, sert de base à cette industrie.

Les récents progrès des recherches de laboratoire ont montré les influences respectives exercées par les divers constituants chimiques sur les principales qualités des ciments, et, d'autre part, il a été reconnu que, selon les emplois auxquels ils étaient destinés, il importait que ces produits présentassent surtout telles ou telles propriétés spéciales. Il était donc nécessaire de pouvoir régler à volonté leurs teneurs en tels ou tels de leurs constituants : silice, alumine, oxyde de fer, chaux, magnésie, etc., ce qui exige un choix, souvent difficile à réaliser, des matières premières entrant dans la composition des mélanges crus.

En vue de faciliter ce réglage, un ingénieur américain, Breerwood, a indiqué, dès 1932, un procédé qui permet en même temps d'éliminer certains éléments nuisibles, tels que le quartz, difficilement combinable, et diverses impuretés, de sorte qu'un grand nombre de matières premières jugées impropres autrefois à la fabrication du ciment peuvent s'y prêter. Le procédé consiste à amener les matières premières à l'état de poudre contenant au moins 60 p. 100 d'éléments inférieurs à 10 μ, les soumettre à la flottation, séparer les liquides par densités et concentrer chacun, dans des épaississeurs Dorr, en bouillies de compositions déterminées, que l'on remélange ensuite dans les proportions voulues. Puis le mélange intime ainsi obtenu est cuit à la manière ordinaire.

D'après M. Engelhart (*Industrial and Engineering Chemistry* de mars 1940) ce procédé est déjà appliqué dans sept usines américaines, la première en date de 1934, et dans une cimenterie argentine. Il serait très économique, ne consommant, par tonne de matière soumise à la flottation, que 0,04 livre d'émulsifiant et 0,5 livre d'agent collecteur.

COMITÉ D'AGRICULTURE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 5 JUIN 1940)

La protection des grains contre les parasites animaux par ensilage hermétique,

par M. Paul VAYSSIÈRE, *membre du Conseil.*

Depuis la guerre de 1914-1918, au cours de laquelle les parasites des grains (insectes, acariens ou microorganismes) ont malheureusement causé de véritables désastres, nous ne cessons de demander aux meuniers, agriculteurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

coopératives, Pouvoirs publics, d'adopter le procédé de l'ensilage hermétique pour la conservation du blé.

En 1937, au Congrès de la Conservation du Blé, qui s'est tenu à Blois, nous avons rappelé que l'ensilage hermétique :

a) stérilise les grains par destruction des insectes à tous les stades et des autres parasites animaux présents;

b) prévient absolument l'accès des insectes et des autres parasites;

c) prévient, quand le grain contient une humidité relativement élevée, la moisissure et l'échauffement (il n'empêche pas le développement de l'acidité due à une fermentation anaérobie quand l'humidité est excessive);

d) prévient l'absorption de l'humidité de l'atmosphère (un blé ensilé sec reste sec);

e) économise travail et argent en évitant les transvasements.

Ces conclusions sont fondées sur les travaux d'entomologistes et de physiologistes français et anglais. Malgré leur incontestable intérêt économique, on a continué, pendant la période qui vient de s'écouler depuis 1918, à construire des silos, de capacités souvent considérables, dans lesquels la conservation du grain est défectueuse, et il a fallu étudier des dispositifs de désinsectisation, en particulier par le passage forcé de vapeurs insecticides dans la masse des grains.

Toutefois, il nous a été agréable de constater que, ces dernières années, deux importants services officiels, l'Intendance militaire et le Génie rural, se sont intéressés à la conservation du blé en atmosphère confinée. M. A. Blanc, directeur de la Station expérimentale d'Hydraulique agricole et de Génie rural, entreprit une série d'essais dont il exposa les résultats à l'Académie d'Agriculture en 1938 et en 1939.

Les conclusions de notre collègue confirment et complètent celles que nous avons nous-même formulées au cours de ces vingt dernières années. Le dernier essai dura dix-neuf mois, cette période comprenant deux printemps et deux étés, saisons qui sont les plus dangereuses pour la conservation du blé; jamais, d'ailleurs, pendant ce laps de temps, les courbes de température n'ont révélé d'échauffement, bien que le blé ensilé dosât, à l'origine, 16 p. 100 d'humidité.

A l'ouverture du silo métallique étanche, d'une capacité de 238 qu, « le blé, « qui s'était légèrement tassé, apparut parfaitement brillant, sans aucune trace « de moisissure à la surface; aucune mauvaise odeur ne se dégagea de la masse; « au contraire, on retrouva l'odeur du blé que l'on avait enfermé. Aucune croûte « ne s'était formée à la surface et, au toucher, le blé paraissait frais et coulait « parfaitement. Comme disent les praticiens, il avait la main ».

Des essais de panification furent ensuite effectués, tant avec le blé ensilé qu'avec un blé de même origine qui avait été conservé en sacs depuis le début de l'expérience. Tous les pains avaient un bel aspect et même le pain provenant du blé ensilé était mieux levé. A la dégustation, tous furent trouvés bons et ils furent difficilement différenciés; toutefois, un certain nombre de personnes déclarèrent que le pain provenant du blé conservé en silo avait une « odeur de pain plus franche que celle du pain provenant du blé conservé en sacs ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi, quelle que soit l'origine des recherches sur l'ensilage hermétique, les résultats sont concordants et méritent d'être soulignés auprès de tous ceux qui s'intéressent, à quelque titre que ce soit, à la bonne conservation du blé.

Est-ce à dire qu'il faut abandonner les silos existants et dont la construction a nécessité des capitaux considérables? Il ne saurait en être question, d'autant qu'ils peuvent être utilisés pour emmagasiner un grain dont les qualités, ou la trop grande humidité constituent une contre-indication pour un stockage de longue durée. Mais il ressort très nettement que l'ensilage hermétique doit être progressivement adopté, tant en vue de la conservation de masses importantes de grains que celle des récoltes sur les lieux de production. M. Blanc insiste sur ce dernier point, dont je n'ai cessé de démontrer tous les avantages; depuis plusieurs années, j'ai fait établir par divers constructeurs des devis de cellules métalliques étanches de 20, 40 et 100 qu, facilement transportables et pouvant être jumelées tout comme les cellules d'un silo en ciment. « Ainsi, le blé serait « conservé sur les lieux mêmes de la production, sans transport, sans manuten- « tion, sans perte de substance et sans avoir à craindre les déprédations des « rongeurs et des insectes (Blanc). »

Notre collègue conclut que, en temps de guerre, l'armée pourrait ainsi disposer d'un stock important, extrêmement disséminé sur tout le territoire, sans avoir à craindre, comme dans les grands silos trop apparents et trop vulnérables, les effets des bombes et, le cas échéant, l'action des gaz toxiques.

Ainsi, le procédé de l'ensilage hermétique apparaît aujourd'hui comme le procédé idéal de conservation du blé (et autres grains).

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DU 2 OCTOBRE 1940)

Nécessité du reboisement de la France,

par M. J. DEMORLAINE, *membre du Conseil.*

Personne ne saurait nier qu'à l'heure actuelle, après notre terrible désastre et les difficultés économiques au milieu desquelles notre Gouvernement se débat, la question du bois ne soit à l'ordre du jour.

Les combustibles de toutes natures nous font défaut : les autorités militaires exigent qu'on leur en réserve la plus grande partie (charbon, pétrole, mazout, essence). Déjà, dans les années qui ont précédé la guerre actuelle, on avait prévu qu'il serait nécessaire, pour la traction automobile, de trouver un remplacement à l'essence. On avait songé, avec raison, que la combustion incomplète du bois ou du charbon de bois, en vase clos, pourrait donner un gaz utile au fonctionnement de nos moteurs, plus économique de beaucoup que la combustion de l'essence, dont le prix, par suite des impôts, augmentait de jour en jour. Malheureusement, malgré les encouragements donnés par l'État à la construction de moteurs appropriés à ce nouveau genre de traction automobile (réduction d'impôts, primes d'achat, congrès de propagande) le nombre d'automobiles, dits à gazogène, était resté infime par rapport au nombre des véhicules

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en service : 2 000 à 3 000 automobiles à gazogène pour 400 000 à 500 000 camions ou tracteurs en usage en 1938. La raison en était simple : départ plus difficile et moins de rapidité surtout pour gravir les rampes.

Quant au bois de chauffage, sauf dans les campagnes, et encore, il avait à peu près disparu de nos foyers domestiques! En 1825, Paris se chauffait partout au bois, et chaque habitant en brûlait en moyenne 1,87 stère par an; en 1907, la consommation s'était abaissée à 0,18 stère, et, depuis 30 ans, elle est devenue plus basse encore. La généralisation du chauffage central dans nos habitations, la combustion d'hydrocarbures, même à la campagne, au grand détriment de notre hygiène alimentaire, dans les fours de boulanger, en sont la cause.

La conséquence de cette transformation de nos habitudes économiques s'est vite fait sentir, car c'étaient surtout les bois particuliers, dont la France possède plus de 7/10 de sa superficie forestière, qui fournissaient le bois de chauffage nécessaire à nos besoins. Aussi, la valeur de la propriété forestière particulière avait baissée dans des proportions effrayantes, plus de 80 p. 100. De là des défrichements massifs.

Comment en effet inciter les particuliers à donner l'exemple du reboisement alors que la propriété boisée ne rapportait plus rien, et mettre en même temps un frein au déboisement?

L'État lui-même favorisait indirectement la destruction de notre patrimoine forestier par l'exagération des impôts qui grèvent aujourd'hui la propriété forestière. C'est surtout l'impôt successoral, tel qu'il est fixé actuellement par la loi du 27 mai 1918 (art. 47 du Code de l'Enregistrement), qui asseoit le droit de mutation après décès sur la *valeur vénale* de la propriété forestière.

Il en résulte que si une forêt a une valeur vénale actuelle considérable, le jour où on en hérite, c'est que le propriétaire l'a exploitée « en bon père de famille ». Or, l'héritier sera contraint, pour payer les droits de succession élevés, d'y effectuer des coupes presque toujours abusives. La perception des droits de mutation après décès est donc contraire à la bonne gestion de la forêt privée en France. L'avenir des forêts particulières serait moins compromis si l'on avait maintenu la loi du 22 frimaire an VII, et celle du 21 juin 1875, qui permettait de déterminer la valeur de l'immeuble, en multipliant par le « denier 20 » puis le « denier 25 » le revenu annuel, c'est-à-dire en capitalisant à 5 ou 4 p. 100.

Déjà une atténuation à l'impôt grevant la propriété forestière a été obtenue en 1930 par l'adoption de l'amendement Sérot, ancien forestier, président du groupe forestier de la Chambre des Députés, à la loi de finance du 13 avril 1930 (art. 15), et inscrit dans le Code de l'Enregistrement sous les numéros 401 et 405, modifiant le droit de mutation entre vifs pour la propriété forestière.

La jurisprudence (arrêt de la Cour de Cassation du 28 octobre 1935) a défini la *valeur vénale* d'une forêt, qui donne satisfaction aux propriétaires forestiers, en décidant que cette valeur vénale correspond à une exploitation *normale* et conforme à la nature d'un bien forestier.

Mais ce n'est pas assez : il faudrait que fussent adoptées les propositions de loi présentées par M. Sérot le 11 mars 1937 et antérieurement par M. Marin,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le 2 juillet 1926, tendant à évaluer la valeur d'une forêt d'après le produit correspondant à une coupe normale et permettant à l'héritier de se libérer par versements échelonnés, ou réduisant, dans une plus ou moins grande proportion, le droit calculé comme aujourd'hui.

Dans tous les cas, il est indispensable d'arriver à une amélioration des droits successoraux grevant aujourd'hui la forêt particulière si l'on veut inciter les propriétaires à reboiser les terres incultes, et, plus encore, à conserver les forêts particulières existantes. C'est une mesure qui s'impose d'extrême urgence. Elle aura immédiatement son plus heureux effet, car les propriétaires, pour les raisons résumées plus haut, seront certains de trouver un débouché au bois promis.

A l'heure actuelle, deux questions en faveur du reboisement se posent avec une urgence absolue :

1° *L'approvisionnement de nos moyens de transport*, qui manquent d'essence. C'est là, comme le disait fort justement M. Benoist d'Azy, propriétaire forestier de la Nièvre, dans la séance de l'Académie d'Agriculture du 18 septembre dernier, un besoin momentané : « Je ne dis pas, car je suis persuadé du contraire, que « les gazogènes au charbon de bois ont pour eux l'avenir afin de remplacer « l'essence. Mais, pour l'instant, c'est la seule solution au point. » Et ce sera le seul remède dans des conditions identiques. Elles peuvent toujours malheureusement se reproduire. Le Gouvernement a donc cru devoir, avec raison, pousser à la fabrication des gazogènes au bois ou au charbon de bois. Mais, dans les deux cas, il faut du bois, et nos forêts françaises peuvent-elles le fournir en quantité suffisante? Le Gouvernement a été sage de ne prescrire la construction que de 50 000 camions à gazogène, nombre qui peut paraître bien faible puisqu'il ne représente que le 1/10 environ des poids lourds circulant sur nos routes en temps normal. Pour faire marcher un camion il faut 150 kg de charbon de bois par jour, soit 2,50 stères environ de bois. Un bon taillis de 25 ans donne 50 cordes de bois de 2,50 stères; les 50 000 camions auront besoin de 50 000 cordes de bois par jour, soit le produit de 1 000 ha de forêts par jour. Ils absorberont donc par an, en supposant qu'ils travaillent 270 journées, le produit de 270 000 ha;

2° *Le chauffage domestique et l'approvisionnement des boulangeries.* — Il n'est pas osé de prétendre qu'il nous faudrait environ 20 millions de stères, représentant la production de 2 millions d'hectares pour satisfaire à ce nouveau besoin. C'est un chiffre qui peut paraître énorme; mais il faut compter pour le diminuer sur l'utilisation de tous les bois sans valeur, résidus d'exploitation abandonnés sur le parterre des coupes, les « *rémanents* » comme on les appelle en style forestier. C'est là un appoint. C'est cependant un grand effort demandé à la forêt française, qui devra en même temps toujours fournir le matériel nécessaire à l'exploitation de nos mines, chose indispensable.

L'effort demandé n'est peut-être pas au-dessus des capacités de la production forestière française. Néanmoins, toute tranquillité serait assurée si le coefficient de boisement de notre pays était plus élevé, si le taux de boisement *normal* de la France était atteint, c'est-à-dire si, au lieu d'être de 18 à 19 p. 100 comme aujourd'hui, il était de 30 p. 100. Et nous pourrions obtenir cette sécurité si les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5 millions d'hectares incultes de notre pays, incapables de donner des ressources agricoles, étaient transformés en bois.

Ce n'est pas là une chimère car, dans l'avenir, le propriétaire qui reboisera est certain de tirer un parti avantageux de ces bois, non seulement dans les époques de crise, comme celle que nous traversons, mais en temps normal, par suite des débouchés qui viennent d'être étudiés et, plus encore, par la production des bois de papeterie qui nous font défaut, en grande majorité, ainsi que par la fourniture de bois aux mines.

Pour engager les propriétaires à reboiser, il faut d'abord de toute urgence supprimer la cause du déboisement dû à l'exagération de l'impôt; puis faire l'éducation du public au point de vue forestier. Beaucoup de gens pensent encore que « le bois pousse tout seul ». La culture forestière est une culture comme une autre : elle a des règles qu'on ne saurait transgresser sous peine d'erreurs et de mécomptes. Une société puissante, la *Société française des Amis des Arbres* (1), vieille de près de 50 ans, a été sollicitée récemment, en vue de favoriser le reboisement et d'éviter aux propriétaires des mécomptes, de réunir dans un manuel, simple et à la portée de tous, les principales règles à suivre dans le reboisement. Le *Guide du reboiseur* va paraître prochainement. Il évitera bien des erreurs qui, souvent, rebutent ceux qui veulent livrer des terrains à la culture forestière.

On ne saurait planter « n'importe quoi n'importe où », ce qui arrive trop souvent et empêche les reboisements de se multiplier. Deux mesures s'imposent donc si l'on veut arriver au boisement normal de notre pays, à la reconstitution de la forêt française, qui donnera pendant l'hiver du travail à l'ouvrier de nos campagnes et, à la France, des ressources forestières suffisantes :

1° la réduction des impôts forestiers, notamment de l'impôt successoral;

2° l'éducation du public en matière forestière.

Ce sont là mesures faciles à réaliser. Qu'on ne tarde pas davantage à les appliquer. Autrement, dans les tristes circonstances, comme celles que nous traversons, on ne saurait pallier au manque de certains moyens de chauffage ou de combustion, à la pénurie de nos moyens de locomotion ou au manque de matériaux.

Le cri d'alarme, poussé par Sully, il y a plus de deux siècles, pourrait redevenir vrai : La France périra faute de bois!

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 2 OCTOBRE 1940.)

Le remembrement de la propriété rurale,

par M. P. ROLLEY, *membre du Conseil et secrétaire général de la Société d'Encouragement.*

Il faut des crises comme celles que nous traversons actuellement pour rappeler le rôle capital de l'agriculture dans l'économie nationale et pour attirer l'attention des Pouvoirs publics sur l'impérieuse nécessité de son développement. Un vaste plan d'équipement rural vient d'être dressé; il a pour objet d'accroître

(1) Siège social, 9, rue Guénégaud, Paris (6e). Tél. Danton. 77.39.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la production agricole tout en améliorant les conditions de vie à la campagne, de façon à rattraper le retard indéniable de notre pays dans cette branche si importante de son activité.

Parmi les travaux prévus il n'en est pas de plus urgents ni de plus importants que ceux de remembrement de la propriété rurale. On sait en quoi ils consistent : sous des influences diverses, dont l'amour du paysan pour la terre n'est pas la moindre, les propriétés foncières se sont progressivement morcelées et enchevêtrées à tel point que dans beaucoup de régions la culture est devenue difficile. Il s'agit de reconstituer ces propriétés avec un très petit nombre de parcelles, jouissant toutes d'accès facile de façon à en permettre la culture intensive. Il n'est pas question, bien entendu, de rétablir les grands domaines en faisant disparaître les petits, mais, simplement, dans chaque domaine, de diminuer le nombre des parcelles de manière à constituer des pièces de terre faciles à cultiver avec les moyens mécaniques que l'agriculteur emploie et emploiera de plus en plus.

Sans insister sur les causes de ce morcellement excessif, indiquons toutefois que les raisons d'ordre psychologique comme l'amour de la terre que nous avons données plus haut ou d'ordre économique, comme l'accroissement du pouvoir d'achat des cultivateurs, sont insuffisantes pour expliquer l'extension et la répartition sporadique du morcellement de la propriété rurale. Il faut remonter à des causes plus profondes et plus lointaines, probablement liées à la constitution géologique du sol. On a observé en effet que ce sont les terres calcaires et chaudes, faciles à défricher et à travailler, qui sont les plus morcelées parce que ce sont celles qui ont reçu les peuplements les plus anciens et les plus denses. Le développement historique de ces occupations aurait amené progressivement la contexture terrienne dont nous souffrons aujourd'hui.

Rappelons rapidement les principaux inconvénients du morcellement. Tout d'abord, les parcelles trop petites ne sont plus desservies directement par des chemins. Il en résulte des enclaves qui enlèvent aux cultivateurs la liberté de l'assolement et des cultures. Ils doivent, pour éviter les dégâts, cultiver, ensemencer et récolter à la même époque que leurs voisins, même si un autre assolement leur apparaît comme plus avantageux. De plus, il y a perte de récolte résultant de la diminution de la surface cultivée. Les contours et les lisières sont en effet multipliés dans les domaines très morcelés et même certaines petites parcelles trop éloignées ou mal placées sont laissées en friche, ce qui n'aurait pas lieu si une pièce importante était située au même emplacement. A la perte de récolte s'ajoute une perte de temps considérable pour desservir des parcelles nombreuses et souvent éloignées, pour préparer le passage des machines (détournage), etc. Les frais généraux en sont sensiblement augmentés et grèvent lourdement la production. Enfin, des parcelles de trop faible surface ne permettent pas l'emploi des machines perfectionnées telles que tracteurs, semoirs, moissonneuses-lieuses, etc., ni l'exécution d'améliorations foncières indispensables. Elles sont donc un obstacle à l'introduction des méthodes culturales modernes.

Tous ces inconvénients sont reconnus depuis longtemps, surtout par les agriculteurs qui exploitent des domaines morcelés, et, cependant, le remembrement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui doit y porter remède n'a encore reçu que des applications sporadiques et en définitive peu nombreuses. C'est que la question est fort complexe et qu'on se heurte à des considérations d'ordre moral et sentimental contre lesquelles il est très difficile de lutter. Le cultivateur, traditionnaliste par tempérament, accepte mal de se séparer d'une parcelle qui lui vient de son grand-père et qu'il a lui-même cultivée et améliorée, même s'il doit en résulter pour lui un avantage pécuniaire. Mais, aujourd'hui, l'intérêt supérieur du pays exige que ces sentiments, si respectables soient-ils, fassent place à une plus nette compréhension des devoirs économiques et sociaux qui s'imposent à tous les Français.

Est-ce à dire que dans cette voie les Pouvoirs publics n'aient rien fait jusqu'à ce jour? Assurément non, et, sans remonter au delà de l'autre guerre, rappelons que la loi du 27 novembre 1918, dite loi Chauveau, a permis aux agriculteurs de se grouper en associations syndicales pour remembrer leurs terres conformément à la loi du 21 juin 1865-22 décembre 1888, de façon à pouvoir contraindre une minorité récalcitrante à participer aux travaux. D'autre part, une loi du 4 mars 1919, spéciale aux régions dévastées, a mis à la charge exclusive de l'État le rétablissement des limites et le remembrement des zones bouleversées par la guerre de 1914-1918.

L'expérience montra vite que la loi du 27 novembre 1918 était loin d'être parfaite : les formalités qu'elle imposait et la procédure qui en découlait étaient longues et compliquées, de telle sorte qu'un remembrement normal demandait deux à trois ans. En vue de simplifier l'opération, une nouvelle loi du 30 octobre 1935 est venue améliorer très sensiblement les dispositions prévues dans celle de 1918 : la constitution des associations syndicales est facilitée, la compétence de la Commission arbitrale étendue et les conditions d'incorporation des résultats du remembrement dans les documents cadastraux précisées.

Tous ces efforts pour adapter notre législation aux nécessités de l'économie agricole sont fort louables, mais ils demeurent insuffisants parce que les principes de base posés par ces lois successives sont incomplets. Ils laissent en effet l'agriculteur seul juge de l'utilité des opérations de remembrement, comme si son intérêt était seul en cause et comme s'il lui était toujours possible de dominer ses sentiments intimes et de rompre brutalement avec une longue tradition. L'État, qui a la défense de l'intérêt général et qui connaît les avantages de l'opération sur le plan national, a tout juste le droit de s'y intéresser en payant une partie des frais et en fournissant la direction technique.

Dans les conditions actuelles de l'économie nationale, il faut rompre, au plus vite, avec ces errements, admissibles peut-être en période de facilité, mais que le délabrement du pays ne permet plus de supporter. Il faut donner au Gouvernement les pouvoirs suffisants pour déclencher de semblables opérations partout où le besoin s'en fait réellement sentir et pour les conduire rapidement à bonne fin. Il faut, en un mot, prendre les mesures appropriées pour que le remembrement de la propriété rurale en France quitte le plan théorique sur lequel il est resté jusqu'à ce jour pour entrer, avec 40 ans de retard sur les pays voisins, dans la vraie phase de réalisation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTE PRÉSENTÉE DANS LA SÉANCE DU 4 DÉCEMBRE 1940,
PAR M. P. VAYSSIÈRE, *membre du Conseil.*

L'intensification de la production du poisson d'eau douce,

par M. E. HUBAULT, *professeur à l'École nationale des Eaux et Forêts, membre correspondant de l'Académie d'Agriculture.*

Une des ressources métropolitaines dont on n'a pas encore tiré tout le parti dont elle est capable pour l'alimentation est le poisson d'eau douce. Dans la période que nous traversons, il est difficile de se procurer les « fruits de la mer », dont la consommation en France est, elle aussi, encore très inférieure à ce qu'elle devrait être bien qu'elle ait beaucoup augmenté dans ces dernières années, grâce à une propagande habile dont M. Noirot est le principal artisan. En tout cas, il serait relativement facile d'intensifier notablement la production du poisson de mer si certains obstacles, absents en temps de paix, ne s'y opposaient en ce moment. Le tableau ci-dessous montre quels ont été pendant le 4e trimestre de 1938 les arrivages mensuels, en provenance de la seule France métropolitaine, de marée (poissons frais) et de salines (poissons tels que morue et hareng, ayant subi une salaison) aux Halles centrales de Paris.

	Poids net, emballage déduit :
1938 Octobre	4 427 110 kg
— Novembre	4 602 690 —
— Décembre	4 304 160 —
1939 Octobre	2 077 800 —
— Novembre	2 975 200 —
— Décembre	3 010 970 —
1940 Octobre	2 056 080 —

Malgré une certaine latitude accordée aux pêcheurs en vue de la reprise de la pêche sur nos côtes, sur celles de l'Atlantique tout au moins, on est obligé de constater que l'arrivage d'octobre 1940 est plus faible encore que celui du mois correspondant de l'année 1939, juste après la mobilisation.

La situation est réellement tragique, car le poisson remplacerait avantageusement la viande devenue si rare. Un moyen doit être envisagé et mis à exécution aussi tôt que possible : c'est l'intensification de la production du poisson d'eau douce, aliment jusqu'ici sous-estimé du public français, mais que nous ne devons plus négliger. Jusqu'ici sa production a été infime vis-à-vis de celle du poisson de mer, ainsi que le prouve la statistique suivante :

Poisson d'eau douce vivant et mort provenant de la seule France métropolitaine :

	Poids net
1938 Octobre	102 930 kg
— Novembre	105 980 —
— Décembre	96 510 —

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

	Poids net
1939 Octobre	62 940 kg
— Novembre.	71 100 —
— Décembre	78 230 —
1940 Octobre	47 900 —

Soit en poids, entre le 1/4 et le 1/5 des arrivages de poisson de mer.

Sur l'ensemble du territoire français, la production de poisson d'eau douce est difficile à évaluer, et l'on en est réduit à de simples approximations, qui varient de 22 à 67×10^6 kg par an. Pourtant, les 115 200 km de cours d'eau de la France, ainsi que tous ses lacs et tous ses étangs pourraient apporter un appoint fort appréciable, même en dépit de la pollution de certaines eaux. Nous avons des rivières, comme la Saône et la Dordogne qui sont capables de fournir jusqu'à 100 kg de poisson par kilomètre et par an. Une telle richesse n'est pas connue.

Avant septembre 1939, le Service des Eaux et Forêts avait fait un grand effort d'aménagement du domaine dulcaquicole français : création d'établissements de pisciculture, construction de laboratoires de recherches, etc. Depuis l'armistice de 1940, quatre propositions de lois furent présentées par ce Service en vue d'augmenter le rendement des eaux douces françaises :

1° Proposition de loi réorganisant et unifiant la pêche fluviale;

2° Projet de loi relatif à l'augmentation de la production des cours d'eau en assurant leur surveillance et leur repeuplement;

3° Proposition de loi relative à l'organisation des productions piscicoles;

4° Projet de loi sur l'exploitation de la pêche dans les concessions des forces hydroélectriques et sur l'aménagement piscicole des lacs de barrage.

La première de ces propositions confierait à l'Administration des Eaux et Forêts la police et l'exploitation de la pêche sur tous les cours d'eau, quels qu'ils soient. A l'heure actuelle, cette police se partage entre l'Administration des Eaux et Forêts et celle des Ponts et Chaussées. Les attributions de la première s'étendent aux cours d'eau non navigables et flottables, mais non canalisés; les canaux et les rivières canalisés sont sous la dépendance de la seconde. Aucune intervention n'a été faite auprès du Département de la Marine, qui a la surveillance des cours d'eau là où la marée s'y fait sentir; les privilèges des inscrits maritimes paraissent, en effet, intangibles. Évidemment, l'unification des services de la pêche est une mesure excellente et il faut espérer que les deux administrations qui en sont chargées se mettront d'accord.

Le second projet de loi a pour but d'obtenir des usagers de la pêche, les crédits nécessaires pour faire face aux frais de surveillance et de repeuplement des cours d'eau, ainsi qu'à ceux de l'exécution des travaux de pisciculture divers, comme les échelles à poissons. Tous les pêcheurs devront s'affilier obligatoirement à une société de pêche et de pisciculture; chacun versera, en plus de sa cotisation, une taxe annuelle de 10 fr, destinée à la mise en valeur du domaine piscicole. Cette mesure, dont on attend 20 millions, résoudrait la question car elle permet-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trait non seulement d'avoir, enfin, des gardes et des brigadiers de pêche sans grever le budget, mais encore d'assurer à tous égards la vie du poisson.

La troisième proposition doit organiser les productions piscicoles. Un groupement interprofessionnel, composé d'officiers des Eaux et Forêts, de propriétaires d'étangs et d'établissements de pisciculture, de représentants des marchands de poisson, sera constitué et accrédité auprès des Conservateurs des Eaux et Forêts qui possèdent des régions d'intérêt piscicole sur les territoires soumis à leur gestion. Ces groupements devront *obliger* les syndicats de producteurs de poisson d'eau douce et *leurs adhérents* à augmenter la production par l'emploi de races de poissons sélectionnées, par le faucardage, le chaulage des étangs et l'épandage d'engrais phosphatés. La surveillance des prix incombera aussi à ces groupements, et nul ne pourra vendre de poisson s'il n'a déjà été agréé par eux. Ces groupements seront soumis, enfin, à un comité central constitué auprès du Ministre secrétaire d'État à l'Agriculture. L'initiative privée n'interviendra que par l'entremise des syndicats et des groupements.

Le projet de loi sur l'exploitation de la pêche dans les concessions de forces hydroélectriques et sur l'aménagement piscicole des lacs de barrage a pour but de domanialiser les droits de pêche et de chasse sur les sections des cours d'eau intéressées par les retenues des grands barrages artificiels; et cela, dès la mise en eau, sans attendre la fin de la concession, moment où l'État devient propriétaire des terrains submergés appartenant aux sociétés concessionnaires. On augmentera ainsi le domaine dulcaquicole de l'État et on hâtera sa mise en valeur. Mais l'intérêt piscicole des lacs de barrage n'est pas encore unanimement reconnu quand ils sont soumis à de fréquents et importants changements de niveau.

L'ensemble de ces mesures ne pourra donner des résultats très appréciables que dans quelques années. En effet, il faut un minimum de deux ans pour apprécier les effets d'un chaulage sur la population d'un étang. Sans attendre la promulgation des lois, il y aurait intérêt à engager, et même à contraindre dès maintenant, les producteurs de poisson d'eau douce à augmenter leur production. En Sologne, dans la Brenne, dans les Dombes, dans la Woëvre, dans la région des grands lacs de Savoie, des démarches devraient être entreprises, auprès des propriétaires d'étangs et des pêcheurs professionnels, par l'Administration des Eaux et Forêts, en vue d'amener la plus grande quantité possible de poisson sur les marchés.

Il faudrait, dès maintenant, que, dans la région des grands lacs de Savoie, les pêches de Salmonides reproducteurs fussent l'objet d'une attention particulière de l'Administration des Eaux et Forêts pour qu'aucune place ne reste inoccupée dans les auges d'incubation des établissements de pisciculture locaux. Enfin, dans la mesure des disponibilités, il faudrait que les officiers des Eaux et Forêts, à qui les questions de pisciculture sont familières, pussent être envoyés facilement dans les diverses régions piscicoles de la France non occupée pour entrer en relation avec tous les producteurs de poisson d'eau douce et se mettre d'accord avec eux sans tarder sur les moyens d'intensifier la production à brève échéance. Ils prépareraient ainsi le terrain pour l'application des lois projetées. En somme, précédant l'action légale, une *énergique action de personnes* sera nécessaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTE PRÉSENTÉE DANS LA SÉANCE DU 4 DÉCEMBRE 1940,
PAR M. P. VAYSSIÈRE, *membre du Conseil.*

Les possibilités de la culture du soja en France,

par M. Marcel BLANCHARD, *Ingénieur agronome, chef des travaux à la Station centrale d'Essais de Semences.*

Beaucoup de personnes parlent aujourd'hui du soja. Des groupements se constituent. Ils ont pour but l'étude du soja, le développement de sa culture en France, ainsi que celui des industries qui l'emploient comme matière première.

Que peut-on penser de cette légumineuse d'origine asiatique, qui, actuellement, soulève tant de polémiques?

Voilà deux siècles que les premières semences de soja furent introduites en France. Déjà, vers 1880, le soja suscita un vif intérêt, et des semences furent distribuées par les soins de la Société nationale d'Acclimatation dans la plupart des provinces françaises. Ces essais portaient donc sur une grande échelle. Les résultats obtenus se traduisirent généralement par des succès, mais, parfois aussi, par des échecs.

Les échecs, du point de vue cultural, étaient dus au fait que certaines variétés introduites, d'origine asiatique trop méridionale, étaient incapables de mûrir complètement leurs graines dans les régions françaises où elles furent cultivées, ce qui ne fut pas sans jeter un certain discrédit sur cette culture.

Une autre erreur consista à cette époque à introduire le soja en le considérant comme un légume analogue au haricot. On ne pouvait que courir à un échec en envisageant le soja uniquement sous cet angle. On sait en effet maintenant qu'il n'existe en Chine et au Japon qu'un assez petit nombre de variétés utilisables comme légumes.

Aux États-Unis, dans l'État du Mississipi, des essais de cuisson et de dégustation très poussés furent entrepris à la Station expérimentale de l'Université et dans les laboratoires du Département de l'Économie ménagère. Sur 134 variétés de soja soumises aux essais, 25 seulement furent reconnues intéressantes au point de vue alimentaire.

Ceci explique en partie, à cette époque, l'échec de la culture du soja en France, malgré les nombreux essais menés sous les directives de la Société nationale d'Acclimatation. Les analyses manquaient alors, et ce n'est que plus tard que des chimistes, comme Lechartier et Wolff, mirent en évidence la richesse véritablement exceptionnelle de la graine de soja en matières grasses et surtout en matières protéiques, ainsi que la valeur fourragère de la plante.

Certaines industries envisagèrent alors, et d'ailleurs à tort, le préjudice que pourrait leur causer l'introduction en France d'une culture comme celle du soja, et rien ne fut fait pour en favoriser l'essor.

Il fallut toute la persévérance et la foi de quelques chercheurs désintéressés pour que le soja ne tombât pas dans le domaine de l'oubli. Nous devons citer surtout les travaux de M. Rouest et du regretté M. H. de Guerpel, qui fut récom-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pensé par la Société d'Encouragement pour ses essais d'acclimatement sur le soja et de plusieurs autres plantes, d'ailleurs moins intéressantes [1].

M. Rouest étudia pendant trente ans plus de 3 000 variétés de soja provenant de tous les pays du monde; il cultiva le soja en France, créa des variétés précoces et améliora la grosseur des semences. M. Rouest écrit dans son ouvrage *Le soja français*, édité en 1936 : « D'essais entrepris pendant une longue période d'années, il résulte que le soja peut être cultivé sous tous les climats français : ce n'est là qu'une question d'un choix de variétés appropriées. »

M. de Guerpel fit cultiver le soja dans 45 départements français. La variété utilisée était de provenance polonaise. Elle s'acclimata bien partout. Actuellement, les différents Centres et Stations de Recherches étudient le soja, en vue surtout d'en connaître les meilleures variétés au point de vue du rendement.

Aujourd'hui, on peut affirmer que la culture de cette plante est non seulement possible mais très facile dans un certain nombre de départements français.

Pourquoi, avant la guerre, la culture du soja n'a-t-elle pas pris en France l'essor qui semblait lui être réservé? D'une part, il y avait des agriculteurs qui eussent été tout disposés à cultiver du soja s'ils avaient trouvé des débouchés industriels rémunérateurs. D'autre part, certaines industries eussent acheté volontiers du soja cultivé en France, à condition d'être assurées d'une production régulière. Elles eussent même payé la graine un prix légèrement supérieur au cours mondial si la production française avait pu les mettre à l'abri des fluctuations des droits de douane. Mais il n'existait aucun lien entre les producteurs et les industries de transformation, et rien ne fut fait pour les rapprocher et créer un courant commercial. Dans ces conditions, il eût été difficile d'assister à un essor de la culture et des industries du soja en France.

Dans tous les pays européens où l'on vit avant la guerre s'implanter la culture du soja, une tout autre politique fut suivie. En Roumanie, la garantie fut donnée aux cultivateurs qu'ils trouveraient des débouchés et qu'ils pourraient vendre leurs récoltes à un prix minimum adapté au prix de revient. Les prix offerts dépassaient de 33 p. 100 les prix mondiaux, ceux-ci résultant surtout de la production du Mandchoukouo, principal producteur et exportateur.

Il est intéressant de signaler la tentative effectuée par la Corporation de l'Agriculture en 1936, en vue d'encourager la culture du soja en Allemagne. Cet organisme garantit un prix de vente fixe à tous ceux qui s'engageraient par contrat à faire cette culture; ce prix était le double du prix mondial pratiqué alors.

Aujourd'hui, les conditions économiques ont complètement changé. Un grand nombre de marchandises ne sont pas cotées, car, pratiquement, elles n'existent pas sur le marché. Malheureusement, il a fallu la guerre pour que nous nous rendissions compte des avantages dont nous jouirions à l'heure actuelle si nous avions tiré de notre propre sol les produits pour lesquels nous étions tributaires de l'étranger.

(1) Voir, à ce sujet, le rapport de M. Paul Vayssière, dans le *Bulletin* de mai 1935, p. 316. Voir aussi, dans le *Bulletin* de janvier-février 1940, p. 58 et 59, l'analyse de l'ouvrage, très documenté et tout à fait à jour, de M. A. Matagrin, intitulé *Le soja et les industries du soja.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est certain que dans les conditions actuelles, la culture du soja trouverait en France des débouchés nombreux et rémunérateurs. Quels sont les principales industries que la culture du soja pourrait alimenter aujourd'hui?

L'huilerie. — En moyenne, la graine de soja contient environ 18 p. 100 de matières grasses. L'huile extraite de la graine de soja est utilisée depuis longtemps comme huile de table. On la consomme ainsi en Angleterre et en Allemagne. Avant la guerre, cette huile était également vendue en France sous le nom de « delphine ». Cette huile est aussi utilisée pour la préparation des conserves à l'huile, en margarinerie végétale, et, après hydrogénation, elle peut entrer en proportion dépassant 20 p. 100 dans les beurres végétaux.

L'huile de soja est utilisée en savonnerie soit pour la fabrication des savons mous, soit, après hydrogénation, dans la fabrication des savons durs. Elle est également utilisée en peinture; aux États-Unis, le grand constructeur H. Ford l'utilise pour la peinture de ses voitures.

Elle trouve en Amérique, en Angleterre, aux Pays-Bas et en Allemagne un débouché dans la fabrication des vernis et du linoléum. On peut enfin en retirer de la glycérine comme de tous les corps gras.

Le résidu de l'extraction de l'huile est un tourteau d'une valeur nutritive très élevée et est très estimé dans l'alimentation du bétail.

L'industrie de la lécithine végétale. — La graine de soja contient environ 2 p. 100 de lécithine. Ce corps est utilisé en Amérique et en Allemagne en laiterie et en huilerie. Il trouve une application très intéressante en chocolaterie suivant des procédés utilisés en Amérique et en Angleterre. Les industries du caoutchouc, des textiles, des cuirs sont aussi des débouchés intéressants.

On utilise également la lécithine végétale en savonnerie et en cosmétique.

L'industrie de la caséine végétale. — La graine de soja contient environ 40 p. 100 de matières protéiques. La caséine végétale trouve son utilisation dans la fabrication de colles ayant un pouvoir adhésif bien supérieur à celui des colles de fécule. Ces colles sont très appréciées pour le contre-plaquage des bois. Elle est aussi utilisée en peinture pour le badigeonnage des murs des bâtiments industriels pour lesquels on redoute les moisissures. On l'utilise aussi en savonnerie comme émulsif stabilisateur à la dose de 20 p. 100 au maximum.

L'industrie des matières plastiques présente un débouché très intéressant pour la caséine végétale. Aux États-Unis, H. Ford utilise la caséine végétale du soja comme matière première pour la fabrication de cornets d'avertisseurs, de chapeaux de bobines Delco, de boutons de leviers, et d'un grand nombre de pièces accessoires de la carrosserie et de la machinerie automobiles. Enfin, la caséine de soja peut remplacer la caséine du lait dans la fabrication du lanital (laine artificielle) suivant le procédé Antonio Ferretti. L'usine italienne de la Société Snia Viscosa, à Cesano Maderno, en Italie, produit à elle seule 7 000 t de lanital pouvant entrer dans la composition du drap dans la proportion de 30 à 60 p. 100; on obtient ainsi un textile dont le prix est inférieur de 50 p. 100 environ à celui de la laine naturelle, dont il a, à très peu près, les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mêmes propriétés et dont il peut recevoir toutes les applications. Pour cette fabrication du lanital, des usines se sont montées en Pologne, en Allemagne, en Suisse et dans le nord de la France. Depuis 1938, le groupe industriel Mori, de Tokio, a passé un accord avec la Snia Viscosa pour appliquer au traitement de la caséine végétale du soja les procédés italiens.

Les débouchés réservés à la culture du soja apparaissent donc très nombreux.

Dans plusieurs quotidiens, datés du 23 novembre 1940, M. Bouthillier a défini les grandes lignes de notre futur régime d'échanges internationaux. Le pays sera soumis à une économie dirigée qui lui permettra de tirer de ses propres ressources tout ce qu'elles lui offrent, non seulement pour satisfaire ses propres besoins, mais aussi pour en mettre une part, à charge de réciprocité, à la disposition des autres pays.

Nous formons des vœux pour que le Gouvernement considère les possibilités du soja en France et que, suivant les principes d'une sage économie dirigée, il oriente, dans l'avenir, les rapports des producteurs et des industriels pour le plus grand bien de tous, les consommateurs y compris, et aussi, en définitive, pour l'amélioration de l'économie nationale.

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

(NOTE PRÉSENTÉE DANS LA SÉANCE DU 11 JUIN 1940)

Hygiène et réglementation de la fabrication et de l'emploi de l'acide fluorhydrique,

par M. Francis BARILLET, *lauréat de la Société d'Encouragement.*

Ces questions, posées à la Société d'Encouragement, ont fait l'objet d'un assez long article dans le second fascicule de mon ouvrage *La sécurité dans les laboratoires et les fabriques de produits chimiques minéraux*, publié récemment par *L'industrie chimique*, 8, rue Miromesnil, Paris.

Réglementation. — Le Code du Travail interdit l'emploi des enfants de moins de 18 ans dans les ateliers de gravure sur verre. Le décret du 16 octobre 1935 rend obligatoire pour le médecin traitant la déclaration des cas de maladies professionnelles attribuables à l'acide fluorhydrique. La loi du 31 mars 1932 interdit de rejeter dans l'atmosphère des gaz ou vapeurs toxiques ou dangereuses.

Appareillage et son emploi. — Il n'existe pas à proprement dire d'installations-types pour l'aspiration et la neutralisation des vapeurs d'acide fluorhydrique; ou plutôt, les systèmes réalisés ne sont pas différents de ceux qu'on utilise pour la condensation de n'importe quelles vapeurs acides.

Les aménagements comprennent habituellement : une hotte du type Sorbonne; un aspirateur de hotte, commandé par un moteur électrique du type étanche; une tour d'absorption, soit en métal, soit en briques.

Les métaux nus résistant mal, toutes les pièces doivent être recouvertes d'une couche de peinture à la bakélite ou à la braunthite, ou ébonitées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La tour d'absorption, comportant un remplissage ne résistant pas au passage de l'air, peut être remplie de silice naturelle; son garnissage peut aussi être constitué par du coke. On arrose, soit avec de l'eau, soit avec un lait de chaux, soit encore avec une solution alcaline.

Le choix entre ces techniques dépend de la quantité et de la propagation d'acide à arrêter et des éventuelles intentions de récupération du fluor.

Constructeurs. — Il ne semble pas qu'il y ait en France d'industriel spécialisé dans ces installations.

Les moteurs à ventilateurs pour hottes se trouvent chez plusieurs fabricants (Martinot-Ragonot, etc.) et les enduits aux sociétés la Bakélite, la Braunthite. Lacollonge, de Lyon, pratique l'ébonitage. On trouvera les adresses de ces constructeurs et fabricants dans le *Bottin* et les annuaires, ou en s'adressant aux périodiques techniques spécialisés dans les industries chimiques.

(NOTE PRÉSENTÉE DANS LA SÉANCE DU 12 NOVEMBRE 1940)

L'extraction de la potasse contenue dans l'eau de mer,

par M. Gabriel BACHALARD, *lauréat de la Société d'Encouragement.*

Les renseignements que l'on possède actuellement sur cette question sont ceux qui sont contenus dans le brevet demandé, le 29 juillet 1938, par la Société norvégienne de l'Azote, qui est arrivée à transposer, à l'échelle industrielle, une méthode de laboratoire déjà connue du dosage de la potasse.

Cette méthode est basée sur ce que la dipicrylamine, qui est elle-même insoluble dans l'eau, peut donner des sels, parmi lesquels ceux de potassium, de rubidium et de césium, sont très peu solubles, tandis que ceux de sodium, de lithium, de magnésium et de calcium possèdent une solubilité normale.

La dipicrylamine, ou hexanitrodiphénylamine, $NH(C^6H^2(NO^2)^3)^2$ est obtenue par renitration de la 2-4 dinitrodiphénylamine, qui est un corps de fabrication courante. Son sel de potassium a pour formule $NK(C^6H^2(NO^2)^3)^2$.

La mise en œuvre du procédé se réalise de la façon suivante.

On part d'une solution de dipicrylaminate de chaux, dont nous verrons ultérieurement le mode de fabrication, et qu'on mélange intimement à l'eau de mer à traiter. Comme de tous les cations contenus dans l'eau de mer, seul, l'ion K peut donner naissance à un sel peu soluble avec la dipicrylamine, c'est lui qui va réagir le premier. On devrait donc pouvoir précipiter toute la potasse avec la quantité théorique de dipicrylamine, si le sel formé était rigoureusement insoluble; en fait, pour éviter la perte d'un réactif coûteux, on n'en ajoute que la quantité nécessaire pour que les trois quarts environ de la potasse précipitent.

Le dipicrylaminate de potassium se dépose sous forme de cristaux rouges, qu'on sépare facilement par filtration, décantation, ou par tout autre moyen. Les faibles quantités qui restent à l'état soluble dans les eaux-mères sont récupérées soigneusement. A cet effet, on acidifie la solution jusqu'à l'amener à $pH = 3,6$. On met ainsi en liberté la dipicrylamine qui, moins soluble que son sel de potassium, se dépose. Il n'en subsiste en solution que des traces extrêmement faibles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut utiliser, pour cette opération, n'importe quel acide, un acide minéral bon marché, par exemple.

Le dipicrylaminate de potassium provenant de la première précipitation est décomposé à son tour au moyen d'un acide, correspondant au sel de potassium que l'on veut fabriquer (acide nitrique, phosphorique, sulfurique, chlorhydrique...) En même temps que la formation du sel de potassium désiré, il y a mise en liberté de la dipicrylamine à $p\mathrm{H} = 3{,}6$. La masse cristalline, qui était rouge, ainsi que nous l'avons vu, prend une teinte jaune, mais sans subir de modification apparente. Une filtration facile permet de séparer ce réactif de la solution concentrée de sel de potassium.

Ce déplacement se fait avec des solutions acides assez concentrées, ce qui donne des lessives potassiques presque cristallisables. Ainsi, avec un seul traitement par l'acide nitrique à 11 p. 100 et à 20°, on retrouve, à l'état de nitrate, dans la solution obtenue, 93 p. 100 de l'acide nitrique employé. On peut arriver à une décomposition presque complète en faisant un traitement méthodique.

Il suffit de délayer dans l'eau la dipicrylamine qu'on vient de régénérer (ainsi que celle qui a été récupérée des premières eaux-mères) et de la traiter par la chaux, pour retrouver la solution initiale de dipicrylaminate de calcium.

L'eau de mer contient en général par mètre cube, 400 à 450 g de sels de potassium comptés en K^2O. Comme on ne peut guère compter en retirer plus de 300 g/m³, il faut donc traiter environ 3000 m³ d'eau de mer pour obtenir une tonne de K^2O.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 10 DÉCEMBRE 1940).

Les sources métropolitaines possibles de pâtes à papier,

par M. Georges DUPONT, *professeur à la Sorbonne.*

La France importait, avant la guerre, pour un milliard de francs environ de pâtes à papier ou de bois de papeterie. Si on la compare, cependant, aux autres grandes nations civilisées, sa consommation de papier par tête d'habitant était relativement faible puisqu'elle ne venait qu'au 9e rang avec une consommation annuelle de 20 kg contre 66,6 kg aux États-Unis, 39,30 kg en Suède, 37 kg en Grande-Bretagne, etc.

Sans doute le degré de civilisation d'un peuple ne doit-il pas se mesurer à sa consommation de papier et particulièrement au volume de ses journaux quotidiens, mais il paraîtrait dangereux, pour le développement intellectuel de notre pays, de lui imposer un rationnement définitif de sa consommation de papier. En outre, un tel rationnement apparaîtra absurde quand on saura que le pays peut largement trouver sur son sol tous les matériaux nécessaires pour subvenir à ses besoins en papier, quelque larges qu'ils soient.

La situation d'avant guerre de la France apparaît cependant très peu favorable si l'on s'en rapporte aux seules statistiques indiquées pour l'année normale 1935 sur le tableau I. En somme, la France ne produisait, en 1935, que 13,5 p. 100 du bois nécessaire à la fabrication du papier qu'elle consommait; le reste était fourni par des importations de bois, de pâtes ou de papier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU I. — *Importations de papiers, de pâtes et de bois de papeterie en France en 1935.*

	TONNES	VOLUMES CORRESPONDANTS DE BOIS			
		étrangers (m³)		français (m³)	
		Épicéa	Pin	Épicéa et sapin	Pins et bois feuillus
Pâtes fabriquées en France :					
mécaniques	242 000	536 000		84 000	26 000
Kraft	34 000				204 000
bisulfitiques	49 000	217 000		16 000	120 000
blanchies	18 000				
Pâtes importées :					
mécaniques	132 000	316 000			
Kraft	64 000		310 000		
bisulfitiques	358 000	1 720 000			
Papiers importés :					
Kraft	4 000		20 000		
autres	66 000	211 000			
Totaux	967 000	3 000 000	330 000	100 000	350 000
		3 330 000		450 000	

Cette situation, déplorable déjà à cette époque, devient complètement intolérable à l'heure actuelle. La France doit obligatoirement se libérer des lourdes importations de bois de papeterie. La voie lui est d'ailleurs tracée par les pays à économie fermée : l'Allemagne qui, en 1925, importait encore 60 p. 100 du bois nécessaire pour ses besoins de pâte à papier, voyait ce pourcentage s'abaisser à 26 seulement en 1937. L'Italie, beaucoup plus pauvre en bois que la France, voyait, dans le même temps, ses importations de papier ou de bois de papeterie s'abaisser dans des proportions voisines. Les résultats obtenus dans ces deux pays l'ont été grâce à la substitution, aux qualités de bois considérées jusque-là comme indispensables à la fabrication de la cellulose (épicéa en particulier), d'autres qualités beaucoup plus abondantes, et surtout de matières cellulosiques, autrefois dédaignées, tirées des végétaux annuels.

Il suffit de se reporter, en effet, aux chiffres du tableau I pour comprendre la cause du déficit de notre production et la voie dans laquelle la solution doit être cherchée : sur le total de 3 780 000 m³ de bois de papeterie consommé par notre pays, 3 100 000 m³ étaient constitués par du bois d'épicéa et seulement 680 000 m³ par des bois de pins ou de feuillus. Or, alors que, dans les pays nordiques, le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sapin est le constituant dominant des forêts, il est relativement rare en France.

Notre pays s'est contenté, en ce qui concerne l'industrie papetière, d'introduire les méthodes de préparation des pâtes en honneur en Scandinavie; il semble avoir eu peur d'innover et même de suivre l'exemple de son voisin du Sud-Est.

Ce sont donc les méthodes de l'industrie papetière qu'il faut aujourd'hui changer en France. Il faut, le plus largement possible, sinon complètement, *prohiber l'emploi du bois d'épicéa et le remplacer par des bois ou des végétaux que le sol français peut produire en quantités suffisantes pour ses besoins.* Pourquoi donc le bois d'épicéa est-il si recherché des fabricants de pâtes à papier?

Ce bois, comme en général celui des autres conifères, possède des fibres remarquablement longues. Or, la confection d'un papier exige, en général, deux sortes de fibres : des fibres longues, qui forment l'armature, la trame du papier, et des fibres courtes, qui garnissent cette trame, liant entre elles les fibres longues et conférant au papier des qualités particulières demandées pour tel ou tel emploi. Aujourd'hui, notre industrie papetière tire à la fois des fibres longues et des fibres courtes du seul bois d'épicéa; mais, pour fournir ces dernières, les fibres naturelles sont, ou bien longuement triturées et sectionnées dans le travail des raffineurs, ou bien extraites du bois lui-même par arrachage à la pile (pâte mécanique). Pourquoi, alors, s'obstiner à utiliser presque uniquement ce bois qu'est l'épicéa alors que les longues fibres qui le constituent doivent être, pour une grosse part, considérablement réduites pour pouvoir être utilisées? En outre, la question se pose de savoir si l'épicéa est lui-même indispensable pour la préparation des pâtes à fibres longues et si d'autres variétés, abondantes sous notre climat, ne sont pas aptes à le remplacer.

Nous avons dit à ce sujet que les autres conifères possèdent, eux aussi, des fibres longues. Or, les diverses variétés de pins sont très abondantes en France et le prix de leur bois, très inférieur à celui de l'épicéa, en fait une matière première qu'il est désirable de voir largement utilisée en papeterie. Il est vrai que le bois de pin est généralement assez riche en résine et que la présence de celle-ci entraîne quelques difficultés pour la préparation de la pâte et son traitement; mais on sait aujourd'hui surmonter ces difficultés et obtenir, par des traitements appropriés, des pâtes à fibres longues très satisfaisantes.

Après ces considérations générales, nous allons étudier de plus près les divers matériaux que le pays paraît susceptible de fournir à son industrie pour la préparation des divers types de pâtes.

1° *Pâtes mécaniques.* — Les chiffres du tableau I nous apprennent qu'en France, on n'utilise, pour fabriquer cette variété de pâte, qu'à peu près exclusivement l'épicéa. En Italie, l'emploi du peuplier s'est développé au point qu'il entre pour 60 p. 100 environ dans la confection de telles pâtes. Il nous semble que nos industriels doivent pouvoir aisément obtenir sur ce point des résultats aussi satisfaisants que leurs confrères italiens. La France peut produire sans difficultés les tonnages de peuplier, tremble, bouleau, tilleul ou autres bois blancs analogues que peut nécessiter la préparation de la pâte mécanique dont elle a besoin.

D'autre part, on peut rappeler que les papeteries de l'*Ouest-Éclair*, à Rennes,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ont, pendant quelques années, préparé leur papier journal uniquement avec du pin maritime. Aucune grave difficulté ne paraît s'opposer à l'élargissement de l'emploi de cette technique.

2° *Pâtes sulfitiques.* — L'épicéa est également la seule matière première utilisée pour la préparation des pâtes sulfitiques, en particulier de celles qui sont utilisées pour la fabrication du papier journal (avec 70 à 80 p. 100 de pâte mécanique). Pour cet usage, des pâtes à longues fibres paraissent indispensables, mais on peut obtenir celles-ci avec le bois de pin : divers procédés, actuellement au point, permettent d'obtenir, avec cette matière première, des pâtes sulfitiques écrues ou blanchies sans que l'on soit gêné par la présence de résine; des usines marchent à l'étranger avec ces procédés; il faut espérer qu'il ne tardera pas à s'en monter en France où, nous l'avons dit, les forêts de pin sont particulièrement étendues.

3° *Pâtes à la soude et au sulfate.* — Il faut ici essentiellement distinguer entre les pâtes à longues fibres — qui servent à faire des papiers remarquables par leur solidité (papier Kraft), utilisés en particulier pour la confection des sacs à ciment — et les pâtes à fibres courtes, écrues ou aisées à blanchir, qui pourront constituer la grosse masse des papiers d'emballage, d'écriture ou d'impression.

En ce qui concerne la préparation des pâtes Kraft, la France n'est pas trop en retard, grâce aux gros efforts faits dans la région landaise pour édifier des usines modernes; le pays subvenait en 1935 au tiers de ses besoins en pâte Kraft en utilisant exclusivement du bois de pin maritime. Les usines existantes peuvent, assez aisément, doubler ou tripler leur production de pâte; leur prix de revient ne peut être que bien amélioré par ce développement et la forêt landaise paraît susceptible de fournir, sans trop de difficultés, le bois nécessaire.

Mais c'est particulièrement à la fabrication de pâtes à fibres courtes que l'industrie doit s'attacher. C'est de ce côté qu'elle trouvera les matériaux les plus abondants qui devront lui permettre de subvenir très aisément à tous les besoins du pays en papier et en cellulose pour rayonnes. C'est, avons-nous dit, dans cette voie que nos voisins ont déjà obtenu des résultats très satisfaisants.

Passons rapidement en revue les matières premières que nous offre le pays.

Bois de pin. — La forêt de pins maritimes du Sud-Ouest fournit, à elle seule, 800 000 à un million de tonnes de poteaux de mines (bois vert) utilisables comme bois de papeterie. Les bois plus jeunes, employés aujourd'hui pour le chauffage, et les divers déchets de scierie, également utilisables en papeterie, peuvent doubler le tonnage de bois disponible pour cet usage. En outre, de larges forêts de pins (pin maritime, pin d'Alep, pin laricio, pin sylvestre) existent en Provence, en Sologne, en Bretagne, dans l'Ile-de-France, en Corse, etc., et la production de ces diverses forêts, qui est annuellement de 3 t environ par hectare, pourrait être largement accrue là où l'on aurait seulement en vue l'obtention de bois de papeterie.

Le bois de pin est utilisé largement, nous l'avons dit, pour la fabrication des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

papiers Kraft. On fabrique déjà en France de très belles pâtes de pin blanchies, à longues fibres, par le procédé à la soude. Ces procédés, associés au procédé sulfitique, permettraient sans doute au pays d'obtenir, à partir du bois de pin, toutes les pâtes à longues fibres qui lui sont indispensables.

Bois feuillus. — Certaines variétés, telles que le peuplier, le bouleau, etc., ont un taux élevé de croissance annuelle à l'hectare. Nous avons vu que ces sortes de bois étaient avantageusement utilisables pour la fabrication des pâtes mécaniques. Une rapide réalisation paraît ici possible et infiniment désirable. D'autre part, le châtaignier fournit, comme sous-produit de la fabrication d'extraits tonnants, un tonnage élevé de copeaux dont une faible proportion, seulement, est employée en papeterie. Ils donnent une belle pâte blanchie à fibres courtes.

PLANTES ANNUELLES. — Il semble que l'évolution la plus remarquable, pendant ces dernières années, des industries papetières allemande et italienne, résulte du fait que celles-ci ont demandé aux sous-produits de la culture intensive de plantes annuelles, une proportion progressivement croissante des matières premières servant à la préparation, tant des pâtes à papier que des celluloses pour rayonnes. Chez nous, cette orientation s'impose d'autant plus que, relativement pauvre en forêts eu égard aux énormes besoins en bois qui vont résulter des conditions actuelles, la France est, avant tout, un pays agricole, et que le rendement à l'hectare de cellulose peut, dans nos climats, être incomparablement plus élevé dans un terrain cultivé qu'en forêt. On peut sans doute envisager certaines cultures uniquement conduites pour la production de produits ligneux : ce pourra être le cas de roseaux divers. On peut imaginer alors l'usine à cellulose, produisant elle-même sa matière première par des cultures intensives conduites sur les terrains voisins, et l'on voit les avantages nombreux de cet état de choses. Mais il sera sans doute plus avantageux, dans beaucoup de cas, d'utiliser largement des sous-produits agricoles abondants tels que la paille. L'agriculture pourra trouver dans cet emploi un profit nouveau et l'industrie des matériaux abondants à bas prix. Exposons brièvement les possibilités qui s'offrent dans cette voie.

La *paille* est depuis longtemps utilisée en papeterie. Dans nos campagnes existent encore de nombreuses petites usines fabriquant, par le procédé à la chaux, ce grossier papier jaune qu'utilisent les bouchers; mais, à l'étranger, on fabrique aussi, avec de la paille, de très beaux papiers blancs, papiers à écrire ou papiers d'impression (procédé soude et chlore); on fabrique aussi (procédé Marsoni) des pâtes cristal, et des essais faits dans certaines usines landaises ont montré que l'on pouvait obtenir, avec de très hauts rendements (supérieurs à 60 p. 100) des papiers Kraft de paille sans consommer d'autre réactif que les liqueurs noires résiduaires de la fabrication des pâtes Kraft de pin.

La France produit 22 millions de tonnes de paille. Il est certainement très aisé, si on le veut, de distraire 5 p. 100 de cet énorme tonnage pour les besoins de l'industrie papetière, et c'est ainsi plus de 400 000 t de pâte à papier que le pays aurait à sa disposition.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A côté de la paille, l'agriculture produit une foule d'autres déchets souvent sans valeur aujourd'hui; telles sont les *tiges de maïs et de sorgho*. Le sorgho à balais, par exemple, donne, avec une très faible consommation de soude et de chlore, par une cuisson sans autoclave et avec un rendement particulièrement élevé, une cellulose splendide. Or, l'industrie du balai n'utilise aujourd'hui que la hampe florale; la tige et les feuilles, plus des 4/5 de la plante, sont abandonnés ou brûlés. Un accroissement de revenu provenant de l'emploi en papeterie de ces déchets inciterait certainement les producteurs à étendre cette culture qui, pour les usages actuels, ne satisfait encore que le tiers de nos besoins.

Signalons encore : les *tiges de topinambours*, qui sont susceptibles de fournir, avec un haut rendement, un papier d'emballage convenable; les *fanes de pommes de terre*, utilisées en Allemagne; les *sarments de vigne*, si abondants dans notre pays et qui, paraît-il, dans des conditions particulières, fournissent eux aussi, un papier satisfaisant; les *pailles de lin à graines*, qui, par le procédé soude et chlore, donnent des fibres longues et splendides.

Enfin, nous l'avons dit, certaines plantes peuvent être cultivées ou du moins récoltées spécialement pour la fabrication de la cellulose. Depuis longtemps, dans le Sud Algérien, on récolte dans ce but les feuilles d'une plante à croissance spontanée, l'*alfa*. Dans notre pays, les *roseaux*, abondants dans nos marais et dans les endroits humides, sont susceptibles de donner d'excellentes pâtes à papier : le *roseau de Provence*, par exemple, a fait en Italie l'objet d'essais de culture méthodique; de très hauts rendements à l'hectare ont été signalés, mais il semble que toutes les difficultés rencontrées dans la culture en grand n'aient pas encore été vaincues. En revanche, les *roseaux de marais* (*Phragmites*), si abondants chez nous et qu'il suffit de récolter puisqu'ils se développent spontanément, constituent une matière première abondante et excellente; certaines variétés, comme l'*Erianthus*, qui pousse dans les dunes méditerranéennes, sont d'un emploi particulièrement recommandable. Je pourrais également signaler, comme possédant des fibres de cellulose remarquables, le *genêt à balais*, dont la culture a été envisagée, les *orties*, etc.

Pour conclure, je dirai que la France peut *certainement* être en état de préparer, en utilisant uniquement des végétaux qui poussent sur son sol, *toute* la cellulose dont elle a besoin, et même, si elle le veut, devenir largement exportatrice de certaines qualités.

Les matériaux ligneux nécessaires pour ces fabrications sont très abondants et seront certainement d'un prix très inférieur à celui des bois d'importation. Ces fabrications utiliseront comme réactifs surtout de la soude et du chlore que notre pays peut, d'autre part, produire en quantités illimitées.

Le problème est en somme un problème d'outillage; il faut développer les usines existantes et en construire de nouvelles en des endroits bien choisis. Mais quelle industrie paraît mieux adaptée que l'industrie papetière à l'économie qu'il nous est permis d'envisager pour notre pays dans les années à venir?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 14 NOVEMBRE 1940)

La décoction de lichen,

par le docteur Raymond NEVEU, *membre du Conseil.*

Le lichen est une plante qui, non seulement est fort précieuse en thérapeutique, mais aussi fort utile comme aliment. On distingue en botanique médicale deux sortes de lichen : le lichen d'Islande (*Cetraria Islandica)* et le lichen pulmonaire (*Lobaria pulmonaria*). Ces plantes, dont les principes actifs sont la *lichénine* et la *cétrarine*, sont employées en médecine, sous forme de pastilles, de pâtes, de sirop ou de tisane, comme médicament pour les affections des bronches. Elles entraient jadis dans la formule des tisanes « béchiques », qui étaient excellentes, et qu'on a peut-être tort de ne plus employer.

Lorsqu'on débarrasse le lichen de son principe amer, la cétrarine, on conserve la lichénine, qui est une sorte d'amidon dont les propriétés nutritives sont indéniables quoique assez faibles. On sait, d'ailleurs, que la « cladonie des rennes », par exemple, si répandue dans l'hémisphère boréal, fournit aux rennes un aliment de premier ordre. Mais, en ce moment, où l'on manque d'huile, il est particulièrement intéressant de signaler l'emploi de la décoction de lichen en remplacement des huiles d'olive et d'arachide dans la salade. Voici une formule très simple que nous ne saurions trop conseiller : Lichen 25 g (bien laver ce lichen à l'eau froide ou tiède pour le débarrasser des substances amères); Croûte de pain *rassis*, 125 g; Eau, 3 l. Faire bouillir pour réduire le volume à 1,5 l.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 14 NOVEMBRE 1940)

L'intoxication par le benzol,

par le docteur Raymond NEVEU, *membre du Conseil.*

C'est là un sujet bien ancien mais qui est cependant toujours d'actualité, puisque les cas de benzolisme ne sont pas aussi rares qu'on pourrait le penser.

Le benzol, en effet, est un toxique qui présente une affinité spéciale pour le système nerveux et les organes hématopoiétiques.

Les vapeurs s'accumulent rapidement dans les tissus riches en lipoïdes, et c'est pourquoi le système nerveux est le plus souvent le premier atteint. Elles ont aussi une action particulièrement nocive sur le sang.

Ce qui se passe est, d'ailleurs, assez curieux. D'abord, le nombre des globules rouges et des globules blancs augmente très sensiblement, puis diminue rapidement pour atteindre parfois les chiffres particulièrement bas de un million de globules rouges au lieu de 5 millions, et, de 1 500, et, même 1 000 leucocytes au lieu de 7 000. Cela prouve qu'il y a intoxication profonde des organes producteurs des éléments figurés du sang : de la moelle, la rate et les ganglions.

Les individus, évidemment, réagissent selon leur tempérament : on constate, par exemple, que, dans un même atelier, des ouvriers travaillant dans les mêmes conditions présentent des phénomènes graves alors que d'autres n'accusent que des troubles très légers.

Les femmes, les femmes en état de grossesse surtout, sont les plus atteintes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sans aucun doute, l'intoxication se fait surtout par les poumons; mais on signale aussi des cas d'intoxication par la voie cutanée et la voie digestive; c'est une indication dont il faut se souvenir puisqu'il suffit de recommander aux ouvriers de bien se laver la figure et les mains avant le repas pour éviter d'être atteints.

On distingue le benzolisme aigu et le benzolisme chronique.

Dans la forme aiguë, les malades présentent de la céphalée, des vertiges, parfois même des convulsions et des crises rappelant l'épilepsie. Dans certains cas, les malades tombent rapidement dans le coma, et meurent.

L'intoxication chronique présente un tableau moins effrayant, mais n'en reste pas moins grave cependant : le début est insidieux, puis, peu à peu, le malade présente une démarche chancelante, une certaine irritabilité, des digestions pénibles, et, enfin, et surtout, une modification profonde du tissu sanguin, avec hémorragies de la peau, purpura, épistaxis, et, chez les femmes, métrorrhagies. Au début le diagnostic n'est pas toujours très aisé; cependant, l'interrogatoire du malade, et, surtout, la numération globulaire sont fort précieux.

Il n'y a pas lieu ici d'étudier spécialement les intoxications par les homologues du benzol. Signalons cependant la divergence d'opinions en ce qui concerne le toluol et le xylol. Pour certains, ils sont plus dangereux; pour d'autres, ils le sont moins. Pour notre part, nous connaissons plusieurs cas très graves dus au xylol.

Parmi les professions exposées au benzolisme, il y a lieu de citer : la parfumerie, puisque l'on distille les fleurs en milieu benzolique; l'industrie du caoutchouc; la fabrication des appareils de chauffage, qui sont vernis à la brosse ou au pistolet; les industries du verre, de la peinture et, principalement, la fabrication même du benzol; l'héliogravure et le dégraissage, dit à sec, des vêtements.

En général, les cas que nous constatons concernent le plus souvent des ouvriers ou des ouvrières travaillant chez des dégraisseurs ou dans des ateliers d'héliogravure. Les moyens prophylactiques ne manquent pas : il faut les appliquer consciencieusement.

D'abord, dans les ateliers où l'on emploie le benzol, il faut réaliser une bonne aération. Les vapeurs étant très lourdes, il est indispensable que la ventilation se fasse de haut en bas; on doit également installer des appareils d'aspiration; il faut obliger les ouvriers à bien se laver les mains et la figure avant de sortir; parfois même, il y a lieu de préconiser l'emploi du masque, mais cela est très difficile à obtenir; les réserves de benzol doivent être à l'abri, dans une autre pièce que l'atelier; enfin, dans les fabriques d'imperméables, on n'utilisera que des récipients parfaits se fermant automatiquement.

Pour l'héliogravure, on a essayé de remplacer le benzol par les solvants les plus variés, mais sans grand succès : il semble que les encres au xylol et au toluol soient moins dangereuses, mais elles le sont cependant encore suffisamment.

Enfin, on ne saurait trop recommander l'examen médical périodique qui, seul, peut dépister les cas chroniques; cet examen devrait avoir lieu trois ou quatre fois par an, et comporterait chaque fois un examen du sang.

Il y a lieu d'éliminer des professions où l'on emploie le benzol : les anémiés, les cardiaques, les pulmonaires, les alcooliques et surtout les femmes enceintes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En prenant toutes ces précautions on peut éviter bien des ennuis et diminuer considérablement le nombre des cas de benzolisme.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 12 DÉCEMBRE 1940)

L'infection charbonneuse,

par le docteur Raymond NEVEU, *membre du Conseil.*

Cette maladie, qui est commune aux hommes et aux animaux, est due à la bactérie charbonneuse, *Bacillus anthracis.*

Découvert en 1839 par Rayer et Davaine, qui n'avaient pas conclu à son pouvoir pathogène, le bacille du charbon fut reconnu un peu plus tard, en 1863, par Davaine comme l'agent causal de la pustule maligne, grâce aux recherches de Pasteur sur le ferment butyrique. Peu après, Koch décrivit la spore du charbon, et Pasteur établit définitivement, dans un rapport célèbre, le rôle capital de cette spore dans la dissémination de la maladie.

En effet, si la vie du bacille charbonneux est précaire, fragile, les spores sont d'une résistance remarquable. Elles résistent au froid, à la chaleur, à la putréfaction et à la dessiccation. On sait la triste histoire des champs maudits de la Beauce; on sait aussi les nombreux cas de contamination par des cuirs, même tannés, par des peaux de mouton, par de vieux os desséchés, et, tout récemment encore, par des lanières de crin employées pour se frictionner la peau.

Le plus souvent, l'inoculation se fait par la peau, mais il existe cependant des cas, assez rares il est vrai, d'infection par les voies digestives.

Au point de vue maladie professionnelle, il y a lieu de distinguer le charbon agricole que l'on rencontre chez les bouchers, les équarrisseurs, les employés des abattoirs, et le charbon industriel, que l'on observe chez les tanneurs, chez les ouvriers qui travaillent la laine ou le crin.

Dans les abattoirs, on se contamine surtout par le bacille. Dans l'industrie de la laine, du crin ou des os, on se contamine surtout par les spores.

On distingue trois formes de l'affection charbonneuse : la pustule maligne, l'œdème malin, le charbon interne.

Dans l'industrie, on n'observe que la pustule maligne et l'œdème malin.

La pustule maligne siège toujours au point d'inoculation. Une petite tache rouge apparaît, très légèrement prurigineuse, qui fait penser à une piqûre de puce. Mais, bientôt, une pustule se forme et, quelques jours après, fait place à une escharre dure, noirâtre, indolore avec une zone d'inflammation considérable. L'œdème se développe rapidement, envahit toute une région : la température atteint 40°, et le malade, le plus souvent, délire.

Le charbon est une maladie grave, mais, lorsque le diagnostic est précoce, lorsqu'on institue dès le début le traitement sérothérapique, le malade guérit. Il est sans danger, même à des doses atteignant 200 cm³.

Dans les cas graves, il est nécessaire — comme le recommande l'Institut Pasteur — d'injecter 30 et même 40 cm³ d'emblée et de renouveler ces doses tous les jours jusqu'à cessation des phénomènes généraux et locaux.

Les professions les plus exposées sont les suivantes : les vétérinaires, les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bouchers, les tripiers, les garçons de ferme, les peaussiers, les ouvriers de la laine et du crin, les fabricants de brosses, les tanneurs, et ceux qui travaillent dans l'industrie des os, de la corne, des boutons et de la colle.

Mais, en dehors de ces professions, on peut être exposé à contracter la maladie; ce fut le cas d'une personne qui présenta une pustule maligne grave, due à une inoculation par une lanière de crin. L'enquête montra que ces lanières n'avaient pas été stérilisées et présentaient des spores charbonneuses. Ce malade guérit grâce à une sérothérapie massive et précoce.

La prophylaxie découle tout naturellement de ce que nous venons de voir. Il est toujours très facile de faire une bonne prophylaxie lorsqu'on connaît l'étiologie de la maladie et son mode de propagation.

Pour éviter l'infection charbonneuse, il faut détruire les germes et les spores.

Les cadavres d'animaux charbonneux doivent être incinérés. En France, le décret du 29 avril 1910 prescrit la désinfection des crins, poils, soies de porc à 103° ou par l'ébullition; celui du 22 août de la même année ordonne la désinfection des os et des cornes. Malheureusement, cette désinfection nuit parfois aux qualités industrielles des matières premières, et l'application de ces décrets n'est pas toujours observée comme il le faudrait.

Il faut aussi, dans les abattoirs et les ateliers, veiller à la lutte incessante contre les mouches. Les mouches, en effet, sont de terribles vecteurs du *Bacillus anthracis*. Enfin, il faut recommander aux ouvriers de porter des vêtements de travail fermant bien au cou, aux poignets, aux jambes, et d'avoir soin de se laver très soigneusement avant les repas et avant de quitter l'atelier.

En prenant toutes ces sages précautions, on diminue considérablement les risques de contamination. Il y a lieu, enfin, de rappeler que dans certains pays, en France notamment, la maladie du charbon est considérée comme accident du travail et donne droit à réparation.

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 12 DÉCEMBRE 1940)

Les restrictions alimentaires et la santé publique,

par le docteur Raymond NEVEU, *membre du Conseil.*

Les restrictions alimentaires qui nous sont imposées dans les heures pénibles que nous vivons, ne sont pas sans inquiéter à juste titre les médecins et les hygiénistes.

Il a d'ailleurs été institué auprès du Secrétariat d'État au Ravitaillement un comité scientifique qui a pour mission de présenter au Secrétaire d'État « toutes suggestions correspondant aux nécessités actuelles du ravitaillement, compte tenu des besoins de la population et de la conservation de la santé. » ... En outre, des rapports très documentés ont été présentés sur ce sujet dans diverses sociétés savantes, notamment à l'Académie de Médecine. Ce n'est donc pas un travail original que j'apporte aujourd'hui, mais un simple résumé de la question.

Comme l'a écrit fort justement le professeur Rathery : « Le fait brutal devant lequel nous n'avons qu'à nous incliner, c'est que tout Français doit subir dans sa ration une diminution de calories. »

La ration quotidienne fixée par les cartes actuelles est ainsi composée :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pain, 350 g; — Viande ou charcuterie, 48 g; — Matières grasses, 14 g; — Fromage, 17 g; — Sucre, 17 g; — Pâtes alimentaires, 8 g.

Or, la valeur totale de cette ration correspond péniblement à 1 200 calories, alors que la ration normale oscille entre 2 500 et 3 000. Par conséquent, la valeur calorifique est considérablement diminuée.

Mais, comme le fait remarquer le prof. Lesné, le régime actuel n'est pas seulement diminué quantitativement, mais aussi en qualité. La carence porte sur les protides, sur les lipides, sur les glucides, sur les sels minéraux et les vitamines. Cette carence est de moitié environ; alors que la ration optima protidique pour un adulte est d'environ 1 g, elle est actuellement de 0,60 g; pour les lipides et les glucides, c'est sensiblement la même chose.

En outre, il y a un déséquilibre phosphocalcique très grand, et une carence en vitamines au moins aussi considérable. Quand on sait le grave danger de ce déséquilibre chez les enfants d'âge scolaire, chez les femmes enceintes, on comprend le lourd souci des médecins.

Par conséquent, la ration quotidienne actuelle est nettement inférieure à nos nécessités physiologiques. On a objecté à cette constatation que l'on peut suppléer à ces déficiences par certains aliments qui ne nécessitent pas de tickets d'alimentation. Évidemment, si on pouvait se procurer aisément de la triperie, de la viande de cheval, du lapin, de la volaille, du poisson, des œufs, on améliorerait beaucoup en calories et en vitamines la ration alimentaire actuelle.

Mais, hélas! on sait que ces denrées se font de plus en plus rares, et que si, parfois, elles paraissent sur la table, c'est grâce au dévouement inlassable et à la vigilance des mères de famille qui, pendant des heures et des heures, par tous les temps, attendent patiemment leur tour dans la rue. On ne dira jamais assez le mérite de la femme française dans les heures que nous vivons.

Il ne nous appartient pas d'étudier ici l'alimentation des malades, qui a cependant une importance considérable. Le tuberculeux, par exemple, ne peut pas, ne doit pas être un sous-alimenté si on veut le guérir. Voyons simplement l'alimentation des sujets normaux. Le problème alimentaire est surtout très grave pour l'enfant, l'adolescent et la femme enceinte.

Dans la note pour le corps médical sur les notions essentielles de diététique, présentée à l'Académie de Médecine le 22 octobre, les professeurs Debré et Lesné ont particulièrement insisté sur l'utilité d'une surveillance médicale régulière orientée sur les troubles de la nutrition et les symptômes de carence, et ont donné des conseils qu'il est intéressant de rappeler ici.

D'abord, l'allaitement maternel s'impose plus que jamais, à condition que la mère puisse s'alimenter suffisamment; ensuite, pour les petits enfants, il faut donner des aliments non soumis aux restrictions : poisson, lapin, œufs, volaille, fromages blancs, légumes secs et verts, fruits. La graisse faisant défaut, il faut la remplacer par des huiles végétales et par le beurre.

Ces conseils sont judicieux mais d'une application peu aisée, puisque ces denrées se raréfient de plus en plus et atteignent bien souvent des prix tellement élevés que le budget familial n'y peut suffire. Plus pratiques nous paraissent les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conseils donnés aux ménagères : N'utiliser que du beurre cru ou à peine fondu; — Ne pas peler les pommes de terre avant la cuisson, car elles perdent ainsi 10 à 20 p. 100; — Brosser ou gratter sans les peler les carottes, les navets, les salsifis; — Utiliser pour les potages les tiges et les côtes d'épinards, de choux-fleurs, les fanes de salsifis, de carottes, de navets.

Pour conserver toute la valeur nutritive des légumes, il faut avoir soin de porter l'eau à l'ébullition auparavant, et de conserver ensuite cette eau de cuisson pour les potages par exemple, car elle est riche en sels et en vitamine C (acide ascorbique). A ce propos, il convient de rappeler que le cresson, les épinards, les choux, les fruits acides comme l'orange, la groseille, le citron — tout comme les tomates d'ailleurs — sont très riches en vitamine C. Enfin, l'huile de foie de poisson (morue, thon, chien de mer) est très riche en vitamines A et D. C'est pourquoi, d'ailleurs, elle a toujours figuré en première place dans la thérapeutique infantile; c'est, outre un médicament, un aliment fort précieux; on semblait un peu trop l'oublier depuis quelque temps.

Les poissons, les mollusques, les crustacés ont une valeur alimentaire de premier ordre. Ils ont une valeur calorifique importante et sont tout particulièrement riches en vitamines. Jadis, Hinguerant, dans une thèse passée en 1745, affirmait qu'il n'y avait pas d'aliment plus propre à donner de l'embonpoint que « l'usage modéré de l'huître crue ». Depuis, des auteurs comme Lalesque, Carles Llaguet, Barrière et bien d'autres ont montré que c'était un aliment précieux dans la tuberculose, et Pease a insisté tout particulièrement sur son action génératrice sur l'hémoglobine.

Ce qui est vrai pour les huîtres, l'est également pour les autres coquillages et pour le poisson. Et c'est pourquoi, plus que jamais, dans un pays essentiellement maritime comme le nôtre, on ne saurait trop encourager et développer l'ostréiculture, la mytiliculture et les pêcheries côtières.

Mais le zèle et la conscience professionnelle de nos ostréiculteurs, l'abnégation et le véritable courage de nos marins ne suffisent pas : il faut aussi assurer un transit convenable et régulier; il faut que toutes ces denrées éminemment périssables arrivent dans de bonnes conditions, dans les délais les plus rapides.

Si on pouvait approvisionner abondamment Paris et les grandes villes de France en produits de la mer, on améliorerait considérablement la ration alimentaire; on comblerait ainsi une carence qui se fait de plus en plus inquiétante; et cela nous permettrait d'attendre les jours heureux où le ravitaillement redeviendra normal et où notre cheptel sera ce qu'il était jadis. C'est pourquoi, en terminant ce rapide exposé, je demande à notre Comité de bien vouloir émettre le vœu suivant que l'on transmettrait au Secrétariat d'État au Ravitaillement :

« La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, justement émue « par la carence alimentaire qui se fait chaque jour de plus en plus grave et qui « met en péril l'état sanitaire de la nation, demande à Monsieur le Secrétaire « d'État au Ravitaillement d'encourager et d'intensifier de toute urgence l'os- « tréiculture et les pêches côtières ainsi que les moyens de transport, et d'encou- « rager aussi la pisciculture en eau douce. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DE NOUVEAUX MEMBRES ADMIS PENDANT L'ANNÉE 1940 A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

M. BIVER (Jacques) (✠), Inspecteur des Eaux et Forêts, chef de section au Laboratoire central d'Essais des Bois, 5, rue Pérignon, Paris (15e), présenté par MM. A. Alby et Lemaire (*membre à vie*) (16 mars 1940).

M. CASALONGA (Alain), Ingénieur des Arts et Manufactures, docteur en droit, ingénieur-conseil, 8, avenue Percier, Paris (8e), présenté par MM. D. Casalonga, Blétry et Lemaire (18 mai 1940).

COMPAGNIE ÉLECTRIQUE DE LA LOIRE ET DU CENTRE, 4, rue d'Aguesseau, Paris (8e), présentée par MM. A. Alby et E. Pontzen (18 mai 1940).

COMPAGNIE DES PHOSPHATES DE CONSTANTINE, 12, avenue Marceau, Paris (8e), présentée par M. A. Alby (*membre perpétuel*) (18 mai 1940).

M. COUPAN (Gaston) (✠, ✠, C. ✠), professeur honoraire de Génie rural à l'École nationale d'Agriculture de Grignon, à l'Institut national d'Agronomie de la France d'outre-mer et à l'École nationale d'Horticulture de Versailles, membre du Comité de Mécanique à l'Office national des Recherches et Inventions, de la Commission supérieure des Inventions, 3, avenue Lesage, Maisons-Laffitte (Seine-et-Oise), présenté par MM. Hitier et Lemaire (28 décembre 1940).

M. FLEUREY (Paul) (✠), constructeur-mécanicien, 84, avenue Thiers, Villeurbanne (Rhône), présenté par MM. Damour et Lemaire (18 mai 1940).

M. GRENET (Louis) (✠), Ingénieur civil des Mines, 4, rue Huysmans, Paris (6e), présenté par MM. Chevenard et Magne (16 mars 1940).

M. GUILLET fils (Léon), Ingénieur des Arts et Manufactures, chef de travaux adjoint à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, 12, avenue Lowendal, Paris (7e), présenté par M. Portevin (18 mai 1940).

M. JAVELLE (Michel), ingénieur, chef de service aux Aciéries d'Imphy, Aciéries d'Imphy, à Imphy (Nièvre), présenté par MM. Portevin et Chevenard (18 mai 1940).

M. LEROUX (Emile) (O. ✠, ✠), Ingénieur en chef de l'Aéronautique, directeur du Service technique de l'Aéronautique, 19, avenue Duquesne, Paris (7e), présenté par MM. Dumanois et Lemaire (18 mai 1940).

M. MARTELLI-CHAUTARD (Maurice) (✠, ✠, ✠), directeur de l'Association Colonies-Sciences et du Comité national des Bois coloniaux, 16, rue de la Paix, Paris (2e), présenté par MM. du Vivier de Streel et Blondel (18 mai 1940).

M. MOYSE (Gaston), Ingénieur des Arts et Métiers, ingénieur-constructeur de locotracteurs, 67, avenue des Champs-Élysées, Paris (8e), présenté par M. Lemaire (28 décembre 1940).

PIERRON (René) (✠, ✠), ingénieur, directeur des Usines Solvay et Cie, 21, rue Particulière, à Dombasle-sur-Meurthe (Meurthe-et-Moselle), présenté par M. Lemaire (*membre à vie*) (28 décembre 1940).

SOCIÉTÉ DES FORCES MOTRICES DE LA TRUYÈRE, 12, rue d'Aguesseau, Paris (8e) présentée par M. A. Alby (*membre perpétuel*) (18 mai 1940).

M. du VIVIER de STREEL (Edmond) (C. ✠), membre du Conseil national économique et du Conseil supérieur de la France d'outre-mer, industriel, 10, rue Villaret de Joyeuse (17e), présenté par MM. Blondel, Alby et Magne (16 mars 1940).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT)

Modèles de réservoirs d'eau.

SUITE A LA DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT PRISE DANS SA SÉANCE DU 19 JUIN 1939.

L'IRCAT a publié, dans ses *Annales de 1939*, des projets de châteaux d'eau qui lui avaient paru dignes de retenir l'attention parmi ceux présentés au concours ouvert alors par le Comité Hygiène et Eau.

La question a encore augmenté d'importance aujourd'hui que la renaissance de nos campagnes et le développement de notre agriculture, facteurs indispensables du relèvement de la France, sont liés aux adductions d'eau en vue de tous les besoins. Il paraît donc opportun de publier le projet d'un réservoir de 1 000 m³ établi par MM. A. et G. Perret, architectes, pour l'Union de la Société centrale des Alliages légers, à Issoire.

Ses imposantes proportions résultent particulièrement du rapport entre la hauteur et le diamètre du réservoir supérieur, dont la pression reste d'autant plus constante que le niveau d'eau est moins variable.

C'est un exemple à ajouter à tous ceux qui font ressortir qu'il y a, aujourd'hui comme jadis, concordance entre l'art et la technique.

Emploi des matériaux locaux dans la construction.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT PRISE DANS SA SÉANCE DU 12 DÉCEMBRE 1940.

Le Ministère de la Production industrielle et du Travail a adressé le 29 octobre 1940 aux différents départements ministériels une circulaire ayant pour objet la coordination des programmes de travaux avec les ressources actuelles du pays en matériaux de construction.

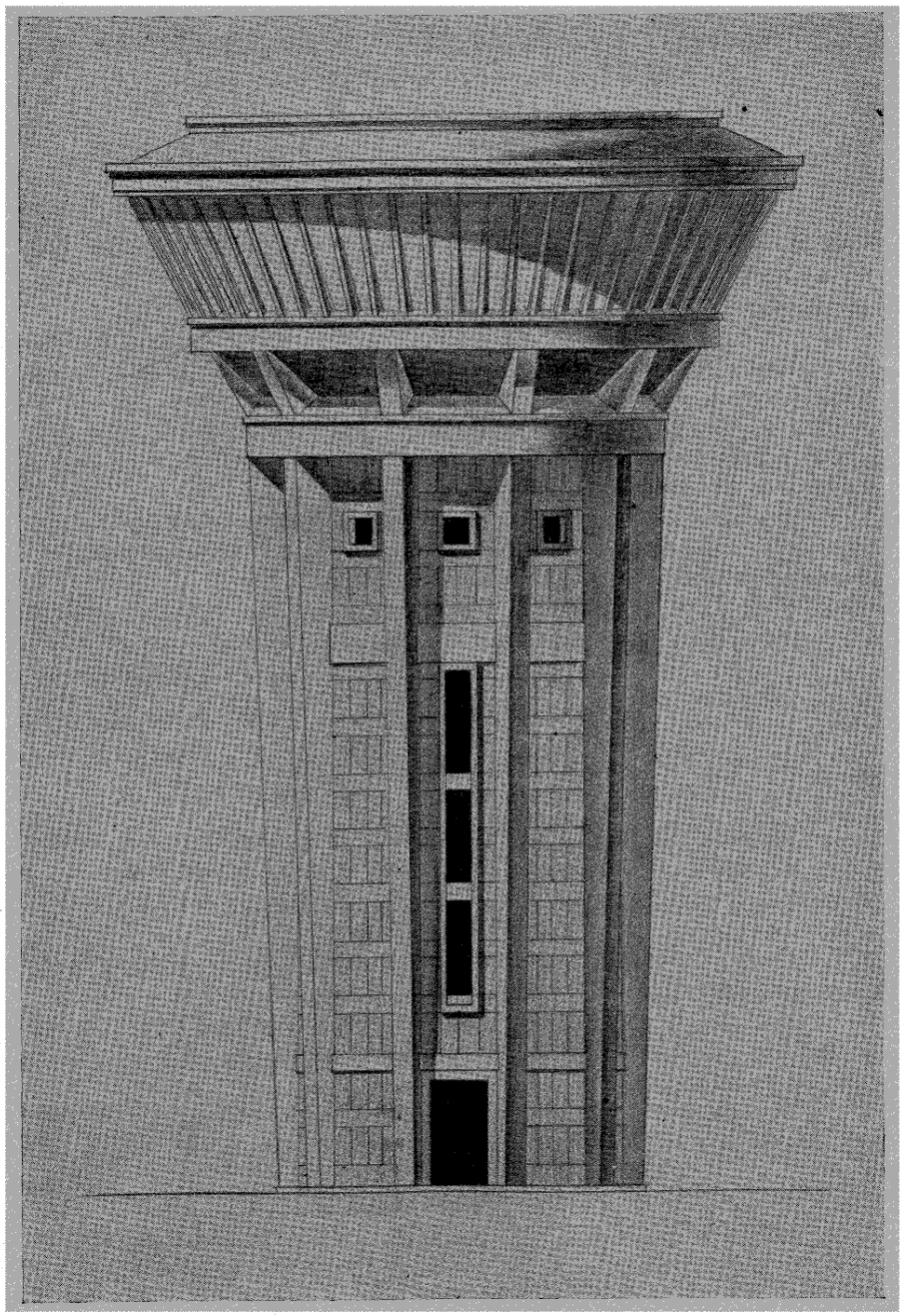
La pénurie des produits ferreux, du charbon et des moyens de transport oblige à mieux utiliser que naguère les ressources locales en matériaux.

La Direction générale de l'Enseignement technique vient de donner l'exemple en décidant d'inscrire en tête de ses cahiers de charges une clause sur l'emploi, aussi large que possible, des matériaux locaux.

S'il n'était pas tenu compte de ces nécessités dans la conception des projets, on serait contraint à une limitation des travaux, aussi préjudiciable à l'économie générale, à l'amélioration de l'équipement du pays et à la renaissance de l'activité artistique régionales qu'à la résorption du chômage.

Ce problème n'est d'ailleurs pas nouveau : jadis PHILIBERT DE L'ORME, architecte du roi Henri II, en avait proposé certaines solutions dans ses *Nouvelles inventions pour bien bâtir et à petits frais*. Il y a vingt-cinq ans, la France envahie l'a connu et a su le résoudre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Projet de réservoir, par A. et G. Perret, architectes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A titre d'exemple, dans le grand hall de l'Usine Vedovelli-Priestley, construite à Ivry-sur-Seine (Seine) en 1915 (fig. 1), la brique même avait été économisée au profit de la meulière, la couverture réalisée en bois de faible échantillon

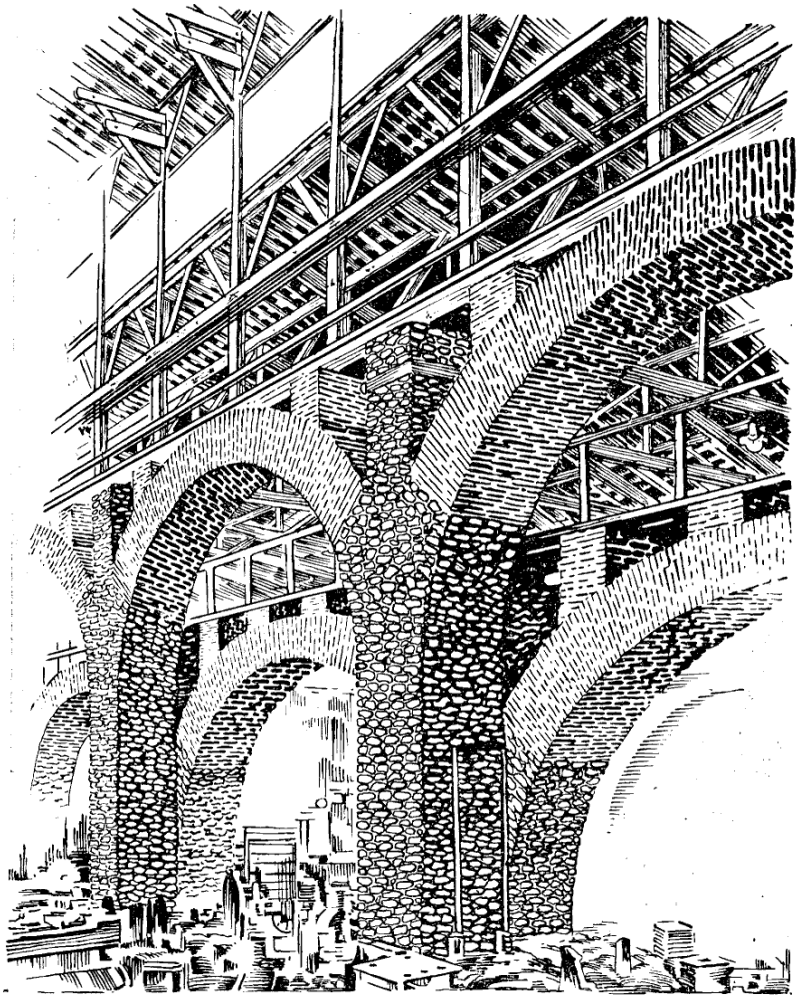


Fig. 1. — Grand hall de l'Usine Vedovelli-Priestley, à Ivry-sur-Seine (Seine).

et l'emploi du métal réduit aux rails des chemins de roulement des ponts transporteurs.

De telles solutions sont conformes à l'ingéniosité traditionnelle de l'esprit constructif français.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT)

L'architecture des écoles primaires rurales.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT
PRISE DANS SA SÉANCE DU 12 DÉCEMBRE 1940

Le concours institué par l'IRCAT au printemps de 1939 et concernant des projets d'écoles primaires élémentaires à deux classes n'avait pu, en raison de la

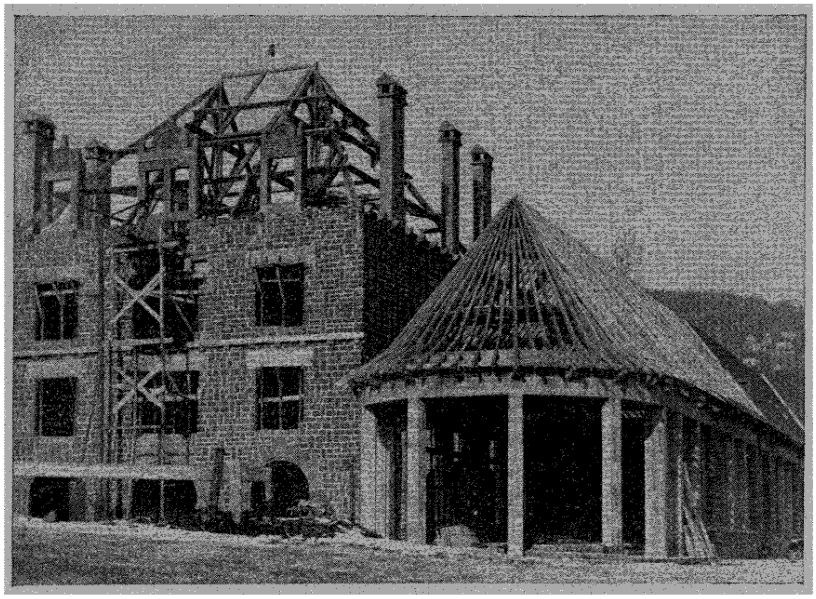


Fig. 1. — École primaire de Meyssac (Corrèze), F. et L. Macary architectes.

mobilisation, être ouvert à l'automne de cette même année, comme cela avait été prévu. Il n'a pu davantage l'être en automne 1940, en raison des difficultés de communications entre la zone libre et la zone occupée, et surtout du nombre de jeunes architectes retenus comme prisonniers de guerre.

L'actualité de la question apparaît cependant d'autant plus impérieuse qu'il y a tant d'écoles à reconstruire dans des villes et des villages dévastés et qu'il faut revivifier, avec la vie provinciale, les caractères d'art régionaux.

On peut y ajouter, pour la réouverture de carrières et de chantiers locaux, des raisons économiques matérielles, comme la rareté des moyens de transport, la résorption du chômage.

Aussi paraît-il intéressant d'appeler l'attention sur des résultats déjà obtenus dans le sens même de l'objet du Concours institué par l'IRCAT.

C'est à ce titre qu'est présenté ici l'aspect de l'école inachevée de Meyssac (Corrèze) œuvre de MM. MACARY, architectes à Brive.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'école comprend une classe et un préau des petits, deux classes et un préau des garçons, un pavillon d'administration et d'habitation.

Le programme est donc plus important que celui prévu au concours.

Le terrain, sensiblement rectangulaire, est orienté au sud, par un petit côté, sur la route et descend assez rapidement de l'ouest à l'est.

Les décrochements pittoresques du plan s'adaptent ingénieusement à la forme, à l'orientation et à la pente du terrain.

La construction est réalisée dans la pierre rouge qui donne son caractère imposant au célèbre village voisin de Collonges-la-Rouge; le gros schiste gris d'Alas-

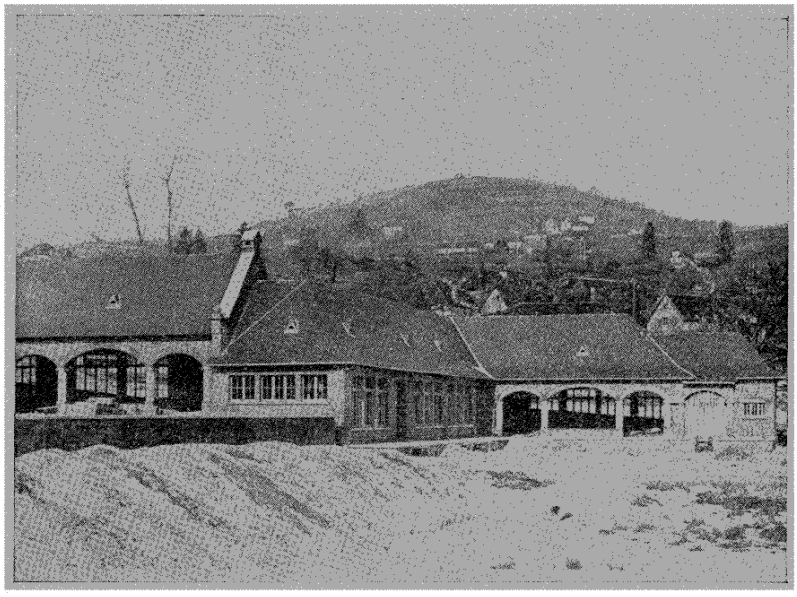


Fig. 2. — École primaire de Meyssac (Corrèze), F. et L. Macary architectes.

sac fait la couverture, le béton armé étant réservé aux linteaux et aux poteaux des préaux, aux meneaux des fenêtres.

Ainsi est appliquée par avance la doctrine qui avait d'ailleurs reçu des applications beaucoup plus importantes, par exemple dans l'École nationale professionnelle de Creil, construite en pierre et couverte en tuiles de l'Oise par M. André Ventre, doctrine posée pour des programmes plus modestes par le concours de l'IRCAT.

La guerre a interrompu l'activité du chantier de l'école de Meyssac; mais l'on peut déjà juger du caractère de l'œuvre, qui restera en harmonie avec l'aspect général du vieux village, tout en réalisant les conditions exigées par un groupe scolaire moderne. Chaque village posera le même problème, dont la solution devra varier avec chaque village. Pour y inciter, il serait désirable que dans tous les cahiers de charges fût introduite une clause prescrivant l'usage, aussi large que possible, des matériaux régionaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT)

Poêles à combustion lente chauffés au bois.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT
PRISE DANS SA SÉANCE DU 12 DÉCEMBRE 1940

A l'occasion du dépôt d'une question sur l'emploi des poêles à combustion lente chauffés au bois, quelques considérations ont été présentées à la réunion de l'IRCAT du 14 mars 1940 qui ont paru être d'intérêt général et dignes d'être rapportées.

La combustion du bois, combustible extrêmement irrégulier qu'il est impossible de fractionner régulièrement pour y introduire uniformément l'air nécessaire, produit presque toujours, en certains endroits de la masse en ignition, des distillations et des combustions incomplètes. Il en résulte un entraînement dans les gaz brûlés de goudrons vaporisés ou pulvérisés en fines gouttelettes qui se condensent sur les premières parois froides rencontrées, la cheminée généralement. Ces dépôts de goudrons constituent un combustible d'autant plus favorable aux feux de cheminées qu'ils ne peuvent être enlevés par les ramonages habituels, et qu'ils agglutinent les suies. Il suffit d'ailleurs d'interroger les experts des compagnies d'assurance parisiennes pour savoir que les trois quarts des feux de cheminées se produisent à la suite d'utilisation du bois dans les cheminées.

Or, les poêles à combustion lente, dont le principe même est de freiner la combustion par la restriction précise de l'alimentation en air, sont d'excellents appareils de distillation du bois. Comme, de plus, ils ont une bonne propriété essentielle de bien utiliser les calories en puissance dans le combustible en n'en perdant que très peu par l'évacuation des gaz brûlés qui sont toujours à faible température, ils remplissent les conditions essentielles pour produire d'abondants dépôts de goudron dans les conduits de fumées.

A ce raisonnement, on oppose le fait que de nombreux pays utiliseraient presque uniquement le bois comme combustible, et qu'on y emploierait couramment des appareils d'un rendement impressionnant grâce auquel une petite bûche chaufferait une maison. Il est cependant certain que la petite bûche ne peut pas donner, même dans des conditions excellentes, plus des 9/10 des 4 500 cal/kg de bois sec qu'elle possède théoriquement. En outre, il ne faut pas oublier que les pays cités ont en général des hivers rudes, et que la lutte contre le froid y est la préoccupation capitale des constructeurs. Les cheminées sont *très bien construites*, avec d'épaisses parois de maçonnerie qui ne se refroidissent pas, car le feu y est continu. Enfin, l'épaisseur même de ces parois permet de considérer le feu de cheminée, non comme un danger pour le reste de la maison, mais comme moyen naturel de ramonage le plus efficace.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De plus, les maisons elles-mêmes sont construites pour résister aux déperditions extérieures : murs épais ou doubles, souvent en bois, excellent calorifuge; fenêtres petites, doubles et hermétiques; toitures doublées; isolement de l'humidité du sol naturel. Dans ces conditions, n'importe quel système de production de calories, tous les combustibles, les résistances électriques, la vie et l'activité humaine ou animale mêmes donnent des résultats insoupçonnés en France. La question de la production et de la conservation de la chaleur dans les habitations est à la base du problème et domine toutes les autres considérations; or, elle est, avant tout, liée au prix de la construction.

Il faut avoir le courage de dire que c'est la recherche d'une économie excessive qui est la cause profonde de l'insuffisance générale de la qualité de la construction en France. Des statistiques récemment établies ont précisé que, sur la totalité de ses moyens d'existence annuels, le Français affecte à son habitation une proportion qui varie du 1/20 dans les classes modestes ou riches, au 1/8 dans la classe moyenne. Dans tous les pays de l'Europe du Nord et du Centre, cette proportion varie du 1/8 au 1/4; il est juste de dire qu'en France la différence est souvent utilisée au café, qui représente la partie luxueuse manquant à l'habitation modeste.

Que l'on attribue cette différence énorme à la latitude ou à la législation sur les loyers qui, en France seulement, a arbitrairement stabilisé le taux des loyers sur la valeur de base 1914 avec un coefficient qui n'a suivi que de la moitié ou du tiers celui de la vie et de la construction depuis cette date, il est indéniable que la valeur moyenne absolue du capital habitation de la France est en baisse inquiétante, et que les très réels efforts des collectivités n'ont pas pu, jusqu'à présent, compenser la disparition du placement immobilier individuel, qui n'est plus viable en construction neuve honnête depuis de nombreuses années.

C'est dire que l'histoire du poêle à bois n'est qu'un des innombrables aspects de la question de la déficience française en matière d'habitation individuelle. La solution complète ne peut en être que d'ordre politique, et l'on peut dire que sous une forme ou sous une autre, elle constitue une partie de la recherche de bien-être général qu'affirment toutes les tendances politiques visant au progrès social dans notre pays.

La solution future vaudra par les efforts des techniciens consciencieux, par les solutions pratiques qu'ils feront introduire dans les règlements de construction à l'encontre des solutions dangereuses, dans les constructions des collectivités qui se doivent de donner l'exemple, puisque le nombre des usagers multiplie les effets bons ou mauvais des solutions trouvées, et, surtout, par les recherches théoriques gratuites auxquelles la science, la technique et le goût français travailleront avec dévouement pour le bien-être général.

Louis SAINSAULIEU,
Architecte du Gouvernement,
Directeur artistique de la Section
« Chauffage, Climatisation ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT)

Effets artistiques à tirer des appareils de chauffage continu.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT PRISE DANS SA SÉANCE DU 12 DÉCEMBRE 1940

En 1936 paraissaient, réunies dans un livre, *L'art et les techniques*, dont M. LUC, Directeur général de l'Enseignement technique, avait écrit la préface, cinq conférences faites l'année précédente au Conservatoire national des Arts et Métiers, par M. H.-M. MAGNE, professeur de la chaire d'Art appliqué aux Métiers.

Dans la dernière de ces conférences, qui avait pour sujet *L'évolution technique et l'expression artistique de la vie moderne*, l'auteur avait indiqué la question du caractère artistique à donner aux appareils de chauffage continu.

« C'est une erreur de croire, disait-il, que les exigences de la vie moderne dans la maison puissent être satisfaites s'il y a, d'une part, un architecte qui ne les connaît pas en établissant ses plans et, d'autre part, des ingénieurs qui, la maison construite, la compléteront par des installations dont ils sont spécialistes.

Les résultats demeureront incomplets si le plan et la structure même de la maison, si son expression décorative extérieure et intérieure ne répondent pas aux exigences mêmes de l'hygiène et du confort. Chauffage, éclairage, cuisine, hygiène sont les problèmes qui doivent retenir toute l'attention.

Le problème du chauffage et de l'aération est peut-être le plus important. C'est certainement un de ceux dont les solutions sont encore les plus rétrogrades.

Depuis l'origine des temps jusqu'au milieu du siècle dernier, les architectes ont eu à résoudre ce problème dans les conditions les plus difficiles, puisqu'il n'y avait pas d'autre moyen de chauffer une pièce que d'allumer du feu à l'intérieur de cette pièce, et que le bois entrait pour la plus grande part, quand ce n'était pas pour la totalité, dans la construction de la maison.

Pour éviter les incendies, pour évacuer la fumée, les architectes n'ont pas trouvé d'autre solution que de mettre la cheminée contre un mur, ce qui chauffait surtout ce mur et beaucoup moins le centre de la pièce.

Mais ce qui est remarquable, c'est d'abord l'esprit technique apporté à la construction de la cheminée : on a calculé le volume et l'inclinaison de la hotte pour la détente de la fumée, on a superposé les cheminées d'étage à étage pour que les hottes soutinssent les piédroits de l'étage supérieur. C'est aussi le parti qu'on a tiré de cette construction encombrante pour donner son caractère artistique à la salle : la technique et l'art se sont confondus pour produire ces belles œuvres que nous admirons dans tant de fermes et de châteaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis que l'humanité a été débarrassée du souci de la cheminée par l'invention des chauffages à circulation de chaleur, l'erreur a consisté à conserver la conception d'une source unique, bouche de chaleur, radiateur, alors que cette solution mauvaise, inévitable avec la cheminée, n'avait plus de raison d'être.

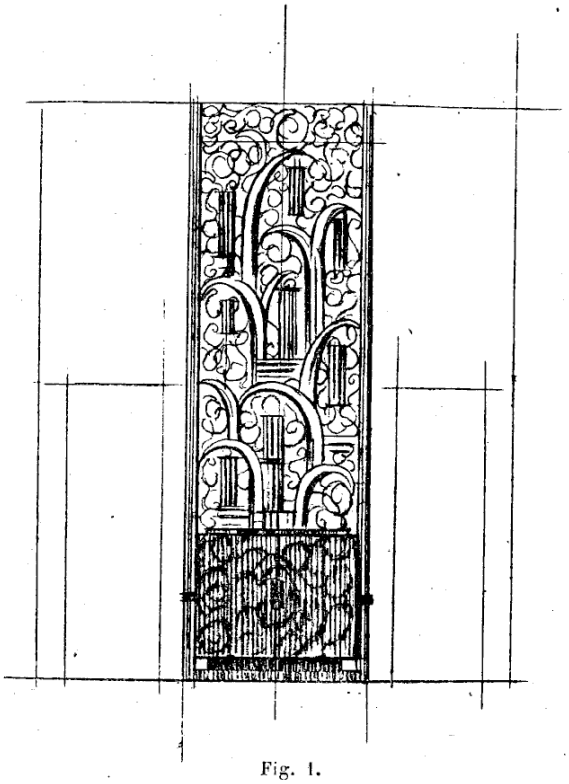


Fig. 1.

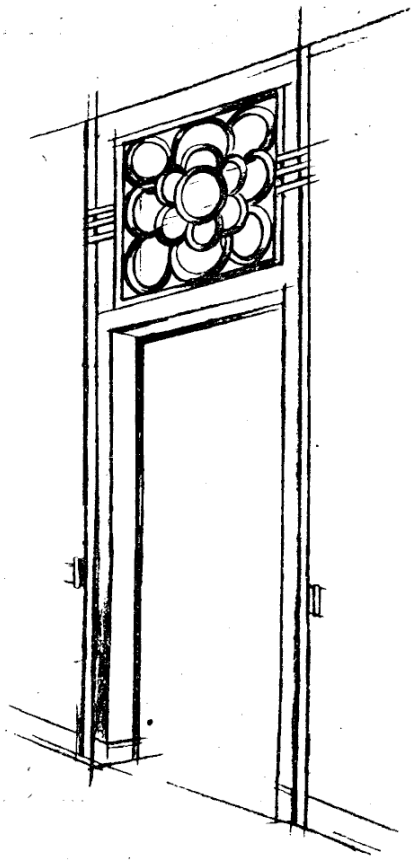


Fig. 2.

A l'erreur technique du radiateur, source unique, chauffant surtout un point du mur, s'est superposée l'erreur artistique de vouloir en dissimuler la laideur par un cache-radiateur qui intercepte la chaleur. Certains fondeurs ont cherché, avec la collaboration d'artistes de talent, à améliorer l'aspect du radiateur lui-même : c'est assurément plus intelligent que de vouloir le cacher, mais le radiateur n'en reste pas moins une erreur.

La solution récente du chauffage par panneaux abandonne le principe du chauffage de l'air pour revenir à celui du chauffage par radiation, qui est celui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des cheminées et de la chaleur solaire. Elle pourrait donner lieu à une recherche artistique si les tuyaux, les caissons chauffants restaient apparents. Noyés dans un sol ou dans un plafond, ils ne constituent aucun élément artistique et présentent l'inconvénient technique de l'impossibilité d'une surveillance ou d'une réparation.

Quelles seront les solutions de l'avenir? Consisteront-elles à garder le prin-

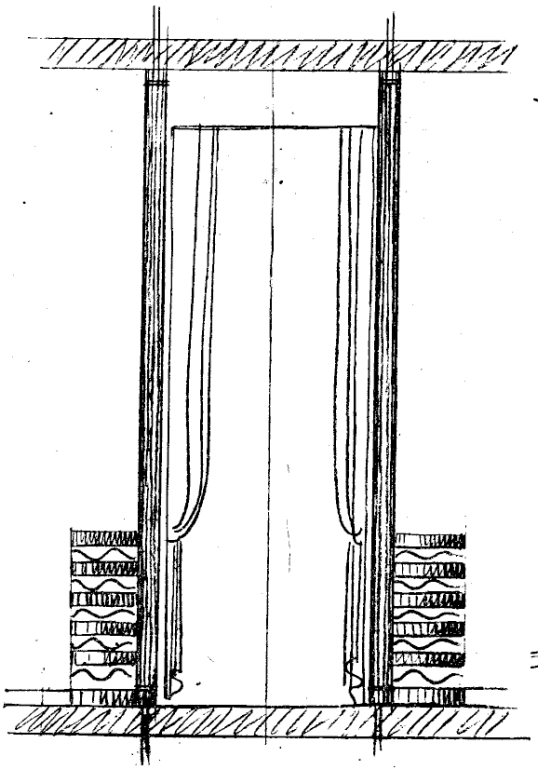


Fig. 3.

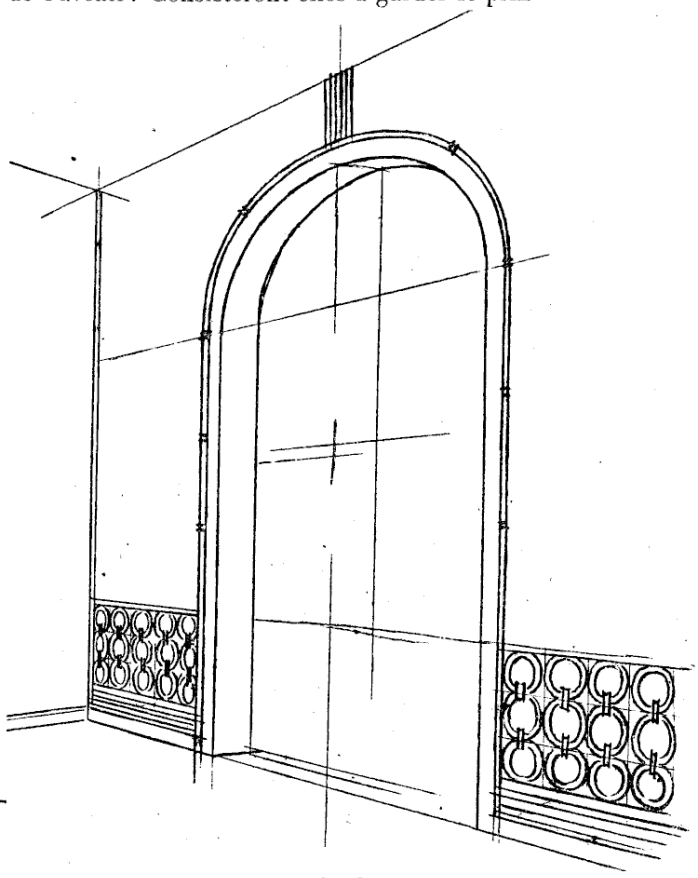


Fig. 4.

cipe de la circulation de chaleur par des tuyaux d'aller et de retour qui pourraient, passant du haut en bas d'un immeuble, par exemple de part et d'autre des fenêtres superposées d'étage en étage, devenir un motif décoratif qui les encadrerait ou qui se développerait le long des murs ou autour des plafonds?

Envisagera-t-on, profitant du mode de construction actuel, par poteaux isolés d'acier ou de béton armé, d'amener l'air, chauffé en hiver, refroidi en été, dans des murs creux à doubles parois? Le problème est entier : ses solutions méritent de tenter la collaboration des artistes et des ingénieurs. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un jeune artiste, M. Paul Giordani, a adressé à l'IRCAT, le 11 mars 1938, des croquis des dispositions multiples que lui ont suggérées ces lignes.

Ces dispositions découlent de l'idée que, dans les maisons à loyers, la superposition d'étages identiques permettrait d'aménager la disposition dite « en parapluie » en faisant passer verticalement de part et d'autre des fenêtres et des portes, par exemple, les tuyaux d'aller et de retour.

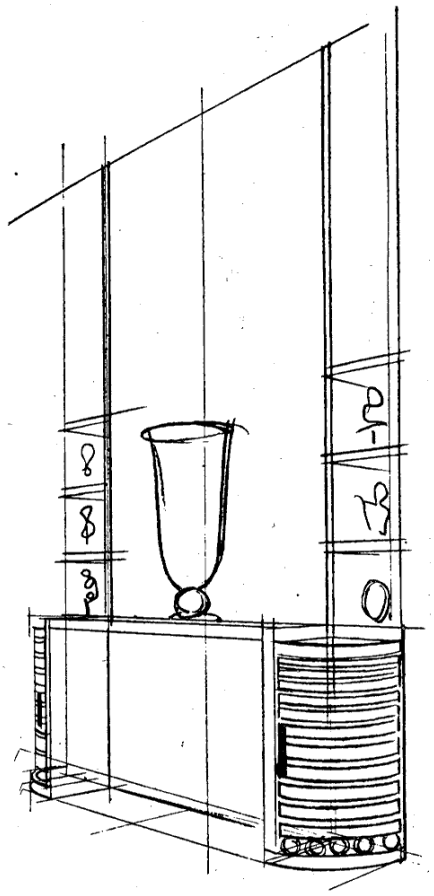


Fig. 5.

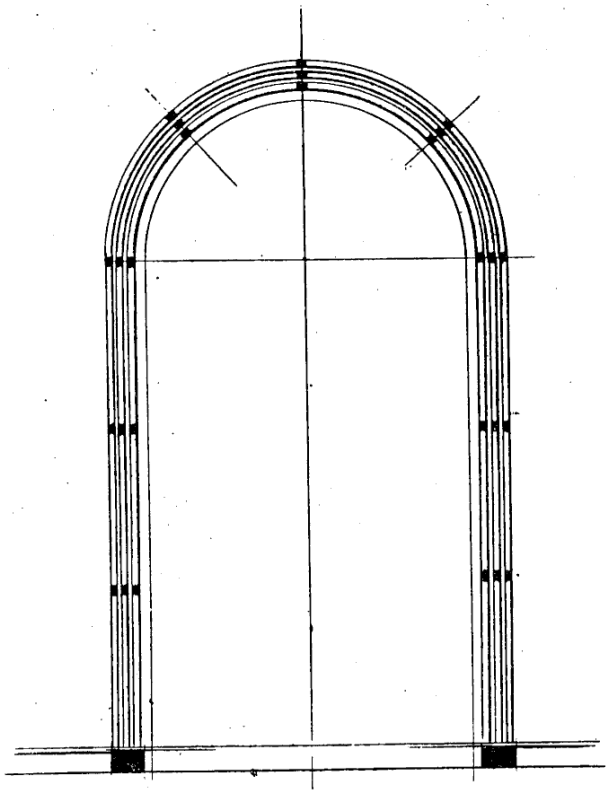


Fig. 6.

De cette idée résultent des dispositions de plaques radiantes formant trumeaux ou dessus de portes (fig. 1 et 2), de batteries formant soubassements des étagères (fig. 3, 4 et 5), des séries de tuyaux encadrant des baies ou des plafonds (fig. 6 et 7).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'autres croquis indiquent la recherche décorative qui pourrait s'attacher aux tuyaux mêmes et à leurs jonctions (fig. 8).

Il n'est pas douteux que la collaboration d'ingénieurs expérimentés avec un

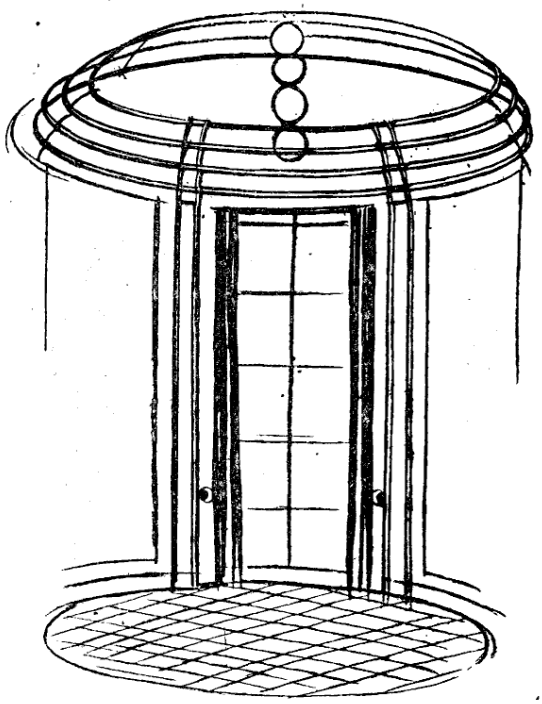


Fig. 7.

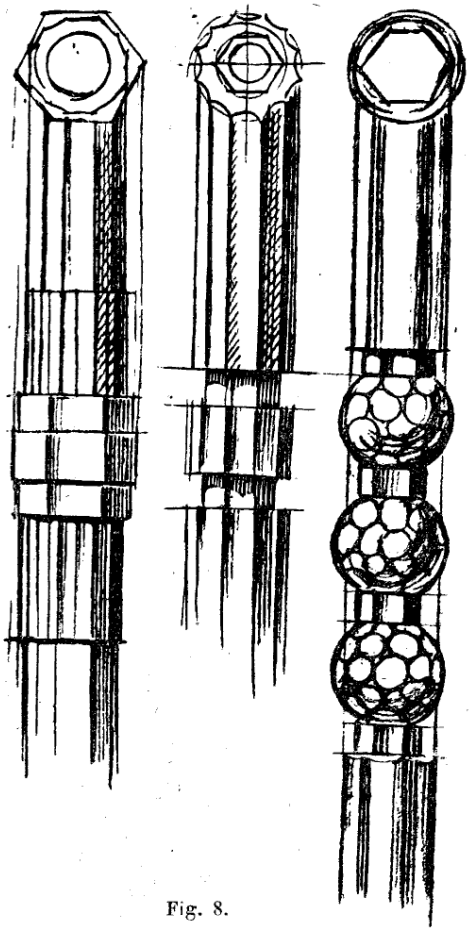


Fig. 8.

artiste tel que M. Giordani aboutirait à des résultats conformes à la tradition française suivant laquelle jamais, dans le passé, qu'il s'agît de pentures, de serrures, d'espagnolettes ou de tuyaux d'orgue, « nos artistes n'hésitèrent à se soumettre sincèrement aux nécessités techniques, mais les illustrèrent magnifiquement, pour que l'art naquît de ces nécessités ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT)

Enquête sur la construction des bâtiments à terrasses.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT
PRISE DANS SA SÉANCE DU 12 DÉCEMBRE 1940

EXPOSÉ PRÉLIMINAIRE.

Un des caractères de l'architecture internationale d'entre les deux guerres est le « toit plat ».

Cette pratique constructive, brusquement généralisée avec des matériaux hâtivement jetés sur le marché, s'est révélée extraordinairement décevante. On citera quelques faits caractéristiques. Certaines compagnies d'assurances, couvrant la responsabilité civile des constructeurs, refusèrent brusquement de nouveaux « risques » d'étanchéité, risques considérés comme « certains ». Dans une ville de l'Ouest, le repli des départements frontières provoqua de très nombreuses transactions immobilières; on remarqua alors que les habitations à toits plats ne trouvaient pas preneurs. On a pu calculer que, pour dix édifices du même ordre construits par une très grande collectivité, la réfection des terrasses et la réparation consécutive des dégâts dépassaient largement le prix de la construction complète d'un onzième édifice.

Il n'existe pas, bien entendu de statistique. Il est humain que les constructeurs minimisent leurs déboires, et les administrations, conscientes du gaspillage des deniers publics, ont les mêmes raisons d'être discrètes. Enfin, le caractère confidentiel et légalement protégé des affaires contentieuses interdit leur publicité. Tout ce que l'on peut affirmer, c'est qu'une étude objective de la question, avec les moyens plus ou moins clandestins dont on dispose, provoque un véritable sentiment d'effroi. On se trouve en présence de l'un des plus cuisants échecs de la technique moderne dans l'art de bâtir.

Il y a lieu d'ajouter immédiatement que cette impression pessimiste semble surtout valoir pour les années qui ont suivi l'avant-dernière guerre, de 1920 à 1930 approximativement. Il paraît bien, au contraire, que l'on puisse affirmer — avec toute la prudence qu'impose l'insuffisance du recul — que, depuis une dizaine d'années, sous certaines conditions et réserves, le succès soit en passe de devenir la règle.

Ce progrès peut s'expliquer par les trois raisons suivantes qui sont, d'ailleurs, intimement liées :

1° L'élimination, en quelque sorte spontanée, de produits d'étanchéité par trop évidemment nocifs. L'expérience a tout de même vaincu la publicité la plus éhontée;

2° L'organisation de laboratoires d'essais, du type « Sécuritas » ou « Véritas »,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui ont rendu d'inestimables services en précisant les constantes physiques et chimiques exigibles des produits d'étanchéité;

3° La conviction, chèrement acquise par les constructeurs à la lumière de l'expérience, que le « *procédé d'étanchéité* » *proprement dit n'est pas tout.* En effet, s'il est possible de réussir une terrasse avec un produit douteux, certaines terrasses ne seront jamais étanches quelle que soit l'excellence du produit. Il y a donc une manière de concevoir et de réaliser les planchers-terrasses qui conditionne, dans une très large mesure, le succès des procédés d'étanchéité proprement dits.

Ce sont précisément ces « règles de l'art », qui gardent présentement un caractère d'expérience individuelle, que la Commission groupant les Sections du Bâtiment se propose de dégager et de rédiger sous forme de *Conseils aux constructeurs de bâtiments à terrasses.*

Toutefois, la Commission a pensé qu'elle ne devait pas limiter ses sources aux seules connaissances de ses membres, mais, au contraire, réunir, au moyen d'une enquête s'adressant aux organismes d'étude qualifiés et aux techniciens éprouvés, le plus grand nombre possible de renseignements sûrs. C'est le programme de cette enquête qui fait l'objet du présent rapport.

PROGRAMME DE L'ENQUÊTE.

On tiendra compte des principes ci-après :

A) L'étude entreprise a pour objet *le problème général — problème d'architecture au premier chef — de la réussite des bâtiments à toits plats.* Elle néglige, au contraire, les procédés d'étanchéité proprement dits.

B) Elle se limite aux *planchers-terrasses proprement dits, — aux toits plats —* protégeant des locaux où *les conditions optima de confort et d'élégance sont exigées.* En conséquence, elle néglige l'étanchéité des « voiles minces » en béton armé couvrant des locaux industriels.

C) Le programme d'enquête n'est pas un simple questionnaire. *Il s'efforce de dégager les différents ordres de préoccupation qui sollicitent le constructeur.* Il trace les cadres de l'élaboration d'une doctrine saine et de méthodes sûres. Il procède donc par suggestions, laissant à chaque enquête la plus complète initiative.

Le caractère à la fois général et limité des principes ci-dessus nécessite quelques explications.

A) *Problème d'architecture.* — Un bâtiment est un tout organique. Développer cette idée serait faire un cours d'architecture. Mais il y a lieu d'insister sur l'étroite dépendance des éléments dans une ossature en béton armé où planchers et colonnes forment un tout homogène. Les anciens bâtiments en maçonnerie subissaient du fait de la plasticité persistante des mortiers, lents à durcir, des déformations acquises progressivement et sans heurts. Ils étaient protégés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par des couvertures à petits éléments imbriqués, très mobiles les uns par rapport aux autres, portés par des charpentes relativement souples et n'ayant pas de liaisons rigides avec le gros œuvre. En conséquence, ils ont pu traverser les siècles sans dommages appréciables sous la réserve de l'intervention périodique du couvreur du quartier ou du village. Au contraire, les bâtiments modernes à liaisons rigides sont, malgré la soupape de sûreté des joints de dilatation, le siège de désordres dus au retrait, aux changements de température, aux tassements inégaux du sol, désordres qui se propagent dans leurs membrures de façon aussi sûre et aussi désastreuse que les bruits et les vibrations. Alors que le toit en ardoises persiste à protéger efficacement la maison aux murs déformés et disjoints, le plancher-terrasse se rompt brutalement et cesse son office de protection sous l'action lointaine du moindre tassement.

Ce qui est vrai du point de vue constructif ne l'est pas moins du point de vue esthétique. Le rôle des couronnements des bâtiments : corniches, balustrades, silhouettes des toitures et des souches, est considérable et le caractère des villes et villages en dépend pour partie. Or, de la bonne ou de la mauvaise organisation des constructions « émergeantes » dépend, dans une large mesure, le succès de l'étanchéité. *Il y a des architectures qu'aucun procédé d'étanchéité ne saurait rendre réellement et durablement étanches.*

Enfin, la question primordiale de l'écoulement des eaux pluviales, les questions capitales d'isolation thermique, d'inertie calorifique, de protection contre les effets de l'insolation, sont étroitement connexes et dépendent du plan, du parti général, du choix des matériaux et de leur agencement.

En résumé, une architecture est conçue ou non, un bâtiment est construit ou non pour qu'un procédé d'étanchéité, quel qu'il soit, puisse ou non réussir. Ce sont donc bien les règles de la construction *des bâtiments à terrasses* qu'il y a lieu de dégager en premier lieu, puisqu'elles conditionnent le succès des moyens d'étanchéité proprement dits.

De plus, il semble convenable, pour le moment, de négliger la question des procédés particuliers d'étanchéité. En effet :

1° Ils ont le caractère subordonné que l'on vient de leur reconnaître;

2° Ce sont des problèmes pratiquement résolus. Les mauvais produits se sont éliminés d'eux-mêmes, les bons sont universellement connus et les caractéristiques physiques et chimiques des constituants sont parfaitement définies. Les règles mêmes de mise en œuvre de chacun des procédés types sont exposées dans les opuscules « Sécuritas » et « Véritas », et il ne semble pas qu'une nouvelle mouture de ces excellents travaux puisse présenter un intérêt quelconque;

3° L'efficacité de l'enquête dépend, dans une large mesure, du concours de certains entrepreneurs spécialisés dont l'expérience est particulièrement étendue. Or, toute exclusive, toute réserve même sur certaines catégories de produits ou procédés susciterait des polémiques susceptibles de priver la Commission d'une abondante et précieuse documentation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

B) *Restriction de l'étude aux « toits plats » et aux locaux à « conditions d'habitabilité optima »*. — On a prétendu que l'étanchéité des « voiles minces » en béton armé, dont le développement dans la construction industrielle est si considérable, pouvait être obtenue sans aucune superposition de produits étanches.

Sans exprimer d'opinion sur les chances de résolution du problème ainsi posé, on observera que, par définition même, il intéresse des locaux qu'une mince galette de béton sépare seule de l'extérieur. Même complétées par un doublage en matériaux calorifuges, de telles parois ne peuvent assurer à une chambre à coucher, à des locaux d'enseignement, de chirurgie, à des salles de musées, etc... les conditions d'habitabilité exigibles. Ces conditions ne sont d'ailleurs pas de rigueur pour abriter des locomotives, des avions ou des navires sur cale. On admet très bien alors qu'il soit procédé à l'obturation des fuites au fur et à mesure de leur apparition. Il suffit, pour s'en convaincre, d'observer le long des voies ferrées les zébrures de produits plastiques qui n'améliorent pas l'aspect extérieur des combles en béton armé des ateliers et remises.

La Commission est bien loin de méconnaître l'intérêt du problème des voiles minces et, notamment, des « voûtes autostables », technique véritablement nouvelle, susceptible d'influencer profondément l'architecture de l'avenir. Elle se propose, au contraire, d'en aborder l'étude en temps opportun. Mais le problème des planchers-terrasses est déjà assez vaste et assez urgent pour motiver une étude homogène, à condition toutefois de définir leurs conditions de réussite avec une précision suffisante.

A quelles qualités minima doit donc satisfaire un plancher-terrasse?

a) Protection absolue et essentiellement durable contre l'humidité atmosphérique, non seulement des plafonds, mais des murs dont les parements intérieurs pas plus que les parements extérieurs ne doivent s'humidifier;

b) Isolation thermique suffisante. Comme terme de comparaison, on dira que les déperditions calorifiques unitaires de l'étage directement sous terrasses doivent être, toutes choses égales d'ailleurs, égales ou inférieures à celles d'un étage intermédiaire;

c) Inertie calorifique suffisante. On usera du même terme de comparaison : l'étage intermédiaire;

d) Absence absolue de condensation, cette expression étant prise dans son acception la plus large et visant, non seulement l'humidification des surfaces avec ou sans formation de gouttelettes, mais même les dépôts de poussière, variant suivant les différences de température ou de saturation des différentes parties du plafond. Par exemple, en aucun cas, les poutrelles formant l'ossature des planchers ne devront apparaître au plafond;

e) Indifférence aux effets de l'insolation. On prendra encore, comme terme de comparaison, l'étage intermédiaire;

f) Invariabilité pratiquement absolue des surfaces et des volumes. Autrement dit, le fait, pour un local, d'être sous terrasse ne justifie aucune fissuration, aucun décollement d'enduit, aucune altération des revêtements, quelles que soient leur nature et leur fragilité;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

g) Insonorité. L'étage sous terrasse ne doit pas être défavorisé par rapport aux étages inférieurs, du fait de sa plus grande surface de contact avec l'atmosphère extérieure bruyante.

Il n'y a pas à considérer ces exigences comme excessives, puisqu'elles sont normalement satisfaites dans les édifices à combles et greniers. La couverture en plancher-terrasse ne saurait être un procédé de seconde zone, limité à la satisfaction de besoins réduits, ou, s'il en était ainsi, il faudrait que cela fût parfaitement connu et répandu. Jusqu'à preuve du contraire, un local sous terrasse doit pouvoir s'accommoder de tous les raffinements imaginables du confort et du luxe et l'on y comprendra, à titre d'exemple, le marouflage en plafond d'une toile de maître;

h) Le problème de la *durée* intéresse peut-être davantage le choix du procédé que le parti général. Il est également lié aux *possibilités de réparations* et aux *facilités d'entretien* dépendant moins du procédé lui-même que du parti architectural. Quoi qu'il en soit, le constructeur qui prétend faire une terrasse étanche devra toujours avoir présente à l'esprit la question : *pour combien de temps?*

C) *Élaboration d'une doctrine et non pas rédaction d'un règlement.* — Il ne s'agit ni de restreindre la liberté de composition, ni de codifier, mais de dégager des règles générales susceptibles de guider les constructeurs, d'attirer à la fois leur attention sur les dangers de certains errements et la nécessité de certaines précautions.

En conséquence, les organismes d'études et les techniciens consultés sont invités, dans les limites très larges définies ci-après, à présenter toutes les suggestions que peut leur dicter l'expérience. On leur demande, avant tout, d'être objectifs, la plus absolue discrétion leur étant, par ailleurs, garantie.

On indiquera sommairement les principaux problèmes qui sollicitent, qui assaillent pourrait-on dire, le constructeur de planchers-terrasses. On constatera les mécomptes, on en recherchera les causes, on indiquera les dispositions, classiques ou non, qui eussent pu les prévenir. L'ordre logique fera défaut parce que les questions à résoudre sont connexes, singulièrement enchevêtrées et difficiles à présenter isolément. Les redites seront, par conséquent, nombreuses. Les enquêtés sont invités à participer à l'effort de mise en ordre des questions traitées nécessaires à la clarté et à la concision du recueil de conseils que la Commission se propose d'élaborer.

*
* *

A. — LES LIAISONS ENTRE LE PLANCHER-TERRASSE A ÉTANCHER ET LE GROS ŒUVRE QUI LE PORTE.

Le développement des toits plats et celui du béton armé sont parallèles. Le plancher en béton armé, par son imputrescibilité, son étanchéité propre relative, sa rigidité également relative apparut à son origine comme le support idéal des procédés d'étanchéité, quand on n'allait pas jusqu'à le considérer comme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

étanche par lui-même. Ces espoirs étaient téméraires. Voûtes en maçonnerie, solivages en fer hourdés de briques, voire même plancher en bois avec parquet cloué réagissent moins malencontreusement sur l'application étanche que le béton armé mis en œuvre sans précautions spéciales. On pourrait citer de nombreux cas de terrasses établies entre 1900 et 1914 sur des solivages en bois et réalisées en ciment volcanique qui sont encore aujourd'hui étanches sans avoir jamais subi de réparations.

Parmi ces précautions spéciales de mise en œuvre des planchers-terrasses en béton armé, il faut indiquer, tout de suite après *le fractionnement*, *la nature des liaisons avec les murs extérieurs porteurs*, c'est-à-dire avec le gros œuvre.

Le gros œuvre des bâtiments peut se répartir, du point de vue qui nous occupe, en deux catégories :

a) les constructions à ossature en béton armé;

b) tous les autres modes de construction, y compris celui à ossature métallique, dans lesquels, en règle générale, la rigidité des liaisons n'existe que très imparfaitement.

Les liaisons hyperstatiques, plus ou moins complètement réalisées, sont au contraire la règle dans les ossatures en béton armé avec tous les inconvénients de la propagation des déformations et désordres par le fait de la continuité. Ces déformations et désordres ont des causes bien connues dans leurs principes, mais fort mal dans leur processus, leurs effets demeurant singulièrement capricieux. Citons, sans prétendre être complets :

Les effets des tassements du sol de fondation, même infimes;

Les effets du retrait, mal connus, imprévisibles souvent, les ruptures se produisant parfois près des joints organisés pour les compenser;

Les conséquences des variations de la température ou de l'insolation qui n'entraînent pas seulement des contractions et des dilatations donnant naissance à des contraintes suivies de ruptures, mais gauchissent les voiles minces et les pans de béton, désorganisant les remplissages et les revêtements extérieurs, fissurant même les cloisonnements intérieurs, etc.;

Les ruptures dues aux contraintes mal équilibrées : moments négatifs aux appuis, allongements non solidaires des aciers tendus par rapport au béton, etc.;

Les déformations dues au défaut de rigidité des éléments : flèches excessives, roulement, flambement, etc.;

Les effets très curieux d'amplification des déformations et désordres du fait de la continuité, parallèlement à ce qui se produit pour les bruits et les vibrations;

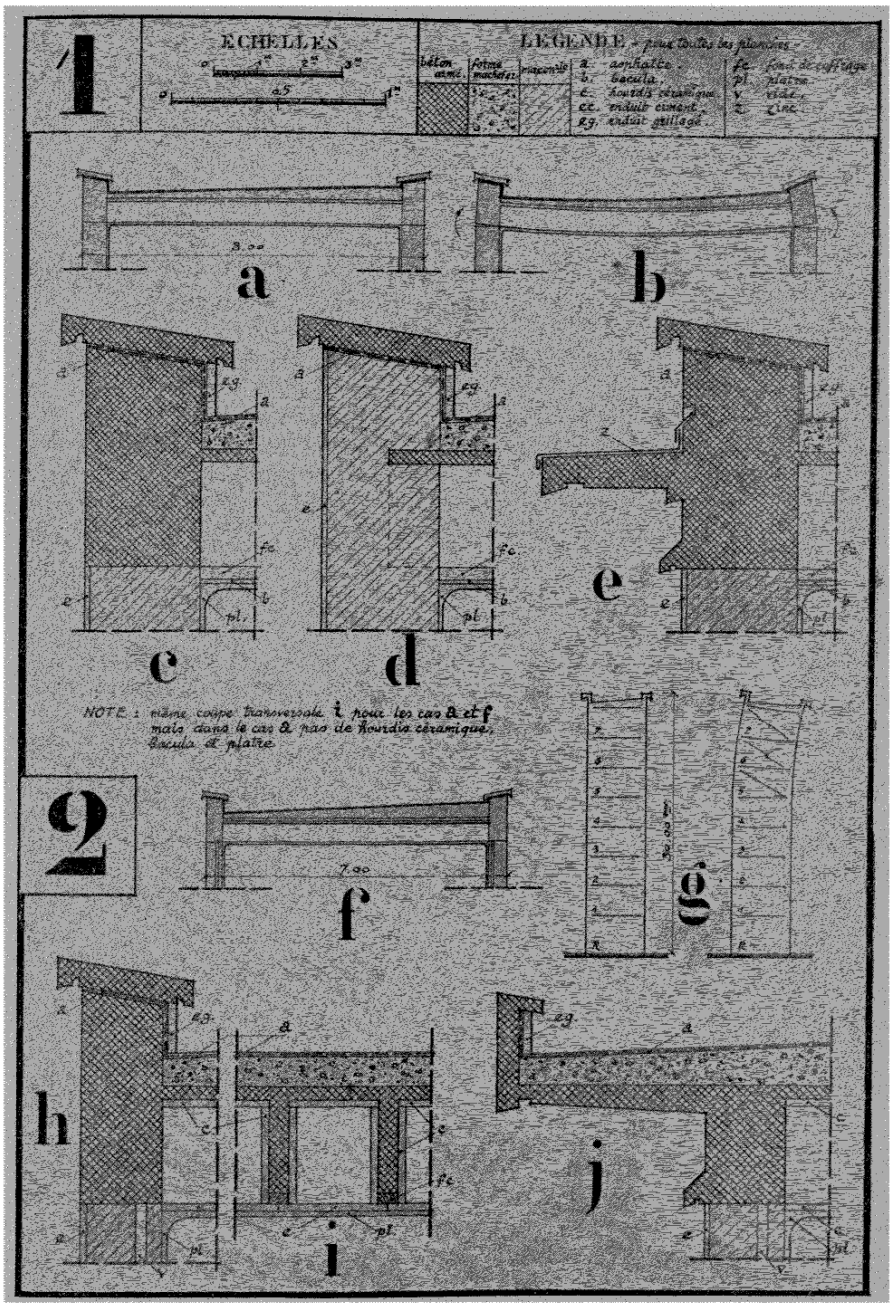
Les conséquences de ces vibrations elles-mêmes, etc., etc.

DEUX EXEMPLES : 1° LE GROS ŒUVRE N'EST PAS EN BÉTON ARMÉ (fig. 1). — Bâtiment rectangulaire, isolé, de 30 m $\times$ 8 m; 2 étages.

Murs en bonne maçonnerie de moellons de 0,55 m d'épaisseur, enduits extérieurement au mortier de ciment.

Plancher-terrasse en béton armé, dalle à nervure calculée sur appui libre,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais avec chaînage au pourtour ayant toute la hauteur du plancher et toute la largeur des murs.

Étanchéité en asphalte coulé 2 couches étendues sur toute la surface, y compris à l'aplomb des murs.

Plafond plâtre sur baccula cloué sur les fonds de coffrages des nervures laissés en place.

Climat d'altitude à forts écarts journaliers de température.

Observations faites. — Très abondantes pénétrations d'humidité en *m n* et *m' n'*. Des auréoles se forment sur le plafond et sur les retombées peints à la colle.

Vérification faite à l'eau en remplissant jusqu'au niveau supérieur des costières. Aucune aggravation des taches d'humidité au bout de trois jours. L'étanchéité du revêtement en asphalte est absolument parfaite.

On est ainsi amené à constater que l'eau s'introduit uniquement par capillarité par les fissures horizontales de l'enduit extérieur au niveau de l'arase *a b* des maçonneries sous le chaînage en béton armé. L'eau est absorbée par le plâtre et les auréoles se forment aussi bien sur le plafond que sur les retombées.

Causes. — Les différences d'amplitude des variations de longueur, sous l'influence des changements de température, du béton et de la maçonnerie corrélativement aux effets du retrait, ont entraîné un *véritable sectionnement du bâtiment* suivant le plan *a b*.

Deux autres causes secondaires aggravent les conséquences de cette rupture en « ouvrant » les fissures vers les parements extérieurs des murs, facilitant l'introduction des eaux de ruissellement :

Une légère insuffisance de rigidité de la dalle nervurée dont la flexion entre appuis est trop forte ;

La différence de température, par temps très froid, entre le dessus de la dalle qui se contracte et les sous-faces des nervures maintenues à la température élevée de l'intérieur. Il y a accentuation de la courbure due à la flèche normale et rotation des chaînages dans le sens indiqué sur la figure 1 b.

Dispositions susceptibles de prévenir ce défaut d'étanchéité (fig. 1 c et d). — Les dispositions figurées fig. 1 en c et d ne seraient toutefois efficaces qu'en prévenant les conséquences des ruptures par fissuration verticale de la corniche et du bandeau.

Le problème de la corniche et celui de la protection de la corniche sont ainsi posés. On les retrouvera plus loin.

2° LE GROS ŒUVRE EST UNE OSSATURE EN BÉTON ARMÉ (fig. 2). — Bâtiment rectangulaire de 120 m × 7 m avec 3 joints de dilatation intermédiaires, soit tous les 30 m environ. Un rez-de-chaussée et 7 étages carrés. Hauteur totale : 30 m environ.

Remplissage entre les poteaux et les longrines d'ossatures des façades, en briques creuses de 0,22 m avec enduit extérieur ciment, avec doublage intérieur en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cloisons légères hourdées et enduites au plâtre, le vide d'air entre les deux parois étant mince mais continu.

Plancher-terrasse en béton armé, à double hourdi terre cuite, haut et bas des nervures sur longrines béton armé continues d'un joint de dilatation à un autre.

Étanchéité multicouche.

Plafond plâtre sur hourdi inférieur.

Climat de haute altitude à très forts écarts journaliers de température.

Observations faites. — Taches d'humidité sur les retombées et le plafond en *m* de la façade sud, d'importance décroissante du septième au cinquième étages inclus.

Altération des plâtres sous forme de fissures et décollements aux cloisons et en plafonds. Notamment des fissures diagonales très accentuées *f f'* affectant toutes les cloisons transversales bloquées au plâtre entre la dalle du plancher et le hourdi inférieur du plancher-terrasse.

Comme dans l'exemple de la figure 1, vérification faite, l'étanchéité multicouche est intacte et absolument imperméable. L'eau s'introduit uniquement par la façade sud à hauteur des plafonds.

Causes. — Déformations périodiques de l'ossature sous l'action des variations de température (fig. 2 b).

En hiver, la différence de température entre la façade sud isolée et la façade nord est de l'ordre, avec la réverbération due à la neige, de 35°. La différence de longueur des poteaux nord et sud peut atteindre, en conséquence

$$l = x\,(t - t_0) = 11 \times 10^{-6} \times 35^\circ \times 30\ \text{m} = 0{,}011\ \text{n}$$

soit plus d'un centimètre.

Les oscillations journalières ouvrent et ferment successivement les joints horizontaux entre remplissage et longrines et désorganisent les joints verticaux ; les eaux de ruissellement dues aux pluies venant du sud s'introduisent dans les remplissages par capillarité, gagnant le doublage au plâtre malgré le vide d'air, en cheminant le long des faces normales au mur des poteaux et longrines.

Ces oscillations déforment les cadres rectangulaires, insérant les cloisons transversales, en y provoquant des fissures diagonales et divers autres désordres dans les légers ouvrages et faïences de revêtement. On constate bien quelques effets semblables à l'étage inférieur (6me), mais plus rien à partir du cinquième étage.

Ainsi les conditions d'habitabilité du septième étage directement sous terrasse sont inférieures à celles des étages intermédiaires (taches d'humidité et fissures sans parler d'autres inconvénients probables, comme un moindre isolement thermique). Cependant l'étanchéité proprement dite n'est pas en cause et la structure générale doit seule être incriminée.

En effet, en réalisant pratiquement les dispositions schématiques définies par les croquis joints (fig. 1 c et d), aucun des inconvénients constatés ne serait à redouter. Ces dispositions nous ramènent au problème de la corniche et introduisent celui, non moins important, des plafonds indépendants du plancher-terrasse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les exemples pourraient être multipliés. Ce qui importe, c'est de faire ressortir qu'il y a des façons bonnes ou mauvaises d'organiser un plancher-terrasse en béton armé, en fonction de l'œuvre sous-jacent. Il y a donc des règles générales à dégager. Parmi celles-ci, il semble bien que le conseil de réaliser les planchers-terrasses sur appuis libres, organisés comme tels, voire même avec des surfaces de glissement si les portées sont grandes, soit toujours un conseil bon à suivre.

En conséquence :

proscrire les liaisons rigides entre l'œuvre portant et le plancher-terrasse;

organiser des surfaces de contact susceptibles d'amortir leurs actions réciproques et d'assurer la liberté de leurs déformations réciproques;

protéger efficacement les joints de glissement horizontaux contre tout atteinte des eaux de ruissellement ou d'infiltration,

telles pourraient être quelques-unes des règles élémentaires à formuler.

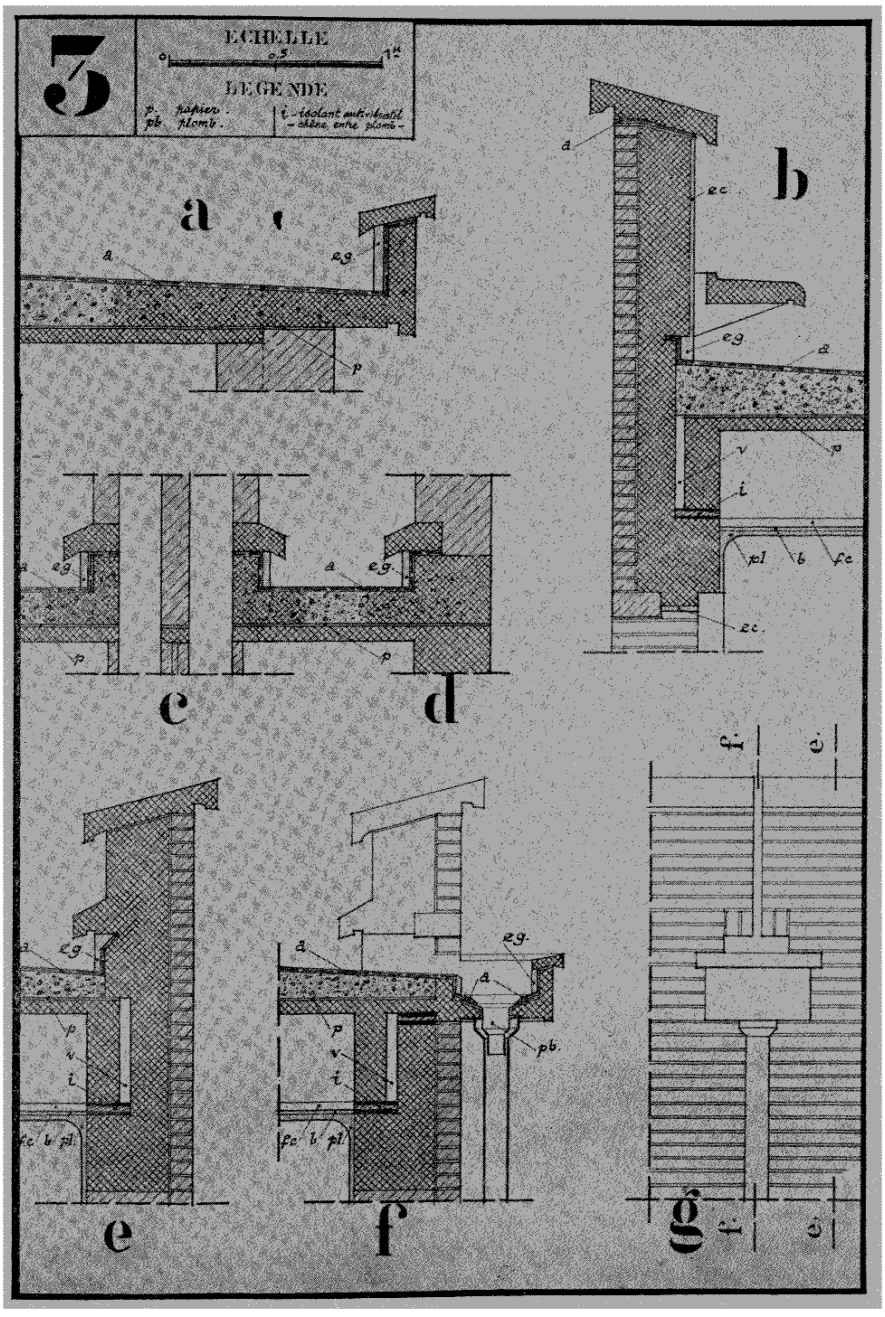
B. — LE PLANCHER PROPREMENT DIT, SUPPORT DE L'ÉTANCHÉITÉ.

Il est normalement en béton armé. Nous le supposons indépendant de l'ossature verticale portante et libre de se dilater et de se contracter en largeur. Il y a nécessité absolue de lui laisser la même liberté en longueur. Il en résulte que le nombre des joints de dilatation du plancher est double, ou mieux triple (espacement de 15 à 10 m) de celui des joints de dilatation du gros œuvre (espacement 40 m). On limite ainsi les surfaces élémentaires à étancher à 100 ou 150 m² maximum.

Ces surfaces élémentaires indépendantes les unes des autres et du gros œuvre sont à construire aussi rigides et inertes que possible. Elles ne doivent ni fléchir, ni se voiler, ni vibrer, ni s'échauffer ou se refroidir trop vite. La poursuite, frénétique ces derniers temps, de la légèreté à tout prix, va toujours à l'encontre du bon résultat des terrasses. Poutres, poutrelles, hourdis doivent être calculés sur appuis libres, les hauteurs des sections largement choisies pour réduire les flèches prévisibles très au-dessous du millième, tout en admettant des surcharges surestimées et jamais inférieures à 400 kg/m². Si la trop grande portée ou d'autres considérations imposent des appuis intermédiaires, ferraillages et sections devront prévenir la formation des fissures et des déformations dans les régions des moments négatifs.

Chaque plancher élémentaire porte, en règle générale, ses costières de rives extérieures et de joints de rupture ainsi que les reliefs de pénétration des constructions émergeantes. Il constitue une sorte d'évier de forme plus ou moins compliquée ayant, au minimum, un orifice d'évacuation et un orifice de trop-plein. Le niveau de ce dernier doit maintenir le plan d'eau éventuel à 10 cm au moins au-dessous de l'arase des reliefs. Le fond en sera taillé par plans nets avec noues, arêtiers et faîtages, la pente d'un versant n'étant jamais inférieure à 0,03. Une terrasse n'est pas une toiture plate, mais une toiture à faible pente. L'oubli de cette considération élémentaire a entraîné des mécomptes innombrables. Il se peut que les pentes soient obtenues au coulage des dalles si cela n'entraîne pas des coffrages trop compliqués; mais, même dans cette hypo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

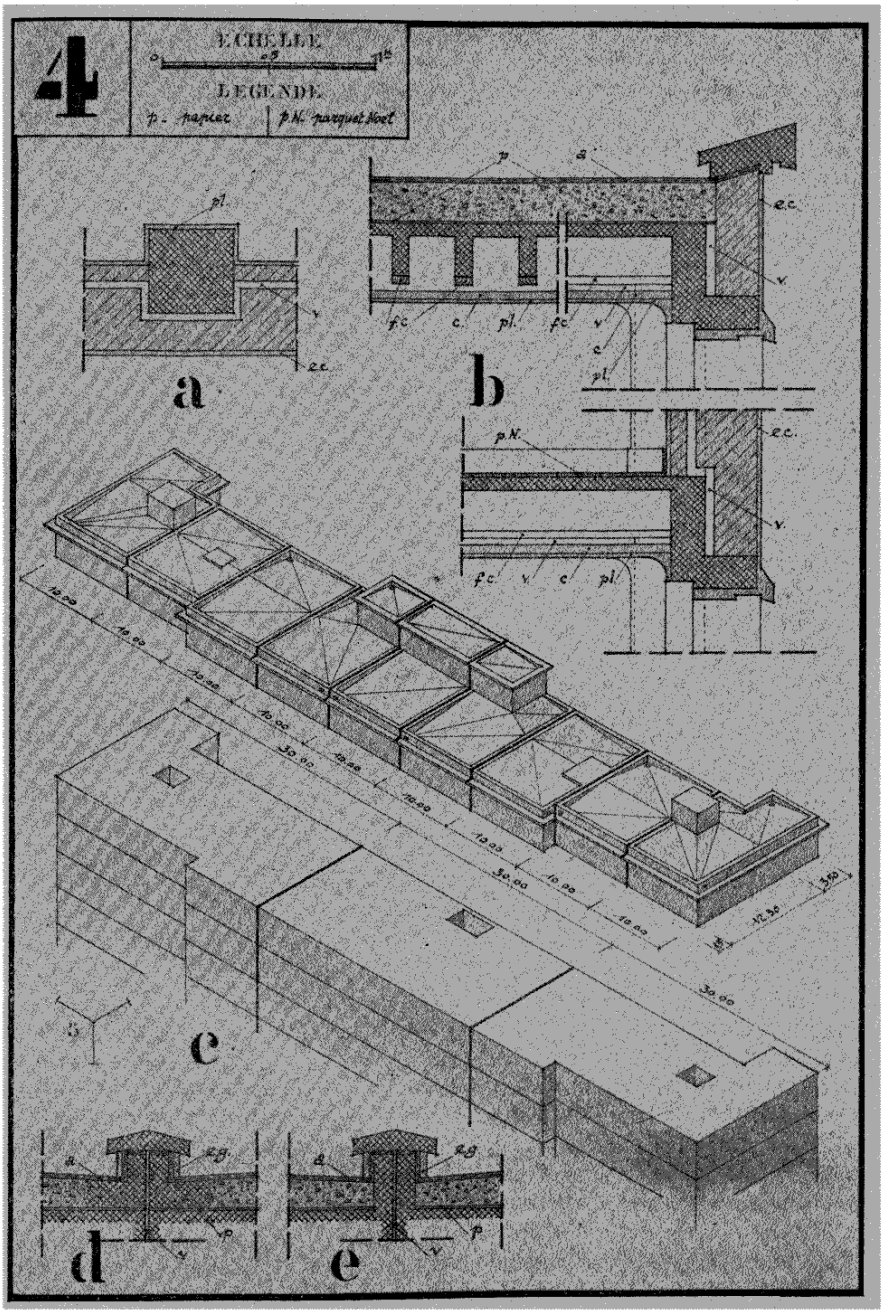
thèse, l'*application étanche ne sera jamais faite directement sur le béton armé*. Un matelas de matériaux autant que possible légers et isolants, mais avant tout plastiques et n'adhérant pas au support, sera obligatoirement interposé. C'est la forme, dont l'épaisseur, aux points bas, ne sera jamais inférieure à 10 cm. Les moyens d'éviter l'adhérence de la forme — papier, sable — sont bien connus. Ils seront plus efficaces si la forme elle-même n'est composée que de matériaux secs — mâchefer en grains, ponce artificielle, pouzzolanes, etc., agglomérés par simple pilonnage sans liant et maintenus par une bonne chape épaisse, au besoin grillagée, remontée dans les engravures des costières et des reliefs. Ces engravures, venues au coulage, car il est impossible de les creuser après coup, auront une profondeur de l'ordre de 10 cm de façon à abriter confortablement : la chape sous application, l'application étanche et la plinthe de protection. Les figures 3 donnent des exemples de relief et de solins protecteurs susceptibles de donner satisfaction. Les possibilités de jeux, de mouvements dans le sens horizontal, de l'application par rapport à la forme, des éléments constituant la forme les uns par rapport aux autres, de la forme par rapport au plancher, sont parmi les facteurs de la réussite.

Une méthode qui a fait ses preuves consiste à araser horizontalement le plancher-terrasse en béton armé sans aucun relief et à obtenir ceux-ci à partir de la forme elle-même, additionnée de liant, modifiée comme composition et dosage et armée s'il y a lieu dans les régions intéressées (fig. 4). Ainsi les mouvements du plancher qui n'auraient pu être compensés ne se répercuteront pas dans les reliefs qui constituent toujours des parties délicates.

Les modes d'exécution des joints de dilatation sont classiques et se répartissent en deux catégories : le double relief avec chaperon et le joint souple — papier et fibro-ciment ou plomb — insérés entre deux ou plusieurs couches d'application étanches. Les seconds, souvent inévitables — cas des terrasses accessibles à revêtements continus — ne peuvent réussir que s'ils sont suffisamment rapprochés — 2 à 5 m — pour limiter l'amplitude des glissements. Par contre, étant donné le risque toujours possible de mauvaise exécution, ce rapprochement augmente les chances d'accidents.

Ces procédés usuels de joints de dilatation ne sont pas sans reproches. Notamment, et particulièrement dans les pays à neige, les effets de capillarité, voire même de siphonnage, entraînent des désastres. La durée des joints souples est limitée et leur réfection, sous revêtements en dur, particulièrement onéreuse. On demande donc aux organismes et techniciens interrogés toutes suggestions tendant à l'amélioration des procédés classiques. On indiquera tout de suite qu'il semble bien que l'on ne fasse pas un suffisant usage du métal dans les travaux complémentaires d'étanchéité. Cela tient peut-être à ce que les maçons ont fait — tout seuls, en achetant un produit noir quelconque — beaucoup trop de terrasses et fourré du béton partout, voire même des chapes en ciment qui ne valent jamais rien en couverture; peut-être aussi à ce que l'étancheur est, normalement, le rival du couvreur. Cependant un chaperon continu, en ciment armé, même massif, claquera inévitablement s'il est trop long et, exécuté avec des joints

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plastiques rapprochés, sera d'une exécution difficile et coûteuse. Dans l'un et l'autre cas, il est encombrant et lourd d'aspect. Les métaux, et notamment les rigides, cuivre et zinc, se prêtent admirablement à tous dispositifs permettant la libre dilatation et supprimant les effets de succion.

A noter que les solutions de continuité que sont les joints de dilatation mettent l'atmosphère extérieure en communication avec les vides d'air intérieurs du plancher. Il y a là une source de difficultés graves : accélération de la circulation d'air à l'intérieur des alvéoles, refroidissement de l'ensemble ou localisé, d'où condensations, etc. Enfin, la pénétration d'un joint horizontal dans une paroi verticale ne va jamais sans quelques difficultés à prévoir et résoudre.

C. — LES PROBLÈMES THERMIQUES.

En négligeant, pour le moment, les effets propres à l'insolation, ces problèmes ont trois aspects principaux : condensations; isolation thermique; inertie thermique.

Des condensations abondantes avec formation de gouttelettes caractérisent les terrasses impropres à protéger des locaux d'habitation. Elles peuvent être beaucoup plus restreintes et n'avoir d'autre conséquence que de favoriser la fixation des poussières au droit des parties plus fraîches, correspondant aux poutrelles ayant toute l'épaisseur du plancher, phénomène d'ailleurs bien plus complexe et qui mériterait d'être complètement analysé. Elles devront, même dans ce cas, être considérées comme intolérables. Il n'est pas admissible, en effet, qu'un plafond sous terrasses vieillisse plus mal qu'un plancher d'étage courant et ne puisse recevoir, sans crainte d'altération, une peinture décorative.

L'expérience semble prouver que, quelles que soient les qualités d'isolation thermique d'un plancher-terrasse, les effets secondaires de la condensation — raies parallèles au droit des poutrelles — ne puissent pas être totalement évités. Une seule méthode paraît efficace : le vide d'air continu, les plafonds suspendus par des agrafes métalliques n'ayant pas de surfaces de contact notables avec les planchers sous atmosphère froide.

Les risques de condensation dépendent, évidemment, de la quantité de vapeur d'eau produite dans les locaux. Il y aurait donc lieu de fixer pour les buanderies, bains-douches, etc., les conditions minima auxquelles les planchers-terrasses doivent satisfaire pour être admis à protéger ces locaux.

L'isolation thermique a pour objet de réduire la quantité horaire de chaleur traversant le plancher-terrasse d'un local chauffé sous atmosphère froide. On l'obtient par deux moyens : augmentation d'épaisseur des matériaux usuels des planchers B A, terre cuite, béton maigre, etc. — solution lourde — ou doublage en matériaux calorifuges, liège, bois synthétiques, etc. — solution légère. Sans écarter le second procédé au profit du premier, on fera remarquer que la solution lourde est aussi celle du problème de l'inertie thermique.

L'inertie thermique est la propriété que possède un corps d'emmagasiner de la chaleur qu'il est ensuite capable de restituer. Une construction à forte inertie calorifique protégera efficacement l'habitant contre les variations journalières de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la température extérieure. Dans une construction à parois légères, même calorifugées — un wagon par exemple — l'abaissement de la température extérieure sera ressenti à l'intérieur presque instantanément et on ne pourra maintenir la température initiale que par un apport constant de calories. Au contraire, dans une construction à parois et voûtes épaisses, le freinage sera tel que, non seulement les variations journalières de température ne seront pas perceptibles, mais même, dans une certaine mesure, les variations saisonnières.

Une inertie thermique suffisante est peut-être la qualité primordiale de l'habitation véritablement adaptée à l'usage humain. Depuis des millénaires les constructeurs traditionnels ont adapté les épaisseurs des murs à l'amplitude des variations journalières de température. C'est ainsi que les constructions sahariennes ont des parois plus épaisses que celles de l'ouest ou même du nord de la France. L'inertie thermique croît, à surface de plancher-terrasse égale, dans le même sens que le poids et, partant, l'épaisseur du plancher, les matériaux usuels de maçonnerie ayant des chaleurs spécifiques peu différentes les unes des autres. On en conclura que le fait de clouer, sous n'importe quelle mauvaise dalle de béton, n'importe quel produit publicitaire formidablement isolant ne suffit pas pour obtenir des locaux humainement habitables.

On a cru devoir insister sur cette notion capitale qui pose celle *du minimum de poids acceptable pour un plancher-terrasse d'habitation*, compte tenu des conditions climatiques, parce que, instinctive chez les constructeurs traditionnels, elle a été oubliée à une époque où le dogme du progrès scientifique va souvent à l'encontre de la véritable expérience.

Les problèmes de déperdition et d'inertie sont, en règle générale, mal posés ou négligés. Les constructeurs ne sont, en effet, jamais très sûrs de satisfaire à la fois aux conditions techniques y afférentes et aux exigences de l'économie. Comparons cette incertitude avec la tranquillité d'esprit que donne l'application des règles semi-empiriques de la résistance des matériaux quand il s'agit de la simple résistance du plancher à des charges données. On sait à la fois que les contraintes les plus élevées ne dépassent pas les maxima que la pratique a fixés et que les quantités mises en œuvre, et par conséquent le prix de l'ouvrage, ressortissent à des moyennes sur lesquelles tout le monde est d'accord. C'est une tout autre affaire quand il s'agit de déterminer le coefficient de déperdition calorifique et d'apprécier le degré d'inertie thermique d'un plancher-terrasse et surtout d'un plancher à vides d'air compartimentés ou non. Les sections scientifiques de l'IRCAT feraient, avec le concours des organismes et techniciens consultés, l'œuvre la plus utile pour les praticiens en débrouillant ces questions dans un but d'application essentiellement pratique : rédaction de cahiers des conditions techniques, épreuves de laboratoires, épreuves en œuvre, etc. Il s'agit moins, en effet, d'indiquer les moyens de faire un plancher-terrasse — ce qui pourrait avoir pour conséquence de brider les initiatives — que d'indiquer les conditions auxquelles il doit satisfaire du point de vue technique ainsi que les moyens, extrêmement délicats d'ailleurs, de vérification. Les normes à dégager ne sauraient valoir; bien entendu, pour l'ensemble du terri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toire impérial. Elles seraient nécessairement régionales et, dans chaque région, devraient tenir compte de l'altitude, de l'exposition, du régime des vents, des durées d'insolation et de leur intensité, etc. Les techniciens du chauffage possèdent les renseignements de base nécessaires et sont particulièrement intéressés à la détermination précise du coefficient des planchers-terrasses, alvéolaires ou non, couvrant les locaux à chauffer. Il est donc tout particulièrement fait appel à leur concours.

D. — L'INSOLATION.

On sait que certains locaux sous terrasses, dont les conditions d'habitabilité sont normales la plus grande partie de l'année, deviennent proprement inhabitables pendant les mois d'été. Les usagers ne profitent plus, en effet, de la fraîcheur des nuits, la chaleur emmagasinée du jour par les terrasses insolées leur étant alors restituée avec usure.

Ce problème, connexe des problèmes thermiques évoqués ci-dessus, conduit quelquefois à des conclusions qui leur sont, en apparence, contradictoires. La question de l'insolation a fait l'objet de travaux remarquables et il est particulièrement demandé aux auteurs d'une des maquettes de la dernière exposition de l'OTUA d'apporter leur concours à l'IRCAT.

Une question subsidiaire est celle de l'aération des vides d'air des planchers-terrasses, soit en vue de leur rafraîchissement (insolation), soit en vue de leur réchauffage (hypocauste, matelas d'air tempéré et immobile isolant, etc., voire même au point de vue de l'asséchement (putrescibilité de certains matériaux isolants, élimination de l'eau de construction, évacuation des condensations et même de l'eau de fuites accidentelles). On peut dire que cette ventilation permanente est une nécessité, mais elle est excessivement difficile à doser (prévisions) et à régler (exécution) et mérite une étude approfondie. On pourrait citer de nombreux cas où des effets de capillarité ont rendu permanentes des fuites accidentelles dont les effets eussent été nuls ou insignifiants si une bonne ventilation avait permis d'éliminer l'apport fortuit ou périodique de faibles quantités d'eau.

En poussant les choses à l'extrême, les partisans du vide d'air continu, avec hourdi-plafond suspendu par agrafes métalliques, en arrivent tout naturellement à préconiser un vide accessible formant gaine à tuyauterie, atmosphère tampon entre les locaux chauffés et l'air extérieur froid, et permettant de déceler les fuites en temps utile. C'est, en somme, le grenier de nos pères quelque peu aplati, reconstitué artificiellement en l'absence de toiture. Il faut se demander alors s'il ne fonctionnera pas comme accumulateur de chaleur ou de froid, si sa hauteur relative en favorisant les courants de convection n'accroîtra pas les déperditions, quel devra être son régime de ventilation, de rafraîchissement ou de réchauffage, etc., toutes questions indispensables à serrer de près.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

E. — LES CONSTRUCTIONS ADVENTIVES ÉMERGEANTES ET SAILLANTES

La solution des problèmes d'étanchéité serait grandement facilitée si un grand nombre de constructions parasites émergeantes — cages d'ascenseur et d'escalier, souches de cheminées, ventilations, pergolas, balustrades, etc. — ou saillantes sur les murs extérieurs — corniches, auvents, balcons, etc. — ne créaient des points de jonction faibles qui sont, très fréquemment, à l'origine des fuites.

Ces constructions peuvent être indispensables ou simplement utiles, mais combien de fois ne sont-elles que décoratives! Quel abus n'a-t-on pas fait de ces dalles plates de 8 à 10 cm d'épaisseur, fendant horizontalement les murs en coup de sabre pour y faire pénétrer à coup sûr l'humidité! *Il faut savoir choisir entre la solution terrasse, qui impose l'esprit de simplification qui lui est propre, et la fantaisie dans la silhouette, qui ne s'accommode pas du tout des exigences de l'étanchéité.*

Il y a lieu de signaler une pratique désastreuse, mais très répandue : l'usage de traiter légèrement en matériaux de seconde zone avec des parois minces, voire spongieuses, les constructions adventices qui émergent des terrasses. Bien des sorties d'ascenseurs en briques creuses et dalles minces, à allure de baraquements de chantier, sont à l'origine de très graves infiltrations. Cependant, les parties hors comble des bâtiments, non protégées par les constructions voisines, exposées sur toutes leurs faces à la violence des vents, aux pluies fouettantes, aux fumées, aux gelées, n'ont que trop tendance à pomper l'humidité atmosphérique. Les petits édicules recouvrant des trémies, exposés au refroidissement, sont le siège de condensations désastreuses. Ainsi donc, au rebours de la pratique courante, ces constructions aériennes doivent être traitées avec un soin tout particulier, en matériaux épais ou à doubles parois, leurs parties plates ou à faible pente protégées par du métal ou des couvertures imbriquées. Il ne faut pas non plus qu'ils puissent se fissurer, et la prolongation des ossatures en béton armé au-dessus du plan des terrasses est une mauvaise pratique. Un édicule n'a pas besoin d'une carcasse en béton armé. Il sera plus sage de le construire en bonne maçonnerie homogène, sur un socle lié à la forme seule, indépendant par conséquent du plancher proprement dit et à portée de l'ossature ; les reliefs s'en porteront beaucoup mieux.

Seul le plombier-zingueur peut porter remède aux méfaits des corniches-carton dont une architecture, qui se disait rationnelle, abusa si abondamment. D'un côté, une mince galette de béton, chauffée dessus par les rayons solaires, chauffée dessous par leur réverbération, puis refroidie brusquement par ses deux faces, faite exprès pour se voiler et gauchir. De l'autre, un bloc construit inerte par comparaison, dans lequel la galette prend racine. Les désordres sont inévitables et se traduisent par des fissures transversales allant jusqu'à la rupture complète et d'autres fissures à l'encastrement dues à un cisaillement longitudinal et à la flexion. Les eaux pluviales suivent le canal des ruptures, puis gagnent les joints ouverts dans le mur et les auréoles, s'épanouissent aux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

retombées des plafonds. Les effets du gel décollent d'abord les enduits de rive, puis ceux de la sous-face et, en quelques années, l'extérieur est lépreux et l'intérieur pourri. Le mal est d'autant plus considérable que la corniche-carton est plus longue, les joints de rupture éloignés n'étant qu'un palliatif insuffisant. Il y faut des coupures rapprochées tous les mètres, posant des problèmes de protection pratiquement insolubles par les procédés de l'étanchéité seule. Les figures 5 a, b, c et d indiquent quelques faits observés et les remèdes correspondants.

En règle générale, toute construction légère, tout élément mince, même — et peut-être surtout — en béton armé, émergeant ou saillant d'un bloc homogène est une source d'accidents d'étanchéité et de vieillissement prématuré des édifices.

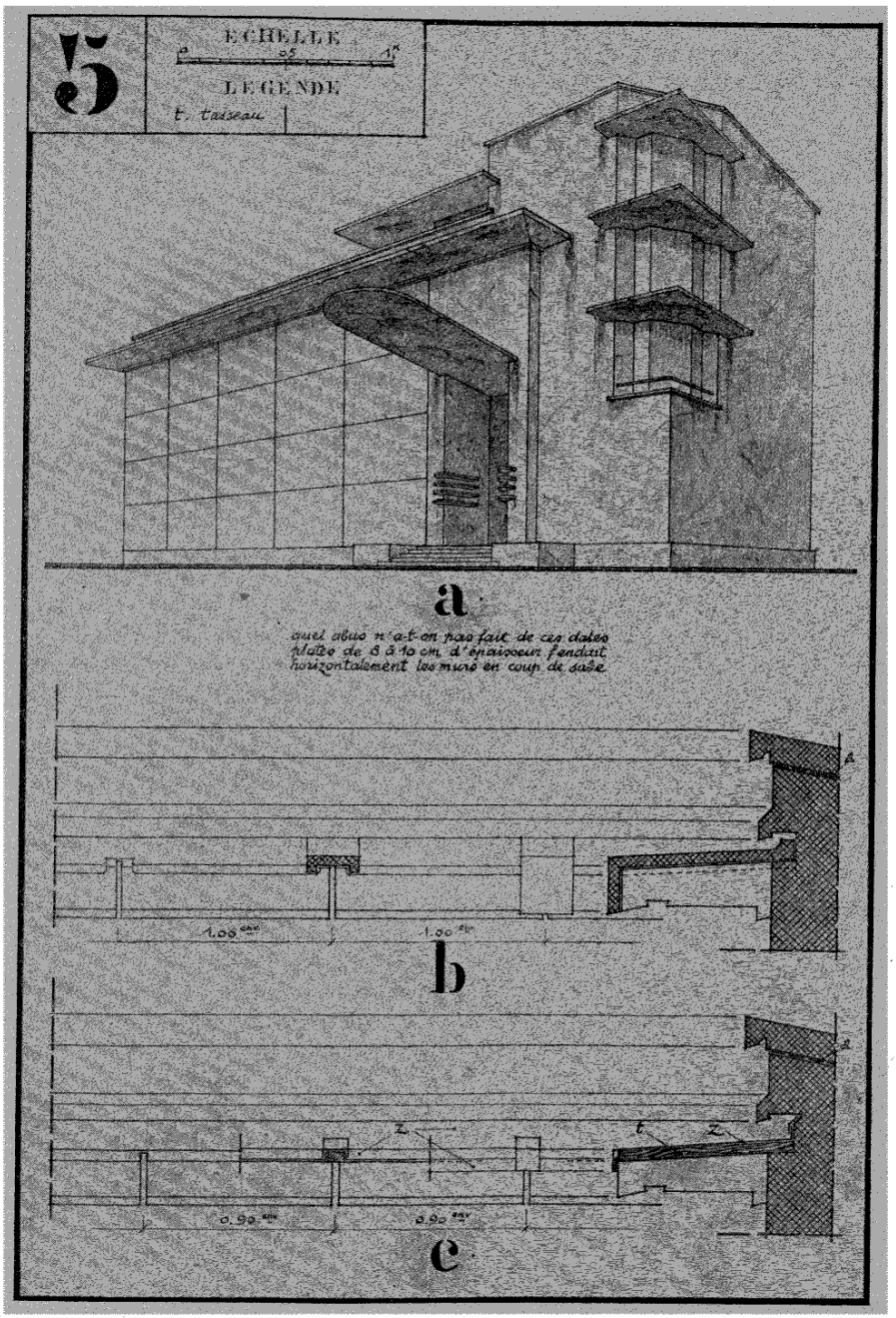
F. — QUESTIONS DIVER-ES

Revêtements des terrasses. — Il est obligatoire de protéger les applications étanches des terrasses circulables, et notamment celles des écoles servant à l'enseignement et au jeu, celles des sanatoria utilisées par les malades et les terrasses accessibles des habitations, généralement garnies de meubles de jardins métalliques.

Ces revêtements peuvent se faire en dalles de pierre dure, en grès cérame vitrifié, ou tous autres matériaux peu perméables et ingélifs, posés sur sable avec joints plastiques suffisamment rapprochés. Ils permettent tous les effets décoratifs et leur tenue est, en général, satisfaisante si les précautions prises sont suffisantes pour éliminer certains risques dont on va dire quelques mots. Ces protections conduisent directement aux évacuations une très forte proportion des eaux pluviales et ne sont traversées que par la fraction restante qui peut être très faible. Quoi qu'il en soit, les eaux qui se sont introduites entre le revêtement et l'application étanche doivent être éliminées rapidement. La circulation de cette eau, son évacuation et la ventilation nécessaire à l'asséchement ne sont pas des problèmes parfaitement résolus par le procédé habituel de la couche de gros sable. Le colmatage peut s'opérer, l'humidité persistera, altérant à la longue le revêtement étanche et, par un hiver dur, la gelée fera son œuvre, désorganisant le revêtement. La solution par dalles évidées est probablement préférable, mais ce sont les dalles qui constituent alors tout le revêtement et la confiance que l'on peut avoir dans la tenue d'un mince aggloméré de ciment exposé horizontalement aux intempéries est nécessairement limitée. Il y a là matière à rechercher en ne perdant pas de vue la facilité de dépose ou de repose du revêtement, les réparations que l'on peut être obligé de faire à l'application étanche étant toujours à envisager.

Organisation des jardins, bassins, etc. — La règle pourrait encore être de n'établir ces constructions adventives que sur les formes sans liaison avec le plancher. A conseiller encore d'établir toujours les fonds des bacs à fleurs et bassins en surélévation sur les revêtements des terrasses, de manière à ce que les sorties d'eau soient dégagées et visibles. Enfin, l'emploi exclusif du plomb dans ce cas particulier est encore la meilleure garantie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Questions phoniques. — L'utilisation en cours de récréation ou classes en plein air de certaines terrasses pose le problème de l'isolement phonique du plancher par rapport aux murs du bâtiment et au plafond des classes inférieures. Ce souci peut s'accorder avec celui de l'indépendance du plancher par rapport au gros œuvre en interposant sous les appuis des poutrelles une couche de matériaux antivibratils, par exemple une planche de chêne rendue imputrescible, intercalée entre deux feuilles de plomb. Le plafond suspendu, à vide d'air continu, est encore dans ce cas une solution indiquée.

CONCLUSION

Il est fait appel à tous les organismes et techniciens consultés pour :

1° énoncer les règles de l'art, déterminer les normes et définir les méthodes de vérification en vue de la rédaction d'un recueil de conseils à l'usage des constructeurs de bâtiments à terrasses ;

2° suggérer toutes améliorations ou moyens nouveaux de construction ou d'agencement des bâtiments à terrasses, en vue de leur étude par les sections spécialisées de l'IRCAT et de leur diffusion.

Les communications sont à adresser à M. le Secrétaire de l'IRCAT, au Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris.

Pol ABRAHAM,
Architecte du Gouvernement,
Directeur artistique de la Section « Terrasses »
Dessins de M. OLOMBEL,
architecte D. P. L. G.

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

Imprimé en France par BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PHYSIQUE, CHIMIE, BIOLOGIE,

par M. LECOMTE DU NOÜY,

Directeur à l'École des Hautes Études, Faculté des Sciences de Paris.

Je tiens d'abord à exprimer à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale mes plus vifs remerciements pour l'honneur qu'elle m'a fait en me demandant une conférence. La haute distinction des conférenciers qui m'ont précédé me fait craindre de ne pas être à la hauteur d'une tâche qui m'effraye. Je m'efforcerai néanmoins de faire de mon mieux, mais j'ai besoin, dès le début, de l'appui de toute votre indulgence.

Les Sciences sont la conséquence d'une des tendances les plus étranges de l'esprit humain, à savoir le désir de l'unification. L'homme veut « comprendre » et il semble qu'il ne puisse comprendre qu'en unifiant, c'est-à-dire en réduisant les phénomènes à des éléments ultimes, communs, obéissant à des lois universelles. Ces *éléments conceptuels sont forcément privés des propriétés de l'ensemble*, puisqu'ils doivent être à la base de manifestations aussi différentes que celles dont se préoccupe la physique, la chimie et la biologie. L'idéal serait d'arriver à un ou deux éléments communs, interchangeables individuellement, et dont les combinaisons dans le temps et dans l'espace permettraient de reconstituer, par synthèse, la nature, avec toutes ses modalités qualitatives.

Si ambitieux qu'ait pu paraître ce plan, il faut reconnaître que les résultats atteints depuis le début du siècle, en moins de quarante années, sont tels, que ce qui n'était d'abord qu'une vue de l'esprit semble bien près de devenir une réalité. La physique de l'électron, la physique des quanta, la chimie nucléaire, et la mécanique ondulatoire, en granularisant la matière, l'électricité, l'énergie, la lumière, se sont rapprochées, plus qu'on aurait osé l'espérer dans un délai aussi court, de ces éléments corpusculaires fondamentaux et universels dont elles ont réussi à démontrer l'existence expérimentale réelle.

Nous allons tâcher d'examiner de façon très superficielle quelques-uns des résultats obtenus et, si le cas se présente, quelques-unes des difficultés rencontrées. Pour cela, je vous demande la permission de vous emmener dans un domaine peu encombré de la science, aux confins de la philosophie, domaine où l'homme de laboratoire pénètre rarement, occupé qu'il est par la poursuite de problèmes d'importance plus immédiate. C'est le jardin de la spéculation, de la critique de la raison pure, de la mathématique, de la logique et de la logistique, le jardin du raisonnement sur les raisonnements.

Malgré l'apparence rébarbative des plaques indicatrices de la route où je me propose de vous emmener pendant quelques instants, il ne faudrait pas croire qu'elle soit plus difficile à parcourir que les routes plus familières des sciences classiques que vous connaissez bien, celles de la mécanique, de la physique, de la chimie, de la biologie. En effet, ces sciences, pour être étudiées fructueusement, réclament un ensemble de connaissances techniques considérables qui ne peuvent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

s'acquérir qu'au prix d'une longue patience. Au contraire, les problèmes fondamentaux que nous effleurerons ne font appel, dans la plupart des cas, qu'à des raisonnements très élémentaires qui peuvent être suivis par les esprits simplement cultivés, à condition qu'ils aient gardé la souplesse de la jeunesse et ne soient pas paralysés par le corset de fer des idées reçues et des raisonnements traditionnels. La preuve en est que les tout jeunes gens, par exemple, y voient beaucoup moins de difficultés que les gens âgés et que les jeunes filles y réussissent souvent mieux que les vieux professeurs. La méthode suivie est celle de la géométrie élémentaire. Je pense en ce moment à une série de notes et de mémoires dans lesquels l'auteur a montré qu'en partant tout simplement de l'indiscernabilité des corpuscules de même espèce et sans introduire d'éléments irrationnels tels que la constante de Planck, on aboutissait forcément à l'indéterminisme et au principe d'incertitude, contrairement au souhait exprimé par M. Langevin. L'auteur de ce très important travail est une gracieuse jeune fille de 23 ou 24 ans, à laquelle on en donnerait 16, Mlle Paulette Février, qui est, en outre, professeur agrégé de Philosophie.

Vous me demanderez peut-être pourquoi il est nécessaire, pour étudier les points communs et les différences entre les grandes disciplines scientifiques, d'aller chercher si loin. Je vous répondrai que cette question prouve précisément à quel point nous avons perdu de vue la signification des efforts de l'esprit humain. Nous avons perdu contact avec les vraies réalités et nous nous sommes laissé submerger par les détails techniques à tel point que ceux-là seuls subsistent pour nous et que nous sommes incapables de savoir dans quel sens nous nous dirigeons. Ces détails techniques qui étaient considérés comme tels au début, sont devenus une fin. Nous finissons par ressembler au comptable d'une grosse affaire industrielle comportant des équipes de travailleurs de laboratoire, d'ingénieurs, de contremaîtres, de techniciens, de manœuvres, de conseillers commerciaux, financiers et autres, et qui se préoccuperait uniquement de la balance de ses livres, et de leur belle présentation. La balance des livres est importante, à coup sûr, mais si l'un des ingénieurs en chef fait une erreur de calcul ou de raisonnement, l'édifice tout entier en souffrira sans que le comptable s'en aperçoive, et il ne comprendra pas pourquoi la maison fait faillite.

Si nous nous proposons de comparer les codes civils des Français, des Japonais et celui des nègres Bantous, ou ce qui en tient lieu, nous constaterons des différences marquées qui paraîtront au premier abord incompréhensibles. Si nous voulons expliquer ces différences uniquement en nous basant sur les coutumes françaises, nous en tirerons des conclusions absurdes et nos jugements sévères n'auront aucun sens; par exemple la polyandrie qui fleurit chez certains groupes ethniques, et qui est imposée par des nécessités biologiques locales, ne peut être jugée au moyen de l'étalon de la morale chrétienne, qui règne dans le pays *où le nombre de garçons est sensiblement égal à celui des filles*. L'inégalité de la répartition des enfants mâles et femelles peut introduire des coutumes qui persistent, même si un jour cette inégalité anormale est remplacée par l'égalité normale : pour expliquer cette coutume, à ce moment, il est nécessaire de remonter aux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

causes naturelles qui l'ont motivée dans le passé. Cela est d'autant moins facile que, dans certains cas, l'opinion des savants diffère largement en ce qui concerne les principes mêmes de leur science. On est habitué à ces désaccords dans les sciences biologiques, on les considère comme naturels en médecine, mais il ne faudrait pas s'imaginer que la paix règne en permanence dans les cercles qui se préoccupent des questions les plus abstraites, par exemple dans le domaine de la Physique théorique. On sait qu'aujourd'hui, malgré les oppositions du début, la théorie de la relativité s'est imposée dans les concepts scientifiques. Mais il serait erroné d'en conclure que tous les théoriciens de la physique sont du même avis. Il ressort d'une étude que j'entendais exposer brillamment il y a quelques semaines à l'Institut Henri Poincaré, chez Louis de Broglie, qu'il existe à l'heure actuelle au moins trois attitudes très différentes vis-à-vis de la relativité. Il y a, d'abord, pour employer la classification de Jean-Louis Destouches, les orthodoxes, qui sont les classiques de la relativité, comparables aux catholiques modernes. Puis, ceux qu'il appelle les « vieux relativistes », plus intransigeants, assimilables aux vieux catholiques du début du christianisme; et enfin, il y a les schismatiques, comparables aux protestants, qui suivent un mathématicien anglais, Milne, le Luther de la Relativité. Les deux premiers groupes adoptent vis-à-vis des problèmes une attitude objective, c'est-à-dire qu'ils admettent la réalité objective de l'espace-temps, tandis que Milne et ses disciples attribuent une importance primordiale à l'élément subjectif, c'est-à-dire à l'observateur; tous les raisonnements de Milne font intervenir l'observateur alors qu'il n'en est pas forcément question dans les autres théories. Je résumais cette attitude il y a trois ans dans une conférence au Collège de France de la façon suivante : Si l'on considère une réaction chimique, le phénomène qui se rattache directement à l'Univers de l'homme n'est pas la réaction elle-même, mais l'ensemble Chimiste + réaction; cette attitude, dis-je, tend à se généraliser de plus en plus chez les jeunes théoriciens : Mariani, Destouches, Lacape, etc.

Peut-être saisissez-vous maintenant que, pour pouvoir efficacement comparer deux sciences, il ne suffit pas d'opposer des caractères objectifs superficiels qui risquent de ne permettre que des comparaisons subjectives individuelles conditionnées par nos organes sensoriels, ou par des raisonnements également individuels, esthétiques ou passionnels; mais qu'il importe de rechercher des ressemblances ou des différences plus profondes, plus réelles, moins contingentes, ne mettant plus en jeu des réactions diverses, mais au contraire mettant en jeu les lois réglant l'évolution même et l'enchaînement des phénomènes constituant l'objet de ces sciences. Ces lois sont relatives et humaines, certes, mais elles possèdent un caractère STATISTIQUE universel, qui leur confère une plus grande valeur.

Cette règle n'élimine donc pas le caractère subjectif de nos conclusions, mais le transpose dans le domaine cohérent de notre représentation de l'univers, qui est infiniment plus vaste et plus général que le domaine sensoriel strict, car l'homme a réussi à codifier ses découvertes et à élaborer un système de règles conditionnées par la structure de son cerveau, mais sensiblement superposable à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'enchaînement naturel des faits, comme l'a montré Mariani. Le but de la science — indépendamment de ses applications utilitaires — est en effet la *prévision des faits*, dans les limites de notre domaine expérimental. Quand ce but est atteint, il n'est nullement certain que le modèle humain se confonde avec la réalité, mais, puisque la seule réalité dont nous ayons conscience ne nous est connue que par l'intermédiaire de nos sens et de notre cerveau, nous n'avons aucun espoir d'atteindre des réalités objectives qui nous échapperont toujours.

Pour jeter un coup d'œil d'ensemble qui embrasse à la fois la physique, la chimie et la biologie, pour se retrouver dans ce labyrinthe des connaissances humaines, il n'est pas à mon avis, de meilleur fil d'Ariane que la phrase lapidaire d'un des plus puissants cerveaux de notre époque, Ch. Eug. Guye. Cette phrase est la suivante : « C'est l'échelle d'observation qui crée le phénomène ». Nous allons nous en servir pour classifier les trois sciences que nous voulons comparer de façon plus fondamentale. Et d'abord nous allons préciser cette idée par deux exemples.

Supposons qu'un insecte ou un microbe se promène à l'intérieur d'une poudre fine composée de grains blancs et de grains noirs.

Il est vraisemblable que parmi les divers phénomènes dont il serait spectateur, il distinguerait le grain blanc et le grain noir. En outre, il est à présumer qu'*à son échelle d'observation*, chaque disposition différente des grains qui constituent la poudre lui apparaîtrait comme un phénomène différent.

Mais pour nous, qui examinons cette poudre à distance, les phénomènes « grain blanc » et « grain noir » ont disparu; ils sont remplacés par un phénomène *statistique* nouveau que nous appelons « poudre grise »; et ce phénomène demeure pour nous le même, quelle que soit d'ailleurs la disposition des grains, à condition que le mélange des grains blancs et noirs soit à peu près uniforme. On voit donc qu'en changeant l'échelle d'observation, on a modifié totalement la nature des phénomènes.

Envisageons en second lieu le cas d'un « gaz parfait ». A l'échelle moléculaire, le phénomène présente une complexité quasi-inextricable. Le moindre volume de ce gaz renferme des milliards d'individus moléculaires (30 millions de milliards par millimètre cube) animés à un instant donné des vitesses les plus différentes en grandeur et en direction, et occupant les positions les plus variées. L'instant d'après, par suite des déplacements et des chocs qui se sont produits, tout est changé et une complexité différente, non moins inextricable, a fait place à la première et ainsi de suite.

Mais à notre échelle d'observation, les compensations statistiques ont considérablement simplifié le phénomène. La notion d'individu moléculaire a complètement disparu; chaque portion du gaz ne se distingue plus des parties voisines et l'analyse la plus minutieuse ne saurait déceler la plus petite différence entre elles; enfin chacune de ces portions se trouve soumise à un déterminisme statistique très précis que l'on appelle : Loi de Mariotte-Gay Lussac.

Bien que dans ce second exemple nous n'ayons pas la vision directe des molécules (comme nous pouvions dans le premier exemple avoir la vision des grains

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

blancs et noirs en nous rapprochant ou en employant le microscope) nous constatons néammoins qu'en changeant l'échelle d'observation, nous avons ici encore, modifié complètement la nature de ce que l'on peut appeler les phénomènes à l'échelle moléculaire. Il serait facile de multiplier ces exemples, de l'échelle électronique à l'échelle astronomique. Mais, si le phénomène varie avec l'échelle d'observation, nous ne devons cependant pas oublier que, derrière ces apparences et représentations diverses auxquelles nous donnons le nom de « grain blanc », de « grain noir », de « poudre grise », dans le premier cas, et de « molécules », de « volume », de « pression », dans le second cas, se cache toujours une même réalité. *On conçoit donc qu'une même réalité pourra donner lieu aux lois et aux phénomènes les plus divers selon que nous l'envisageons à l'échelle statistique* (physico-chimie), à l'échelle moléculaire et atomique, et enfin à l'échelle intra-atomique, ou sub-atomique. Cette observation, vous le voyez, permet déjà de situer les phénomènes d'une façon différente et plus générale.

Remarquons en passant que, si les atomes ne nous sont connus que par leurs effets statistiques à notre échelle d'observation, cela est encore plus vrai dans le cas des corpuscules sub-atomiques, électrons, protons et neutrons, que nous n'avons, aujourd'hui, aucun espoir de pouvoir étudier directement ou individuellement. La photographie du trajet d'un corpuscule dans la chambre humide de Wilson n'est que la photographie de milliards de molécules d'eau condensées sur la trajectoire d'un élément auquel des mesures et des considérations merveilleusement ingénieuses nous permettent d'attribuer une certaine masse et une certaine charge électrique.

Du point de vue expérimental, les manifestations qui accompagnent et caractérisent la vie (qu'elles soient d'ordre psychique, comme on les observe chez les êtres supérieurs, ou d'ordre simplement physiologique, comme chez les végétaux) sont toujours corrélatives de ce que nous appelons, à notre échelle, des phénomènes physico-chimiques. Le phénomène psychique est même le plus général, puisqu'il comprend toujours les deux autres; alors que nous pouvons être témoins des phénomènes physico-chimiques sans qu'il y ait apparence aucune de phénomènes psychiques ou biologiques.

Mais dans le domaine restreint des phénomènes physiques et chimiques, nous pouvons déjà distinguer divers degrés, selon l'échelle d'observation à laquelle il nous convient de nous placer. Dans l'état actuel de nos connaissances, il semble que le plus naturel soit d'envisager en quelque sorte trois échelles d'observation; d'où trois catégories de phénomènes physiques et chimiques que nous allons examiner successivement.

1° Tout d'abord les phénomènes dits « macroscopiques » que l'on pourrait appeler aussi « physico-chimiques statistiques ». Ils résultent toujours de l'action statistique d'un nombre immense de molécules et d'atomes et, en vertu même de la loi des grands nombres, sont en général soumis à des lois très précises.

C'est à cet ensemble de phénomènes que s'applique généralement le terme de Physico-chimie. C'est pour eux également qu'est valable le principe de Carnot-Clausius — deuxième principe de la Thermodynamique — qui, en dernière ana-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lyse, n'est lui-même qu'un principe statistique d'évolution auquel la loi des grands nombres semble conférer une extrême précision. Nous y reviendrons tout à l'heure.

Bien que le déterminisme de ces phénomènes soit en réalité un déterminisme statistique, il n'en a pas moins toutes les apparences d'un déterminisme absolu. C'est même en vertu de cette apparence que les phénomènes macroscopiques de la physique et de la chimie ont de tous temps été invoqués à l'appui des philosophies déterministes dont ils sont en quelque sorte l'origine et la raison d'être.

Or, il importe de le remarquer, nous verrons pourquoi dans un instant, ces phénomènes physico-chimiques statistiques sont comme on sait, dans de larges limites, de même que les phénomènes biologiques auxquels ils sont parfois associés, fonction de la température. La règle de Van't Hoff, dont nous parlerons plus loin, leur est généralement applicable, du moins dans le voisinage de la température ordinaire, c'est-à-dire dans le voisinage des températures qui conditionnent l'activité vitale.

2° En second lieu, les phénomènes physico-chimiques moléculaires et atomiques. L'expérience ne nous les révèle pas directement, et nous ne les pénétrons guère qu'indirectement par leurs effets statistiques qui constituent, ainsi que nous venons de le voir, la physico-chimie proprement dite.

Comme les précédents, ces phénomènes moléculaires et atomiques (individuels), ainsi que le prouvent les dissociations, polymérisations, etc., sont eux aussi, comme les phénomènes biologiques, fonction de la température.

Bien que nous n'ayons pas jusqu'ici la vision directe des atomes et des molécules, cette conception granulaire de la matière n'en fournit pas moins au savant moderne une puissante interprétation de la réalité. Tant de faits, et des plus divers, sont venus la confirmer qu'elle demeure une des plus solides de la science actuelle.

A l'appui de cette hypothèse si féconde, il suffit de citer seulement les lois des proportions multiples sur lesquelles repose la chimie dans son ensemble; les lois de l'électrolyse; les théories cinétiques des gaz. Toutes ces explications ont à leur base la notion de la discontinuité des atomes et des molécules. Les expériences modernes sur les couches monomoléculaires et les magnifiques travaux de Devaux ont puissamment contribué à renforcer cette fructueuse conception. Qu'il me soit permis de rappeler que nous avons pu mesurer les trois dimensions du volume occupé dans l'espace par une seule molécule d'oléate de soude par exemple, à 10^{-10} cm près, c'est-à-dire à un millionième de millième de millimètre ou à un milliardième de millimètre près (un centième d'angström). Ces mesures, qui ont permis la détermination la plus directe du nombre d'Avogadro, viennent d'être confirmées à l'Université de Liége par une méthode d'enregistrement indiscutable.

3° Enfin, en troisième lieu, les phénomènes connus sous le nom de phénomènes sub-atomiques, dans lesquels intervient de façon toute particulière la mystérieuse constante de Planck, et qui font appel aux différents constituants de l'atome : électrons, protons, positons, neutrons.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bien que ces derniers phénomènes semblent d'après les vues modernes avoir eux aussi une origine statistique, ils se différencient cependant des deux catégories précédentes en ce sens que leur évolution paraît pratiquement indépendante de la température (radioactivité, transmutations, etc.) dans de très larges limites, et *a fortiori* dans les limites relativement étroites entre lesquelles la vie peut se développer.

Ainsi, vous le voyez, l'unification — c'est-à-dire pour parler franc, l'explication de la vie — doit, en fin de compte, jeter un pont, d'abord entre l'organisme vivant et les molécules chimiques, puis entre celles-ci et les corpuscules subatomiques. *Ces ponts ne peuvent consister qu'en la preuve de la possibilité d'appliquer les mêmes principes, les mêmes lois, aux trois groupes de phénomènes.* Il est hautement probable que les atomes qui constituent les molécules de la cellule vivante sont identiques aux atomes qui constituent les molécules de la chimie. Il est donc à peu près certain que les mêmes corpuscules sub-atomiques se retrouvent du haut en bas de l'échelle. Il semble donc bien, au premier abord, que l'unification tant souhaitée soit à peu près réalisée.

Pour le prouver d'une façon définitive, il suffirait de démontrer que *les mêmes lois* sont valables à toutes les échelles d'observation, en d'autres termes, que la vie, en particulier, dans toutes ses manifestations, est entièrement régie par les lois statistiques précises de la physico-chimie à notre échelle et, de ce fait, se trouve soumise à un déterminisme que la loi des grands nombres rend quasi inéluctable.

Ici, nous sommes obligés d'admettre que nous nous heurtons à des difficultés considérables. Il s'agit, je viens de le dire, de passer d'abord du domaine électronique dans le domaine physico-chimique, puis de celui-ci dans le domaine biologique. Nous allons envisager ces deux problèmes successivement.

Tout d'abord une première complication se dresse, et non des moindres : *suivant l'échelle à laquelle il nous convient d'envisager une même réalité, le vêtement mathématique que nous lui imposons prend une forme entièrement différente.* Ce fait était tout à fait imprévisible il y a une trentaine d'années. Il faut avouer qu'il est très gênant. Vous vous rendez aisément compte, en effet, que si le point d'appui solide des mathématiques nous fait défaut, nous n'en possédons pas d'autre.

Ainsi, à l'échelle macroscopique, la « réalité » des gaz sera exprimée par la loi de Mariotte-Gay Lussac, ou l'équation d'état de Van der Waals ; à l'échelle moléculaire cette même réalité sera habillée des formules de la théorie cinétique des gaz, basée sur le calcul des probabilités. Enfin, à l'échelle sub-atomique ce serait, à l'heure actuelle, à l'aide d'équations relatives à des systèmes d'ondes correspondant à tous les éléments constituants des atomes et des molécules qu'il conviendrait de confectionner le vêtement de la réalité sub-atomique. Il est plus que probable que, si nous réussissions un jour à pénétrer plus profondément dans l'intimité de ces phénomènes, il conviendrait de donner au vêtement mathématique une coupe nouvelle et entièrement différente.

Les conséquences de ce fait sont d'importance capitale. En effet, je vous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rappelle que, si l'espace à 3 dimensions suffit à décrire les comportements des molécules, des atomes et *d'un seul* électron, il faut faire appel à autant de fois 3 dimensions qu'il y a d'électrons en présence, s'ils sont plus d'un, ce qui est généralement le cas. 10 électrons se meuvent, mathématiquement, dans un espace à 30 dimensions, ce qui ne simplifie pas les choses. D'ailleurs rigoureusement parlant, l'électron n'est même pas un corpuscule, ni une onde; il n'est que l'expression de la probabilité pour que *les propriétés que nous attribuons à l'électron* se trouvent à un certain moment en un certain point de l'espace. Pour être plus clair on peut dire que l'électron est une onde de probabilité qui évolue dans un espace polydimensionnel non-euclidien. Cette clarté, vous le voyez, est toute relative.

Vous percevez peut-être dès à présent que si l'unification présente au premier abord des avantages considérables au point de vue scientifique, elle n'aboutit pas toujours à la simplification comme on le croyait naïvement il y a quelques années.

Aujourd'hui, le pont entre les deux domaines, sub-atomique et moléculaire, ne semble pas près d'être construit parce que l'outil mathématique *ne semble plus posséder l'universalité que nous lui attribuions autrefois.* En effet, nous avons parlé tout à l'heure de statistiques. Mais il ne faudrait pas s'imaginer qu'il n'y en a qu'une et que la statistique macroscopique qui a rendu de si grands services pour l'expression des lois physico-chimiques, celle de Gibbs-Boltzmann, s'applique à tous les cas. Elle ne s'applique déjà plus au domaine du rayonnement électromagnétique, et pas du tout à celui des énergies électroniques, c'est-à-dire au domaine des corpuscules sub-atomiques. Il existe, pour ces cas, d'autres statistiques, celle de Bose-Einstein et celle de Pauli-Fermi, qui sont inapplicables à notre univers tangible directement accessible à notre expérience.

Ce n'est pas tout; la continuité que nous cherchons à établir est menacée par une difficulté qui semble aujourd'hui insoluble à moins d'introduire un postulat arbitraire. C'est celle qui a rapport à l'accroissement de l'entropie. Rassurez-vous, je n'entrerai pas dans les détails; mais je dirai simplement, à l'intention de ceux parmi vous à qui la notion d'entropie est familière, que l'on ne peut concilier la *réversibilité* de la mécanique ondulatoire avec l'*irréversibilité* thermo-dynamique.

Qu'est-ce que cela veut dire exactement? Simplement ceci. La première chose qui frappe l'observateur de l'Univers, c'est le caractère évolutif de celui-ci, c'est-à-dire le fait que les phénomènes se succèdent de façon permanente, à des vitesses plus ou moins grandes. Les mondes ont évolué à partir des nébuleuses primitives, la terre s'est refroidie, la vie est apparue et a évolué à son tour, l'être vivant naît, évolue et meurt. La stabilité, l'équilibre, se rencontrent rarement dans la nature, et semblent plutôt correspondre à un état accidentel, momentané, qu'à une règle générale. En particulier, la vie évoque plutôt l'écoulement d'un cours d'eau, dont le trajet dessine à travers le paysage des méandres immobiles, mais qui se renouvelle perpétuellement, ou bien encore une flamme qui brûle dans un air calme et qui n'est que le témoin d'une activité intense et incessante.

Or, tout notre univers macroscopique — celui de nos molécules et de nos

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

objets qui évoluent dans *notre* espace euclidien — est dominé par les lois de la Thermodynamique, et en particulier par la seconde loi, connue aussi sous le nom de principe de Carnot-Clausius. Ce principe établit l'irréversibilité absolue de l'Univers, c'est-à-dire qu'un système *isolé* ne peut jamais passer deux fois par le même état. Il ne le peut qu'à condition d'emprunter de l'énergie à un autre système, mais alors, ce n'est plus un système isolé. En d'autres termes, une pierre tombant d'une table ne peut jamais remonter spontanément sur la table. Ou plus exactement, en employant le langage du calcul des probabilités, sa remontée est très peu probable.

Ce principe statistique indique donc le sens dans lequel les phénomènes de l'Univers doivent se succéder : ils doivent se succéder dans le sens le plus probable, qui est un sens *d'appauvrissement de la quantité d'énergie disponible, utilisable, de l'Univers*. La quantité totale d'énergie restant constante, cette quantité utilisable, en s'amenuisant, en se dégradant chaque jour, doit avoir une contre-partie : cette contre-partie, c'est l'entropie. *On peut donc dire que l'entropie s'engraisse de la fatigue de l'Univers.*

L'entropie est par conséquent, suivant l'heureuse expression d'Eddington, la flèche indicatrice de la direction de l'écoulement du temps physique dans le monde. C'est la seule que nous possédions. Elle établit une *dissymétrie* nette par rapport au temps. Subjectivement, nous possédons tous intuitivement, le sens de cette dissymétrie; notre vie psychologique est essentiellement dissymétrique; nous ne pouvons confondre — à l'état normal — le passé et l'avenir. En un mot, notre durée interne implique un sens unique dans son évolution. Mais rien ne nous prouvait, jusqu'au moment où le principe de Carnot-Clausius fut établi, que cette impression subjective correspondît à une réalité analogue dans le monde inorganique. Nous savions bien que la vie, de la naissance à la mort, évolue toujours irréversiblement dans le même sens, mais cela pouvait être un cas exceptionnel. Au contraire, il semble aujourd'hui, tout au moins en première approximation, que ce ne soit qu'un cas particulier d'une loi plus générale.

Or, nous devrions maintenant être capables de démontrer ce théorème thermodynamique fondamental, cette irréversibilité universelle, au moyen des théorèmes élémentaires, c'est-à-dire des théorèmes mécaniques et électromagnétiques. En d'autres termes, nous devrions, grâce aux lois gouvernant les mouvements des corpuscules élémentaires qui constituent l'atome et les molécules, trouver la raison de l'irréversibilité macroscopique, ou, sinon sa raison, tout au moins sa trace. Or, la mécanique et la théorie électro-magnétique classiques sont complètement réversibles par rapport au temps. Tout se passe jusqu'ici comme si l'irréversibilité était un caractère supplémentaire apparaissant à une certaine échelle d'observation et imposant à notre univers tangible un sens unique d'évolution. Il y a donc apparemment, entre les lois statistiques qui gouvernent les atomes et les molécules et les lois qui gouvernent les mouvements des électrons, *un fossé infranchissable*.

Lors de l'apparition de la mécanique ondulatoire, la géniale découverte de Louis de Broglie, on avait espéré trouver quelque germe de l'irréversibilité dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la structure de la nouvelle mécanique. Il n'en a rien été : il apparaît maintenant qu'il faut abandonner cet espoir, car, excusez-moi d'employer ici une phrase un peu cryptique, l'équation de Dirac pour la matière est complètement réversible, ainsi que l'a montré un élève de Louis de Broglie. En d'autres termes, cela signifie que, si l'on change les signes dans l'équation, les phénomènes se déroulent en sens inverse et il n'y a aucun moyen de s'en apercevoir.

Nous nous trouvons donc, sans quitter le domaine inorganique, devant une représentation du monde divisée en deux tronçons, et nous sommes incapables d'ajuster ces tronçons l'un à l'autre. C'est comme si, ayant choisi deux beaux morceaux de bois pour nous en faire une canne, nous étions dans l'impossibilité de trouver une colle qui permette de les souder ensemble. Il y a bien des colles qui prennent sur chaque fragment, mais quand elles prennent sur l'un, elles ne prennent pas sur l'autre.

J'espère que vous avez bien saisi maintenant la raison pour laquelle je disais en débutant qu'il importe de remonter jusqu'aux concepts scientifiques les plus fondamentaux pour comparer deux ou plusieurs sciences. Peu importent les ressemblances, les identités même, que l'on peut rencontrer dans les manifestations macroscopiques; peu importent les opinions individuelles : tant que certains problèmes basiques n'auront pas été résolus, il est vain de parler d'unification totale.

On peut maintenant se demander s'il existe entre la biologie et les sciences physico-chimiques une identité fondamentale telle que, si nous ne pouvons encore franchir le fossé qui sépare le domaine des corpuscules sub-atomiques et celui de notre univers macroscopique soumis au second principe, nous pouvons néanmoins relier la vie, et toutes ses manifestations, à la chimie et à la physique.

Il est hors de doute que tous les mécanismes vitaux sont de nature physico-chimique. Nous avons dit en commençant que les phénomènes biologiques, de même que les phénomènes physico-chimiques étaient soumis à l'action de la température, alors que les phénomènes sub-atomiques échappaient à cette nécessité. Nous allons insister sur cette parenté qui est un peu plus générale que celle de l'identité entre les réactions chimiques des fonctions vitales et les réactions *in vitro*.

On sait que les physiciens et les chimistes ont coutume de se représenter les molécules des corps comme de petits édifices en constante agitation et s'entrechoquant perpétuellement sous l'influence de la température; l'amplitude et l'énergie de cette agitation étant d'autant plus grandes que la température à laquelle se trouve le corps est plus élevée.

On sait que le physico-chimiste Van t'Hoff a formulé une règle approximative qui unit la vitesse d'une réaction à la température à laquelle elle se produit. Cette règle peut s'énoncer ainsi :

Au voisinage de la température ordinaire, une élévation de 10 degrés centigrades suffit à doubler approximativement la vitesse d'une réaction chimique. (En fait cette vitesse est plus que doublée.)

Cette règle, qui souffre d'ailleurs de nombreuses exceptions, peut se déduire de diverses considérations théoriques. Les différentes formules qui ont été

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

proposées pour représenter la vitesse d'une réaction chimique en fonction de la température ont ceci de commun que cette vitesse de réaction varie en général très rapidement quand on modifie la température à laquelle la réaction se produit. La théorie cinétique des gaz, appliquée au cas des réactions gazeuses, nous en fournit un exemple concret. Si l'on admet avec Van't Hoff qu'entre 20° à 30° la vitesse de la réaction est doublée, on voit qu'à la température de 150° la vitesse de dissociation d'un gaz (par suite des chocs dissociants) serait environ 323 fois plus rapide qu'à 30°; à la température de — 100° elle serait à peu près 38 000 000 de fois plus lente.

Il va sans dire que les chiffres précédents, basés sur un cas particulier et résultant d'une extrapolation hardie, ne peuvent être considérés ni comme précis ni comme généraux; ils montrent seulement que la vitesse des réactions chimiques devient pratiquement nulle aux basses températures. Cependant cette conclusion même n'est pas absolue, car il existe des réactions chimiques qui, à la température de l'air liquide ou de l'hydrogène liquide (— 253°), ont encore lieu avec violence : tel est en particulier le cas de la réaction entre l'hydrogène et le fluor. Mais ce sont là des cas exceptionnels. En d'autres termes, et en général, une réaction qui mettrait un jour à se produire à la température de 30° s'effectuerait en 4 minutes 1/2 à 150°. Elle mettrait 4 mois environ à — 20°, 14 mois 1/2 à — 40° et près de 10 000 ans à la température de — 100°. Ces chiffres expliquent la conservation des denrées par le froid.

Si nous passons à un organisme vivant, ils nous permettent de donner une explication vraisemblable de certains faits : par exemple l'hirondelle peut déployer, semble-t-il, dans son vol, une énergie considérable. Elle a, comme la majorité des oiseaux d'ailleurs, une température interne voisine de 42° soit de 5° supérieure à celle du corps humain. En vertu de la règle de Van't Hoff les réactions chimiques dont son corps est le siège et qui accompagnent la respiration et la nutrition, doivent donc avoir une vitesse notablement supérieure à celle des réactions qui se passent à température plus basse dans le corps humain ou dans celui de la grenouille. En appliquant la règle de Van't Hoff au cas de l'hirondelle on trouverait que les réactions chimiques qui se passent à l'intérieur de son corps doivent être au maximun 1,36 fois plus rapides que dans le corps humain. On voit donc qu'au voisinage de 37° une élévation de la température de 5° suffit à augmenter la vitesse de réaction de 36 p. 100 environ. Si, au lieu d'accepter comme nous l'avons fait le rapport de 2, admis par Van't Hoff, nous prenons le rapport 2,5 qui, nous le verrons dans un instant, est plus correct, l'augmentation de la vitesse de réaction est d'environ 50 p. 100.

Autre exemple. Avec mon collègue et ami le Dr Ebeling, du temps où j'étais membre de l'Institut Rockefeller, nous avons étudié l'influence de la température sur un phénomène biologique bien connu, la cicatrisation. Travaillant sur de petits crocodiles, de façon à pouvoir faire varier dans de larges limites la température — l'étude eût été impossible sur des animaux dits à sang chaud, c'est-à-dire à température constante — nous avons découpé sur le ventre des animaux des plaies géométriques dont nous relevions exactement la superficie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en centimètres carrés. Nous avons constaté, entre les températures de 15° et de 35° une augmentation de vitesse de cicatrisation correspondant à un coefficient moyen de 2,4 pour 10°. Il s'agit là d'une mesure réelle et non plus d'un calcul non vérifié. On pourrait citer d'autres exemples.

Mais il y a plus. Logiquement, les activités vitales cellulaires et fonctionnelles doivent conditionner les activités plus hautes de la vie, les activités psychiques et mentales, ou tout au moins certaines d'entre elles. Donc, logiquement, il devrait être possible de relier certains processus psychologiques au coefficient de Van't Hoff. Il est clair que la preuve en est plus difficile à fournir car on ne peut guère expérimenter que sur des êtres homéothermes, c'est-à-dire à température intérieure constante, et capables de manifester d'une façon mesurable la variation appréciée de la vitesse d'écoulement du temps. Pour cela il faut s'adresser à l'homme. Mais on sait qu'on ne peut changer facilement la température interne de l'homme, qui ne doit pas s'écarter beaucoup de 37°. Cependant Marcel François en France et Hoagland en Amérique y sont arrivés en soumettant un sujet aux courants de haute fréquence, entre les armatures d'un condensateur. On sait que cette méthode est employée pour déterminer une fièvre artificielle afin de lutter contre certaines infections microbiennes. Dans ces conditions ils ont réussi, sans danger, à élever la température d'un patient d'un degré environ pendant le temps nécessaire à l'expérience. L'appréciation de la vitesse d'écoulement du temps était donnée par la manœuvre d'une clé télégraphique suivant un rythme convenu d'avance — 3 contacts par seconde. L'enregistrement de ce rythme prouve qu'un individu normal le reproduit avec une régularité très remarquable. Or, l'élévation de température, produite à l'insu du sujet, entraînait une accélération du rythme, correspondant, calcul fait, sensiblement à un coefficient de l'ordre de 2,7 à 2,8 pour 10°.

La base physico-chimique des mécanismes de la vie est donc bien indiscutable, de même qu'il est indiscutable qu'avec du fer, du cuivre, du zinc, du plomb, de l'étain et d'autres matériaux on peut construire toutes les machines sorties du cerveau humain. Et pourtant, l'idée ne viendrait à personne de comparer une linotype à un orgue électrique ou une torpille sous-marine à un potentiomètre, en se basant sur cette identité seule.

Quand je dis qu'elle ne viendrait à personne, ce n'est pas tout à fait vrai. Elle est venue à un certain nombre de gens depuis Descartes. Ces parentés entre les mécanismes ont conduit à des hypothèses encore excusables il y a trente ans. Nous allons voir ce que l'on en peut penser aujourd'hui.

Nous avons parlé tout à l'heure, au sujet de la théorie cinétique des gaz, d'une complexité quasi inextricable. Cette complexité frappe surtout le physicien qui sait que si l'on voulait résoudre n'importe quel problème concernant un centimètre cube de gaz parfait de façon rigoureuse il faudrait poser 3.10^{19} équations différentielles (soit 30 milliards de milliards ou 3 quintillions). Si chacune de ces équations n'avait qu'un centimètre de long, elles occuperaient, mises bout à bout, une longueur de 3.10^{19} cm, soit 300 000 milliards de kilomètres. Je vous rappelle que le système solaire n'a environ que 6 milliards

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de km de diamètre. Mais comme chacune de ces équations comporterait 3.10^{19} termes, je vous laisse le soin de faire le calcul.

Or, entre cette complexité immense *mais quelconque* et celle d'une cellule d'un être organisé, vivant, il existe une différence fondamentale dont certaines doctrines philosophiques refusent de tenir compte et qui est la suivante : *c'est de la coordination de la complexité que naissent les propriétés d'une cellule et non de la complexité chaotique qui règne dans un mélange de gaz.*

De même, c'est de la coordination des éléments qui entrent dans sa construction qu'un poste radiophonique ou toute autre machine tire ses propriétés. Le problème fondamental est alors le suivant, et ce problème constitue véritablement la question préalable contre le matérialisme : *cette coordination peut-elle être mathématiquement considérée comme l'effet du hasard*? C'est-à-dire peut-on concevoir que les lois physico-chimiques *statistiques* suffisent à la codifier? En d'autres termes, pour prendre une comparaison simple, si l'on mettait dans un sac les atomes ou les molécules entrant dans la construction d'une machine à coudre, quelles sont les probabilités pour qu'un jour, à force de secouer le sac, il en sorte une machine prête à fonctionner? On a essayé de résoudre un problème beaucoup plus simple, celui de l'apparition, par le seul fait du hasard et de l'agitation thermique désordonnée, d'une seule molécule de protéine qui, comme vous le savez, constitue la base de la matière vivante. On a encore simplifié la question en limitant à deux espèces, au lieu de quatre ou de cinq, le nombre des atomes constitutifs; en réduisant à 2 000 le nombre total des atomes; et en admettant qu'ils ont tous le même poids atomique.

Eh bien, si l'on suppose *500 trillions de brassages par seconde*, on trouve que le temps nécessaire pour qu'il se forme *en moyenne* une molécule semblable dans un volume matériel égal à celui du globe terrestre serait d'environ 10^{243} *milliards d'années*, c'est-à-dire le nombre 1 suivi de 243 zéros (environ cinq lignes d'un livre ordinaire). Je vous rappelle que l'âge de la terre et du système solaire entier ne dépasse pas, d'après les estimations les plus vraisemblables, 5 milliards d'années, et qu'on admet aujourd'hui qu'il est plus proche de 2 milliards d'années, soit 2.10^9 années.

On se rend bien compte qu'il s'agit là de chiffres qui ont perdu toute signification humaine : n'oublions pas que, si nous essayons d'exprimer en millièmes de millimètres, en microns, la distance des galaxies, c'est-à-dire des univers n'appartenant pas au système de la voie lactée, et situés à quelques centaines de millions d'années de lumière, nous trouvons des chiffres de l'ordre de 10^{27} à 10^{30} microns. Le système solaire n'a que 6×10^{18} microns de diamètre. Ceci pour vous faire saisir la signification d'un nombre qui s'exprime par 10^{243}. D'après certaines théories cosmogoniques modernes (Eddington, l'abbé Lemaître), il n'y a, dans l'univers einsteinien entier, que 10^{79} corpuscules en tout.

Si l'on répond à cela que le calcul des probabilités ne s'oppose pas à ce qu'un pareil hasard (la production d'une des molécules définies tout à l'heure) se produise tout à fait au début de l'agitation, si infimes que soit les chances, et peut

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même se produire deux fois de suite et puis pratiquement jamais plus, nous sommes d'accord. Mais qu'est-ce que deux molécules de protéine? Il en faut des millions pour constituer un microbe. La valeur explicative de la critique est par conséquent nulle, *car elle équivaut à admettre un miracle.*

Il semble donc que, sous sa forme actuelle, l'hypothèse purement mécaniste de l'apparition fortuite de la vie sur le globe, de l'évolution et de la naissance de l'intelligence ait besoin de subir quelques remaniements avant de pouvoir être considérée comme scientifique.

Je ne m'étendrai pas sur les différences apparentes, manifestes, qui séparent la matière vivante de la matière inorganique ou même de la matière organique morte. J'en ai parlé en détails dans un de mes livres. Mais je dirai quelques mots, avant de terminer, sur une différence profonde, radicale, qui n'est encore qu'hypothétique bien que hautement probable.

En quoi consiste exactement la différence entre un organisme vivant et un organisme mort? Encore une fois, nous allons tâcher de découvrir, derrière les manifestations macroscopiques un peu superficielles et évidentes, une modification plus fondamentale affectant *l'enchaînement* même des phénomènes. Cette différence est la suivante : tant qu'un organisme est en vie, tout se passe, suivant l'expression du physiologiste Lapicque, comme si ses molécules étaient soumises aux lois physico-chimiques, *sans toutefois leur obéir complètement.* Pour exprimer l'écart quantitatif observé, de part et d'autre d'une membrane vivante par exemple, Lapicque fait appel à une entité hypothétique qu'il appelle « l'Epictèse ».

Mais quand le même organisme est mort, au bout d'un temps qui varie suivant sa complexité et ses dimensions, *toutes les lois physico-chimiques s'appliquent rigoureusement.*

Voyons si ce fait peut être interprété sans faire appel à « l'épictèse ». Nous savons que toutes nos lois physico-chimiques sont de nature statistique, c'est-à-dire qu'elles exigent la présence d'un nombre immense de molécules. Il est facile de comprendre que, plus ce nombre est grand, plus la précision avec laquelle on peut les vérifier sera grande. Si nous mettons en communication deux boules de verre contenant un gaz (pour fixer les idées, prenons deux sphères d'un centimètre cube de volume total), nous aurons à la pression ordinaire 15 milliards de milliards de molécules dans chaque sphère. Nous savons qu'en raison de l'agitation thermique les molécules passent constament d'un récipient dans l'autre. Mais comme la pression est due aux chocs contre les parois, dès que le nombre n'est plus identiquement le même dans les deux vases, il existe entre les deux une différence de pression. Si nous admettons qu'à un moment il y ait un million de molécules de plus à droite qu'à gauche — ce qui représente une différence assez considérable et déjà peu probable — nous n'observerons qu'une différence de pression inférieure à un dix-milliardième pour cent (0,000 000 001 p. 100), ce qui est bien au delà de ce que nos instruments les plus sensibles nous permettent de mesurer. Nous déclarerons donc que la pression est égale dans les deux vases, et nous vérifierons nos lois avec une très grande précision.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Supposons maintenant que nous ayons affaire à des vases beaucoup plus petits, des vases de 1 micron cube, soit d'un volume équivalent à celui d'un cube de 1 millième de millimètre de côté; ils contiendront encore 30 millions de molécules de gaz : mais un écart de 1 million entraîne cette fois une différence de pression de l'ordre de 7 p. 100, très facilement mesurable. Et si nous diminuons encore ce volume par la pensée jusqu'au moment où les deux vases ne contiendront plus chacun que 10 molécules, alors le passage d'une seule molécule d'un vase à l'autre déterminera une différence de pression de l'ordre de 20 p. 100. *Nos lois statistiques ne s'appliqueront plus*; il faudra les remplacer par des lois d'actions individuelles. Eh bien, on rencontre dans les organismes vivants des éléments figurés, c'est-à-dire des structures possédant des fonctions définies ou non (mitochondries, chromosomes, gènes), qui sont précisément de l'ordre du centième de micron cube et qui jouent un rôle primordial dans l'évolution de l'être vivant. Or, les molécules qu'ils renferment sont beaucoup plus grosses que celles d'un gaz — environ 64 000 fois. Dans un volume de 0,01 micron cube, suivant leur poids moléculaire, on ne pourrait en introduire que 5 à 30, et encore beaucoup moins si elles sont en solution. Dans ce cas, il est bien évident que nous tombons dans un domaine où les lois des grands nombres — c'est-à-dire nos lois statistiques — ne peuvent plus s'appliquer avec rigueur, *et où le rôle des fluctuations devient prépondérant.*

Mais ceci équivaut à dire que le second principe de la Thermodynamique cesse de s'appliquer. Et c'est peut-être là la différence fondamentale entre la vie et la mort, entre l'inorganique et le vivant. Ceci revient à dire aussi que ce n'est plus le hasard qui gouverne l'évolution des êtres vivants, et qu'il faut faire appel à un anti hasard capable d'orienter cette évolution dans un sens déterminé. Cette hypothèse expliquerait beaucoup de choses. Il faut reconnaître qu'on y était arrivé il y a bien longtemps par des raisonnements plus intuitifs et plus simples, sinon scientifiques.

« Ce qui me paraît différencier surtout la biologie de la physique, disait le grand physicien Gabriel Lippmann à Ch.-Eug. Guye, c'est qu'au sein des êtres vivants nous avons des appareils (pompes, canaux de circulation, filtres, instruments d'optique, etc.), en un mot des organes, tandis que dans le reste de la nature inorganique nous voyons seulement des phénomènes ».

Ce qui me paraît surtout différencier la biologie de la physique, c'est que la vie ait abouti à la pensée, *laquelle a créé la biologie et la physique.*

Pour nous résumer, nous dirons que l'unification des sciences ne pourra être considérée comme un fait accompli que lorsqu'on aura réussi à établir un système de lois homogènes applicables sans distinction à tous les phénomènes. Peu importe que ces lois soient nombreuses : il suffirait d'un petit nombre de principes très généraux. Mais dans l'état actuel de la science, il existe encore des compartiments étanches entre les principales disciplines, et rien ne nous permet d'affirmer qu'il n'en sera pas toujours ainsi.

Ces compartiments sont séparés, non pas seulement par des cloisons dont notre système sensoriel et l'imperfection de nos appareils pourraient être rendus respon-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sables, mais par des solutions de continuité dans les raisonnements au moyen desquels nous essayons de nous représenter la nature. Tout se passe comme si la trame de tous les phénomènes était homogène, et, quand on essaye de démontrer cette homogénéité, tout se passe comme si les concepts humains rationnels étaient incapables de révéler autre chose qu'une hétérogénéité irréductible.

Nous avons essayé de construire une science. Nous sommes forcés d'admettre aujourd'hui que nous n'avons réussi jusqu'à présent qu'à en établir plusieurs et que nous ne savons pas comment les dériver l'une de l'autre. Nous avons réussi à détruire les barrières qui séparaient autrefois la chimie, la physique macroscopique et la biologie. Mais les différences d'échelle d'observation nous révèlent que ces barrières étaient artificielles et que l'unité que nous avons réalisée ne vaut qu'entre des limites étroites. Nous n'avons jusqu'ici détruit que des murailles de carton-pâte, mais, ce faisant, nous avons mis à jour des abîmes qui, dans l'état actuel de la science, semblent infranchissables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTE SUR UNE MACHINE A ESSAYER LES FONTES DE LA S. N. C. F.

par

M. BOHL, *Ingénieur, Chef de la Station d'Essais de Vitry.*

La consommation totale de fonte pour sabots et semelles de freins atteignait annuellement — avant la guerre — pour l'ensemble de la S. N. C. F., une trentaine de milliers de tonnes entraînant une dépense de 40 000 000 de francs.

La réduction de cette dépense ainsi que les nombreux problèmes de freinage posés par l'augmentation de la vitesse des trains conduisirent à rechercher une amélioration de la qualité des fontes employées pour la fabrication des sabots de freins.

Pour entreprendre des études systématiques à ce sujet, les Réseaux français ont installé ces dernières années, à la Station d'Essais de Vitry, une machine à essayer les fontes permettant la comparaison de la résistance à l'usure des diverses qualités de fontes.

Quelques machines existent actuellement pour l'essai des sabots de freins; citons :

celle de la Société Vulcanus à Ars-sur-Moselle;

celle de l'Université d'Illinois à Urbana (U. S. A.);

celle de l'American Brake Shoe and Foundry Company à Matwah (New-Jersey, U. S. A.).

Citons également celle que M. Metzkow, Conseiller Supérieur de la Reichsbahn, a construite à Grunewald (près Berlin) pour essais sur modèles réduits.

Le présent article donne la description de la machine de la S. N. C. F. construite par les Établissements Malicet et Blin qui, en collaboration avec la S. N. C. F., en ont établi tous les dessins de détails et d'exécution.

Considérations ayant présidé à l'étude de la machine. — Pour éviter des erreurs dues à l'extrapolation de résultats d'essais sur modèles réduits, la S. N. C. F. a réalisé une machine dans laquelle les sabots essayés sont des sabots de dimensions normales frottant sur un bandage de roue de wagon de diamètre normal.

Par ailleurs, la machine de la S. N. C. F. est une machine susceptible — comme on le verra — de déterminer le coefficient de frottement entre roue et sabots dans les limites de pression, vitesse, température correspondant à celles des conditions du service normal.

Pour déterminer le coefficient de frottement, deux sabots exercent des pressions radiales P constantes et bien définies suivant un même diamètre horizontal d'une roue en rotation; l'effort tangentiel F résultant du frottement est mesuré au moyen de deux cylindres verticaux de mesure.

Le coefficient de frottement est $\mu = \frac{F}{P}$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour entretenir constante la vitesse de la roue malgré le freinage, on emploie un moteur électrique à courant triphasé à vitesse constante avec boîte d'engrenages permettant d'obtenir plusieurs vitesses de rotation de la roue à freiner.

Pour éviter de donner au moteur une importance exagérée, ce dernier a été choisi pour entretenir le mouvement de la roue à la vitesse de 60 km/h sous un effort de freinage total de 6 tonnes. Toutefois, pour pouvoir déterminer des coef-

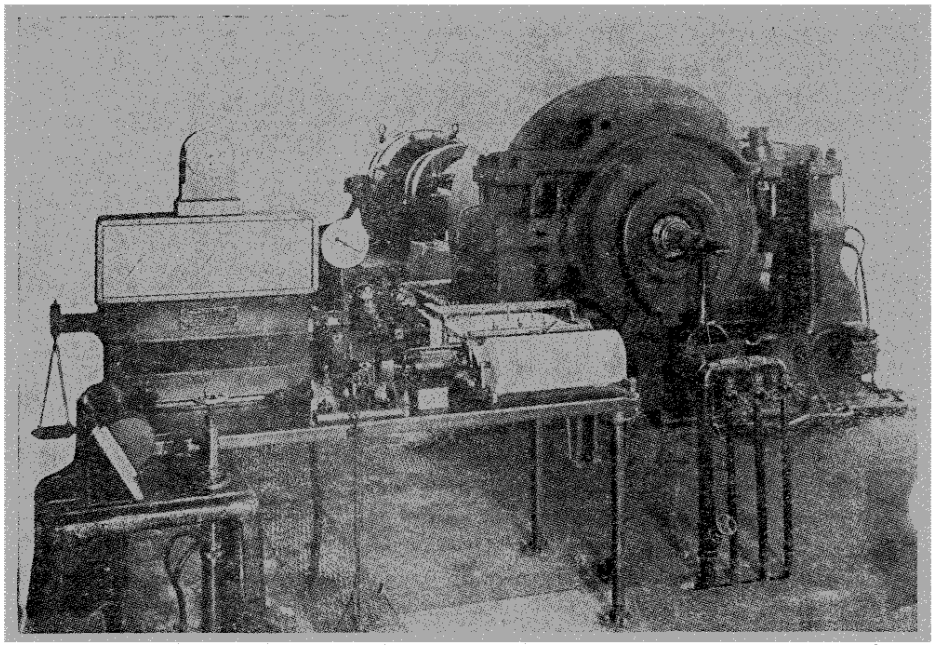


Fig. 1. — Ensemble de la machine et du poste d'indications et d'enregistrement.

ficients de frottement pour des valeurs de vitesse et de pression allant jusqu'à 160 km/h et 10 tonnes d'effort radial total, la machine a été munie d'un volant calculé pour que, lancé par le moteur à la vitesse de 160 km/h et ensuite débrayé, le temps d'arrêt soit de 90 secondes minimum lorsque la roue est freinée avec 10 tonnes d'effort total.

Description de la machine (photogr. 1, 2, 3. Fig. 4 et 5). — La roue à freiner (1) et le volant (2) sont montés sur un même arbre (3) tournant dans deux paliers à rouleaux (4) portés par un robuste bâti (5).

Le volant en acier forgé a 2 mètres de diamètre, il pèse 17 tonnes; l'ensemble roue-volant est mis en mouvement par un moteur électrique (6) asynchrone à courant triphasé [1] de 350 CV à 720 t/m par l'intermédiaire d'une boîte à engre-

(1) Le moteur entraîne directement la boîte à engrenages sans embrayage; le lancement progressif du moteur est obtenu par élimination de résistances sur le circuit rotorique; le lancement du volant à 160 km/h peut être obtenu en 6 à 7 minutes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

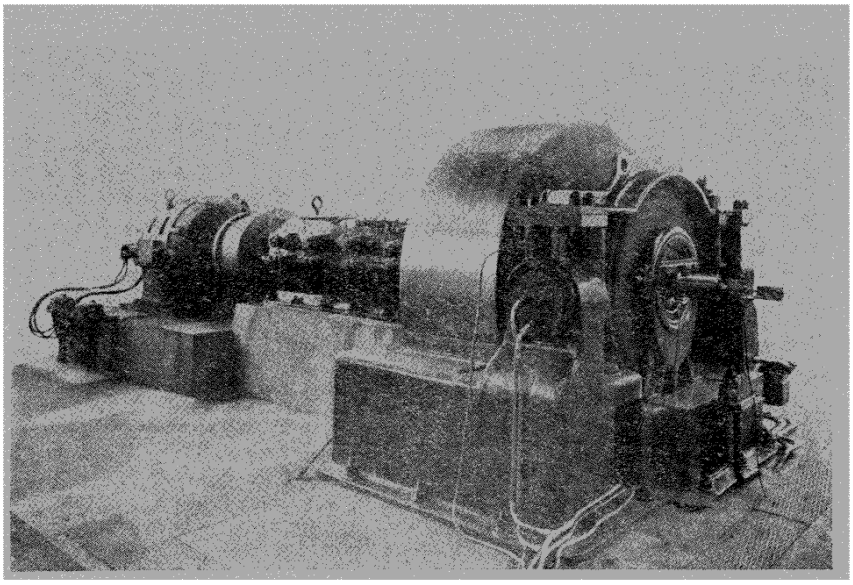


Fig. 2. — Vue d'ensemble latérale de la machine.

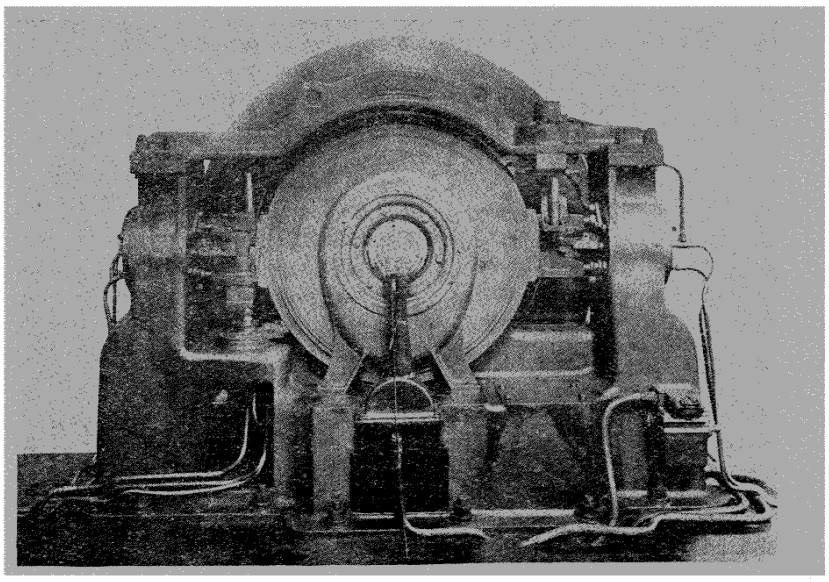


Fig. 3. — Vue de face de la machine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nages permettant d'obtenir les vitesses de 20, 30, 40, 50, 60 et 160 km/h ; cette dernière vitesse étant obtenue par prise directe de l'arbre du volant avec l'arbre du moteur.

Un embrayage à griffes (7) permet de séparer le moteur du volant.

La roue à freiner (1) est constituée par un bandage cylindrique en acier à bandage monté sur un corps de roue creux dans lequel on peut établir une circulation d'eau pour refroidir le bandage.

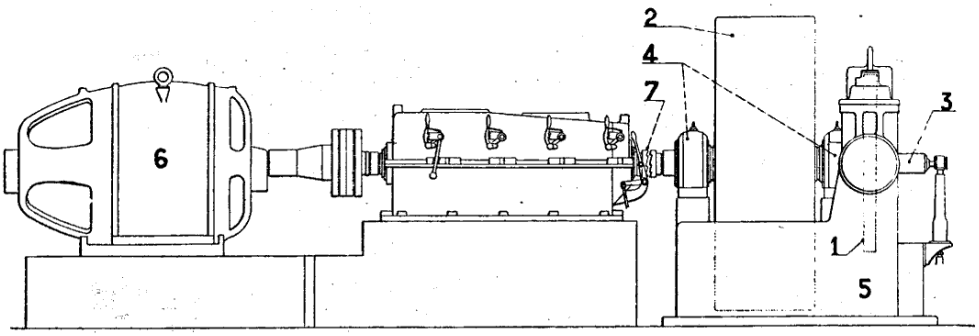


Fig. 4.

Le diamètre de la roue est de 1,190 m à l'état neuf.

Les deux semelles (8), montées dans deux porte-semelles (9), sont disposées sur le diamètre horizontal de la roue et appliquées sur cette dernière par les pistons de deux cylindres hydrauliques (10) où règne une pression d'huile engendrée par une pompe à engrenages, pression rigoureusement constante et réglable au moyen d'un dispositif Guillery.

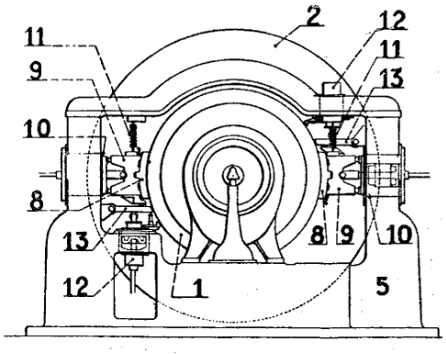


Fig. 5.

L'axe de ces cylindres est rigoureusement dans le prolongement du diamètre horizontal de la roue.

Le poids des sabots est exactement équilibré par un système de ressorts (11) les maintenant à l'arrêt sur le diamètre horizontal de la roue.

L'effort radial de freinage est mesuré par la pression de l'huile.

Pour mesurer l'effort tangentiel, tout en conservant — comme il est dit plus haut — la position rigoureusement exacte des sabots sur l'horizontale de l'axe de la roue, on a utilisé un dynanomètre (12) hydraulique à piston, muni d'un dispositif spécial Guillery.

La transmission de l'effort de frottement au piston de ce dynamomètre est représentée schématiquement sur la figure 6.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Chaque sabot appuie verticalement dans le sens de rotation de la roue avec l'effort tangentiel développé par le frottement sur le piston du dynamomètre (12) par l'intermédiaire d'un levier (13) dont une des extrémités est articulée sur le bâti de la machine et dont l'autre porte un couteau contre lequel vient s'appuyer la semelle.

La position de ce couteau est réglable pour tenir compte de l'usure de la roue de la machine. Pour un diamètre donné, sa position est déterminée pour que la verticale passant par le sommet du couteau passe par le point d'application de l'effort de frottement sur la semelle.

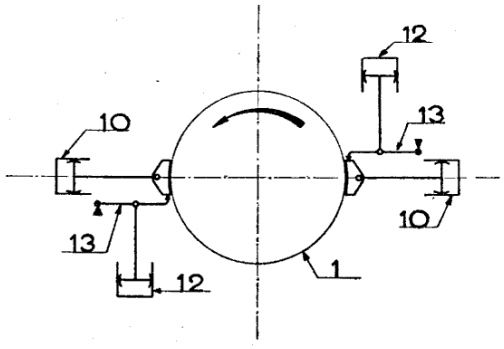


Fig. 6.

Cette disposition a été adoptée pour éviter que la semelle soit soumise à un couple de renversement et être ainsi assuré de la répartition uniforme de l'effort radial sur toute la hauteur de la semelle.

Le dynamomètre (12), (fig. 7), doit maintenir, en marche, le sabot dans sa position normale.

Dans ce but, le piston (14) porte (voir fig. 7) une contre-tige creuse (15) portant des lumières, coulissant dans un fourreau (16) portant également des lumières. L'ensemble forme tiroir et plonge dans un cylindre plein d'huile (17) où règne une pression (égale à celle qui règne dans les cylindres d'effort radial) supérieure à la pression à mesurer.

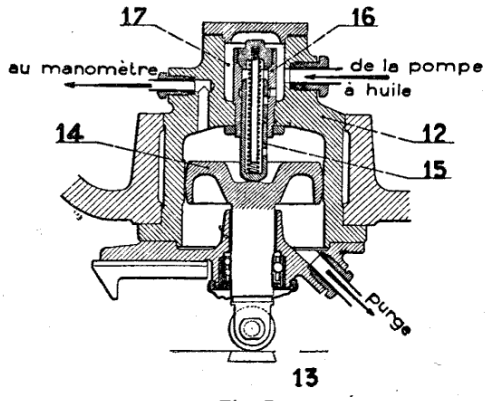


Fig. 7.

L'effort tangentiel s'exerce sur le piston (14) et la pression de l'huile contenue dans le cylindre (12) mesure cette pression tangentielle, mais, sous l'influence des fuites, le piston tend à monter et le sabot à quitter l'horizontale de l'axe de la roue.

Le tiroir que forme la contre-tige (15) s'ouvre alors et met en communication le cylindre (12) avec le cylindre (17) de compensation des fuites; par les lumières et un trou ménagé dans la contre-tige, l'huile rentre alors dans le cylindre, redescend le piston (12) et le sabot jusqu'à temps que celui-ci ait retrouvé sa position correcte. Lorsqu'il s'y trouve, le tiroir est fermé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Grâce au tiroir, la pression dans le cylindre équilibre exactement la pression tangentielle pour une position rigoureusement déterminée du sabot.

Un index fixe, disposé devant chaque sabot, indique la position correcte que celui-ci doit occuper en marche et permet ainsi la vérification du fonctionnement du système de retenue de la position des sabots.

La pression engendrée dans les cylindres tangentiels est mesurée au moyen de manomètres, système Guillery, installés au poste d'indication (fig. 8).

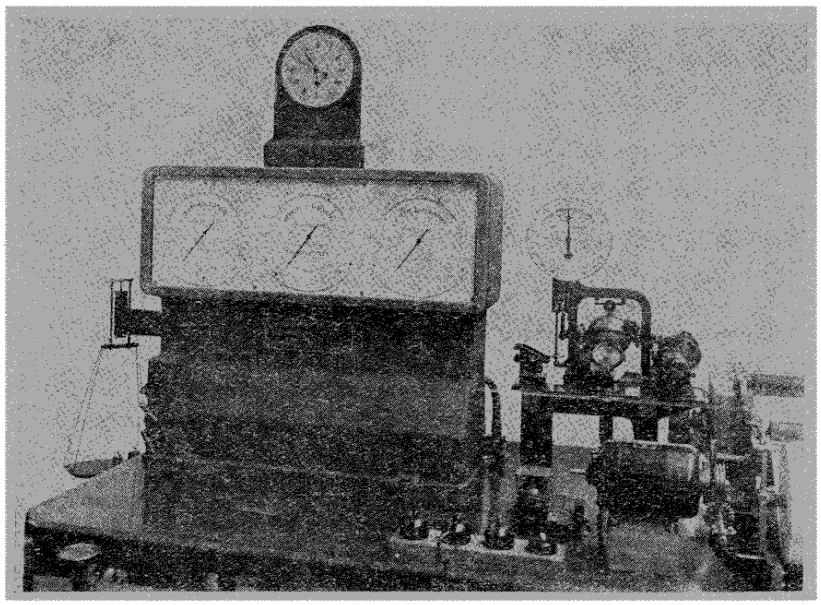


Fig. 8. — Poste d'indications.

Ce manomètre et son système de contrôle ont été décrits dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 6, juin 1932 (p. 415).

La machine comporte :

— un poste de commande pour le démarrage du moteur;
— un poste de commande pour le réglage de l'effort radial ;
— un poste pour l'indication et l'enregistrement.

Poste de démarrage. — Ce poste comporte les organes habituels de démarrage d'un moteur asynchrone triphasé : interrupteur, rhéostat sur circuit rotorique. Mais dans le cas particulier de cette machine, le poids du volant : 17 tonnes nous a obligé à en réaliser le lancement très progressivement et à construire un rhéostat largement dimensionné et ventilé dont les résistances sont successivement et progressivement éliminées au moyen d'un manipulateur en bain d'huile. Nous avons pu ainsi supprimer tout embrayage entre le moteur et la boîte de vitesse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De cette manière, nous pouvons lancer le volant de 0 à 160 km/h en six minutes (sans échauffement anormal du moteur) — temps au bout duquel le moteur tourne à sa vitesse normale : 720 t/m.

Poste de commande de l'effort radial (fig. 9). — La pression engendrée par une pompe à huile à engrenages et agissant sur les pistons d'effort radial est réglable à pression constante au gré de l'opérateur au moyen d'une soupape réglable, système Guillery (fig. 9).

Un volant (18) à main agit sur une vis attaquant un ressort (19) dont les extrémités sont fixées à deux tiges terminées par des billes se déplaçant chacune dans des cylindres de même diamètre, placés sur un même axe vertical en communication avec la chambre où arrive la pression de la pompe.

Le cylindre inférieur porte des cannelures par lesquelles l'huile peut s'échapper lorsque la bille inférieure est suffisamment descendue; dans ce cas la pression est nulle.

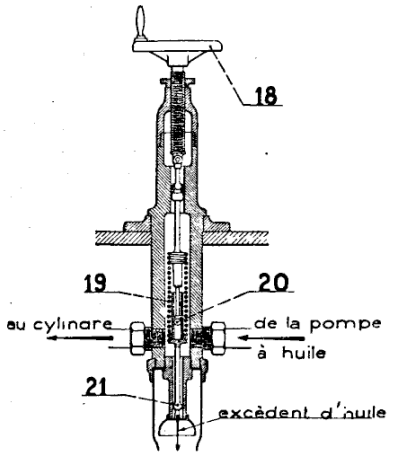


Fig. 9.

Si, au contraire, au moyen du volant, on remonte l'ensemble, la pression appuie sur les deux billes et le ressort se tend jusqu'à ce que l'excédent de débit d'huile s'échappe par les cannelures et la pression reste constante tant que la position du volant reste constante; la pression est égale à la tension du ressort choisie divisée par la surface de la section du grand cercle de la bille.

La pression envoyée dans les cylindres d'effort radial est envoyée en même temps dans un manomètre, système Guillery, installé au poste d'indication.

Un dispositif accessoire permet la décharge instantanée de la pression.

Poste d'indication et d'enregistrement (photogr. 8).

Ce poste comporte une table sur laquelle sont montés :

1° les indicateurs suivants :

3 manomètres avec leur système de contrôle donnant :

— l'effort radial pour l'ensemble des deux sabots;

— l'effort tangentiel de chaque sabot;

1 indicateur de vitesse Amsler, de la circonférence de la roue à freiner;

1 indicateur multiple de température en certains points de la semelle au moyen de couples thermo-électriques montés dans les semelles;

1 horloge à contact électrique pour l'enregistrement des temps;

2° un dispositif d'enregistrement comportant :

1 papier à diagramme se déroulant proportionnellement au temps; il y a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trois vitesses de déroulement : 1, 5 et 10 mm/sec; sur ce diagramme on enregistre :

— l'effort radial pour l'ensemble des deux sabots;
— l'effort tangentiel de chaque sabot;
— des intervalles égaux de chemin parcouru : tous les deux tours et tous les dix tours de la roue;
— des intervalles égaux de temps : toutes les 10 secondes.

On peut également enregistrer par la manœuvre d'un bouton certains repères : en particulier, l'instant de début du freinage et l'instant de l'arrêt.

L'enregistrement des efforts se fait par répétition mécanique (câble) des indications de l'aiguille des manomètres.

La mise au point de cette machine, installée peu de temps avant la guerre, a été longue et délicate et les événements ne nous ont pas encore permis de terminer d'études dont on puisse déjà rendre compte, mais on peut espérer que cette machine permettra à la S. N. C. F., ainsi qu'aux fournisseurs de fonte, d'étudier, dans des conditions satisfaisantes, les questions qui se posent dans l'étude du frottement du sabot sur le bandage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

INFLUENCE DU MODE DE MOUTURE SUR LA FORCE BOULANGÈRE DES FARINES TIRÉES D'UN MÊME BLÉ

par

P. NOTTIN, *Professeur à l'I. N. A., directeur du Laboratoire de Contrôle des Farines, Membre du Conseil, et* A. ALEXEIEVSKY, *Préparateur au Laboratoire de Contrôle des Farines* (1).

C'est en 1921 que M. CHOPIN décrivit dans le Bulletin de notre Société (2) l'extensimètre dont il était l'inventeur et qui devait rendre de grands services aux minotiers pour perfectionner leur diagramme et pour constituer les mélanges de blés à mettre en mouture. Plus tard, on utilisa l'extensimètre pour la sélection des blés en vue d'obtenir des variétés ayant suffisamment de force boulangère pour éviter l'importation des blés de force exotiques. En conséquence, on voulut introduire cette notion de force, exprimée par le W extensimétrique, dans la fixation du prix du blé.

Les propriétés extensimétriques d'une pâte correspondent à une réalité. Si l'on veut parler des propriétés extensimétriques d'une farine, il faut une convention sur la proportion d'eau et sur le mode de pétrissage. En effet, dans le mémoire précité de M. Chopin, on trouve l'influence très marquée de la proportion d'eau sur les résultats extensimétriques; j'ai eu l'occasion de le vérifier depuis (3). Quant à l'influence du mode de pétrissage, elle est manifeste, puisque, pour obtenir le même W avec la même farine, il faut 43,33 p. 100 d'humidité dans la pâte avec l'ancien pétrin et 42,67 p. 100 avec le pétrin extracteur.

En ce qui concerne les propriétés extensimétriques d'un blé, un phénomène s'ajoute aux précédents : la mouture de laboratoire, car il ne saurait être question d'opérer sur du blé en grains. L'Office National Interprofessionnel du Blé a fait normaliser cette mouture par une Commission (4).

Depuis 1935, le Laboratoire de Contrôle des Farines étudie chaque année le plus grand nombre possible de blés commerciaux en vue de suivre les variations locales ou annuelles de leurs propriétés. On avait estimé à cette époque qu'il était préférable de chercher à réaliser une mouture aussi voisine que possible des mouture industrielles; mais ce mode de mouture était fort long et limitait le débit du moulin. Pour la récolte 1938, nous employâmes la nouvelle méthode normalisée et le moulin spécial nécessaire : cela permettait d'aller beaucoup plus vite et d'analyser cinq ou six fois plus de blés avec le même personnel. Cette méthode conduisit à des valeurs tellement faibles pour la force de cette récolte qu'immédiatement nous fûmes amenés à traiter un certain nombre de blés par les deux

(1) M. A. ALEXEIEVSKY, lieutenant au 6e Dragons, est tombé au Champ d'Honneur le 5 juin 1940, à Saint-Pierre-à-Gouy (Somme).

(2) M. CHOPIN. *Bulletin Soc. Encourag. pour Industrie Nationale.* 1921, t. 133, p. 261.

(3) P. NOTTIN et A. DARON. *C. R. Acad. Sciences.* 1935, t. 201, p. 1217.

(4) Instruction pour l'essai des blés par la méthode Chopin. *Bulletin Ecole française de Meunerie.* N° 65, janvier 1938, p. 48.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

modes de mouture [1]. La moyenne des résultats obtenus à partir de 61 blés est la suivante :

	Méthode normalisée	*Méthode ancienne*
	—	—
Rendement en farine	53,40	69,25
Farines : cendres	0,45	0,48
Matières azotées	8,81	8,93
Extensimètre P	35	53
Extensimètre G	22,5	18,5
Extensimètre W	75	89

Nous avons alors comparé les résultats donnés par 146 farines industrielles préparées uniquement avec des blés indigènes provenant de 84 départements avec les résultats de la mouture normalisée de 261 blés originaires des mêmes départements. Voici les résultats moyens.

	Blés méthode normalisée	*Farines industrielles*
	—	—
Matières azotées	8,6	9,0
Extensimètre P	34	41
Extensimètre G	22,5	21
Extensimètre W	72	86

Il y a donc plus d'analogie entre les farines industrielles et celles préparées au laboratoire par l'ancienne méthode qu'entre ces farines industrielles et celles obtenues par la mouture normalisée à faible taux d'extraction.

Les différences, mises en évidence par les deux modes de mouture, pouvaient résulter, soit de l'emploi des cylindres lisses indispensables pour obtenir une extraction suffisante, soit du fait que, avec un faible taux d'extraction, on n'incorpore pas dans la farine certains éléments du grain favorable, à la force boulangère.

Pour essayer d'apporter quelques précisions sur cette importante question, nous avons constitué trois lots de blés :

Lot A = blés indigènes à faible W, environ 60
Lot B = blés indigènes à W moyen, environ 85
Lot C = Florence Aurore tunisien, environ W = 250.

Sur chacun de ces lots bien homogénéisés, nous avons opéré une mouture avec chacun de nos deux moulins, en opérant sur une quantité de blé telle que nous puissions analyser chacune des farines de passages. L'une des moutures, que nous désignerons par N, a été conduite suivant la méthode normalisée par l'Office National Interprofessionnel du Blé, c'est-à-dire en utilisant pour tous les passages les mêmes cylindres cannelés, sans sassage des semoules. L'autre mou-

(1) P. Nottin et A. Alexeievsky. *C. R. Acad. Agriculture.* 1939, t. 25, p. 54 et 584.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ture, que nous désignerons par M, a été opérée suivant le diagramme que nous employons depuis 1935 [1], en utilisant deux grosseurs de cannelures pour les broyages et les désagrégeages, en sassant les semoules et en convertissant les semoules blanches au moyen de cylindres lisses; ce dernier mode de mouture cherche à se rapprocher autant que possible des méthodes industrielles.

Les rendements en farine ont été les suivants : pour la mouture M, nous avons, après analyse, constitué une farine analogue à la farine commerciale d'avant août 1939 (type B), le surplus des farines extraites devant représenter des farines basses fourragères :

	MOUTURE N		MOUTURE M			
			en toutes farines		en farine type B	
	pour cent du blé commercial	matière sèche, pour cent de matière sèche du blé	pour cent du blé commercial	matière sèche, pour cent de matière sèche du blé	pour cent du blé commercial	matière sèche, pour cent de matière sèche du blé
Blé A	56.97	57,05	77,76	80,85	69,70	71,10
Blé B . . .	57,35	57,72	78,03	81,07	71,11	72,45
Blé C	60,67	59,15	81,13	80,45	76,92	75,03

Avant la mouture, les blés ont été conditionnés, c'est-à-dire amenés à une humidité convenable, par mouillage en vue de la mouture N, ou par lavage et essorage en vue de la mouture M; puis les blés ont été laissés au repos pendant 20 heures; ces humidités avant mouture étaient :

	mouture N	*mouture M*
	—	—
blés A et B	16,5 p. 100	17,0 p. 100
blés C	17,5 —	18,0 —

Mais les rendements sont rapportés à 100 de blé ayant une humidité normale pour les blés commerciaux, soit 15 p. 100 pour les blés indigènes et 12 p. 100 pour le blé tunisien. Des tableaux annexes indiquent les résultats analytiques déterminés sur les farines des divers passages.

Nous avons cherché, avec les passages des moutures M, à reconstituer la farine de la mouture N correspondante, ce qui devrait être aisé si les propriétés des farines de passages préexistaient dans l'amande du blé.

Si l'on ne retient de la mouture M que les broyages et désagrégeages correspondant sensiblement à ceux de la mouture N et les premiers convertissages, le mélange obtenu est moins riche en cendres que la farine de mouture N, mais la teneur en matières azotées est semblable (mélange 1).

(1) P. NOTTIN. *Annales de Technologie Agricole*, 1938, t. 1, p. 121.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on prend un broyage de plus, en éliminant un même poids de farine des derniers convertissages utilisés précédemment, la teneur en cendres un peu plus élevée est encore inférieure à celle de la farine N et la teneur en matières azotées est à peine plus élevée (mélange 2).

Dans un cas comme dans l'autre, le W du mélange M est notablement supérieur à celui de la farine N.

		RENDEMENT	HUMIDITÉ	CENDRES	MATIÈRES AZOTÉES	W
Blé A	mouture N.	56,97	15,28	0,44	8,00	59
	mouture M mélange 1 . .	57,02	13,90	0,41	7,95	81
	mouture M mélange 2 . .	56,98	13,94	0,42	8,04	78
Blé B	mouture N.	57,35	15,07	0,49	8,65	83
	mouture M mélange 1 . .	57,49	13,55	0,44	8,67	111
	mouture M mélange 2 . .	58,01	13,62	0,46	8,80	112
Blé C	mouture N.	60,67	14,87	0,54	11,25	266
	mouture M mélange 1 . .	60,62	14,35	0,44	10,98	310
	mouture M mélange 2 . .	60,87	14,37	0,46	11,14	308

Par conséquent, la mouture M donne toujours, à égalité de rendement, une farine plus pure contenant à peu près la même quantité de matières azotées, et cependant le W est très supérieur à celui de la farine N correspondante.

Si l'on compare le mélange des farines de broyage, de division et de désagrégeage (sauf celle très impure du dernier broyage), on constate que la mouture M donne un produit moins abondant et plus impur, et que néanmoins le W est le même pour les mélanges provenant des moutures M et N du même blé; cette valeur est sensiblement égale à celle déterminée sur la farine à 55-60 p. 100 résultant de la mouture N complète.

FARINES DE BROYAGES		RENDEMENT	HUMIDITÉ	CENDRES	MATIÈRES AZOTÉES	W
Blé A	mouture N.	23,53	15,56	0,42	7,92	61
	mouture M.	21,54	14,54	0,54	8,24	57
Blé B	mouture N.	24,83	15,08	0,51	8,32	82
	mouture M.	18,67	14,43	0,61	9,10	86
Blé C	mouture N.	16,72	15,55	0,61	12,16	311
	mouture M.	11,52	14,68	0,81	13,60	305

Ce ne sont donc pas les impuretés contenues dans les derniers passages de la mouture à taux élevé qui augmentent le W.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'autre part, si l'on compare les mélanges résultant de l'addition progressive des farines de convertissages, on constate que :

1° les farines de convertissages de la mouture N, faite aux cylindres cannelés, donnent le même W quelle que soit la quantité de farine tirée des blés A et B;

2° dans la mouture M, les farines des deux premiers convertissages ont un W inférieur à celui des farines de broyages, puis, à partir du cinquième convertissage, le W dépasse celui des farines de broyages pour les blés A et B;

3° pour le Florence Aurore (blé C), les convertissages successifs de la mouture N ont des W de plus en plus faibles et inférieurs à ceux des farines de broyages;

4° dans la mouture M du Florence Aurore, le W augmente un peu plus lentement que dans les moutures M des blés A et B, et la farine provenant de tous les convertissages de cette mouture M a le même W que la farine de broyages.

Pour les blés A et B, l'augmentation brusque du W s'accompagne, dans les moutures M, d'une forte perte d'humidité, montrant l'échauffement sous l'action

	FARINES DE CONVERTISSAGES	RENDEMENT	HUMIDITÉ	CENDRES	MATIÈRES AZOTÉES	W
			Blé A.			
Mouture N.	C. 1.	13,23	15,40	0,42	7,88	61
	C. 1 à C. 3 . . .	26,36	15,21	0,43	8,00	58
	C. 1 à C. 4 . . .	33,43	15,09	0,44	8,05	57
Mouture M.	C. 1 à C. 2 . . .	4,22	14,44	0,35	7,35	42
	C. 1 à C. 4 . . .	24,17	14,10	0,37	7,20	58
	C. 1 à C. 8 . . .	42,37	13,56	0,39	8,13	95
	C. 1 à C. 17. . .	55,16	13,18	0,59	8,93	93
			Blé B.			
Mouture N.	C. 1.	12,21	15,28	0,46	8,75	89
	C. 1 à C. 3 . . .	27,05	15,12	0,45	8,93	85
	C. 1 à C. 4 . . .	32,52	15,09	0,46	8,90	84
Mouture M.	C. 1 à C. 2 . . .	4,76	13,87	0,37	7,70	70
	C. 1 à C. 4 . . .	23,96	13,65	0,37	8,18	87
	C. 1 à C. 8 . .	44,39	13,16	0,41	8,81	125
	C. 1 à C. 16. . .	57,16	12,99	0,57	9,44	125
			Blé C.			
Mouture N.	C. 1 à C. 2 . . .	18,72	14,83	0,50	10,57	266
	C. 1 à C. 4 . .	34,29	14,72	0,50	10,86	252
	C. 1 à C. 6 . . .	43,95	14,62	0,51	10,90	249
Mouture M.	C. 1 à C. 2 . . .	3,09	14,42	0,40	10,85	236
	C. 1 à C. 4 . . .	24,63	14,41	0,41	10,54	288
	C. 1 à C. 8 . . .	53,11	14,25	0,39	10,63	311
	C. 1 à C. 16. . .	69,61	14,04	0,49	11,03	311

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la compression. Pour le blé C, les pertes d'humidité sont moindres, notamment entre les deuxième et quatrième convertissages, au moment où se produit la plus forte augmentation du W; cette exception du blé tunisien ne s'explique pas, car ce blé est beaucoup plus résistant à l'écrasement que les blés indigènes; faut-il y voir une influence de la force du gluten, c'est-à-dire de sa faculté de rétention de l'eau?

Le W est très faible dans les deux premiers convertissages de la mouture M, car les cylindres sont relativement écartés et il se produit peu de farine.

Par conséquent, l'usage des cylindres lisses, par la compression exercée sur les semoules, augmente la force boulangère exprimée par le W.

Dans la mouture N du blé A, nous avons prolongé le convertissage avec cylindres cannelés, au delà du rendement imposé par la méthode normalisée; nous avons ainsi obtenu en tout 42,41 p. 100 de farines de convertissages, ayant les caractéristiques suivantes, bien différentes de celles du mélange C. 1 à C. 8 de la mouture M du même blé tiré avec le même rendement; par contre cette extraction supplémentaire n'a pas modifié les caractéristiques de la farine de convertissages de la mouture N avec cylindres cannelés.

Blé A; mouture N prolongée; C. 1 à C. 7.

Humidité	14,89
Cendres	0,45
Matières azotées	8,11
W	59

Conclusion. — Ces moutures de laboratoire montrent que, pour obtenir des résultats comparables entre eux, il est nécessaire de proscrire l'usage des cylindres lisses, très délicats à régler. L'extraction plus ou moins grande ne modifie pas la valeur du W dans la méthode normalisée.

Mais industriellement, le meunier utilise forcément les cylindres lisses, et, suivant leur réglage, il créera plus ou moins de force dans sa farine, comme nous l'avons réalisé dans les moutures M, effectuées de façon aussi voisine que possible des diagrammes industriels.

Il en résulte que la valeur conventionnelle du W obtenue par la méthode normalisée a un rapport assez mal défini avec le W des farines industrielles tirées de ce même blé, comme nous l'avions constaté.

Nos moutures M ont été faites très soigneusement en reproduisant le même réglage du moulin : le rapport entre le W des farines M et N est très semblable pour les deux blés indigènes :

	W mouture N	*W mouture M*	$\frac{W \text{ mouture } M}{W \text{ mouture } N}$	$\frac{W \text{ mout. } M - W \text{ mout. } N}{W \text{ mouture } M}$
Blé A	59	84	1,42	0,30
Blé B	83	117	1,41	0,29
Blé C	266	310	1,16	0,14

Mais nous estimerions dangereux d'appliquer la valeur moyenne de ces rapports pour prévoir la force boulangère d'une farine industrielle à partir des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

résultats de la mouture normalisée. La force boulangère d'une farine industrielle dépend du blé employé, mais elle dépend aussi de la façon dont sont réglés les appareils, réglage particulier à chaque moulin. Le rapport de l'accroissement du W au W de la mouture à taux d'extraction élevé figure dans la dernière colonne du tableau ci-dessus et chiffre la part de la mouture dans le W final d'une farine commerciale.

TABLEAUX ANNEXES

INDIQUANT LES RÉSULTATS ANALYTIQUES DÉTERMINÉS SUR LES FARINES DES DIVERS PASSAGES

PASSAGES	RENDEMENT	HUMIDITÉ	CENDRES	MATIÈRES GRASSES	MATIÈRES AZOTÉES	ACIDITÉ	EXTENSIMÈTRE		
							P	G	W
Mouture N, blé A.									
B. 1.	3,22	15,72	0,44	1,12	7,00	0,017	22	21,5	48
B. 2.	3,66	15,63	0,42	0,74	7,00	0,015	26	19,5	51
B. 3.	9,19	15,82	0,41	0,80	8,40	0,016	31	24	82
B. 4.	2,02	15,35	0,57	1,06	9,98	0,024	31	27	74
D. 1.	5,44	15,08	0,40	1,02	7,53	0,015	18	23,5	37
C. 1. . . .	13,23	15,40	0,42	0,89	7,88	0,017	26	23	61
C. 2.	7,31	15,08	0,46	0,93	8,05	0,018	29	21	51
C. 3.	5,82	14,96	0,44	0,97	8,23	0,021	31	23	60
C. 4.	7,07	14,61	0,47	1,12	8,23	0,020	30	23,5	57
passages supplémentaires									
C. 5.	3,71	14,48	0,45	1,02	8,75	0,022	34	22,5	72
C. 6.	3,17	14,15	0,49	1,12	7,88	0,022	33	20,5	60
C. 7.	2,10	13,78	0,54	1,22	8,40	0,021	42	19,5	70
Mouture N, blé B.									
B. 1.	2,55	15,30	0,51	0,80	7,70	0,017	35	19,5	78
B. 2.	3,56	15,56	0,47	0,8	7,70	0,019	33	21	78
B. 3.	10,20	15,12	0,50	0,92	8,75	0,020	35	23,5	100
B. 4.	2,00	13,83	0,65	1,52	10,68	0,029	41	25	111
D. 1.	6,53	14,94	0,53	1,08	7,52	0,022	20	21	51
C. 1.	12,21	15,28	0,46	1,46	8,75	0,019	37	22,5	89
C. 2.	8,40	15,10	0,44	1,56	8,93	0,019	34	22	81
C. 3.	6,44	14,87	0,46	1,30	9,28	0,020	37	22	82
C. 4. . . .	5,47	14,92	0,50	1,34	9,27	0,020	42	20,5	83
Mouture N, blé C.									
B. 1.	0,89	15,64	0,68	1,18	12,24	0,023	126	18,5	314
B. 2.	2,78	15,72	0,64	1,34	11,90	0,017	126	19,5	326
B. 3. . . .	4,93	16,12	0,56	1,31	12,25	0,017	100	23	354
B. 4.	1,72	15,37	0,74	2,08	14,52	0,022	69	29	305
D. 1.	5,00	15,32	0,52	1,42	11,20	0,017	103	21,5	299

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PASSAGES	RENDEMENT	HUMIDITÉ	CENDRES	MATIÈRES GRASSES	MATIÈRES AZOTÉES	ACIDITÉ	EXTENSIMÈTRE P	EXTENSIMÈTRE G	EXTENSIMÈTRE W
Mouture N, Blé C.									
D. 2.	1,40	14,28	0,87	2,58	12,95	0,024	71	21,5	183
C. 1.	9,95	14,93	0,51	1,22	10,50	0,015	99	21	263
C. 2.	8,77	14,72	0,49	1,15	10,67	0,015	100	21	271
C. 3.	7,98	14,78	0,51	1,14	11,55	0,015	97	20,5	243
C. 4.	7,59	14,42	0,49	1,36	10,85	0,017	91	20,5	228
C. 5.	5,20	14,41	0,57	1,52	11,03	0,017	100	20	248
C. 6.	4,46	14,03	0,64	1,70	11,03	0,020	97	19	221
Mouture M, blé A.									
B. 1.	0,98	15,00	0,46	0,62	7,00	0,015	27	19	46
B. 2.	2,38	15,10	0,42	0,80	7,00	0,015	17	22	44
B. 3.	5,72	15,27	0,40	0,76	7,18	0,015	20	24,5	61
B. 4.	3,44	14,62	0,48	1,12	9,45	0,015	22	26,5	61
B. 5.	2,34	14,44	0,78	1,38	11,20	0,029	46	26	113
B. 6.	1,06	12,83	1,82	2,32	13,30	0,046	104	14	177
D. 1 à D. 4. .	2,17	13,68	0,55	1,55	7,35	0,020	16	22,5	35
D. 5.	2,48	14,09	0,80	2,58	9,28	0,024	25	22	47
Division. . .	2,03	13,08	0,67	1,82	7,53	0,024	21	23	45
C. 1 et C. 2 .	4,22	14,44	0,35	0,70	7,35	0,019	15	24,5	42
C. 3 et C. 4 .	19,95	14,04	0,38	0,82	7,18	0,018	25	23,5	62
C. 5 et C. 6 .	11,06	12,82	0,38	0,96	9,45	0,020	59	20	128
C. 7.	4,04	12,74	0,43	1,16	9,28	0,020	110	16,5	189
C. 8.	3,10	13,08	0,56	1,77	9,10	0,024	141	13	140
C. 9.	2,31	12,45	0,77	1,76	10,33	0,029	97	13,5	98
C. 10	1,86	12,13	0,81	1,88	11,02	0,032	74	13	78
C. 11 . . .	2,11	12,07	0,86	1,76	10,85	0,032	97	11,5	91
C. 12	2,00	11,92	1,07	2,18	11,38	0,039	95	12	85
C. 13	1,26	11,64	1,46	2,64	12,25	0,054	105	10,5	84
C. 14	1,24	11,46	1,56	2,66	12,08	0,061	112	10,5	88
C. 15 à C. 17.	2,02	11,50	2,36	3,68	13,83	0,078	104	10,5	78
Mouture M, blé B.									
B. 1.	1,21	15,12	0,48	0,92	7,35	0,017	27	23,5	58
B. 2.	1,91	15,10	0,44	0,74	7,88	0,013	23	22,5	56
B. 3.	4,40	15,30	0,44	0,84	7,96	0,013	32	23	84
B. 4.	2,86	14,98	0,53	1,28	10,15	0,017	35	27	100
B. 5.	2,65	14,11	0,87	1,34	12,60	0,032	60	25	176
B. 6.	1,20	12,52	1,61	2,30	14,35	0,042	118	17	226
D. 1 à D. 4. .	2,53	13,63	0,62	1,40	7,70	0,017	21	22	50
D. 5.	1,38	13,65	0,93	1,70	10,33	0,032	24	23	55
Division. . .	1,73	12,46	0,80	1,54	8,57	0,022	28	21,5	66
C. 1 et C. 2 .	4,76	13,87	0,37	0,76	7,70	0,015	25	24	70
C. 3 et C. 4 .	19,20	13,60	0,38	0,94	8,31	0,015	37	22	92
C. 5 et C. 6 .	11,38	12,87	0,40	1,14	9,45	0,017	74	20	172
C. 7.	5,98	12,27	0,49	1,20	9,53	0,020	115	15,5	175

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PASSAGES	RENDEMENT	HUMIDITÉ	CENDRES	MATIÈRES GRASSES	MATIÈRES AZOTÉES	ACIDITÉ	EXTENSIMÈTRE		
							P	G	W
Mouture M, Blé B.									
C. 8.	3,07	12,19	0,55	1,70	9,97	0,024	95	15,5	157
C. 9.	2,45	12,29	0,67	1,42	10,50	0,027	78	16,5	108
C. 10	3,37	12,51	0,68	1,68	10,33	0,029	123	14	145
C. 11	2,02	12,71	0,89	2,44	10,67	0,034	116	13	132
C. 12	1,60	12,59	1,13	2,30	11,73	0,044	110	12	104
C. 13	1,59	12,60	1,20	3,16	11,55	0,047	131	11,5	126
C. 14	1,37	12,50	1,79	3,38	13,83	0,064	138	10,5	101
C. 15 et C. 16.	1,38	11,99	2,36	4,36	14,35	0,088	149	10,5	122
Mouture M, blé C.									
B. 1 à B. 3. .	1,71	15,86	0,56	1,36	11,73	0,025	105	22	323
B. 4.	1,41	15,64	0,59	1,42	12,78	0,022	104	23,5	360
B. 5 et B. 6 .	1,81	15,03	0,73	1,96	14,35	0,020	74	28	324
B. 7.	1,72	14,32	1,12	2,32	16,62	0,027	87	26,5	317
D. 1 et D. 2 .	1,83	14,47	0,76	2,06	12,95	0,017	123	20,5	339
D. 3 à D. 5. .	1,21	14,35	08 1	2,02	12,25	0,020	99	20,5	259
D. 6.	0,81	13,83	1,35	3,34	14,00	0,032	71	20,5	171
Division. . .	1,02	12,89	1,12	2,52	14,00	0,027	80	23	254
C. 1 et C. 2 .	3,09	14,42	0,40	0,88	10,85	0,015	92	20	236
C. 3 et C. 4 .	21,55	14,41	0,42	0,96	10,50	0,015	152	16,5	296
C. 5 et C. 6 .	16,76	14,33	0,36	0,92	10,85	0,015	157	15	325
C. 7.	5,82	13,93	0,39	1,30	10,32	0,016	159	11	285
C. 8.	5,89	13,71	0,42	1,24	10,67	0,015	225	10	391
C. 9.	3,44	13,78	0,48	1,58	11,20	0,018	199	11	347
C. 10	3,93	13,58	0,58	1,84	12,25	0,017	179	11	329
C. 11	2,42	13,61	0,64	1,72	11,72	0,020	237	11	411
C. 12	1,91	13,34	0,78	2,08	12,07	0,024	247	7	333
C. 13	1,60	13,23	0,96	2,30	12,42	0,029	241	6	331
C. 14	1,53	12,93	1,14	2,84	13,30	0,037	180	0	180
C. 15 et C. 16.	1,68	12,43	1,77	3,30	14,87	0,051	214	0	144

Les déterminations extensimétriques à partir du C. 12 ont dû être faites sur la farine mélangée à une autre farine plus faible, car la ténacité P était telle qu'elle dépassait la limite d'emploi du manomètre; la loi d'addivité n'étant probablement plus exacte dans ces conditions, les valeurs extensimétriques ainsi déterminées n'ont aucune exactitude et sont données sous toutes réserves.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOTE SUR LES RÉCOMPENSES ATTRIBUÉES PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE POUR L'ANNÉE 1939

La Société d'Encouragement doit consacrer toutes les possibilités dont elle dispose à son action présente pour le relèvement matériel et moral du Pays. Aussi n'a-t-on pu réserver dans ce bulletin qu'une modeste place à un retour sur les récompenses attribuées en 1939 et remises en 1940.

Qu'il nous soit toutefois permis, au profit même de cette action présente, de relever des exemples de travail, de foi, de persévérance, auxquels nous avons été heureux de rendre hommage alors, mais dont les labeurs qui s'imposent à la France nouvelle renforcent considérablement la portée.

La grande Médaille annuelle de la Société, décernée, sur la proposition du Comité des Arts chimiques, à M. Gabriel Bachalard, était la consécration d'une haute culture scientifique et d'un effort méthodique et opiniâtre.

En conférant, à titre posthume, à M. Georges Degaast la Médaille Dumas, « instituée en faveur des ouvriers qui, sans quitter les ateliers, se sont peu à peu élevés jusqu'au rang de directeur d'usine ou de chef d'un service important », la Société d'Encouragement honorait la mémoire d'un de ces bons citoyens que transfigurent l'amour passionné de leur métier et le dévouement à la patrie.

Les conditions d'attribution du Prix Meynot, destiné à un agriculteur qui, cultivant une terre soit seul, soit avec l'assistance d'un ouvrier, aura donné « le meilleur exemple par sa conduite, son assiduité au travail, par l'ordre dans son ménage et par l'application de cultures plus perfectionnées », et aura réalisé les meilleurs résultats dans sa petite exploitation, en font le programme parfait des qualités professionnelles et morales auxquelles, pendant de nombreux siècles, la terre de France a dû sa prospérité. En choisissant comme lauréat M. Jean Francis Métral-Boffod, invalide de guerre, père de dix enfants, qui cultive dans la Haute-Savoie 10 ha de terrain de montagne, notre Société a montré qu'elle continuait à associer à son idéal de progrès scientifique le souci des humbles réalités de la vie et des vertus traditionnelles de la race.

C'est dans le même esprit qu'à côté des médailles décernées à des savants, à des techniciens, à des artistes, à des animateurs d'œuvres sociales, qui allèrent, cette année encore, honorer des hommes ayant fait preuve, dans les tâches les plus variées, des mêmes qualités de conscience et de droiture, la Société d'Encouragement attribue des médailles de bronze aux contremaîtres et ouvriers des établissements industriels et des exploitations agricoles.

Les lauréats qui furent distingués à ce titre, pour 1939, dans le personnel de l'Imprimerie Paul Brodard et des Ateliers Joseph Taupin, dans celui de la Maison Ch. Lorin et Cie, peintres-verriers, et à la Société Nationale des Chemins de fer français, étaient aussi les représentants d'un idéal de probité et de dévouement. Notre Société avait, par ailleurs, décidé d'admettre à cet hommage les contremaîtres et ouvriers retraités qui, en raison de la guerre, avaient repris du travail et remplacé les jeunes dans l'industrie, prolongeant ainsi une carrière bien remplie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

QUINZAINE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

Conférences et Exposition organisées
par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale
du 4 au 19 Mai 1940.

En décidant, dès le printemps 1939, de faire une Quinzaine coloniale, la Société d'Encouragement estimait nécessaire de contribuer, en ce qui la concernait, à montrer les liens solides existant entre la France et son Empire.

La guerre n'enlevait rien à l'actualité de cette manifestation.

Notre défaite, les conditions de l'armistice, les entreprises dissidentes dans nos colonies, l'attitude loyale des populations à l'égard du Gouvernement du Maréchal Pétain n'ont fait qu'en renforcer la signification.

Le bilan économique établi alors prend une exceptionnelle valeur à la veille d'une réorganisation européenne et mondiale.

L'Exposition, qui se tint dans l'hôtel de la Société, avait pour objet d'illustrer matériellement le texte de deux conférences données, le jour de l'ouverture, par MM. Martelli-Chautard et E. du Vivier de Streel. Elles avaient pour thème : « Ce que le sol et le sous-sol de l'Empire français peuvent fournir à la France métropolitaine ». Une conférence faite, le 18 mai, par M. de Lavergne, traitait, en contre-partie : « Les exportations de l'industrie métropolitaine vers la France d'Outre-mer »

Voici d'abord le bref résumé de ces conférences :

Ce que le sol de la France d'Outre-Mer peut fournir à l'industrie métropolitaine,

par M. MARTELLI-CHAUTARD.

La plupart des matières premières nécessaires à l'industrie métropolitaine peuvent être produites dans nos possessions. La nécessité d'accroître la production de l'Empire étant admise, sous réserve que cet accroissement sera recherché autant que possible dans le sens d'une économie complémentaire, *quelles en sont les conditions*?

Pour les pays tropicaux ou subtropicaux, le problème hydraulique est particulièrement important. Certaines de nos possessions, l'Indochine et le Maroc, ont été largement équipées, et elles subissent de ce fait des charges qui grèvent lourdement leur budget. Dans la plupart des colonies, un large effort d'équipement reste à exécuter.

Une seconde condition est l'existence d'une main-d'œuvre suffisante et robuste. Ici encore, on rencontre le problème de l'outillage, car l'équipement sanitaire, la défense contre les épidémies et les endémies, la lutte contre la morti-natalité en font

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

partie intégrante. Il convient aussi d'assurer l'existence, non seulement de la main-d'œuvre employée, mais de toute la population locale. Le problème se pose surtout en Afrique tropicale, où la production de matières premières industrielles a parfois provoqué une régression des cultures vivrières.

Troisième condition essentielle : la pratique de procédés normaux de culture s'inspirant d'une méthode scientifique. Gardons-nous de l'illusion trop répandue que les terres tropicales sont d'une inépuisable fertilité. Sous un tel climat, les plus fertiles sont rapidement stérilisées.

Une quatrième condition, c'est l'existence de prix normaux et suffisamment stables pour garantir la continuité de la production.

Enfin, les matières premières étant produites et achetées, leur utilisation est subordonnée à leur transport vers la métropole. La France devrait posséder une marine marchande proportionnée à l'étendue et à la richesse de son empire.

Sur quelles matières premières l'effort de production doit-il être intensifié?

La France ne peut continuer à faire venir d'Australie, de Nouvelle-Zélande, d'Afrique du Sud et de la République Argentine les millions de quintaux de *laine* demandés par ses filateurs et ses tisseurs. Les laines de l'Afrique du Nord, pour peu qu'on le veuille avec persévérance, détrôneront de leur suprématie qualitative les produits écossais. L'A. O. F., en particulier le Soudan, devra prendre une place prépondérante pour la fourniture des laines grossières. Un effort analogue est nécessaire pour le coton. La production de la soie pourrait être poussée en Syrie et en Indochine. Des résultats assez rapides pourront être obtenus pour les textiles secondaires.

En 1938, la France a importé en *bois communs* 634 907 tonnes de l'étranger et 210 473 tonnes des colonies, en *bois dits exotiques*, 40 167 tonnes de l'étranger et 12 290 tonnes des colonies. De grands progrès peuvent être accomplis; mais l'accroissement massif de la production est lié, non seulement à l'équipement et à l'outillage local, mais aussi à un aménagement rationnel des forêts. Pour la papeterie, deux difficultés principales se présentent : tout d'abord l'hétérogénéité de la forêt tropicale, d'autre part, la petitesse des fibres de nos bois coloniaux. Néanmoins, certaines essences, tel le parasolier, offrent des possibilités intéressantes. Mais aussi l'heure est venue de tirer parti des ressources en alfa de notre Afrique du Nord, pratiquement inépuisables si leur exploitation est rationnelle. En fait, c'était surtout l'Angleterre qui utilisait l'alfa. Sur 322 000 tonnes exportées en 1938 par notre Afrique du Nord, la France n'en a reçu que 10 415.

D'autre part, notre A. O. F. est le grand fournisseur de *matières grasses*. En cinq ans, la valeur de nos importations coloniales d'arachide est passée de 229 millions à plus d'un milliard. Cependant, l'étranger nous fournissait encore pour 385 millions d'arachides décortiquées. L'amélioration des procédés, de nouvelles mises en culture qui permettront sans doute d'augmenter le domaine de 50 000 hectares, enfin, la progression de la culture du coton qui entraînera, pour des raisons d'assolement, la même conséquence pour l'arachide permettront sans doute de se passer de ce concours.

On peut être surpris de la faiblesse de l'apport de nos possessions en *cuirs et peaux* (144 millions contre 720 millions achetés à l'étranger). Un conditionnement très imparfait a gravement nui au développement de leur commerce.

D'après les statistiques, nous avons acheté en 1938 pour 516 713 000 francs de *caoutchouc* à l'étranger et pour 173 372 000 francs dans nos colonies. Cette répartition des achats est due aux courants commerciaux établis. Mais, en réalité, la production de l'Indochine seule a atteint 60 000 tonnes en 1938, supérieure de 1 000 tonnes à nos besoins.

En 1938 la France a acheté dans ses possessions des *tabacs* en feuilles pour une somme de 73 millions de francs contre 115 millions achetés à l'étranger. La régie métropolitaine, par sa politique des bas prix, n'a pas encouragé la production du tabac colonial ou nord-africain. Celle-ci pourrait être aisément intensifiée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ensemble est donc riche et varié. Il faut remarquer, en ce qui concerne son exploitation que, même envisagée en fonction de la seule industrie métropolitaine, la production agricole d'outre-mer comporte aussi un minimum d'industrialisation, pour des raisons à la fois techniques et économiques. Par exemple, l'élévation continue du prix du frêt, sans parler de son actuelle raréfaction, ont provoqué, pour les bois coloniaux, d'abord l'équarrissage des grumes, puis le débitage et le sciage à la colonie.

Ce que le sous-sol de la France d'Outre-Mer peut fournir à l'industrie métropolitaine,

par M. E. DU VIVIER DE STREEL.

La contribution du sous-sol colonial à l'économie française n'est ni si insignifiante que beaucoup le croient, ni si importante que d'aucuns le désireraient.

Il paraît nécessaire de distinguer trois parties dans l'Empire.

On doit placer en tête de la répartition géographique des ressources l'*Afrique du Nord*, qui a fourni en 1937 pour 1 014 millions de matières minérales, soit 67 p. 100 du total de la production minière coloniale, puis viennent les *colonies lointaines*, avec 367 millions, soit 24 p. 100, et, enfin, le *bloc africain* avec 135 millions, soit 9 p. 100; ce dernier est retardataire, mais on voit combien il progresse si l'on compare le chiffre actuel à celui de 1929 (6 millions).

L'industrie minière *nord-africaine*, à laquelle manquent les combustibles, qui fournissent les gros tonnages et les fortes valeurs, joue un rôle particulièrement important en ce qui concerne le phosphate, puisqu'elle fournit maintenant les deux tiers de la production mondiale, estimée à 441 millions de francs. Sans avoir une importance mondiale égale, la production de minerai de fer hématite, surtout abondante en Algérie, représente une valeur comparable : 384 millions de francs. L'Afrique du Nord alimente encore la métropole totalement en cobalt, presque totalement en minerai de plomb; elle lui fournit un appoint non négligeable pour le zinc, l'antimoine et, en proportion plus faible, le molybdène, sans compter d'autres substances d'emplois plus spéciaux comme le kieselguhr, la barytine, les terres décolorantes.

Il est naturellement difficile de faire un pronostic, mais, si l'on met à part le pétrole et le cuivre, on peut penser que le développement de la Tunisie et de l'Algérie sera, maintenant, probablement assez lent, tandis qu'il n'est pas impossible que le Maroc réserve encore d'heureuses surprises.

Les produits miniers que les *colonies lointaines* envoient à la France sont, par ordre d'importance décroissante : l'or, le nickel, le tungstène, le chrome, le graphite, le mica, les pierres précieuses, diverses pierres d'industrie, soit, en 1937, pour une somme d'environ 97 millions sur une production minière totale dans ces pays de 367 millions (c'est-à-dire, 26 p. 100 seulement de ce total : ici l'influence de l'éloignement se fait nettement sentir). Les diverses productions de ces pays sont, également par ordre d'importance, en 1937, les combustibles solides (36 p. 100 du total), l'or, l'étain, le nickel, le phosphate, le graphite, le chrome, le tungstène, le mica, le zinc, les pierres précieuses, l'asphalte (seule production minière du Levant), le manganèse, l'antimoine, le bauxite, le minerai de fer, diverses pierres d'industrie.

Quasiment nulle en 1929, l'extraction minière du *bloc africain* représentait en 1937 près de 135 millions, portant sur l'or, le diamant, l'étain, le plomb, le zinc, le titane. Des statistiques plus récentes donneraient des chiffres plus élevés, non seulement en valeur, mais aussi en tonnage. Mais le faible peuplement, 22 millions d'habitants, soit moins de trois habitants par km carré, est un élément dont il faut constamment tenir compte.

Dans l'ensemble de la production du sous-sol impérial il faut considérer à part deux problèmes : celui du *pétrole* et celui du *cuivre*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1937, la France et ses territoires d'outre-mer ont importé quelque 7 à 8 000 000 t de combustibles liquides sous des formes diverses, toutes d'origine étrangère; la dépense ainsi faite a dépassé deux milliards et demi. Dans la même année l'Empire français a dû importer quelque 150 000 t de cuivre étranger, qui nous ont coûté environ 1 milliard. En fait, si l'on met à part le charbon, ce sont les deux principaux postes de nos importations minérales.

La prospection, dans l'un ou l'autre cas, est techniquement difficile et coûte fort cher. Les gisements quasi évidents sont maintenant tous connus : il n'y en a pas dans nos territoires coloniaux; ceux qui ne se révèlent pas d'eux-mêmes exigent, pour être trouvés, de longues études et des capitaux considérables dont le risque de perte est élevé. Toutefois des prospections sérieuses ont été entreprises pour le pétrole au Maroc, en Tunisie, au Gabon, à Madagascar; des recherches de cuivre ont été menées en Afrique du Nord, en A. O. F., en A. E. F., en Indochine, en Nouvelle-Calédonie. Mais, jusqu'à une époque très récente, les circonstances ont été telles qu'on n'a pas pu consacrer à ces recherches toutes les sommes et toutes les énergies nécessaires.

Dans l'ensemble, le développement actuel de l'industrie minière coloniale est loin d'être négligeable, mais il faut, pour franchir de nouvelles étapes, non seulement que l'évolution générale de l'économie impériale s'y prête, mais *que les initiatives soient facilitées* : études géologiques générales activement poussées par des Services des Mines locaux dotés de ressources financières plus larges, prospections préalables, réduisant les risques des entreprises, exemptions fiscales incitant ces entreprises à se fixer dans nos colonies y contribueront. Les administrations intéressées sont entrées, partiellement, dans cette voie, et les premiers succès obtenus prouvent combien cette politique est judicieuse.

Les exportations de l'industrie métropolitaine vers la France d'Outre-Mer,

par M. A. DE LAVERGNE.

L'importance du marché colonial pour la métropole *n'a cessé de croître*. De 1913 à 1934, en valeur à base monétaire égale, les expéditions de la Mère-patrie vers ses possessions avaient augmenté de 23 p. 100, tandis que leur tonnage doublait. De 1934 à 1938, nos exportations aux colonies d'objets fabriqués sont passées, en tonnage, de 23 à 34 p. 100 de nos exportations totales et celles d'objets d'alimentation de 62 à 67 p. 100.

Possibilités qui augmenteront encore car la population de notre domaine colonial marque une augmentation constante. De 1921 à 1931, six de nos possessions, Algérie, Tunisie, Maroc, A. O. F., Madagascar et Indochine, ont vu croître le nombre de leurs habitants de 7 millions environ.

Les industries lourdes, c'est-à-dire celles qui participent à l'équipement des pays, ont été les premières à trouver des débouchés. Cette mise en valeur est loin d'être terminée et la Conférence de 1935 avait estimé que l'outillage indispensable de notre Empire nécessitait une dépense nouvelle de 15 milliards à répartir sur quinze années. Si le Congo-Océan, le transindochinois ont été heureusement terminés, le chemin de fer transsaharien, amorce de la voie internationale traversant le continent du Nord au Sud, reste à construire. Les aérodromes, les ports, les réalisations d'urbanisme comportent aussi d'importants travaux.

D'autre part, le développement de l'agriculture nécessite la substitution aux instruments rudimentaires indigènes d'un matériel moderne. (Dans ce domaine la concurrence des États-Unis se faisait durement sentir.) En outre, l'intensification de certaines productions, l'acclimatement des cultures nouvelles ont amené l'installation d'industries locales : sucreries, rhumeries, usines de conserves de viande et de pois-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

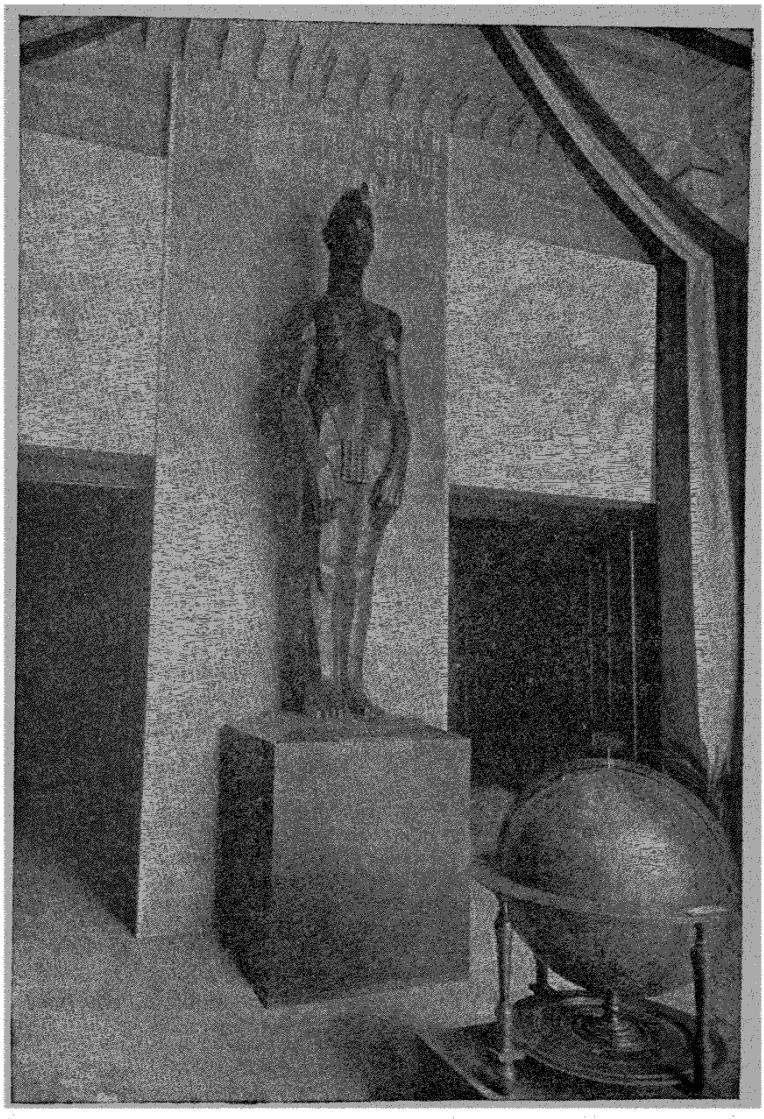


Fig. 1. — Hall d'entrée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

son, d'égrenage pour le coton, de décortiquage pour les arachides, de défibrage, moulins à huile, exigent des installations mécaniques qui peuvent être fournies par des entreprises françaises.

La question de la force motrice se rattache étroitement à celle de la production agricole. Jusqu'à présent nos possessions ont payé un lourd tribut aux États-Unis qui livraient en 1938 : 49 000 t d'essence en A. E. F., 157 000 t en A. O. F., 37 000 au Cameroun, 57 000 t en Indochine, 65 000 t à Madagascar, sans compter des milliers de quintaux de mazout, gas oil ou huiles de graissage. Cependant la plupart de nos colonies produisent en abondance arachides, manioc, riz, qui pourraient devenir des carburants. Au Congo, la carbonisation du bois pourrait fournir le combustible nécessaire des véhicules à gazogène. Le matériel pourrait être fourni par l'industrie métropolitaine.

Par ailleurs, le rendement agricole exige des engrais ou des produits anticryptogamiques ou insecticides dont nos usines nationales font déjà de larges exportations et qui devraient s'accroître au fur et à mesure que des cultures intensives se substitueront à l'exploitation extensive des indigènes.

D'autre part, la transformation des conditions de culture augmente le pouvoir d'achat des indigènes et permet de développer les importations des marchandises destinées à la consommation individuelle. Nos exportateurs rencontrent à cet égard plus de difficultés que pour les envois de matériel destiné à l'équipement du pays. Dans ce dernier cas, ils ont bénéficié le plus souvent de l'appui des Pouvoirs publics. Au contraire, lorsqu'il s'agit de la consommation privée, la concurrence joue complètement et, si, dans la plupart de nos colonies, des droits de douane favorisent les exportations françaises, leur tarif doit tenir compte des possiblités d'achats des indigènes. La politique agricole métropolitaine des dernières années, qui a eu pour objet de maintenir des prix rémunérateurs pour nos agriculteurs, a fortement handicapé nos exportations coloniales de denrées.

Dans le domaine du textile, grâce à un régime douanier protecteur, l'industrie cotonnière trouve en notre Empire, pour ses filés et tissus, le principal aliment de son exportation. Pour les tissus et la bonneterie de rayonne, l'Algérie, la Tunisie, l'Indochine en particulier représentent une clientèle appréciable. Enfin, confection et lingerie ont une clientèle d'une part en Algérie, en Tunisie et au Maroc, d'autre part dans les colonies de l'A. O. F., de l'A. E. F. et de Madagascar.

Parmi les autres exportations de la Métropole, il faut signaler les meubles, verreries, poteries et articles de ménage. Mais, pour tous ces objets, les producteurs français rencontraient avant les hostilités une concurrence très âpre.

Les industriels attendent trop souvent que les sociétés possédant des comptoirs dans les colonies leur adressent des commandes. Des agents qualifiés des producteurs envoyés de France pourraient utilement renseigner sur les besoins et les goûts des colons et des indigènes. On cite à cet égard l'exemple de la firme Bat'a, qui avait pu, en quelques années, accroître ses exportations de chaussures à semelles de caoutchouc de 37 000 à 573 000 paires en fournissant un modèle répondant aux nécessités de la vie coloniale. L'emballage, la présentation des produits ont également une grande importance et ne doivent pas être les mêmes que pour la consommation métropolitaine. Enfin, il y a les prix. Les reculs qui ont pu être constatés dans le développement de nos ventes aux colonies ont eu souvent pour cause l'écart entre les prix français et étrangers.

Toutefois, dans l'ensemble, *les colonies constituent des débouchés particulièrement stables* et, au cours de la longue dépression économique qui a sévi de 1929 à 1935 sur le monde, les exportateurs aux colonies ont constaté des diminutions sensiblement moindres que celles enregistrées sur les marchés étrangers.

L'exploitation de notre marché colonial doit être poursuivie et amplifiée. Les possibilités d'avenir sont considérables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'Exposition s'adressait surtout à deux groupes de personnes :

1° Les industriels et les artistes ou artisans intéressés à savoir quelles matières premières peut leur fournir la France d'outre-mer ;

2° Les amateurs d'ouvrages d'art : meubles, tapis, tentures, etc...,

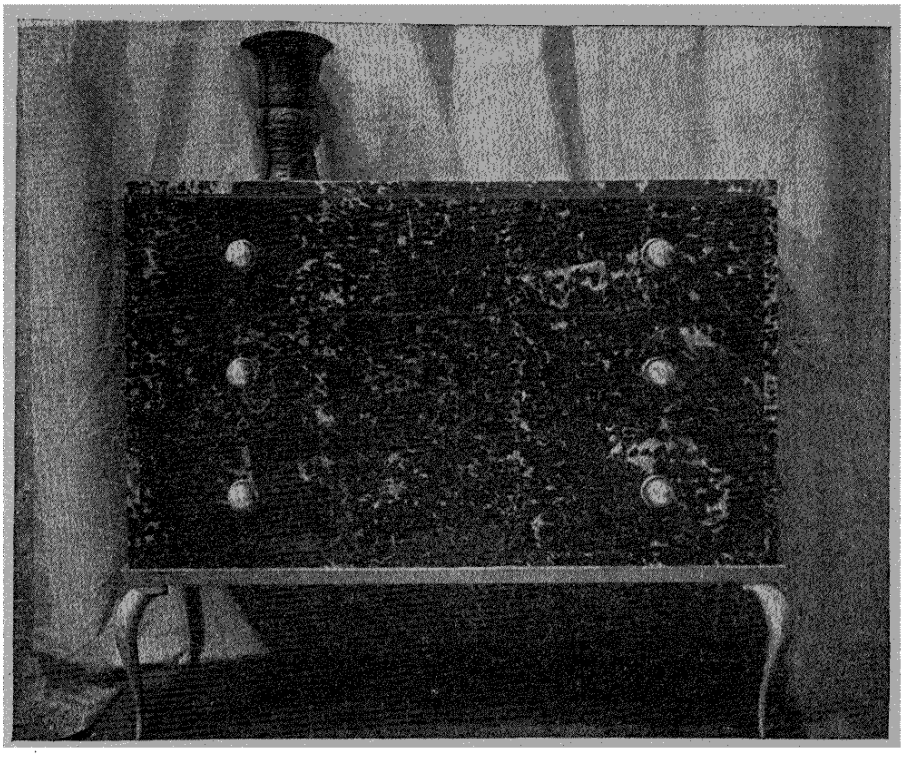


Fig. 2. — Meuble garni en écaille de tortue de mer, par René Prou.

exécutés par des artistes indigènes ou français en se servant de matières premières d'origine coloniale.

On sait que la Société d'Encouragement a récompensé ceux qui, dans nos colonies, se sont efforcés de développer et rénover l'art artisanal indigène sans en changer le caractère.

L'Exposition fut organisée par les soins de MM. F. Blondel, J. Fressinet et M. Martelli-Chautard. Aidés des exposants, parmi lesquels plusieurs agences économiques coloniales, et de nombreux collaborateurs bénévoles, ils s'attachèrent à donner à l'ensemble varié de l'Exposition une unité et un caractère artistique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Hall d'entrée du rez-de-chaussée. — Dès l'entrée, les regards étaient attirés par la grande *Déesse noire* d'Emile Monier, sculptée dans deux blocs d'okoumé et mesurant plus de 3 m de hauteur.

Au-dessus et des deux côtés de la statue, quatre grandes cartes stylisées, sur bois coloniaux contreplaqués, étaient consacrées à nos principales pos-

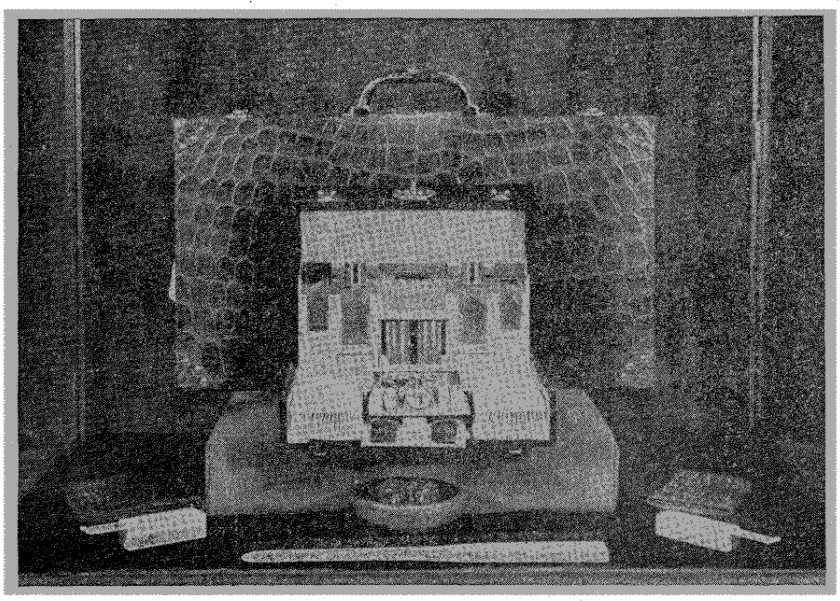


Fig. 3. — Objets en peau de crocodile, galuchat, peau de serpent et ivoire, par Vuitton.

sessions : Madagascar, Indochine, Afrique occidentale et Afrique équatoriale françaises, Afrique du Nord. Au milieu du hall, une mappemonde ancienne ayant appartenu au roi de Suède, prêtée par le Conservatoire national des Arts et Métiers.

Salle du rez-de-chaussée. — Disposés au milieu de la salle ou contre les parois, on remarquait : des objets de maroquinerie, valise, nécessaires de voyage et de toilette recouverts de peau de crocodile ou de serpent, par Louis Vuitton; un meuble plaqué d'écaille de tortue de mer d'Indochine et un autre meuble en peau de galuchat (requin de Djibouti), tous deux de René Prou; un très beau buste de femme noire en bois du Gabon, par Émile Monier; des objets sculptés en bois ou en ivoire, rehaussés de bronze, par divers artistes; un paravent en laque noire d'Indochine, or et argent, par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Jean Dunand; une vitrine contenant des gemmes brutes ou taillées de Madagascar (béryls roses et bleus, citrons, etc.) et de beaux bijoux montés exécutés avec des gemmes, par Dusausoy; des panneaux céramiques émaillés; un bahut en limbo noir du Cameroun, par Dominique.

On y voyait aussi des tissus, tapis et tentures en fibres textiles de nos

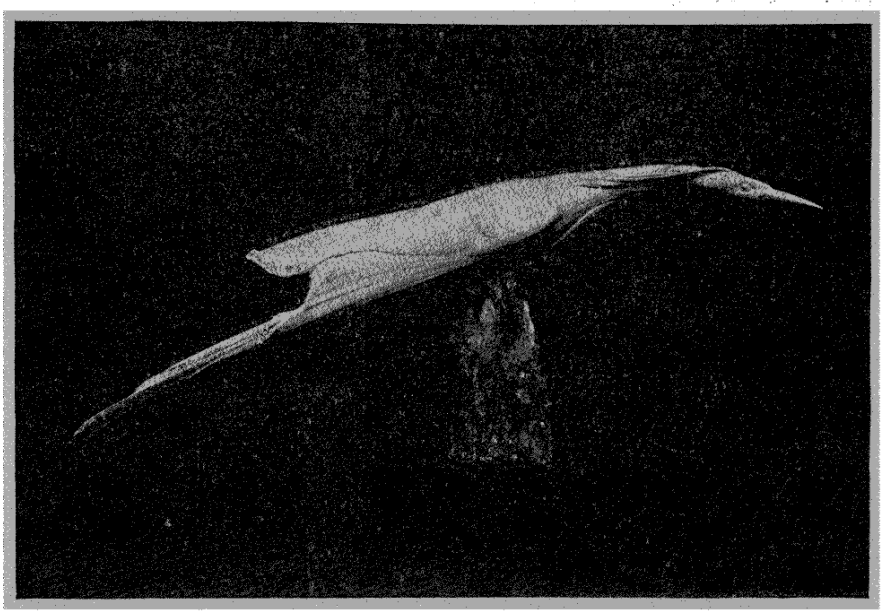


Fig. 4. — Défense d'éléphant sculptée, par Bachelet.

colonies exécutés par les élèves de l'École des Arts appliqués de Jeunes Filles; deux meubles en bois de palmier d'Afrique, par Eugène Printz; une vitrine d'ouvrages de luxe ou de demi-luxe imprimés sur papier d'alfa de l'Afrique du Nord, édités par la Librairie Plon; deux défenses d'éléphant sculptées par Bachelet; divers jouets, objets ou bibelots : dominos, poker en ivoire, brosses en écaille et ivoire, coupes gainées de peau de serpent.

Escalier. — Les murs étaient garnis de tapis et ornés d'une très belle tenture en rabane, coton et laine, de masques, de têtes d'animaux et d'instruments de musique exécutés par des artisans malgaches. On remarquait un buste d'homme noir en bois d'amaranthe, par Émile Monier. Des affiches

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

montraient les moyens de communication entre les diverses parties de l'Empire et la Métropole.

Dans un stand figuraient la plupart des cartes murales et ouvrages publiés par les principaux éditeurs français sur des sujets coloniaux.

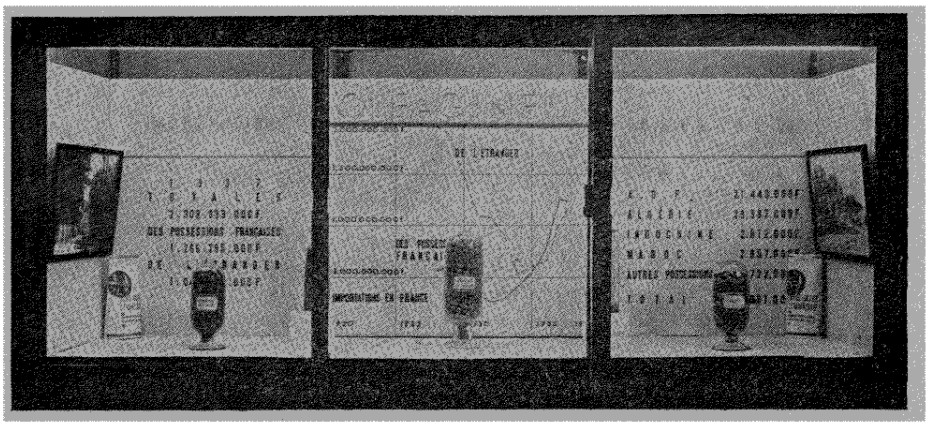
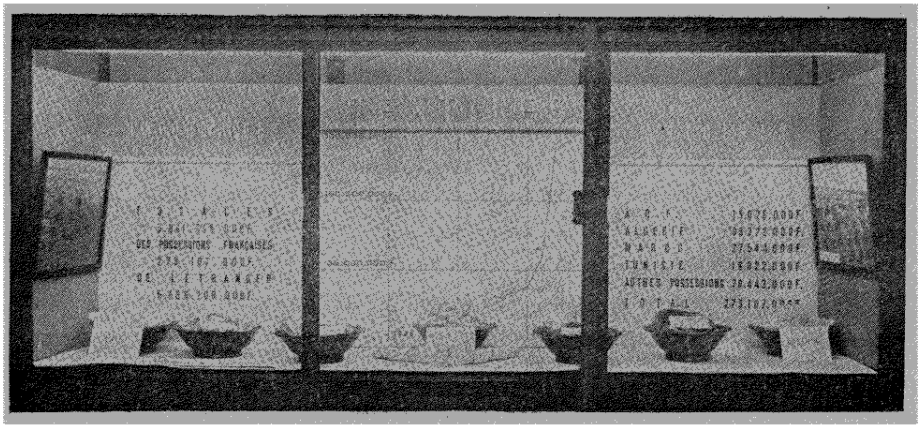


Fig. 5. — Présentation des statistiques relatives aux importations d'oléagineux et de textiles.



Ici se terminait la partie artistique et artisanale proprement dite de l'Exposition.

Vestibule du 1er étage. — Les exposants de ce vestibule étaient des laboratoires ou groupements français s'occupant en France de travaux scientifiques touchant les matières premières originaires de nos colonies et leur utilisation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une vitrine était consacrée au Laboratoire de Minéralogie du Muséum national d'Histoire naturelle, dirigé par le Professeur Orcel, lauréat de la Société d'Encouragement. On pouvait y voir quelques-unes des publications dans lesquelles ont été consignés les résultats de ses études minéralogiques coloniales.

Au fond de la vitrine était présentée la carte géologique du bassin du Niari, de la Nyanga, du Haut-Ogooué et du Djoué, régions riches en gîtes métallifères.

Une autre vitrine était affectée au Bureau d'Études géologiques et minières coloniales, filiale du Comité d'Études minières pour la France d'outre-mer, créé par la grande industrie minière et métallurgique française; on y voyait quelques-unes des publications où a été condensée la documentation recueillie progressivement par le Bureau sur la géologie et les richesses minérales de nos territoires d'outre-mer. L'une des feuilles de la *Carte géologique internationale d'Afrique*, œuvre du même Bureau, formait le fond de cet ensemble.

Une troisième vitrine contenait l'exposition du Laboratoire de Production végétale des Pays chauds (École des Hautes Études) et du Laboratoire dépendant de la chaire de Matières médicales de la Faculté de Pharmacie de Paris (M. le Professeur Mascré). Là se trouvaient réunis à la fois des échantillons de matières premières étudiées de 1903 à 1939, utilisées ou utilisables pour la pharmacie et la droguerie, et les nombreux ouvrages publiés sur ces matières par le professeur Emile Perrot.

Une quatrième vitrine groupait :

1° l'Institut colonial de Marseille, qui s'est spécialisé dans l'étude des matières grasses;

2° l'Association Colonies-Sciences, fondée en 1925 à Paris, et dont la Société d'Encouragement a récompensé en 1932, par une médaille d'or, l'activité en vue d'intensifier la mise en valeur de nos territoires d'outre-mer par une meilleure coordination des recherches scientifiques et des services techniques et administratifs;

3° le Comité national des Bois coloniaux, qui centralise les études techniques, la documentation économique et la propagande concernant les bois coloniaux.

Plusieurs autres vitrines de la même salle, consacrées aux transports, contenaient des maquettes d'avions et des photographies représentant des sites et des villes de l'Afrique du Nord. Un panneau d'Air France et d'Air

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Afrique où était présentée une photographie de l'avion Lookheed, en service sur nos lignes d'Afrique, incitait les visiteurs aux voyages rapides qui permettent de franchir la Méditerranée en quelques trois heures.

Grande salle des conférences du 1er étage. — Cette partie de l'Exposition consistait en échantillons, graphiques et renseignements statistiques placés dans des vitrines. Dans celles de gauche, en entrant, figuraient les graphiques des principales importations agricoles en provenance de nos possessions et à destination de l'industrie métropolitaine.

Tout d'abord, un graphique général présentait la synthèse du mouvement commercial de la France pendant ces treize dernières années (en valeur). La continuité de la courbe relative à nos possessions d'outre-mer y faisait un singulier contraste avec la chute vertigineuse des courbes relatives aux pays étrangers.

On pouvait voir ensuite les courbes afférentes aux importations en France de cuirs et peaux, aux oléagineux, aux tabacs, à l'alfa, aux textiles et aux bois de nos possessions d'outre-mer. Latéralement étaient indiquées les provenances principales de ces fournitures et leur importance par rapport aux arrivages similaires de l'étranger.

L'exposition de la grande salle s'adressait ainsi surtout aux industriels, auxquels elle fournissait une information dont les bases sont, aujourd'hui encore, particulièrement instructives.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS DES SÉANCES PUBLIQUES
DE LA
SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

SÉANCE PUBLIQUE DU 3 MAI 1941

6e Conférence Carrion.

Conférencier : M. LECOMTE DU NOÜY.

Présidence de M. PORTEVIN, *vice-président.*

La séance est ouverte à 17 h. 30. Aux côtés de M. PORTEVIN ont pris place au bureau : Mme CARRION, M. SERVONNET et M. Léon GUILLET.

Allocution de M. PORTEVIN.

Mesdames, Messieurs,

En consacrant la conférence annuelle portant le nom de notre bienfaiteur CARRION à des sujets qui touchent en général à la biologie et aux sciences médicales, la Société d'Encouragement tient à montrer que, si, par la répartition de ses études en divers comités, elle fut des premières à pratiquer la spécialisation, elle ne perd pas de vue le lien nécessaire qui doit exister entre toutes les branches de l'activité scientifique.

Nul ne représente mieux cet esprit de synthèse que l'éminent conférencier d'aujourd'hui. C'est ce dont témoigne l'évolution de sa carrière, que je me permets de résumer devant vous en quelques mots.

M. Lecomte du Noüy, qui s'adonna de bonne heure aux mathématiques, poursuivit cependant, avant de se tourner définitivement vers la sciences, des études juridiques et philologiques. La rencontre, pendant la guerre de 1914, du Docteur Carrel, qui organisait alors un hôpital temporaire à Compiègne, semble avoir été une étape décisive dans sa carrière. Le docteur Carrel lui proposa, en effet, d'étudier le problème de la cicatrisation des plaies. M. Lecomte du Noüy, se consacra avec ferveur à cette étude, point de départ d'un ensemble de fructueuses recherches.

Ce fut sur ce sujet qu'il soutint une thèse de doctorat à Paris en 1917. Il fut envoyé par la suite à New-York pour exposer aux chirurgiens américains les principes de la méthode à laquelle il avait abouti et fut appelé à l'Institut Rockefeller.

Il revint à Paris pour poursuivre d'autres recherches au service de biophysique moléculaire fondé à l'Institut Pasteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Chacun des travaux de M. Lecomte du Noüy présente à la fois un intérêt pratique et une valeur d'ordre philosophique. Dans chacun d'eux aussi, l'auteur fait appel aux méthodes d'une discipline scientifique pour éclairer le domaine de la science voisine.

C'est ainsi que, dans l'étude de la cicatrisation des plaies, il fut d'abord amené à établir la formule mathématique de l'évolution du phénomène en fonction du temps. Ce premier résultat permettait, selon les termes de l'auteur, l'étude rapide de la valeur des antiseptiques, le contrôle de l'état général d'un blessé, le calcul de la date de guérison complète. Mais c'était aussi déterminer, d'une façon générale, la vitesse du processus de cicatrisation aux différentes périodes de la vie humaine et, cette détermination étant acquise, c'était la possibilité de calculer, en se basant sur la vitesse de cicatrisation, l'âge physiologique réel d'un individu.

La réflexion sur ces résultats eux-mêmes conduisit enfin M. Lecomte du Noüy à étendre ses conclusions jusqu'à la proposition d'un temps physiologique différent du temps physique et possédant seul une réalité par rapport aux êtres humains.

Ce sont ces études et celles qui constituent deux autres groupes de recherches principales, portant sur les équilibres superficiels des solutions colloïdales et sur la température critique du sérum, qu'exposent avec clarté les ouvrages de l'auteur : « Équilibre superficiel des solutions colloïdales », « Méthodes physiques en biologie et en médecine », « Le temps et la vie », « La température critique du sérum ». Enfin, dans « L'Homme devant la science », il a tenté de faire le tableau des aspects de cette puissance omni-présente, multiforme et souvent inquiétante, qu'est la Science pour l'homme moderne. En passant en revue les objets de la science, les méthodes, les interprétations, les théories, il n'oublie pas les points de contact entre l'univers matériel et le monde moral et spirituel, ce qui le conduit à envisager les responsabilités. Ainsi cet ouvrage cadre bien avec les préoccupations d'une époque soucieuse des répercussions sociales et économiques de toutes les recherches scientifiques et tournée de plus en plus vers l'organisation et le contrôle des divers domaines par des chefs responsables.

En souhaitant la bienvenue au conférencier, je suis donc certain que chacun de nous, quelle que soit sa spécialité, trouvera dans son exposé matière à des réflexions intéressantes.

Avant de donner la parole à M. Lecomte du Noüy, je tiens à remercier Mme Carrion, à la générosité de qui nous devons la réunion de ce soir; et je rends hommage à la mémoire du docteur Hallion dont nous avons eu la tristesse d'apprendre la mort survenue cette année.

M. Lecomte du Noüy, directeur à l'École des Hautes Études, Faculté des Sciences de Paris, fait sur le sujet « Physique, chimie, biologie » la conférence dont on trouve le texte intégral dans le présent Bulletin (pages 261 à 276).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A l'issue de cette conférence, M. PORTEVIN remercie le conférencier en ces termes :

Mon cher ami,

Les applaudissements que vous venez d'entendre et l'attention soutenue de tous pendant votre magistral exposé marquent combien vous avez captivé votre auditoire. Malgré l'aridité d'un sujet que vous avez su rendre accessible, nous avons été accaparés par le développement de votre pensée et, malgré la basse température, l'écoulement du temps nous a paru rapide.

Vous nous avez soustraits aux préoccupations de l'heure en nous transportant aux confins de la science, là où elle prend contact avec les autres activités humaines, où elle rejoint le monde spirituel et le monde moral. Les soucis matériels accentuent encore l'éloignement de nos contemporains de la méditation, cependant si nécessaire, et dont l'absence se fait de plus en plus sentir avec toutes les conséquences que cela comporte.

Un tel exposé met en lumière l'esprit de philosophie scientifique de l'auteur de « L'Homme devant la Science », ouvrage où j'ai retrouvé avec une profonde satisfaction en épigraphe une phrase de Pascal qui m'est familière au point de la savoir par cœur et que je me permets de rappeler : « Les sciences ont deux extrémités qui se touchent : la première est la pure ignorance naturelle où se trouvent tous les hommes en naissant. L'autre extrémité est celle où arrivent les grandes âmes qui, ayant parcouru tout ce que les hommes peuvent savoir, trouvent qu'ils ne savent rien et se rencontrent dans cette même ignorance d'où ils étaient partis. Mais c'est une ignorance savante qui se connaît.... » Mais, pour parvenir à cette ignorance savante, il faut, comme vous, allier un tour d'esprit encyclopédique, permettant de juger l'étendue de nos connaissances et d'en atteindre les frontières, à une étude très fouillée d'une branche de cette science permettant l'exploration en profondeur qui l'achève.

Mais la pensée de Pascal se poursuit par une phrase d'une actualité si aiguë qu'on ne saurait trop la répéter à cette époque : « Ceux d'entre eux qui sont sortis de l'ignorance naturelle, et qui n'ont pu arriver à l'autre, ont quelque teinture de cette science suffisante et font les entendus. Ceux-là troublent le monde et jugent plus mal de tout que les autres. »

Cette parole atteint, en effet, l'un des maux les plus caractéristiques des temps modernes : l'illusion du savoir, amplifiée et cultivée en quelque sorte par la presse quotidienne et par la T. S. F. : c'est là une des causes essentielles du désordre actuel.

Ainsi, en exposant le fruit de vos réflexions touchant ces problèmes fondamentaux, non seulement vous nous avez permis de nous évader, pour quelques instants, des lourdes et angoissantes préoccupations actuelles, mais vous avez atteint la cause profonde, l'origine de cet état de choses. De tout ceci nous vous adressons, avec nos chaleureuses félicitations, l'expression de notre profonde gratitude.

La séance est levée à 18 h. 30.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE PUBLIQUE DU 10 MAI 1941

1re Conférence Bardy.

Conférencier : M. Georges DUPONT.

Présidence de M. Maurice GARNIER, *vice-président.*

La séance est ouverte à 17 h 30.

Allocution de M. Maurice Garnier.

Mesdames, Messieurs,

La conférence de ce soir est la première des conférences annuelles que notre Société a décidé d'instituer sur des sujets de chimie, conférences qui portent les noms de nos bienfaiteurs M. et Mme Charles BARDY.

Charles Bardy, directeur du service scientifique au ministère des Finances, vice-président de la Société centrale de la dynamite Nobel et de la Société des matières plastiques, fut membre de notre Conseil pendant trente-quatre ans, de 1883 à 1917, et apporta un concours précieux à notre Comité des Arts économiques pour lequel il rédigea, sur les questions les plus diverses, des rapports qui firent autorité.

Charles Bardy mourut en 1922. Quelques années plus tard, à la mort de Mme veuve Bardy, la Société d'Encouragement devenait bénéficiaire d'un legs fait par elle pour se conformer au désir de son mari, legs qui s'élevait au quart de sa fortune.

La majeure partie des ressources de ce legs permet à notre société de décerner tous les cinq ans un prix, portant le nom de Charles Bardy, à l'auteur d'une découverte ou d'une application intéressante se rapportant à l'industrie chimique, ayant reçu une sanction industrielle.

Ce prix, d'un montant de 30 000 frs, a été attribué pour la première fois en 1936, à M. René PERRIN, pour ses travaux sur les réactions rapides par laitiers.

Le reste nous a permis l'institution de Conférences.

Je suis sûr d'exprimer le sentiment général en remerciant le Comité de Chimie, organisateur de la conférence Bardy : il ne pouvait faire un meilleur choix, au double point de vue de l'intérêt du sujet et de la qualité du conférencier.

Je n'entreprendrai pas l'éloge de celui-ci, puisque, dans quelques jours, sur le rapport de notre collègue M. Guillet, et sur la proposition de ce Comité, notre Société va lui remettre la Grande Médaille Michel Perret.

Je rappellerai seulement que M. Georges DUPONT, ancien élève de l'École normale supérieure et agrégé de l'Université, fut doyen de la Faculté des Sciences de Bordeaux, dirigea l'Institut du Pin de 1920 à 1933, et qu'il est actuellement professeur des Théories chimiques à la Sorbonne, directeur du laboratoire de chimie de l'École normale supérieure, professeur de chimie organique et analyse organique à l'École centrale, et président de la Société chimique de France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J'ajouterai que certains de ses travaux ont trait à des problèmes industriels d'importance indiscutable et, à ce titre, intéressent au premier chef la Société d'Encouragement. M. Georges Dupont a étudié particulièrement la question des terpènes et des produits résineux, la composition des acides résiniques, la récolte et le traitement de la gemme. Ses recherches ont porté aussi sur les constituants du bois, sa distillation et la transformation du bois de pin en papier. Ses travaux actuels, qui ont trait notamment aux carburants de remplacement, objet de la conférence de ce soir, aux succédanés des huiles et graisses lubrifiantes, aux succédanés d'acides gras, etc., prennent, dans les circonstances présentes, une portée sur laquelle je n'ai pas besoin d'insister.

En souhaitant la bienvenue à M. Georges Dupont, je suis heureux de rendre hommage, au nom de la Société d'Encouragement, à la fois à un chercheur, dont les travaux honorent notre pays, et à un représentant éminent du haut Enseignement français.

M. Georges Dupont, Professeur à la Sorbonne et à l'École centrale des Arts et Manufactures, fait une conférence sur « La gazéification du bois et du charbon de bois »[1].

La gazéification du bois et du charbon de bois.

Résumé de la conférence de M. Georges DUPONT.

La source la plus abondante de combustibles et de carburants de remplacement est actuellement le bois de nos forêts. Mais, étant donné que nos réserves sont limitées et que les emplois du bois doivent se multiplier dans d'autres domaines, il convient de rechercher sous quelle forme il vaut mieux l'employer pour répondre en particulier aux besoins de nos moteurs. Le conférencier montre que la transformation préalable du bois en charbon de bois entraîne un gaspillage élevé de calories.

Suivant la façon dont le charbon de bois est préparé, cette perte est comprise entre la moitié et les deux tiers de la valeur calorifique du bois. Il vaut donc mieux utiliser directement le bois au gazogène, mais cette opération présente des difficultés : les conditions qui doivent être réalisées par un gazogène pour donner avec le bois un gaz satisfaisant se ramènent à une utilisation aussi complète que possible des calories fournies par la réaction de gazéification; le bilan thermique de cette réaction, avec un bois déshydraté, peut, dans ces conditions, être positif tout en conduisant à un gaz pratiquement exempt de gaz carbonique et de vapeur d'eau. Le gaz ainsi obtenu a un pouvoir calorifique très nettement supérieur au gaz du charbon de bois et son emploi au moteur, en remplacement de l'essence, entraîne une réduction de puissance nettement inférieure à celle produite par le gaz de charbon.

Mais, de l'avis du conférencier, malgré les perfectionnements apportés aux

(1) Le texte complet de cette conférence sera publié dans le prochain Bulletin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gazogènes à bois, ceux-ci paraissent encore assez loin de répondre à ces conditions; il est infiniment souhaitable que nos constructeurs les améliorent encore. D'autre part, l'épuration du gaz de bois est plus difficile que celle du gaz de charbon. Il est désirable que des épurateurs plus efficaces et moins encombrants soient mis au point.

Le conférencier résume par quelques chiffres les rendements au moteur fournis par les diverses façons d'utiliser le bois :

1 kg de bois à 20 p. 100 d'humidité, directement traité au gazogène, fournira 1,8 Ch.H.

Après carbonisation, il ne fournira plus en moyenne que 0,772 Ch.-H.

Transformé en carburant liquide par les procédés bien connus, ce même kg de bois fournira :

utilisé sous forme d'alcool éthylique :	0,650 Ch.-H.
sous forme d'essence Fischer-Tropsch :	0,480 Ch.-H.
sous forme d'alcool méthylique :	0,500 Ch.-H.

Enfin le conférencier envisage, pour terminer, les autres usages du gaz de bois : pour le chauffage domestique et industriel, pour la fabrication du gaz de ville, etc.

Il envisage enfin la préparation du gaz à l'eau de bois en vue de son emploi dans les grandes synthèses industrielles.

M. Maurice GARNIER remercie le conférencier, qui veut bien répondre aux questions posées par quelques auditeurs.

La séance est levée à 18 h 45.

SÉANCE PUBLIQUE DU 17 MAI 1941.

Distribution des récompenses décernées par la Société d'Encouragement en 1940.

Présidence de M. MAGNE, *Président*.

La séance est ouverte à 17 heures.

Allocution de M. H.-M. MAGNE.

Mesdames, Messieurs,

Si, à notre Distribution des récompenses de cette année, nous ne pouvons nous soustraire à l'évocation des deuils et des malheurs récents et aux soucis des multiples difficultés actuelles, nous pouvons dire cependant que la Société d'Encouragement a repris, comme elle l'avait fait maintes fois dans le passé, malgré les guerres, les changements de régimes et les crises de toutes sortes, la haute mission que lui assignèrent ses fondateurs, il y a près d'un siècle et demi.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette mission, qui est de stimuler et de récompenser toutes les activités de travail, de recherche, d'invention, est une des plus belles qui puissent être proposées aujourd'hui à des Français. Accomplie avec courage, elle aiderait puissamment notre Pays à se ressaisir et à prendre dans la vie économique du Monde nouveau la place à laquelle le prédestinent ses ressources géographiques, ses aptitudes, ses traditions.

C'est dans cet esprit que le Bureau de la Société se réunissait le 18 septembre 1940 pour arrêter les conditions dans lesquelles elle pourrait se remettre à l'œuvre. L'opinion unanime fut qu'il convenait de recommencer le travail dans les comités, sous réserve des autorisations nécessaires, pour contribuer aux efforts entrepris pour la reprise économique et donner aussi l'exemple de l'activité dans le cadre de l'action générale entreprise par le Gouvernement. Tous les comités approuvèrent cette décision et reprirent leurs réunions dès le mois d'octobre. Leurs premiers travaux ont fait l'objet de nombreuses notes, sur d'importants sujets d'actualité. Elles paraîtront dans le prochain numéro du Bulletin.

La Bibliothèque, qui pratiquement n'avait jamais cessé de répondre aux demandes des visiteurs, avait repris un fonctionnement normal dès le mois d'août.

Le 28 décembre, la Société d'Encouragement tenait son Assemblée générale.

L'un des principaux artisans de cette reprise fut notre regretté vice-président M. Walckenaer, qui, malgré des épreuves cruelles, donnait dans tous les domaines un magnifique exemple de courage civil. Nous ne saurions laisser passer la cérémonie d'aujourd'hui sans un hommage à sa mémoire.

Nous avons perdu, d'autre part, en la personne de M. Georges Risler, le très actif président de notre Comité de Commerce. Il fut un des représentants éminents de ce groupe d'esprits qui, comprenant que les problèmes sociaux étaient peut-être les plus importants et les plus difficiles, s'efforça de les résoudre avec méthode, persévérance, largeur d'idées. Cette perte nous est particulièrement sensible à l'heure actuelle.

Dans sa séance du 13 février, le Conseil d'Administration approuvait un projet de réorganisation administrative.

Notre agent général, M. Eugène Lemaire, prend sa retraite. A cette occasion, je suis sûr d'être l'interprète de tous nos collègues en lui adressant l'expression de notre gratitude pour les bons services qu'il a rendus à la Société depuis 1912, c'est-à-dire depuis près de trente ans.

L'administration des affaires intérieures, sous l'autorité du Bureau, est désormais confiée à un secrétaire administratif; je souhaite la bienvenue à M. Papillon, appelé à remplir ces fonctions.

D'autre part, il nous a semblé nécessaire de mieux utiliser les vastes ressources que représente l'hôtel. Nous avons été heureux d'accepter la demande de la Société de Protection des Apprentis, à laquelle son activité croissante assigne des besoins nouveaux en locaux.

En outre, la redistribution de l'hôtel semble devoir non seulement apporter

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des recettes normales, mais faciliter une coordination avec d'autres organismes scientifiques qui pourra exercer la plus grande influence sur l'avenir de notre Société. Sous les auspices de l'Union française des Organismes de Documentation, nous avons, en effet, été sollicités d'apporter notre concours à une vaste réforme par laquelle le Secrétariat d'État à la Production industrielle se propose de mettre véritablement la documentation, sous une forme pratique, à la portée des chercheurs, en utilisant deux ou trois grands organismes comme le nôtre, pourvus de Bibliothèques, pour y installer des Centres de Documentation.

Nous avons, par ailleurs, participé à la création du Syndicat des Publications périodiques des Associations ou Groupements techniques, destiné à unir les publications d'objet non commercial. Notre Société s'en est vu attribuer la présidence.

Au sein des comités, nous nous efforçons de faire renaître l'activité des secrétaires, qui fut naguère si favorable à la continuité des efforts. Cette activité pourra s'exercer d'autant plus heureusement que, grâce à l'initiative de la Commission des fonds, les comités vont disposer d'une façon nouvelle de venir en aide aux chercheurs, en diffusant le résultat de leurs travaux.

Généralisant l'expérience faite, sur la proposition du regretté M. de Frémin-ville, dans la création de la conférence Carrion, la Commission des fonds a proposé la création de séries régulières de conférences, et cette proposition a été accueillie avec la plus grande faveur. C'est ainsi qu'il y a quelques jours, était inaugurée la Conférence Bardy, organisée par le Comité de Chimie. Les divers comités mettent au point actuellement les modalités diverses — subventions à des recherches, expositions — avec lesquelles peut être combiné le principe de la conférence. D'ores et déjà, le succès de la Conférence Carrion faite, cette année, par M. Lecomte du Noüy, et de la première Conférence Bardy, confiée à M. Georges Dupont, permet d'augurer brillamment du nouvel élément de vitalité introduit dans nos activités traditionnelles. J'en remercie bien vivement M. Alby et ses collègues de la Commission des fonds.

Je crois que j'exprimerai aussi votre pensée en évoquant avec gratitude les bienfaiteurs présents et passés de notre Société, à la générosité, à l'idéalisme desquels nous devons de pouvoir poursuivre nos travaux. Mais ces bienfaits nous créent autant de devoirs. C'est donc vers l'avenir qu'il convient de nous tourner pour nous acquitter de cette dette; ou, si nous nous adressons au passé, ce ne sont pas les événements d'hier ou d'avant-hier qui, seuls, doivent nous apparaître. C'est la suite magnifique des traditions françaises de finesse, de labeur, d'énergie, de conscience : les lauréats dont nous honorons, aujourd'hui, le mérite témoignent qu'elles demeurent vivaces. C'est aussi la suite des inventions de la science française qui, tant de fois, furent accueillies dans ces murs : œuvre collective et individuelle à la fois, accomplie parmi bien des vicissitudes. Le sens de cette grandeur est aussi nécessaire que la calme acceptation des réalités les plus dures. Puisse l'union de l'un et de l'autre nous aider à comprendre avec sagesse le temps présent et à y garder une place digne de nous par notre foi et notre travail.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sont présentés pour devenir membres de la Société et admis séance tenante[1] :

M. Coste (Philippe), chevalier de la Légion d'Honneur, Ingénieur au Corps des Mines en congé, directeur général-adjoint des Produits chimiques de la Cie de St-Gobain, 63, rue de la Faisanderie, Paris (16e), présenté par M. Blondel.

M. Macary (Marcel), architecte diplômé par le Gouvernement, architecte adjoint du Sénat, 36, rue de Vaugirard, Paris (6e), présenté par M. Magne.

M. Barat (René), Ingénieur des Arts et Métiers, directeur de la Société d'Application des Métaux trempés, 3, square Théodore Judlin, Paris (15e), présenté par MM. Androuin et Fieux.

M. Damerval (Pierre), Ingénieur des Arts et Métiers, 4, rue Maillard, Paris (11e), présenté par MM. Guillet et Lemaire.

M. Chausson (Gaston), chevalier de la Légion d'honneur, industriel, président-directeur général de la Société des Usines Chausson, 35, rue Malakoff, Asnières-sur-Seine (Seine), présenté par MM. Alby et Magne.

M. Genest (René), officier de la Légion d'honneur et de l'Instruction publique, Ingénieur général du Génie maritime, 8, rue Pierre-Haret, Paris (9e), présenté par M. Lelong,

M. Pioger (Raoul), chevalier du Mérite agricole, Ingénieur en chef du Génie rural, directeur de la Station expérimentale des Eaux et du Génie rural, 19, avenue du Maine, Paris (15e), présenté par M. Rolley.

M. Pelou (Maurice), Ingénieur E. C. P., rédacteur en chef de « Science et Industrie », 5, rue Catulle-Mendès, Paris (17e), présenté par MM. Pineau et Lemaire.

M. Chagnon (Auguste), chevalier de la Légion d'honneur, Ingénieur des Arts et Manufactures, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, 49, avenue de Neuilly, Neuilly-sur-Seine (Seine), présenté par M. Guillet.

M. Bastien (Paul), docteur ès sciences, docteur en droit, Ingénieur des Arts et Manufactures, 85, avenue Bosquet, Paris (7e), présenté par MM. Guillet et Portevin.

M. Rencker (Édouard), Ingénieur diplômé de l'École polytechnique, docteur ès sciences physiques, répétiteur à l'École polytechnique, professeur à l'École des Hautes Études commerciales, 101, rue du Cherche-Midi, Paris (6e), présenté par MM. Guillet et Dubrisay.

M. Willemetz (Lucien), Céramique d'art et Jeux éducatifs, 51, rue de Paradis, Paris (10e), présenté par M. Magne.

M. Martin (Georges), chevalier de la Légion d'honneur, croix de guerre, agrégé de physique, directeur à la Société des Matières colorantes de Saint-Denis, 21 bis, boulevard Sadi Carnot, Enghien-les-Bains (S.-et-O.), présenté par MM. Guillet et Javillier.

(1) M. Henri Huré, déjà membre ordinaire de notre Société, s'est fait inscrire comme membre à vie. Nous le remercions très vivement de la nouvelle preuve d'intérêt qu'il porte ainsi à notre Société.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. PAPILLON-BONNOT (Jean), Secrétaire de l'Institut de Recherche et de Coordination artistiques et techniques (IRCAT), 4, avenue de Friedland, Paris (8e), présenté par M. Magne.

M. LHOSTE (Ernest), officier de la Légion d'honneur, ancien élève de l'École polytechnique, docteur en droit, directeur général de l'AFNOR, 10, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris (10e), présenté par MM. Pineau et Lelong.

M. DUPONT (Georges), officier de la Légion d'honneur, croix de guerre, professeur à la Faculté des Sciences et à l'École centrale des Arts et Manufactures, 11, rue Monticelli, Paris (14e), présenté par M. Guillet.

M. MAGNE et M. SERVONNET, secrétaire général, procèdent ensuite à la distribution des récompenses décernées en 1940. Lecture est donnée des rapports présentés à l'appui de ces récompenses et reproduits ci-après.

La séance est levée à 18 h. 25.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORTS RELATIFS AUX RÉCOMPENSES DÉCERNÉES PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'ANNÉE 1940 ET DISTRIBUÉES DANS LA SÉANCE DU 17 MAI 1941

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 Jean Goujon pour 1940, est décernée à M. Eugène FREYSSINET, pour ses *conceptions nouvelles du béton armé et pour les réalisations qui en sont la conséquence dans la construction des ouvrages d'art.*

RAPPORT

présenté par M. H. Magne au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts sur les titres de M. Eugène FREYSSINET à la Grande Médaille.

Il y a seize ans, la Société d'Encouragement décernait, sur la proposition du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, le prix Elphège Baude à l'ingénieur Eugène FREYSSINET « pour les travaux exceptionnels en béton armé » qu'il avait exécutés.

M. MESNAGER, l'éminent ingénieur, qui fut Président du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, puis Président de la Société d'Encouragement, avait été chargé de présenter ces travaux avec l'autorité que lui conférait sa propre compétence.

Depuis cette époque, M. Freyssinet a édifié le pont de Plougastel, qui est universellement connu. Cette construction a été le point de départ des recherches qui ont conduit son auteur à améliorer le fonctionnement des ouvrages en béton, au point qu'on peut dire qu'il a créé un matériau nouveau, le béton précontraint, dont les possibilités apparaissent, dès à présent, plus larges encore que celles du béton armé classique.

L'idée fondamentale est que l'état élastique final d'une construction est la somme de l'état élastique déterminé par ses charges et de son état élastique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

antérieur. Jusqu'ici, les constructeurs acceptaient que cet état antérieur fût un repos plus ou moins parfait. M. Freyssinet décide de le façonner à son gré et d'en faire un des éléments essentiels du projet de toute construction.

Il substitue ainsi à un état élastique comportant des tensions et des compressions un état élastique artificiel qui ne comporte de tractions en aucun point, et dans lequel les compressions maxima peuvent souvent être largement réduites. Un ouvrage en béton, voire un terrain de fondation, ainsi traités, peuvent désormais travailler exactement comme un ensemble homogène résistant aux efforts de toute nature.

Pour agir sur l'état élastique initial, il crée des forces de compression, convenablement disposées et dirigées, obtenues, soit par appui contre le sol, soit, dans la très grande majorité des cas, par une mise en tension, préalable à l'application des charges, d'armatures convenables.

M. Freyssinet n'est pas le premier qui ait eu l'idée de tendre des armatures dans du béton. Considère et plusieurs autres l'ont tenté. Leur but était surtout de faire disparaître les fissures de retrait. Mais tous ont été découragés par les difficultés des techniques de mise en tension et la non-permanence des résultats que les idées inexactes que l'on avait alors sur la déformation du béton n'expliquaient pas complètement. M. Freyssinet entreprend une étude systématique des déformations du béton qui, dès 1926, lui fait découvrir le phénomène de la déformation lente sous charge des bétons. En 1929, il en établit les lois et donne une théorie générale de la déformation des bétons qui constitue un des sommets de son œuvre.

Il constate que, pour obtenir par la tension des armatures des effets permanents, il faut soumettre des aciers à très haute limite élastique à des taux de tension aussi élevés que possible — en pratique, on utilise des chiffres de l'ordre de 100 kg/mm^2, ce qui offre en outre l'avantage de réaliser des économies d'acier considérables par rapport au béton armé classique. En même temps, il s'attaque aux difficultés matérielles de la mise en tension des aciers, crée la technique de vibration-compression-chauffage des bétons qui en détermine le durcissement presque instantané. Il entreprend des réalisations de grande envergure de ces diverses techniques. Avec autant de hardiesse que de bonheur, il emploie des méthodes nées de la veille au sauvetage de la gare maritime du Havre, énorme construction fondée sur des vases trop récemment chargées par des remblais, et qui subissaient des tassements considérables qui disloquaient le bâtiment. Il les applique ensuite à la construction des presses hydrauliques; de grands ouvrages maritimes du Port de Brest — quais, batardeaux, Forme de Laninon —; à l'étranger, on fait, d'après ses données, des poutres et des ponts; en Algérie, il construit un vaste ensemble de canalisations et d'ouvrages hydrauliques, le radier, les piles et les vannes d'un barrage sur l'Oued Fodda, réalise le surhaussement difficile du grand barrage des Beni-Bahdel.

On applique ses idées à un système de blindages pour souterrains sous-fluviaux utilisé par la Ville de Paris pour un de ses émissaires d'eaux usées. Aujourd'hui, il entreprend une vaste série de projets : presses hydrauliques dont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la puissance et la capacité dépasseraient de beaucoup les maxima réalisables par les moyens classiques, ponts de toutes formes et portées jusqu'aux plus grandes réalisables même par les systèmes suspendus, écluses, réservoirs, barrages, tunnels sous-fluviaux, etc.., projets toujours caractérisés par des économies de matériaux considérables, principalement en ce qui concerne les aciers, pour lesquels elle dépasse en général 75 p. 100 et, quand des questions de poids propre sont en jeu, peut dépasser 90 p. 100, d'où un intérêt actuel considérable.

La supériorité des nouvelles méthodes réside dans le fait que le béton armé est une association de deux matériaux possédant des déformations très dissemblables, travaillant chacun pour leur compte sans qu'il y ait addition des potentiels des deux matériaux, tandis que, dans le béton précontraint, on a, par une opération antérieure à l'application des charges, fait passer dans le béton presque la totalité de l'énergie potentielle de l'acier, qui s'ajoute à son énergie propre. Le béton ainsi renforcé travaille en même temps que l'acier et sous les mêmes déformations; ils épuisent ensemble jusqu'à leurs dernières possibilités.

Cette grande différence de comportement se traduit par des différences frappantes de structure et d'aspect et le nouveau matériau déterminera une évolution des formes des ouvrages vers plus de légèreté et de simplicité.

Cette évolution des formes répond aux préoccupations esthétiques de M. Freyssinet, qu'avait naguère notées M. Colmet-Daâge en le proposant comme membre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

Il m'appartient de souligner cet éloge, en présentant M. Freyssinet pour la Grande Médaille à l'effigie de Jean Goujon. Inventer un système de construction comportant une philosophie, des moyens d'exécution et des formes architecturales nouvelles est dans la tradition de l'art français.

Le Comité des Constructions et des Beaux-Arts, privé de la collaboration de M. Freyssinet, que son œuvre absorbait tout entier, se plaît à lui en rendre témoignage.

***

Grande Médaille Michel Perret.

Mme Armengaud aîné a légué à la Société une somme de 200 francs de rente annuelle pour décerner une grande médaille en or tous les cinq ans à l'auteur, français ou étranger, de découvertes ou inventions ayant contribué, en France, à la création d'une industrie nouvelle ou au développement d'une industrie déjà existante dans ce pays, le tout au jugement de la Société légataire.

La Grande Médaille Michel Perret est décernée, en 1940, à M. Georges DUPONT.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT

présenté par M. Léon GUILLET, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les titres de M. Georges Dupont à la Grande Médaille Michel Perret.

La Médaille Michel Perret est décernée à M. Georges DUPONT, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris et à l'École centrale des Arts et Manufactures.

Ancien élève de l'École Normale Supérieure, agrégé de l'Université, M. Georges Dupont fut d'abord professeur au lycée de Bordeaux; en 1914, il fut mobilisé comme simple soldat au 37e Régiment d'Infanterie Coloniale; successivement promu caporal, sergent, sergent-major, sous-lieutenant et lieutenant, il resta au front jusqu'au 20 juin 1916; il fut alors gazé et évacué et enfin détaché à la Manufacture générale de munitions près de Bordeaux. Il reçut la croix de guerre, avec deux citations, et fut nommé chevalier de la Légion d'Honneur. Ses services universitaires sont non moins brillants :

Après quatre années passées dans l'industrie métallurgique, M. Georges Dupont fut nommé maître de conférences, puis professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, dont il devint le doyen en janvier 1930. De plus, il dirigea l'Institut du Pin de 1920 à 1933.

C'est à cette date qu'il fut appelé au poste de maître de conférences à la Sorbonne, puis de professeur des théories chimiques et de directeur du laboratoire de chimie de l'École Normale Supérieure. En octobre 1937, il succédait à M. Lespieau dans la chaire de chimie organique et analyse organique de l'École centrale des Arts et Manufactures.

Partout, M. Georges Dupont a fait preuve d'une pédagogie remarquable et l'autorité qu'il a su acquérir sur tous ses élèves provient non seulement de sa haute valeur scientifique, mais aussi de la clarté de ses exposés et de la vie de son enseignement.

Ses travaux scientifiques sont de première valeur et doivent intéresser d'autant plus notre société qu'un grand nombre ont trait à des problèmes industriels de très grande importance.

Après sa thèse de doctorat sur les composés acétyléniques et leurs dérivés et quelques recherches d'ordre métallurgique, M. Georges Dupont fut conduit, de par sa situation, à travailler l'importante question des terpènes et des produits résineux. Il étudia spécialement la composition des acides résiniques, la récolte et le traitement de la gemme.

Enfin, ses recherches sur les constituants du bois, sa distillation et la transformation du bois de pin en papier sont du plus haut intérêt et ont eu déjà en France des conséquences capitales, surtout à l'heure actuelle.

M. Dupont dirige, avec M. M. Grignard et Locquin, le grand *Traité de chimie organique* dont la publication, par la Librairie Masson, est en cours d'achève-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment. Cet ouvrage, qui répond à des désirs souvent exprimés, fait le plus grand honneur à notre pays.

Nous ajouterons qu'en septembre 1939 le laboratoire de M. Dupont, rattaché au Centre national de la recherche scientifique a poursuivi une série de travaux intéressant la défense et l'économie nationales. Actuellement, ses études ont trait aux carburants de remplacement, aux succédanés des huiles et graisses lubrifiantes, aux succédanés d'acides gras, etc.

M. Georges Dupont a formé de très nombreux élèves dont certains sont de brillants ingénieurs et d'actifs savants qui font honneur à leur maître. Il est officier de la Légion d'Honneur et président de la Société chimique de France.

La Médaille Michel Perret ne pouvait être plus justement décernée.

***

Prix Galitzine.

Ce prix d'une valeur de 1 500 francs en 1940, est décerné à M. Alexandre ROCHE.

RAPPORT

présenté par le Commandant J. ROUCH, au nom du Comité des Arts économiques, sur les titres de M. Alexandre ROCHE au Prix Galitzine.

M. Alexandre ROCHE, né à Riom, le 26 février 1913, diplômé d'Études Supérieures de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris en 1937, à la suite d'une thèse sur « Les modifications du champ électrique terrestre au voisinage de divers obstacles », a été nommé en 1937 assistant au laboratoire d'Océanographie physique de l'Institut océanographique à Paris.

Il s'est consacré aussitôt à l'étude des mesures de la salinité et du pH de l'eau de mer.

En 1938, il a présenté au Congrès des sociétés savantes de Nice une note sur la détermination de la salinité de l'eau de mer par la mesure de son indice de réfraction.

En 1939, il a mis au point un appareil de mesure de la conductivité électrique pour déterminer à bord la salinité de l'eau de mer; il a publié un mémoire sur ce sujet dans le bulletin de l'Institut océanographique du 10 août 1939. Cet appareil rendra de grands services dans les mesures faites à la mer, car il donne une précision très grande.

Par ses travaux, M. Roche a pris déjà une place notable parmi les chercheurs qui se consacrent à l'océanographie physique.

M. Roche a été mobilisé pendant la guerre comme officier d'artillerie.

En décernant à ce jeune savant le prix Galitzine, la Société d'Encouragement lui donnera une précieuse marque d'estime.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Prix Meynot.

Le prix Meynot, d'une valeur de 1 000 francs, réduite en 1940 à 900 francs, en application du décret-loi de juillet 1935, doit être décerné, cette année, à un petit cultivateur, viticulteur ou maraîcher d'un département de la France situé dans une région autre que le Sud-Est. Le bénéficiaire doit cultiver son bien ou celui d'autrui en qualité de colon à mi-fruit 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 dans 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.

Ce prix est décerné, pour 1940, à M. Henri PAILLEAU.

RAPPORT

présenté par M. Louis TARDY au nom du Comité d'Agriculture sur les titres de M. Henri PAILLEAU au Prix Meynot.

M. Pailleau Henri, domicilié à Bronville, commune du Gault-Saint-Denis (Eure-et-Loir), est père de 8 enfants, dont l'aîné a seulement 16 ans. Il est âgé de 46 ans, mutilé de la guerre 1914-1918 avec pourcentage d'invalidité de 60 p. 100. Il a été charretier jusqu'à son mariage, en 1923. Il a pris ensuite, grâce au crédit agricole, une petite exploitation qu'il cultive très bien et qu'il a étendue progressivement. Il exploite maintenant 37 hectares dont 8 comme propriétaire et 29 comme fermier.

Deux prêts à long terme spéciaux obtenus du crédit agricole ont été entièrement remboursés. Un troisième prêt lui a été consenti en 1932, dont l'annuité de 4 024 francs est régulièrement acquittée.

Les renseignements les meilleurs ont été fournis sur la conduite, les qualités de famille, l'assiduité au travail de M. Pailleau qui, de simple ouvrier charretier, a pu devenir petit propriétaire et fermier grâce à son labeur opiniâtre et à son esprit d'épargne.

L'exemple que nous donne M. Pailleau montre combien ces petits paysans, profondément attachés à la terre qu'ils cultivent et auxquels le chef de l'État, le Maréchal PÉTAIN, a encore rendu récemment un si juste et vibrant hommage peuvent contribuer puissamment à la restauration de notre pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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 francs en espèces 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 1940, en application du décret-loi de juillet 1940.

La Société décerne, pour l'année 1940, le Prix Fourcade, à M. François Le Foll.

RAPPORT

présenté par M. G. J. Painvin, au nom du Comité des Arts Chimiques, sur les titres de M. François Le Foll au Prix Fourcade.

Né le 11 décembre 1873, M. François Le Foll est entré le 16 août 1891 au service de l'usine d'engrais et de produits chimiques de Nantes-Chantenay (Loire-Inférieure) des Établissements Kuhlmann. Il totalise donc à ce jour près de cinquante années de présence continue dans l'établissement où il est entré à l'âge de 17 ans.

M. Le Foll a exercé successivement les fonctions de manœuvre, puis d'ouvrier à l'atelier de broyage de phosphate. Il est actuellement concierge de l'immeuble Kuhlmann à Nantes-Chantenay, poste que justifiait son âge et qui lui a été confié récemment, tant en raison de sa connaissance de tout le personnel et des aîtres, que de la conscience, de l'exactitude et du dévouement qu'il a toujours apportés dans l'emploi qu'il occupait auparavant, le broyage du phosphate étant une opération délicate et qui exige une attention soutenue. M. Le Foll y a pris souvent d'intelligentes et heureuses initiatives. Il donne pleine satisfaction à tous dans l'exercice de ses nouvelles fonctions.

Médaille Dumas.

RAPPORT

présenté par M. Joseph Bourdel, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les titres de M. Armand Duclos à la Médaille Dumas.

M. Armand Duclos est né à Paris le 15 août 1875.

Sa mère, restée veuve avec plusieurs enfants et préoccupée d'assurer leur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avenir, chercha pour son fils aîné, Armand, un métier correspondant à ses goûts et qui lui permettrait de poursuivre et de développer son instruction générale. Elle choisit l'imprimerie.

C'est ainsi qu'Armand Duclos, dès qu'il eut terminé ses études primaires, à 13 ans, entra, le 1er octobre 1889, comme apprenti à l'imprimerie Plon, qui était alors installée rue Servandoni à Paris. Il y fit ses débuts comme compositeur typographe et, dès les premiers mois, montra une application et des dispositions qui retinrent l'attention de ses patrons. Ceux-ci décidèrent alors de lui faire suivre pendant deux années (de 1890 à 1892) les cours de l'École Estienne, où l'enseignement technique et varié, dirigé par des maîtres de premier ordre, est de nature à développer chez un jeune garçon intelligent et laborieux le champ des connaissances professionnelles.

Après de brillants examens, Armand Duclos termine son apprentissage à l'école et, en septembre 1891, il rentre dans les ateliers de l'imprimerie Plon, comme ouvrier qualifié; il y travaille *en conscience* pendant trois ans à l'entière satisfaction de ses chefs directs jusqu'au 10 novembre 1896, où il est appelé à faire son service militaire. Il restera au régiment jusqu'au 1er octobre 1899.

Aussitôt libéré, il reprend joyeusement sa *casse* à l'imprimerie Plon. Mais entre temps l'imprimerie a quitté Paris et a été transférée à Meaux; c'est donc à Meaux qu'Armand Duclos va poursuivre sa carrière comme compositeur typographe. Il est arrivé au point où il n'a plus beaucoup à apprendre, mais il veut tout connaître du métier d'imprimeur et il quitte l'atelier de composition pour l'atelier des machines où il va acquérir des connaissances nouvelles, en s'initiant à tous les détails de la mise en train, du réglage de l'encre, du tirage, de la conduite des machines délicates de types et de formats différents. Il complète ainsi son éducation professionnelle en devenant un excellent conducteur apte à se rendre compte des qualités du papier, de l'entretien du matériel, de la durée des travaux à exécuter, etc. De sorte qu'au mois d'août 1900, lorsqu'il est appelé à remplir les importantes fonctions de prote il a acquis toute l'expérience requise pour diriger les ateliers de composition et de tirage, en homme averti et compétent.

Une place de sous-directeur est devenu vacante. Armand Duclos est alors appelé à ce poste de confiance et désormais il va avoir sous sa direction tous les rouages de l'imprimerie, non seulement la composition et le tirage, mais le brochage, le cartonnage, la fonderie de caractères, la galvanoplastie, les machines à composer (linotype et monotypes), etc. Surveillance minutieuse et incessante distribution du travail, coordination des divers services, tout un ensemble de contrôles qui demandent une connaissance parfaite de toutes les branches de la production d'une imprimerie.

Ce poste, Armand Duclos le remplira avec zèle et compétence depuis le 1er août 1900 jusqu'à ce jour, à l'entière satisfaction de ses patrons.

Entre-temps, Armand Duclos s'est marié à Meaux, a fondé un foyer, a élevé dignement ses trois fils, en a fait des hommes d'action et de devoir qui suivent dans la vie l'exemple et les traditions de leur père.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque, le 3 septembre 1939, le directeur général de l'imprimerie fut mobilisé, Armand Duclos dut prendre sa place. Il remplit donc les fonctions de directeur pendant les derniers mois de 1939 et le début de 1940.

La réduction forcée du personnel, les difficultés des communications, tout rendait la tâche du directeur particulièrement lourde. Le surmenage, les soucis, les préoccupations, les entraves créés par la guerre, finirent par avoir raison des forces physiques d'Armand Duclos et, le 30 janvier 1940, il dut s'aliter. Cette défaillance physique ne fut d'ailleurs que passagère. Un repos un peu prolongé doit rétablir cette santé momentanément compromise.

Tel est le résumé de la vie de M. Armand Duclos, vie toute droite, toute simple, entièrement consacrée au travail, qui s'est déroulée sans interruption dans la même imprimerie, sans heurts, sans incidents, dans l'accomplissement quotidien du devoir professionnel, sans autre ambition que de gagner l'estime et l'affection de ses chefs, de ses collaborateurs et de bien servir la maison où il travaille depuis cinquante ans.

En vous proposant d'attribuer cette année la médaille Dumas à M. Armand Duclos, nous croyons répondre au vœu du fondateur qui a entendu récompenser les ouvriers qui, sans quitter les ateliers se sont élevés peu à peu dans la même maison jusqu'au rang de directeur d'usine ou de chef d'un service important dans un établissement industriel.

***

Médailles d'or.

RAPPORT

présenté par M. E. LEMAIRE, au nom du Comité des Arts Mécaniques, sur la *machine*, imaginée par M. VOLLET, *pour étudier les lubrifiants et les métaux antifrictions*.

Pour permettre aux constructeurs de machines et à ceux qui se servent des machines construites de choisir l'antifriction et le lubrifiant qui, à l'usage, conviennent le mieux à une machine déterminée, on a imaginé, depuis plus d'un demi-siècle, un très grand nombre de machines d'essais destinées à mesurer les forces de frottement et, par conséquent, de faire un choix judicieux parmi les antifrictions et les lubrifiants dont on dispose, compte tenu, non seulement de leur nature et de leurs propriétés, mais aussi des facteurs qui modifient le frottement, savoir : la température, la pression et la vitesse.

Les premières machines d'essais de ce genre reproduisaient le mécanisme du coussinet; celles qui suivirent utilisaient deux disques pleins tournant en frottant l'un sur l'autre. Les unes et les autres, ou manquaient de précision, ou ne permettaient pas de mesurer l'effet d'un seul des facteurs précités.

M. H. VOLLET, chef du Service des Ateliers du Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, a inventé une machine qui n'a pas ces

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inconvénients et qui, de plus, permet de faire les mesures entre des limites très éloignées.

Rappelons que M. Vollet avait déjà fait preuve d'ingéniosité en imaginant une *machine à couper et à égaliser les balais et les brosses*, qui lui a valu une médaille d'argent que la Société d'Encouragement lui a décernée en 1921, sur le rapport de notre regretté collègue M. Léon Masson [1].

Une description détaillée de la machine d'essais de M. Vollet et son mode d'emploi ont été donnés dans le *Bulletin* de mai-juin 1937 par M. J. PRÉVOST. Nous n'y reviendrons pas : nous signalerons seulement qu'elle utilise, au lieu de disques pleins, des pistes annulaires sur lesquelles glissent, soit d'autres pistes semblables, soit des frotteurs. Un prototype de cette machine avait été construit par les soins de l'Office national des Recherches et des Inventions; après quelques perfectionnements, il a conduit à la construction de la machine décrite par M. Prévost; cette machine est en service régulier depuis 1935 au Laboratoire d'Essais du Conservatoire.

La machine Vollet, dès le début de son emploi, a permis au Laboratoire d'Essais d'étudier de nombreuses questions d'intérêt général et de résoudre la plupart des problèmes particuliers les plus variés posés par des industriels; ils se sont déclarés satisfaits des résultats qui leur ont été fournis. Pour ces motifs, et aussi pour le soin et la patience que l'inventeur a apportés à la mise au point de sa machine, la Société d'Encouragement décerne une médaille d'or à M. H. Vollet. Elle couronne en même temps la longue carrière d'un mécanicien habile et dévoué, tout entière consacrée à résoudre les problèmes de mécanique de précision les plus divers.

RAPPORT

présenté par M. Albert PORTEVIN, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux de M. Daniel SEFERIAN sur la *soudure*.

M. Daniel SEFERIAN, né en 1900 à Samsoun (Turquie), après avoir fait ses études de mathématiques spéciales à Nancy, est devenu ingénieur civil des mines de l'École de Saint-Étienne (1927), docteur ès sciences de l'Université de Paris (1935), il est actuellement professeur adjoint à l'École supérieure de la Soudure autogène et Chef des services de Physique et de Métallurgie de l'Institut de Soudure autogène.

Naturalisé français, il a été mobilisé pendant la guerre dans une compagnie du génie, puis a été demandé par les services des Laboratoires militaires des blindages à Satory.

Ses travaux se rapportent, d'une part, à l'étude des flammes et de l'étalon de lumière et, d'autre part, à l'étude de la soudabilité des métaux et alliages.

Ces travaux scientifiques ont fait l'objet de notes à l'Académie des Sciences et de communications aux Congrès internationaux de l'Acétylène et de la Sou-

(1). Voir ce rapport, la description et le mode d'emploi de cette machine dans le *Bulletin* de janvier 1921, p. 13 à 17.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dure autogène, du Pétrole, de Chimie industrielle et du Chauffage industriel. Ils font, d'autre part, l'objet d'une trentaine de mémoires et d'articles publiés dans les revues techniques en France et à l'étranger. Il est en outre l'auteur d'un volume intitulé « Pratique de la soudure autogène ».

Parmi ses travaux, on peut signaler ceux relatifs à l'étalon de lumière, aux flammes oxyacétyléniques, à l'étude des flammes à très hautes températures, à la flamme de l'hydrogène atomique, à l'étude thermique des soudures, à la soudabilité des aciers austéniques au manganèse, à la formation des nitrures métalliques par fusion, à la corrodabilité des assemblages soudés, etc. En outre, pendant la dernière guerre, il a procédé à des études de soudure des aciers pour blindages.

Par cet ensemble de travaux, par les qualités scientifiques et expérimentales qui y sont manifestées, par les résultats pratiques qui en découlent, il apparaît équitable d'attribuer à M. Seferian une récompense de la Société d'Encouragement, sous forme d'une médaille d'or.

RAPPORT

présenté par le docteur Raymond NEVEU, au nom du Comité des Arts économiques, sur les *travaux de dermatologie et d'opothérapie* du docteur François DEBAT.

S'il est un nom qui mérite de retenir tout spécialement l'attention de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, c'est bien celui du docteur François DEBAT.

Les spécialités dermatologiques et opothérapiques qu'il a créées et mises au point après de longues et patientes recherches sont connues dans le monde entier. Il a construit à Garches des laboratoires ultra-modernes qui pourraient servir de modèles à bien des laboratoires officiels, et qui font l'admiration de tous ceux qui les visitent.

Mais le docteur Debat n'est pas seulement un novateur, un chercheur érudit, un industriel hardi; il est aussi — et ce n'est pas le moindre titre dont il puisse être fier — un homme excessivement bon, un très grand mécène. Les familles médicales qu'il a secourues ne se comptent plus. Toutes les sociétés philanthropiques savent que, lorsqu'elles frappent à sa porte, il répond toujours : présent. Il a créé à la Faculté de médecine de Paris des bourses, qui, chaque année, viennent en aide aux étudiants nécessiteux. Aussi, son nom est-il unanimement vénéré par ses confrères. Le docteur François Debat est aussi un grand amateur d'art. Les luxueuses revues qu'il éditait à grands frais, pour les offrir gracieusement, sont dans les bibliothèques de tous ceux qui aiment le beau et ont le culte de notre Pays.

Chercheur infatigable, industriel hardi, grand philanthrope, le docteur François Debat trouve encore, dans les heures douloureuses que nous vivons, un nouveau champ à son activité. Comme membre de la délégation spéciale qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gère la coquette ville de Saint-Cloud, il se dépense sans compter — et, parmi ses nombreuses initiatives, signalons, notamment, qu'il n'a pas hésité à transformer le champ de courses de sa ville en un vaste jardin potager. Des initiatives de ce genre, sur lesquelles notre distingué collègue M. H. Hitier, membre du conseil, a publié un intéressant article dans notre bulletin en janvier 1940, sont dignes de tous éloges et ne sauraient être trop citées en exemple.

Tous ces titres, que nous nous excusons d'avoir esquissés trop rapidement, méritaient d'être récompensés par la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, et c'est pourquoi nous proposons de décerner au docteur François Debat la médaille d'or : ce sera un faible témoignage de notre admiration et de notre reconnaissance.

***

Médailles de vermeil.

RAPPORT

présenté par M. Albert PORTEVIN, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les *œuvres en fer forgé* de M. Emile NOWAKOWSKI.

Émile NOWAKOWSKI, né en 1871 à Blois, travaille le fer forgé depuis qu'il était apprenti à 14 ans.

Au point de vue conception, s'est formé lui-même en étudiant et dessinant les œuvres du passé existant dans les musées et châteaux de la région.

A exécuté de nombreuses pièces : lanternes, grilles, rampes, chenets, flambeaux, lampes, puits, table de communion, etc., disséminées dans les châteaux et propriétés du Blésois, de la Sologne, jusqu'en Touraine.

Par sa conscience, l'amour de son métier, sa vie tout entière consacrée à son travail, est un représentant, à l'heure actuelle, de l'artisan d'autrefois.

RAPPORT

présenté par M. Joseph DEMORLAINE, au nom du Comité d'Agriculture, sur les *travaux de sylviculture et d'acclimatation de* M. Étienne BLANCHERIE.

Je me permets de vous proposer, à l'occasion de la distribution annuelle des récompenses de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, au titre du Comité d'Agriculture, le secrétaire-trésorier de la Société française des Amis des Arbres, dont je suis secrétaire-général, qui, depuis plus de dix ans, lui prête le concours le plus dévoué et a réussi, par ses efforts de tous les instants, à la mettre sur un pied qu'elle n'avait jamais atteint.

C'est M. Étienne BLANCHERIE, qui a été pendant trente-six ans de service dans les bureaux et est resté pendant près de trente ans commis à la Conservation des Eaux et Forêts de Paris, où il n'a jamais mérité que des éloges. Père de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trois enfants, il a eu un fils reçu à l'École Polytechnique. Sa famille est de celles où le devoir et le travail ont toujours été à l'honneur.

C'est pourquoi nous croyons devoir proposer cet excellent serviteur du pays, qui a rendu de très réels services à la cause sylvicole, pour une Médaille de Vermeil, digne récompense de ses mérites et de ses efforts.

M. Blancherie est, en outre, trésorier de la Société Nationale d'Acclimatation de France.

***

Médailles d'argent.

RAPPORT

présenté par le commandant J. ROUCH, au nom du Comité des Arts Économiques et des Applications de la Physique, sur les travaux de *mécanique de précision* exécutés par M. François ANGLADE.

M. François ANGLADE, né le 8 août 1875, est entré le 15 avril 1920 à l'Institut océanographique de Paris comme ouvrier à l'atelier de mécanique de précision de cet institut. Il s'y est révélé immédiatement comme un collaborateur intelligent, habile et dévoué, ce qui lui a valu d'être nommé chef de l'atelier où il travaillait quand ce poste devint vacant.

Depuis plus de vingt ans, M. Anglade est un auxiliaire extrêmement précieux des professeurs à l'Institut océanographique pour qui il construit, sur programme, des appareils conçus par eux, en vue d'exécuter des recherches scientifiques délicates qui exigent, non seulement la plus haute précision, mais aussi quelquefois une grande commodité d'emploi.

Esprit ouvert, se rendant parfaitement compte des qualités que doit posséder l'appareil demandé, grâce à son expérience, à sa grande habileté et à une rare ingéniosité, M. Anglade a imaginé et réalisé des dispositifs nouveaux qui ont donné pleine satisfaction. Il a apporté ainsi une collaboration, modeste sans doute, mais fort précieuse, à l'œuvre des travailleurs scientifiques de l'Institut océanographique et contribué ainsi aux progrès de la science. Il a toujours fait preuve d'une conscience et d'une probité professionnelles et d'un dévouement dignes de tous les éloges. Il convient d'ajouter à ces titres que M. Anglade a parfaitement élevé deux enfants; son fils, aujourd'hui âgé de 27 ans, suit la même voie que son père, car c'est un habile mécanicien d'horlogerie.

RAPPORT

présenté par M. Jean FRESSINET, au nom du Comité des Constructions et des Beaux Arts, sur les travaux de M. Pierre PERNET.

M. Pierre PERNET n'est pas un inconnu pour la Société d'Encouragement, puisqu'au concours ouvert en 1939, pour les applications artistiques de l'Industrie des Matières plastiques, il avait obtenu une des premières récompenses.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Né à Trémont (Meuse), le 12 mai 1906, il fut, dès sa sortie de l'École, attiré par le travail du bois et, tout en faisant son apprentissage chez d'excellents artisans à Paris, il suivit le soir les cours de dessin industriel de l'École Boulle.

Atteint en 1925 du mal de Pott, il dut, dès sa guérison, se remettre à un travail moins fatigant; il collabora pendant une année à l'atelier de dessin d'une fabrique d'ameublement, puis il se spécialisa dans l'exécution des maquettes à petite échelle. M. Pernet suivit en outre le Cours d'art appliqué au Conservatoire national des Arts et Métiers de 1929 à 1931.

Il entra ensuite à la maison « Perfecta », dans laquelle il exécuta notamment les maquettes du paquebot « Normandie », de l'église Ste-Odile et celle de l'Exposition Internationale de 1937. Ces maquettes, comme celle qui lui valut une récompense au Concours des matières plastiques, rappellent par leur perfection les admirables modèles exécutés par certains artisans du XVIII[e] siècle.

Poursuivant en même temps ses études, M. Pernet fréquenta pendant trois années les cours de dessin de l'École des Arts appliqués à l'Industrie. Il entra alors au Conservatoire national des Arts et Métiers comme garçon du laboratoire d'art appliqué; se plaçant aussitôt au-dessus de sa modeste condition, il devint un agent technique d'une rare habileté. Le dénuement de personnel occasionné dans ce laboratoire par la guerre en a fait temporairement le chef des Travaux.

Il déploie dans ce nouveau poste toutes les qualités de conscience, de goût, d'ingéniosité et de précision, secondant avec autant d'habileté que de dévouement le titulaire de la chaire, M. Magne, dans ses travaux et ses recherches. Parmi ces dernières, il convient de signaler celles, remarquables en tous points, qui tendent à la substitution de matières nouvelles à celles qui étaient précédemment employées dans certains métiers d'art et dont la pénurie, s'il n'y était suppléé, entraînerait la disparition de ces métiers.

Nous proposons qu'une médaille d'argent soit décernée à M. Pierre Pernet pour le récompenser de sa précieuse collaboration à ces recherches qui présentent le plus vif intérêt pour le présent et l'avenir des métiers d'art français.

***

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.

C'est en 1846, il y a près d'un siècle, que la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale a décidé de décerner chaque année des médailles aux contremaîtres, ouvriers et employés qui se recommandent par la durée de leurs services, le zèle, le dévouement et l'intelligence dont ils font preuve dans leur labeur quotidien. Notre Société a donc reconnu depuis longtemps la part impor-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tante qui revient à ces modestes collaborateurs dans la prospérité des entreprises.

Dans les temps difficiles que nous traversons, leur rôle n'est pas moins essentiel. Ils ont été guidés, au cours de leur longue et belle carrière, par ces idées maîtresses que les circonstances actuelles mettent fortement en évidence : travail, famille, paix sociale; ils sont donc un exemple vivant dont les jeunes doivent s'inspirer pour assurer l'avenir du pays.

Les candidats ont été présentés par des chefs d'établissement, membres de la Société d'Encouragement. Cette année, leur nombre a dépassé de beaucoup celui des médailles dont nous pouvions disposer, et nous avons été amenés à opérer une sélection sévère qui nous laisse le regret d'avoir dû éliminer nombre de candidats méritants. — 41 lauréats ont été désignés, dont 31 comptent de trente-six à quarante-neuf ans de services. Comme toujours, notre choix a été basé principalement sur cette ancienneté de services dans la même maison; mais nous avons également fait entrer en ligne de compte l'âge, la conduite, l'esprit d'initiative, la situation de famille, le nombre des enfants; en outre, pour quelques candidats, nous avons pris en considération leur belle conduite au cours des événements de mai et juin 1940; citons simplement la note donnée à deux d'entre eux par le chef d'entreprise : Est resté à son poste lors de l'évacuation de Maubeuge et n'a pas cessé un seul jour d'assurer la garde de l'usine, tant pendant les bombardements qui l'ont en partie détruite, que pendant l'occupation, donnant ainsi la preuve de son courage et de son dévouement.

Pour nous permettre d'être plus larges dans l'attribution de ces médailles si appréciées, nous adressons à nouveau un pressant appel à la générosité des membres de notre Société, chefs d'entreprises industrielles et agricoles. En nous aidant matériellement à augmenter le nombre des lauréats, ils reconnaissent les vertus et les mérites de leur personnel et leur donnent un témoignage tangible de leur sollicitude à son égard.

Mesdames, Messieurs, la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale est heureuse de récompenser ces travailleurs d'élite qui nous montrent la voie à suivre pour le redressement de la patrie. Elle est fière de proclamer leurs noms dans sa séance solennelle.

Liste des contremaîtres et ouvriers à qui est décernée la médaille de bronze en 1940.

MANUFACTURE DES GLACES ET PRODUITS CHIMIQUES DE SAINT-GOBAIN, CHAUNY ET CIREY, 1, place des Saussaies, Paris (8e);

Glacerie de Saint-Gobain (Aisne) :

Paul BAUDRON, forgeron;
Paul VITARD, veilleur de nuit;
André KOSTENHOLTZ, chef d'entretien;
Vital GAUBERT, menuisier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Usine de Toulouse, à Fenouillet (Haute-Garonne) :
Henri THOZET, chef d'entretien.

Usine de Rouen, à Grand-Quévilly (Seine-Inférieure) :
Clovis CHAUVEAU, chef comptable;
Gustave CHAMREFORT, contremaître d'entretien.

Usine de Wasquehal (Nord) :
Jean-Baptiste DEKETELAERE, électricien;
Jules POLLET, monteur;
Raoul DUTHILLEUL, contremaître de fabrication.

Usine du Boucau (Basses-Pyrénées) :
Raymond DITCHARRY, essayeur de laboratoire.

Usine de Bordeaux (Gironde) :
Pierre JARNOLLE, conducteur de centrale;
Jean-Jules DURAN, ouvrier pyritain.

Usine de Nantes-Chantenay (Loire-Inférieure) :
Olivier HUDHOMME, manœuvre de fabrication.

Glacerie de Chantereine, à Thourotte (Oise) :
Louis DERE, argenteur de glaces.
Albert FIEVEZ, basculeur.

SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS, Région du Sud-Est, Service du Matériel et de la Traction, 20, boulevard Diderot, Paris (12e) :

Dépôt principal de Laroche, à Migennes (Yonne) :
Armand FERRIÈRE, sous-chef de brigade d'ouvriers.

ÉTABLISSEMENTS KUHLMANN, 11, rue de La Baume, Paris (8e) :

Usine de Nevers (Nièvre) :
François VALLET, contremaître;
Arthur THOMAS, chef de fabrication.

Usine d'Aubervilliers (Seine) :
Albert-Auguste JOUIN, contremaître de chaufferie.

Usine de La Madeleine (Nord) :
Gustave OSTYN, surveillant de fabrication;
Emile VAN LAETHEM, manœuvre.

Usine de Nantes (Loire-Inférieure) :
Pierre NASLIN, soudeur à l'autogène de plomb;
Frédéric MARTIN, contremaître d'entretien général.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ATELIERS MOISANT-LAURENT-SAVEY, 20 boulevard de Vaugirard, Paris (15e) :

Fortuné DELÉCOURT, taraudeur;
Léon DELÉPINE, magasinier.

SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHÔNE-POULENC, 21, rue Jean-Goujon, Paris (8e) :

Usine de Vitry-sur-Seine (Seine) :

Léon GASQUET, ouvrier.
Eugène RIGOULOT, contremaître.

IMPRIMERIE PAUL BRODARD ET ATELIERS JOSEPH TAUPIN RÉUNIS, 4, place Abel Leblanc, Coulommiers (Seine-et-Marne) :

Myrtil CHANOINAT, clicheur typographe;
Marc DURU, conducteur typographe;
Mme Lucie CHARPENTIER, compositrice typographe.

MM. CHARLES LORILLEUX ET CIE, 16, rue Suger, Paris (6e) :

Henri LAHANIER, chef de service au broyage des couleurs;
Henri LENGLET, broyeur-essayeur;
Louis LEFRANC, chef d'atelier.

L'AIR LIQUIDE, 75, quai d'Orsay, Paris (7e) :

Usine de Boulogne-sur-Seine (Seine) :

Élie BOULLENGER, conducteur d'appareil.

Usine de Champigny-sur-Marne (Seine) :

Romain CUNOT, monteur de chalumeaux;
Henri TESSIER, contremaître.

Usine de Lyon (Rhône) :

Jules LAPALUD, contremaître

Usine de Marseille (Bouches-du-Rhône) :

Marcel CLER, chef de fabrication.

COMPAGNIE FRANÇAISE DE MATÉRIEL DE CHEMINS DE FER, 25, rue de Madrid, Paris (8e) :

Usines du Tilleul, à Maubeuge (Nord) :

Paul LOUIS, pointeur;
Gustave DE BONDT, caissier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES LE 17 MAI POUR L'ANNÉE 1940.

Lauréats.	*Rapporteurs.*	*Objets.*
	Grande médaille.	
Eugène Freyssinet.	M. Magne.	Conceptions nouvelles du béton armé.
	Grande Médaille Michel Perret.	
Georges Dupont.	L. Guillet.	Ensemble de ses travaux scientifiques.
	Prix Galitzine.	
Alexandre Roche.	J. Rouch.	Océanographie.
	Prix Meynot.	
Henri Pailleau.	L. Tardy.	Petite culture.
	Prix Fourcade.	
François Le Foll.	G. J. Painvin.	Industrie chimique.
	Médaille Dumas.	
Armand Duclos.	J. Bourdel.	Ensemble de sa carrière à l'Imprimerie Plon.
	Médailles d'or.	
H. Vollet.	E. Lemaire.	Lubrification.
Daniel Seferian.	A. Portevin.	Soudure.
Dr François Debat.	Dr R. Neveu.	Dermatologie, opothérapie.
	Médailles de vermeil.	
Emile Nowakowski.	A. Portevin.	Forge artistique.
Etienne Blancherie.	J. Demorlaine.	Sylviculture, acclimatation.
	Médailles d'argent.	
François Anglade.	J. Rouch.	Mécanique de précision.
Pierre Pernet.	J. Fressinet.	Applications artistiques des matières nouvelles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ART RÉGIONAL

COMPTE RENDU DE LA COMMUNICATION FAITE LE 20 JUIN 1941

par

M. M. MAGNE, *Président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, Vice-président délégué de l'IRCAT,*

dans le cycle organisé par la Société des Ingénieurs civils de France sur « Le rôle de l'ingénieur dans l'urbanisme ».

Les communications faites au cours du cycle « Le rôle de l'ingénieur dans l'urbanisme » ont porté sur des sujets très variés, tels que : *Le rôle de l'ingénieur et la conception actuelle de l'habitation humaine*, *Le tracé des villes*, *Architecture et urbanisme*, *Le plan d'aménagement de la Région Parisienne*, *L'urbanisme dans le programme des grands travaux de Seine-et-Oise*, *La reconstruction des régions dévastées*, *L'art régional*, *Les données de l'assainissement urbain en relation avec celles de l'aménagement*, *Les usines modernes*, *Le point de vue social.*

Invité par M. HARLÉ, Président de la Société des Ingénieurs civils de France, à y prendre part, M. MAGNE fit une communication sur l'art régional.

Au cours de la même séance, M. ROYER, Sous-directeur à la Direction des Services techniques du Commissariat à la Reconstruction, faisait un exposé sur la reconstruction des régions dévastées.

Dans cet exposé et dans sa comparaison entre la pratique de 1920 et les principes dont on s'inspire aujourd'hui, M. Royer a mis en lumière d'une façon particulièrement simple et précise l'esprit organisateur.

On est heureux de constater combien l'œuvre actuellement en cours contraste avec les errements de la période qui suivit la précédente guerre et au cours de laquelle on perdit une précieuse occasion d'améliorer les agglomérations conformément aux nécessités de l'urbanisme.

Il est souhaitable que, dans cette œuvre de reconstruction, les résistances qui pourraient être opposées par certains intérêts égoïstes et routiniers soient surmontées énergiquement.

A cette activité déployée pour reconstruire la France moderne, l'*Art régional*, objet de l'exposé de M. Magne, se reliait étroitement.

Le but de cette communication n'était pas, en effet, de faire une histoire de l'art régional, mais de chercher à définir, en fonction du passé et du présent, s'il peut y avoir actuellement un art régional et quels peuvent en être les caractères.

L'art ne pouvait, à l'origine, qu'être régional, parce qu'il était une expression du climat, des mœurs et utilisait les ressources locales. L'organisation du travail artisanal fut favorable à son épanouissement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La centralisation administrative, l'essor de la grande industrie et des moyens de transports, coïncidant avec la suppression des corporations, ont porté atteinte à l'esprit et à l'art régionaux.

Ce fut grand dommage pour la répartition du travail et de la richesse sur l'ensemble du territoire, et des efforts ont été judicieusement accomplis pour y remédier par une restauration de l'esprit et de l'art régionaux.

Mais cette restauration, pour ne pas être une survivance stérile du passé, doit être une création.

Pour les problèmes qui restent à la même échelle que jadis, la contribution des ingénieurs, qui représentent l'esprit technique moderne, peut être considérable.

Quant aux grands problèmes qui sont à l'échelle de la civilisation actuelle, ce sont leurs solutions qui peuvent constituer un art régional à la mesure de cette civilisation et c'est aux ingénieurs qu'il appartient de les trouver, en y apportant un esprit de collaboration avec les compétences artistiques qui était le principe même des anciennes corporations et qui doit revivre dans l'esprit et l'organisation actuels du travail.

Conditions d'attribution du prix Robin, décerné par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale en 1942-1943.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, désireuse d'honorer la mémoire de son bienfaiteur Félix Robin en provoquant des recherches dans les domaines de la métallographie et de la mécanique physique qui firent l'objet de ses travaux, invite les chercheurs à présenter à son siège, 44, rue de Rennes, Paris (6e), avant le 1er janvier 1943, des mémoires se rapportant à l'un des chapitres suivants :

— Structure des métaux et des alliages.
— Transformations polymorphiques des alliages.
— Essais mécaniques des métaux.
— Propriétés élastiques et thermoélastiques des métaux et des alliages.

Ces mémoires devront avoir un caractère original et comporter au moins une part d'expériences personnelles.

Le jury disposera, pour récompenser les auteurs, d'une somme de 8 000 frs qu'il sera libre de fractionner et de répartir de la façon qui lui paraîtra convenable.

Les rapports primés seront résumés en séance publique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NÉCROLOGIE

Les circonstances ne nous ont pas permis de porter, au fur et à mesure, à la connaissance de nos membres les divers deuils qui sont venus éprouver notre Société depuis le début de l'année 1940.

Nous avons eu le regret de perdre successivement :

MM. Maurice MICHEL-SCHMIDT et James DANTZER, membres honoraires du Conseil.

M. Edmond KAYSER, membre du Comité d'Agriculture.

M. Eugène BRILLIÉ, membre du Comité des Arts mécaniques.

M. LECORNU, ancien vice-président de la Société et membre du Comité des Arts mécaniques.

M. Émilio DAMOUR, membre du Comité des Arts chimiques.

M. Charles WALCKENAER, vice-président de la Société et président du Comité des Arts mécaniques.

M. Georges RISLER, ancien vice-président de la Société et président du Comité de Commerce.

M. Henri JOSSIER, membre du Comité des Arts chimiques.

Nous compléterons dans le prochain numéro l'hommage dû à nos éminents et regrettés collègues.

Maurice Michel-Schmidt.

Né à Paris le 15 juillet 1862, M. Maurice Michel-Schmidt termina ses études à l'École Centrale, d'où il sortit en 1884 avec le diplôme d'ingénieur des Arts et Manufactures. Il débuta modestement comme opérateur et chef de chantier sur les travaux de l'écluse du Carnet (canal maritime de la basse-Loire) effectués par l'entreprise Hersent, qui lui confia ensuite l'exécution des fonçages à l'air comprimé des quais du port de Lisbonne, puis la réfection du quai du Lazaret à Marseille.

En 1895, il devint directeur des chantiers de constructions métalliques et du département des travaux publics des Établissements Schneider. A ce titre, il fut chargé des études et de la construction d'une série d'ouvrages importants :

montage du pont Alexandre III à Paris;

construction aux Salins d'Hyères de l'îlot artificiel pour essais de torpilles;

construction à Bordeaux d'un bassin à flot pour la Société de la Gironde;

exécution des premiers travaux du port de Casablanca.

Après ses missions d'études dans les Balkans et en Amérique du Sud, il devint,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur concours, entrepreneur associé aux Établissements Schneider et à MM. Hersent, ses anciens patrons, pour les travaux d'extension du port du Havre, qui occupèrent les vingt-cinq dernières années de son activité.

Excellent orateur, M. Michel-Schmidt fit de nombreuses conférences en France et à l'Étranger pour développer notre influence, en décrivant les grands travaux de nos entrepreneurs.

Il présenta, au cinquantenaire de l'*American Society of Mechanical Engineers*, un rapport très remarqué sur l'amélioration apportée dans le bien-être de l'humanité par l'action des ingénieurs des travaux publics, dans les cinquante dernières années.

Il fut profondément humain. Il s'est beaucoup dépensé pour le développement des œuvres sociales. Le sort de l'ouvrier l'intéressait au plus haut point.

Il était officier de la Légion d'honneur et Membre honoraire de notre Conseil.

J. F.

James Dantzer.

Appartenant à une famille de techniciens de l'industrie textile, M. James Dantzer, après avoir été professeur à l'École professionnelle de Reims, à l'École nationale d'Armentières, à l'École nationale d'Art industriel de Roubaix, à l'Institut industriel du Nord de la France, à Lille et à l'École supérieure de Lille, publia un cours théorique de tissage et un traité de filature du lin, qui constituaient une excellente mise au point pour l'enseignement de ces techniques.

Professeur de filature et de tissage au Conservatoire national des Arts et Métiers de 1913 à 1937, il replaça cet enseignement sur un plan rationnel et scientifique.

Après la guerre de 1914-1918, il provoqua la création au Conservatoire du premier véritable laboratoire textile qu'ait possédé notre pays.

Professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures à Paris, en 1927, Inspecteur général de l'Enseignement textile en France, il partagea son activité entre l'enseignement et l'action pratique. Il était appelé, au cours de la guerre, à la Direction des industries textiles au Ministère du Commerce, centre de coordination de la production nationale.

C'était, dans le domaine auquel il avait consacré tout l'effort de sa vie, un guide compétent autant qu'affable.

Membre honoraire de notre Conseil, après avoir appartenu au Comité des Arts économiques, il laissera parmi nous le souvenir d'un esprit lucide, d'une belle activité, ainsi que d'un collègue aussi éminent que modeste.

Edmond Kayser.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale perdait, le 1er avril 1940, âgé de 83 ans, l'un des membres les plus assidus de son Conseil, dont l'extrême modestie n'avait pas permis de signaler, comme il aurait convenu, les importants

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

travaux, les services rendus à l'agriculture et aux industries agricoles, l'aide précieuse et toujours accordée sans compter à ceux qui, très nombreux, vinrent travailler à son laboratoire ou simplement vinrent lui demander des conseils, des avis.

En rendant aujourd'hui hommage à sa mémoire, en rappelant quelle fut sa vie si bien et si utilement remplie, nous accomplissons un acte de reconnaissance envers l'excellent collègue qu'était Edmond KAYSER.

Sorti de l'Institut agronomique en 1880, il passait peu après sa licence ès sciences et orientait ses études et ses recherches dans la voie nouvelle qu'avaient ouverte les travaux de Pasteur; en 1888 il devenait à l'Institut agronomique le collaborateur de Duclaut, appelé lui-même par Tisserand et Risler à diriger le Laboratoire des fermentations dans leurs rapports avec les produits agricoles.

Ainsi « Le maître et le disciple seront les fondateurs du premier laboratoire de microbiologie agricole, l'un et l'autre l'illustreront »[1].

La direction de la Station agronomique et vinicole de Nîmes fut confiée quelques années à Edmond Kayser mais c'est à Paris, à l'Institut agronomique, que s'est, en définitive, déroulée sa carrière. Il y fut nommé répétiteur en 1892, chef des travaux en 1893 et enfin, le 22 novembre 1901, nous l'y trouvons avec le double titre de directeur du laboratoire de microbiologie et de maître de conférences.

Ses recherches sur les levures sélectionnées, ses publications, sa thèse de doctorat ès sciences sur les ferments lactiques, etc..., l'ont fait connaître dans les milieux scientifiques et industriels français et étrangers; et, par tous ceux qui ont l'heureuse fortune de le connaître personnellement et l'ont vu à l'œuvre, Edmond Kayser est considéré comme le modèle du travailleur de laboratoire; il le fut toute sa vie, jusqu'à son dernier jour, peut-on dire. Atteint en effet en 1925 par l'âge de la retraite, s'il dut quitter son enseignement à l'Institut agronomique, il ne quitta pas son laboratoire, il continua à y venir régulièrement chaque jour, souvent même le dimanche quand il avait certaines cultures microbiennes à surveiller; on le rencontrait très tôt le matin descendant hâtivement la rue Claude-Bernard, qu'il ne remontait que tard dans la soirée.

Ainsi, sans interruption pendant soixante ans, Edmond Kayser poursuivit au laboratoire ses études des ferments du vin, de la bière, du rouissage, etc., etc... avec un complet désintéressement personnel, uniquement préoccupé de faire profiter de ses recherches nos industries agricoles.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale peut s'honorer d'avoir été une des premières à distinguer les mérites du travailleur qu'était Edmond Kayser et à l'avoir encouragé à poursuivre ses utiles recherches.

En 1892 (séance du 22 janvier) elle entendait une communication de lui sur les levures dans les industries de fermentation. En 1893 elle lui attribuait le prix de 3.000 frs proposé par son Comité d'agriculture pour l'étude des ferments alcooliques.

Dans son rapport, Müntz écrivait : « La Société d'Encouragement, en insti-

(1) Jean LEFÈVRE, directeur de l'Institut agronomique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tuant un prix pour l'étude des ferments des vins, du cidre, de la bière, avait en vue de provoquer des recherches effectuées avec toute la rigueur scientifique que comportent les derniers perfectionnements apportés à nos moyens d'investigation. L'appel de la Société a été entendu. M. Kayser, chimiste du Laboratoire des fermentations placé sous la direction de M. Duclaux et établi à l'Institut agronomique, a étudié avec un très grand soin de nombreuses levures alcooliques; il les a différenciées suivant leur morphologie et suivant leur fonction chimique et a pu soumettre à la Société un travail important sur ce sujet délicat. Aidé des conseils d'un maître éminent auquel il est attaché, il a donné à ses travaux le degré de précision scientifique qui amène la conviction et, en même temps, dans l'ordre des applications pratiques, il a annoncé des faits nouveaux dont les industries agricoles sauront tirer profit ».

Notre Société, qui n'avait jamais cessé de suivre les travaux de Kayser, encourageait à nouveau, vingt ans plus tard, les recherches particulièrement importantes qu'il entreprenait sur le rouissage. Interrompues par la guerre de 1914-1918, elles furent reprises, aussitôt la fin des hostilités, et le bulletin de la Société de mai-juin 1920 contient[1] le résumé du mémoire déposé à la bibliothèque : « Contribution à l'étude du rouissage » travaux exécutés au laboratoire des fermentations de l'Institut agronomique par M. Edmond Kayser en collaboration avec H. Delaval.

Lorsqu'on immerge dans l'eau des tiges de lin, de chanvre, d'ortie, etc... on obtient, au bout d'un certain temps, des filasses libres; l'eau se trouble par suite de la dissolution de principes solubles; il y a formation d'écume blanche, production abondante de gaz et le microscope révèle la présence de nombreuses espèces microbiennes : bacilles, bâtonnets, myodermes, moisissures, etc...

S'il existe un grand nombre d'espèces microbiennes du sol, des eaux, de l'air aptes à rouir plus ou moins les différents textiles, y en a-t-il qui soient plus aptes à faire un bon rouissage? C'est ce qu'ont recherché Ed. Kayser et H. Delaval, qui ont étudié à ce point de vue un certain nombre de microorganismes isolés de macérations de lin, chanvre, jute, ramie et ont essayé leur action sur des solutions de pectine additionnées des sels nutritifs habituellement employés.

L'étude des facteurs qui auront une influence plus ou moins favorable sur la qualité de la fibre fut ensuite entreprise par les mêmes expérimentateurs : aération, composition de l'eau, addition de sels calcaires, nitrates, accoutumance à certains sels, durée, masse microbienne, associations microbiennes.

Au Laboratoire du Conservatoire des Arts et Métiers, Ed. Kayser et H. Delaval purent enfin faire mesurer la résistance des fibres qu'ils avaient obtenues. Ainsi sont-ils arrivés à des conclusions dont l'importance, étant donné les circonstances dans lesquelles nous nous trouvons actuellement, mérite plus que jamais d'être retenue : régularisation possible de l'action des diverses espèces microbiennes qui concourent à des degrés divers dans la fermentation pratiquée en faisant varier chaleur, aération, etc... Possibilité d'un travail méthodique et continu dans

(1) Pages 278-296.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toutes les opérations de rouissage qui dépendent de la volonté de l'homme et deviennent indépendantes de la nature.

Les publications scientifiques de Ed. Kayser sont nombreuses, continues, a pu dire notre ancien président M. L. Lindet, qui citait entre autres les suivantes : l'influence des sels de manganèse, des sels de chaux sur les ferments alcooliques; les produits volatils et leur formation; la graisse des vins, des cidres, des bières; le pain visqueux; la fermentation du miel par des levures sélectionnées; la fermentation lactique; la fermentation acétique; l'influence des humates sur les microorganismes, etc., etc...

Ses connaissances des langues étrangères permettaient à Ed. Kayser de suivre dans les revues étrangères, anglaises et allemandes en particulier, les publications des travaux faits dans d'autres pays et de noter ainsi les principaux faits qui relèvent de la microbiologie appliquée à l'agriculture. Des connaissances qu'il avait ainsi acquises il faisait profiter ses lecteurs du *Bulletin des Renseignements agricoles*. De 1909 à 1929 les « revues de microbiologie » qu'il y donna étaient toujours pleines d'intérêt : Edmond Kayser ne se contenta pas du reste de ces publications dans les diverses revues scientifiques, industrielles, dans les journaux, etc... ; dans l'Encyclopédie agricole, entre autres, sous la direction de notre regretté secrétaire général G. Wéry, il fit paraître en deux volumes un traité de microbiologie agricole, dont les éditions, qui se succèderont, attestent le succès qu'un tel traité obtenait. L'Académie d'Agriculture, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, la Société des Agriculteurs de France tinrent à en signaler les grands mérites.

Quels que soient les services qu'Edmond Kayser, par ses travaux, par ses publications, ait pu rendre à l'agriculture et à l'industrie, plus grands peut-être ont été ceux qu'il leur rendit en formant dans son laboratoire toute une pléiade de travailleurs français et étrangers, d'anciens élèves de l'Institut agronomique surtout, aux méthodes pasteuriennes de recherches. Devenus directeurs, ingénieurs conseils, ces anciens élèves d'Ed. Kayser, dans les différentes branches de l'industrie agricole, tirèrent le plus grand parti de l'enseignement qu'ils avaient reçu au laboratoire de la rue Claude-Bernard; ils y revenaient fréquemment trouver leur ancien maître afin de lui soumettre les difficultés qu'ils rencontraient, prendre ses conseils, ses avis; auprès de lui ils savaient qu'ils trouvaient toujours l'accueil le plus empressé, le plus cordial.

Comme l'a rappelé l'un d'eux : « Il fut pour ses élèves plus qu'un professeur, plus qu'un camarade, il fut un ami, à la main toujours tendue, suivant ses éleves dans le cours de leurs carrières, toujours heureux de les revoir et de les accueillir avec un sourire aux lèvres dans son vieux laboratoire » [1].

A la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, où il était membre du Conseil, depuis 1922, à l'Académie d'Agriculture, dont il faisait partie depuis 1925, ses collègues, ses confrères gardent le souvenir ému d'Edmond Kayser; le souvenir des services qu'il ne cessait de rendre à qui venait lui en demander

(1) Maurice Beau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sans un moment d'hésitation, paraissant au contraire toujours heureux de pouvoir le faire.

Une telle vie impose le respect et la reconnaissance. Notre cher Collègue, en nous quittant, les a emportés de tous ceux qui le connurent.

H. HITIER.

Eugène Brillié.

Dans sa note sur les titres de M. Eugène BRILLIÉ à l'élection comme membre du Comité des Arts mécaniques, le regretté M. de Fréminville écrivait en 1930 :

« Quand le Comité des Arts mécaniques a été appelé à proposer un candidat à la succession de notre éminent collègue M. Auguste Rateau, si soudainement enlevé en pleine activité, son choix s'est porté sur l'un des membres les plus actifs de notre société, M. Eugène Brillié, conseil technique aux Établissements Schneider, auteur de nombreuses communications, dont plusieurs ont été récompensées par la Société, et qui ne donnent du reste qu'un faible aperçu des travaux, des recherches et des réalisations échelonnées sur une carrière déjà longue.

« A sa sortie de l'École Centrale des Arts et Manufactures, en 1887, M. Eugène Brillié entrait à la Compagnie des Chemins de Fer de l'Ouest, où, après avoir débuté comme chauffeur et mécanicien, il devenait sous-inspecteur, puis inspecteur de traction. Dans ce dernier poste, chargé d'études sur le fonctionnement des locomotives, ses travaux, et en particulier la création de l'*auto-indicateur* des chemins de fer de l'Ouest (objet d'une communication à la Société le 23 octobre 1896), lui valent une médaille d'or.

« En 1898, l'industrie automobile, à ses débuts, devait forcément attirer le génie inventif d'Eugène Brillié. Il fait breveter un *moteur à pistons opposés*, comportant déjà l'allumage électrique et la commande mécanique des soupapes, et devient directeur technique de la Société des Automobiles Gobron-Brillié, et de la Société Nancéenne d'Automobiles, filiale de celle-ci.

« M. Eugène Brillié apporte successivement sa collaboration technique en 1904 à la Société des Automobiles Eugène Brillié, qui crée le modèle des autobus de Paris, et en 1908 aux Établissements Schneider et C^ie^, qui ont absorbé cette société. En 1905, au concours des véhicules industriels, ces autobus sont classés premiers.

« Avec MM. Schneider et C^ie^, M. Brillié étudie un matériel automobile, autobus, camions tracteurs, locotracteurs sur rails, où se révèlent nombre d'idées nouvelles.

« En 1914, il se voit attribuer par la Société des Ingénieurs civils de France le prix Canet, médaille d'or, pour sa communication sur les locomotives à hydrocarbures.

« Pendant la guerre, il prend une part active à la création des matériels Schneider : locotracteurs à voie de 60, chars d'assaut, tracteurs à chenilles, etc....

« En 1920, se souvenant de ses débuts dans les chemins de fer, il se dévoue et se fait instructeur pour assurer la formation, à l'aide des élèves des grandes Écoles, des mécaniciens indispensables pour assurer le service des trains dans un moment de crise....

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« En 1922, il étudie les automotrices des Chemins de fer de l'Est. Le 23 février 1924, il fait à la Société d'Encouragement une importante communication sur la traction par moteurs à hydrocarbures... »

M. Eugène Brillié publia d'importants articles dans le Bulletin de notre Société : *Manuel du mécanicien et du chauffeur de locomotive* (1921), *La traction sur voie ferrée par moteurs à combustibles liquides* (1924).

Il avait pris une part considérable à la création des chars Somua.

Ce fut un grand ingénieur et un homme de devoir dont l'existence laborieuse demeure un exemple.

Léon Lecornu.

Il est difficile d'évaluer tout ce que la science française a perdu à la mort de M. Léon Lecornu.

Cet esprit vigoureux et original partageait, en effet, son activité entre de nombreux domaines, notamment la mécanique, la géométrie, l'analyse et la géologie.

Ancien élève de l'École polytechnique et de l'École des Mines, ingénieur, puis maître de conférences à la Faculté des Sciences de Caen, il fut ensuite ingénieur en chef des Mines à Paris, puis professeur à l'École des Mines, à l'École polytechnique et à l'École supérieure de l'Aéronautique.

Dès sa thèse de doctorat, consacrée à l'équilibre des surfaces flexibles et inextensibles, on pouvait présager de la signification et de la portée que devait avoir son œuvre.

De cette œuvre, M. Hyacinthe Vincent a retracé en ces termes les traits principaux, dans son éloge à l'Académie des Sciences :

« Lecornu a établi la théorie de l'équilibre d'élasticité d'un tore soumis intérieurement à une pression constante donnée. Il a résolu élégamment ce problème d'une réelle importance industrielle.

« Dans le même domaine de la mécanique générale, il convient de signaler ses études sur les forces analytiques, sur les mouvements plans, sur le pendule de longueur variable. A ce sujet, Lecornu a résolu une difficulté résultant de l'intervention parfois insoupçonnée de forces intérieures infinies. Notre confrère discute et explique, dans une note d'une grande profondeur, divers exemples simples qui font apparaître des difficultés de ce genre et qui amènent divers paradoxes, notamment celui bien connu de l'escarpolette.

« En mécanique appliquée, Lecornu a montré que nombre d'appareils industriels, construits sans doute suivant des principes exacts et applicables à des modèles réduits à une simple expression théorique, devenaient, dans la pratique, inefficaces. C'est ainsi que l'on admettait communément que, dans un indicateur de Watt, les déplacements de la tige sont proportionnels à la pression qu'il s'agit de mesurer. Or, l'inertie s'ajoutant aux résistances passives détermine, en réalité, un écart important entre la position statique et la position observée. Lecornu montre, dès lors, que cet écart, négligeable pour les petites machines à faible vitesse, devient sensible et même très grand pour les locomotives ou les machines

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

modernes à vitesses considérables. Il indique ensuite le moyen d'éliminer pratiquement les influences perturbatrices. Il fait mieux encore : il construit un appareil qui fournit immédiatement, pour l'évaluation du travail total, la correction que doit subir l'aire du diagramme classique.

« En ce qui concerne les régulateurs, auxquels il a consacré une belle étude, il a calculé et fait connaître les meilleures proportions à établir entre les caractéristiques du régulateur et du volant. Dans son *Traité de Mécanique*, qui est un modèle d'exposition, Lecornu fait connaître les lois générales ainsi que les lois spéciales à chaque type d'appareils.

« C'est à Lecornu qu'on doit la théorie des volants élastiques dont le moment d'inertie est automatiquement variable par l'effet de masses rappelées par des ressorts, et qui peuvent s'écarter plus ou moins du centre, sous l'action de la force centrifuge ou de l'inertie tangentielle. Il en déduit des conclusions que l'industrie n'a pas manqué d'utiliser.

« Il a également introduit de nombreux progrès dans le domaine de la mécanique des engrenages. Il a démontré que l'engrenage épicycloïdal a un rendement supérieur à celui de l'engrenage à développante. Sur le tracé pratique des engrenages à fuseaux, des engrenages à dents circulaires, ses études sont des modèles d'ingéniosité et de précision. Elles comportent des applications pratiques très importantes dans la construction des horloges modernes.

« Je mentionnerai encore, parmi les problèmes pratiques qu'il a rénovés ou perfectionnés, la dérive des projectiles, l'équilibre des palans, la transmission du travail dans les machines, la théorie des tuyères, ses études sur la vis sans fin, le joint à la Cardan, les roulements à billes, l'équilibre relatif des solides tournants.

« Dans le domaine de la géométrie infinitésimale, il y a lieu de signaler ses travaux sur les surfaces admettant les plans de symétrie d'un polyèdre régulier, sur les surfaces à pente uniforme et les réseaux proportionnels (qui se rattachent à des mouvements d'un liquide parallèlement à un plan fixe). »

Il est remarquable que, par ailleurs, Lecornu ait montré une sagacité aussi grande dans le domaine de la géologie, puisque ses travaux relatifs à la question de la stratigraphie du terrain silurien en Normandie l'avaient amené à indiquer la présence de minerais de fer, qui furent effectivement découverts là où il l'avait prévu.

Comme membre de la Société d'Encouragement, Lecornu déploya beaucoup d'activité, ainsi qu'en témoignent notamment les articles qu'il publia dans le Bulletin : *Régulateur des machines à vapeur* (avril 1904); *Dynamique appliquée* (février 1908); *La Mécanique, les idées et les faits* (janvier-février 1919); *Théorie mathématique de l'élasticité* (mars 1930); *Les Machines, propriétés générales* (janvier 1930).

A cette puissance de travail, restée intacte jusqu'aux derniers mois de sa vie, Lecornu joignait une droiture de caractère et une affabilité dont le souvenir vient encore aviver la tristesse que nous ressentons de cette perte.

La mémoire de son noble esprit est une de celles qui apportent un enrichissement permanent au patrimoine glorieux de notre Société et de la France tout entière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT)

Procédés nouveaux pour le montage des vitraux.

DÉCISIONS DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT PRISES DANS SES SÉANCES DU 20 FÉVRIER ET DU 25 AVRIL 1941.

Les quantités de plomb nécessitées par la réparation des détériorations et des destructions causées par la guerre aux vitraux anciens et modernes paraissant devoir être supérieures aux disponibilités, des essais ont été entrepris au Laboratoire d'art appliqué aux métiers du Conservatoire National des Arts et Métiers, par M. H. Magne, professeur de la chaire, qui, avec le concours de M. Pernet, chef temporaire des travaux pratiques, a étudié deux moyens de remédier à la pénurie éventuelle du plomb en le remplaçant par l'aluminium ou par une matière plastique.

I. — MONTAGE EN ALUMINIUM.

Pour l'emploi de l'aluminium, deux solutions ont été envisagées :

1° *Étirer l'aluminium en I pour le substituer au plomb, suivant le mode de montage traditionnel.*

Ce procédé se heurte aux inconvénients suivants :

a) malléabilité insuffisante pour contourner les petites pièces : travail pénible, long, donc coûteux.

b) difficulté de soudure.

c) quasi-impossibilité de repiquer une pièce à remplacer.

d) surtout insécurité contre les effets de certains agents atmosphériques, notamment salins, qui peuvent amener la désagrégation totale du métal; or il est impossible de protéger le métal avant le montage, qui comporte coupes et soudures, et impossible de le faire après le montage.

Le procédé a été, en conséquence, abandonné.

2° *Montage spécial.*

Deux plaques d'aluminium pur, découpées, serrées entre elles par des vis et des écrous d'aluminium, entre lesquelles sont pris les verres.

Avec la collaboration de M. Léon GUILLET fils, préparateur de la chaire de métallurgie au Conservatoire, et de M. Jean BARY, directeur de la Société Parker, ces plaques, repercées et prêtes au montage, ont été sou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mises à une protalisation totale, traitement de l'aluminium par une solution bouillante de chromate légèrement carbonaté, suivi d'un dépôt général de vernis.

Une des plaques ainsi préparées est posée à l'envers; les pièces sont mises en place et maintenues entre elles par une cloison de mastic.

Fig. 1. — Vitrail, par H. M. Magne. Montage en aluminum.

On pose alors la deuxième plaque et on serre les deux plaques avec les écrous.

Il n'y a plus qu'à faire le mastiquage et le contremastiquage ordinaires.

Ce procédé présente les avantages suivants :

a) sécurité contre l'action des agents atmosphériques, même salins, le traitement étant celui que subissent les hydravions : on peut admettre qu'un an de conservation du métal d'un hydravion en service correspond au moins à un siècle de conservation du métal d'un vitrail en place.

b) facilité de montage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

c) légèreté et rigidité, qui rend inutiles les tringles.

d) faculté de repiquage des pièces, pour lequel il suffit de dévisser et de soulever l'une des plaques.

En raison du risque de former un couple avec un autre métal, risque auquel pare, dans le montage, l'emploi de vis et d'écrous en aluminium,

Fig. 2. — Montage en aluminium (détail).

il sera prudent, dans la pose, d'éviter le contact avec les fers d armatures, susceptibles de rouiller. On peut envisager de faire les armatures en fer parkérisé; on peut aussi prendre le panneau dans un cadre d'isolement fait d'un U en matière plastique.

La matière plastique employée dans les essais est le rhodoïd. On pourrait envisager d'y substituer la bakélite, qui est plus résistante, du moment que la fabrication industrielle en serait normalisée.

S'il y avait, pour de grands panneaux, nécessité de maintenir l'emploi de tringles, ce que la rigidité du montage rend inutile pour des dimensions courantes, ces tringles devraient être également parkérisées ou exécutées en matière plastique; elles seraient rendues solidaires du panneau par les vis de serrage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un premier panneau d'essai, exécuté en aluminium de 2 mm d'épaisseur, avait été présenté au Conseil d'Administration de l'IRCAT le 16 janvier 1941. Un deuxième essai a été exécuté en aluminium de 1 mm d'épaisseur, qui est encore beaucoup plus résistant que le réseau de plomb habituel. Il a été retenu par le Conseil d'Administration de l'IRCAT le 20 février 1941 (fig. 1 et 2).

Fig. 3. — Vitrail, par H. M. Magne. Montage en rhodoïd.

Prix de revient.

Le prix du mètre carré de montage ordinaire en plomb, pour un panneau comportant environ 400 pièces au mètre carré, est d'environ 350 fr.

Le prix du mètre carré de montage en aluminium serait :

en 2 mm d'épaisseur, d'environ 650 fr.

en 1 mm. d'épaisseur, d'environ 550 fr.

II. — MONTAGE EN RHODOÏD.

Les premiers essais de montage de vitraux en matière plastique (rhodoïd), entrepris au laboratoire d'Art appliqué aux Métiers, ont été pré-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sentés au Conseil d'Administration de l'IRCAT le 16 janvier 1941, avec un rapport du 13 janvier définissant le profil adopté pour les cloisons de montage (en vue d'éviter la flexion perpendiculaire au plan du vitrail) et le mode de soudure au rhodoïd dissous dans l'acétone.

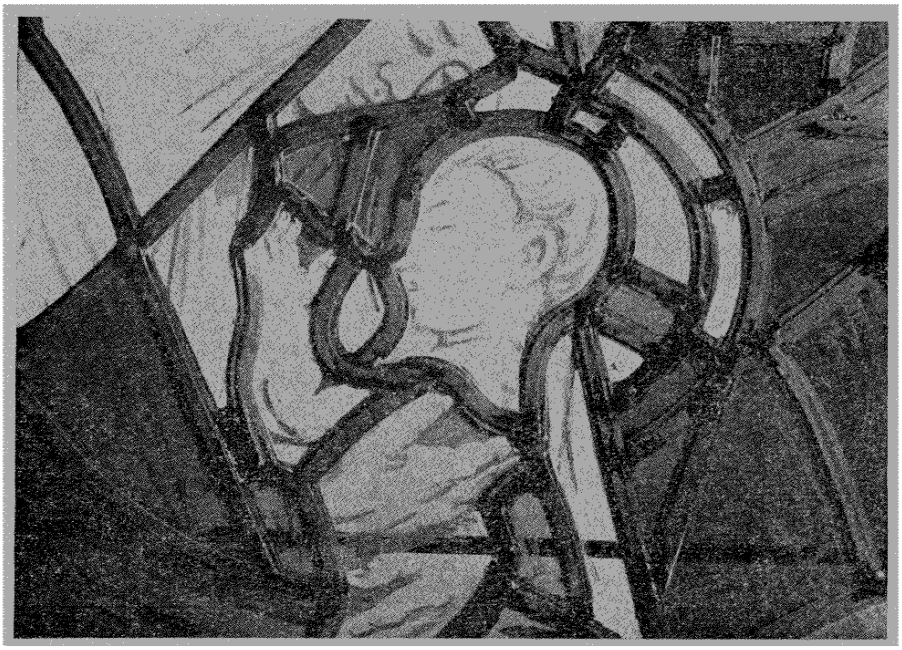


Fig. 4. — Montage en rhodoïd (détail).

Un panneau a été ensuite exécuté et retenu par le Conseil le 25 avril 1941 (fig. 3 et 4).

L'exécution de ce panneau permet de préciser les qualités suivantes :

1° résistance et légèreté;

2° facilité d'exécution des pièces de dimensions grandes et moyennes à contours droits ou de simple courbure;

3° facilité et solidité de la soudure;

4° possibilité de repiquer une pièce en sectionnant le nombre de cloisons nécessaires pour l'atteindre et en les ressoudant après remplacement de la pièce;

5° facilité de souder des tringles de renfort.

L'inconvénient du procédé est la difficulté d'exécuter de très petites

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pièces à contours de double courbure. Il serait, en conséquence, coûteux de l'employer pour des vitraux présentant ce caractère.

Le procédé paraît, au contraire, recommandable dans tous les autres cas (dessins géométriques, sujets à grande échelle, etc.).

Le rhodoïd, pratiquement inaltérable aux agents chimiques autres que l'acétone et l'acide acétique, est influencé par l'humidité dans la proportion maximum de 1,3 p. 100.

Le panneau, soumis à des actions successives de ruissellement d'eau, d'élévation rapide de température (50° à 60° pendant une heure) et de gel sur panneau sec et sur panneau mouillé (— 10° à — 15° pendant quatre heures) y est resté insensible.

Prix de revient : Comme il est possible de faire fabriquer industriellement les cloisons avec le profil choisi et dans une coloration quelconque, l'ordre de grandeur du prix du montage au mètre carré ne devrait pas dépasser sensiblement le prix du montage en plomb.

N.-B. — Les panneaux exécutés suivant ces deux nouveaux procédés de montage ont été présentés au Secrétariat général des Beaux-Arts qui a décidé de faire un essai de l'un et l'autre de ces nouveaux procédés dans des monuments historiques.

La signalisation des directions aux grands carrefours routiers.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT
PRISE DANS SA SÉANCE DU 21 MARS 1941.

L'apparition et le développement rapides de l'automobile, l'accroissement du trafic routier qui en fut la conséquence, provoquèrent dans la technique de la signalisation le même bouleversement que dans celle des chaussées.

Avant l'automobile, les signaux se trouvaient au sommet de mâts élevés, les conducteurs occupant des sièges situés, pour le moins, à 1 m 50 de hauteur; les signaux d'orientation indiquaient des localités proches; bien peu d'obstacles présentaient un danger pour un véhicule dépassant rarement 15 km à l'heure; enfin, l'intensité de la circulation ne nécessitait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'exceptionnellement des mesures pour éviter des embouteillages et des accidents.

Après l'apparition de l'automobile, les étapes s'allongent et l'indication de villes lointaines se substitue à celle des proches bourgades; la circulation nocturne se développe; les obstacles dangereux se multiplient avec la vitesse; enfin, l'intensité du roulage impose aux maires de nombreux arrêtés de police.

Une telle révolution posait un problème de méthode et un problème de matière.

I. — *Méthode.*

Pour être efficace, la signalisation doit satisfaire à trois conditions : occuper la meilleure place; porter des inscriptions pratiques; « sauter aux yeux », même la nuit.

1° La meilleure place, pour un signal d'orientation, c'est au carrefour même, là où le conducteur hésite; pour un signal de danger, c'est sur le bord de la route, à une distance de l'obstacle telle que l'automobiliste puisse ralentir suffisamment pour aborder le point dangereux (avec les possibilités actuelles de freinage, cette distance, fixée primitivement à 250 m, a été ramenée à 150 m); pour un signal de police, c'est à l'entrée même du secteur réglementé.

2° Porter des inscriptions pratiques, c'est permettre une lisibilité immédiate des indications, ne pas astreindre l'automobiliste à ralentir pour déchiffrer ou comprendre.

3° Enfin, la signalisation doit s'imposer à l'œil par sa couleur, par sa forme, elle doit trancher sur le paysage; la nuit, elle doit se détacher dans le pinceau des phares.

II. — *Matière.*

Les bornes romaines étaient en pierre : plus de 2.000 ans n'ont pu venir à bout de leur résistance. Le prix sans cesse croissant de la main-d'œuvre a fait renoncer à ce matériau. On eut recours au bois d'abord, puis aux métaux; fonte, tôle émaillée; rien n'a tenu et les réalisations ainsi effectuées ont dû être reprises au bout de quelques années. C'est que la signalisation est constamment aux prises avec les intempéries et le vandalisme. D'où l'adoption du béton armé, complétée par celle de la lave émaillée pour les indications que doit fournir la signalisation. La peinture n'a, en effet, qu'une durée éphémère, le béton ne peut être, lui-même,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

émaillé. La lave, qui est elle-même une pierre, se prête à l'émaillage, auquel elle confère une durée à peu près indéfinie, comme en témoignent maintes plaques, vieilles de plus d'un siècle.

L'importance internationale de la signalisation a provoqué une Conférence Européenne de la circulation routière, dont les travaux ont abouti, le 3 mars 1931, à la signature d'un accord auquel a adhéré le gouvernement français. Cet accord, ratifié par une loi du 3 juillet 1934, a été complété par un décret-loi du 30 octobre 1935 dont l'application a fait l'objet d'une instruction des Ministères de l'Intérieur et des Travaux Publics en date du 31 décembre 1935. Ces divers documents constituent actuellement la charte générale de la signalisation française.

En ce qui concerne les signalisations de *danger* et de *police*, un certain nombre de symboles ont été adoptés, correspondant aux divers obstacles et aux réglementations les plus fréquentes.

La forme triangulaire est réservée aux signaux de danger, la forme ronde aux signaux de police. Les dimensions, qui, il y a quelques années, étaient encore de 0 m 40, sont portées à 1 m de côté pour les signaux triangulaires et 0 m 70 de diamètre pour les signaux circulaires. La hauteur de tous ces appareils est de 1 m 65 au-dessus du sol; le poteau support est blanc; leur parfaite visibilité dans le champ des phares, la nuit, est donc assurée.

La réglementation est beaucoup plus souple en ce qui concerne la signalisation d'*orientation* : la forme rectangulaire est réservée aux panneaux destinés à recevoir les inscriptions; pour celles-ci, les couleurs bleue et blanche ont été adoptées après essais, afin d'assurer une parfaite lisibilité diurne et nocturne; la hauteur des panneaux est fixée à 1 m 65 pour leur bord inférieur, mais la dimension de ces panneaux dépend des indications qui doivent y figurer.

Pratiquement, ces dimensions sont, avant tout, fonction de la dimension des carrefours auxquels sont destinés ces appareils et de la vitesse à laquelle ils sont abordés par les automobilistes, puisque les indications doivent être lues « au vol ».

***

L'IRCAT a jugé nécessaire l'étude d'un problème dont les solutions évoluent comme la route elle-même et intéressent, tout à la fois, la technique de la circulation et l'esthétique des paysages.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis 1935, date de la charte de la signalisation, les routes n'ont cessé de s'améliorer, la vitesse moyenne de croître. Il y a quelques années encore, les grands itinéraires des routes nationales mesuraient 5 m de largeur. On a élargi à 7 m, puis à 9; certaines sections sont, dès à présent, à 12 m. L'Auto-Route de l'Ouest est constituée par deux chaussées de 9 m de largeur (une par sens de circulation), séparées par un terre-plein central de 2 m 50, avec une plate-forme de 30 m au total. La vitesse moyenne est passée, sur grands parcours, de 50 à 120 km à l'heure. L'obligation de réaliser des signalisations lisibles « au vol », pose donc aux techniciens un problème de plus en plus complexe.

Une étude plus approfondie montre que cette complexité n'est pas égale pour les diverses sortes de signalisation.

Les signaux de *police* sont généralement posés dans les agglomérations, dans leur banlieue ou leurs abords, donc dans des secteurs où la circulation est relativement lente; les conditions de lecture ne se sont donc pas sensiblement aggravées et les dimensions imposées par la Charte de 1935 demeurent suffisantes.

Les signaux de *danger*, bien que reportés à une distance de plus en plus grande de l'axe de la route, conservent toute l'efficacité désirable. L'identification instantanée des obstacles est, en effet, assurée : par la forme spéciale des signaux, par l'identification du danger au moyen d'une vignette-symbole, par le fait que, les obstacles se succédant le long de la route, chacun d'eux ne nécessite, pour son identification, que la lecture d'un seul signal.

Le problème est différent pour l'*orientation*.

D'une part, les indications comportent obligatoirement le numéro de la route rencontrée, puis au moins un nom de localité dans chacune des directions possibles et l'identification de ces directions au moyen de flèches. La lecture de toutes ces indications demande un certain temps et, si l'on veut éviter à l'automobiliste des hésitations entraînant de fausses manœuvres, il est nécessaire de donner aux inscriptions, et, par conséquent, aux appareils, des dimensions telles que la lecture puisse être effectuée avant l'arrivée au carrefour.

D'autre part, la disposition et l'aspect des carrefours sont variables.

Enfin, l'aménagement des carrefours importants et dangereux, sur les grands itinéraires, a eu généralement pour résultat d'accroître les dimensions de ces carrefours, donc de reporter à des distances toujours plus grandes les indications nécessaires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une circulaire du Ministère des Travaux Publics en date du 28 octobre 1938 étudie les solutions adoptées pour l'aménagement de quelques grands carrefours : tels d'entre eux ne mesurent pas moins de 400 m dans certaines de leurs dimensions.

Lorsqu'en 1920, sous l'impulsion des grandes associations de tourisme, furent entrepris les premiers essais de signalisation moderne des carrefours, les appareils utilisés furent des panneaux reposant sur deux supports fichés en terre; ce dispositif qui, pendant plusieurs années, fut l'objet de réalisations nombreuses, mais éphémères en raison du matériau utilisé, nécessitait l'emploi de quatre panneaux dans le cas du carrefour le plus simple, c'est-à-dire de deux voies se coupant à angle droit.

Ces panneaux, placés aux quatre angles, donnaient des inscriptions suffisamment lisibles alors. Mais, à l'usage, il fut reconnu que leur dispersion sollicitait dans toutes les directions l'attention de l'automobiliste. Il apparut donc préférable de grouper toutes les indications sur un seul appareil, visible à distance, et s'imposant à l'attention du conducteur qui trouverait, sur ses diverses faces, l'ensemble des renseignements utiles. De cette conception est née la « borne d'angle Michelin » qui, approuvée par une circulaire du Ministère des Travaux Publics en date du 17 février 1937 a marqué un progrès considérable.

Mais l'accroissement des dimensions des carrefours amenait à construire des super-bornes d'angle, devenues, elles-mêmes, insuffisantes en bien des cas. On revint aux panneaux; toutefois ces panneaux, par leurs dimensions actuelles et les matériaux mis en œuvre pour leur construction, méritent certainement le nom de « murs » qui leur est donné par certaines entreprises; tels appareils posés en 1939, au carrefour de la N. 7 et de la N. 186 au carrefour de la Belle-Épine, dépassent 2 m 75 de largeur sur 2 m 25 de hauteur, en ce qui concerne uniquement la surface réservée aux indications.

Ceci ne diminue en rien l'inconvénient de tels appareils. Là où ces signaux sont utilisés, l'œil de l'automobiliste se trouve sollicité aux divers angles du carrefour, tâtonne et hésite. L'abondance même de la signalisation risque d'annihiler son efficacité. D'autre part, l'esthétique du paysage se trouve gravement menacée.

Le retour s'impose à l'appareil de signalisation unique, mais de dimensions suffisantes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 1. — Ensemble du carrefour.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

***

C'est à cette étude que s'est attaquée la section de Tourisme de l'IRCAT. Elle a pris, à titre d'exemple, la signalisation d'un vaste carrefour récemment aménagé au croisement des routes nationales nos 380 et 386 au sud-ouest de Reims.

La solution adoptée est valable pour tous les carrefours analogues ayant

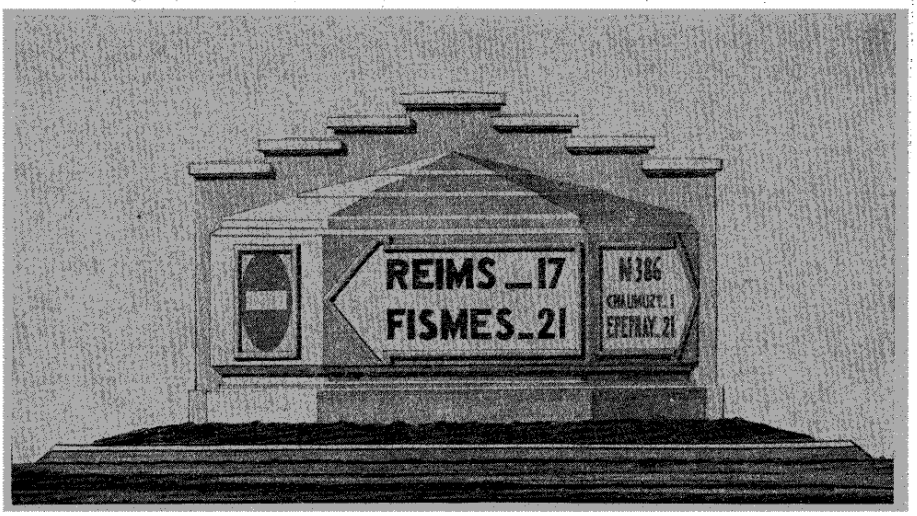


Fig. 2. — Borne d'angle (M. Macary architecte).

fait l'objet d'un aménagement circulaire avec terre-pleins périphériques.

Elle consiste en un ensemble de quatre grosses bornes disposées sur chacun des terre-pleins, en sorte que l'automobiliste ne voit à la fois qu'un seul appareil et que la sélection de la direction qu'il veut prendre s'opère progressivement au fur et à mesure que lui apparaissent les autres bornes.

Chaque borne et ses indications ont les dimensions imposées par la distance de lecture ; le numéro de la route et la localité principale sont prévus en lettres et chiffres de 0 m 20 de hauteur (les dimensions les plus grandes prévues par les instructions de 1935 sont de 0 m 15); elles peuvent, le cas échéant, être sensiblement agrandies encore.

Les indications de signalisation se trouvent sur les faces latérales de chaque appareil: la partie inférieure des inscriptions s'arrête à 0 m 75 du sol, donc très au-dessus des herbes. Leur partie supérieure n'est pas à plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 1 m 95, de telle sorte que l'ensemble se trouve, le jour, au niveau des yeux de l'automobiliste, la nuit, dans le champ de ses phares. Les inscriptions, en bleu sur blanc, assurent une visibilité particulière sur le fond sombre du paysage ou sous le pinceau des projecteurs.

La borne mesurant approximativement 5 m 30 de largeur sur 2 m 80 de profondeur et 3 m 60 de hauteur, sa masse s'impose à l'œil de l'automobiliste tout en s'harmonisant avec les dimensions du carrefour. La forme de l'appareil a été déterminée de telle sorte que l'automobiliste peut lire sous un angle suffisamment grand toutes les indications qui s'offrent successivement à lui.

Construite en matériaux durables, la borne a la résistance d'un bâtiment de construction. Elle est prévue en béton armé; les indications de signalisation sont émaillées sur des plaques de lave scellées aux murs. L'ensemble se présente comme un monolithe. Les dimensions de l'appareil permettent d'en aménager l'intérieur en cabane-refuge pouvant, en cas de besoin, abriter un cantonnier ou servir de dépôt à outils. Une porte peut être, en cette hypothèse, ménagée dans un des côtés.

Enfin, l'ensemble peut être considéré comme composé de *deux éléments :*

— l'un, *immuable*, comprenant les faces verticales de signalisation et la couverture,

— l'autre, *variable*, comprenant le mur pignon recevant la couverture des trois faces vers le carrefour.

Cette disposition a été adoptée pour donner à l'appareil, au moyen de variantes architecturales du pignon, le caractère régional des diverses provinces françaises, tout en conservant l'unité indispensable à la signalisation.

Le prix de revient, plus élevé que celui des appareils dont dispose actuellement l'administration routière, demeurera néanmoins peu important en regard des dépenses qu'entraîne l'aménagement des grands carrefours. Il trouvera largement sa justification dans l'efficacité et l'esthétique des appareils. Enfin, ce prix pourra être réduit par la réalisation de moules métalliques permettant une construction en série à tous les carrefours de même type.

Communication faite par M. THIROT pour la section TOURISME.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Modèles nouveaux de quincaillerie.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT PRISE DANS LA SÉANCE DU 25 Avril 1941.

Les pièces de quincaillerie sont parmi celles qui caractérisent le mieux l'union nécessaire de l'art avec la mécanique, même avec la cinématique.

L'art des artisans français s'y est exercé dans des productions manuelles aussi charmantes qu'ingénieuses. La plupart des systèmes qu'ils ont créés restent les prototypes des productions mécaniques actuelles.

Aussi est-il particulièrement intéressant de voir inventer des systèmes nouveaux directement inspirés des ressources actuelles de la matière et de la technique.

Parmi les inventeurs, M. GIGOU a montré autant de goût que d'imagination. Les modèles signalés ici en fournissent la preuve.

I. — *Portes à coulisses planes* (système breveté s. g. d. g.).

Ce dispositif s'applique aux portes coulissantes doubles de vitrines ou de placards.

Les portes fermées sont sur un même plan; elles reposent chacune sur la coulisse avant d'une coulisse double, par l'intermédiaire de roulements à billes.

Chaque coulisse peut pivoter autour d'un axe vertical, fixé au milieu de la coulisse; un mécanisme de rappel maintient les coulisses toujours parallèles.

Les extrémités peuvent se décaler, soit en avant, soit en arrière; chaque porte peut ainsi glisser sur la coulisse qui se trouve derrière l'autre porte et s'effacer derrière cette porte, le mécanisme étant réglé pour que, dans la rotation des coulisses, l'une des coulisses avant soit dans le prolongement de l'autre coulisse arrière.

La spécialité du dispositif réside dans le fait que les coulisses pivotent sur leur axe.

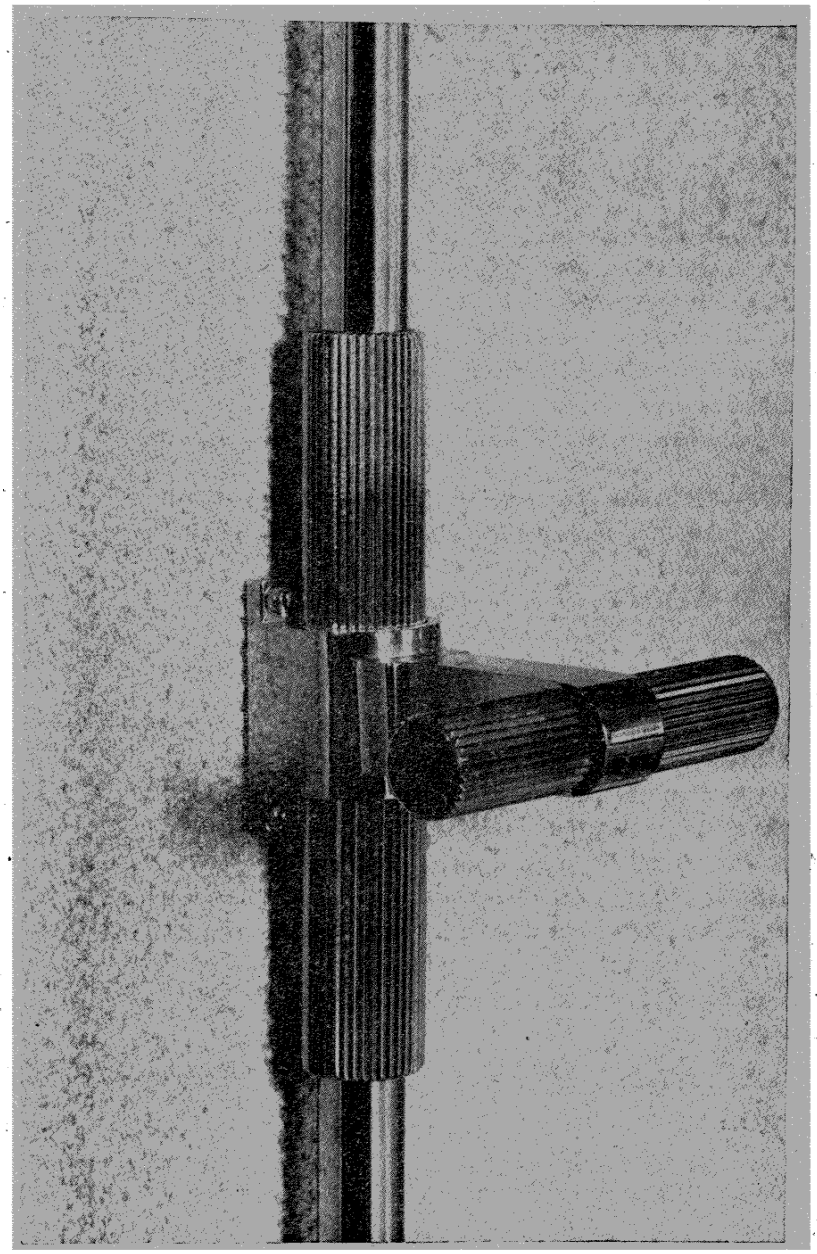
Avantages :

1° Les portes fermées sont sur un même plan.

2° Il n'existe pas de rail ou de coulisse vide en avant de l'une des portes.

3° L'étanchéité de cette fermeture est plus grande que celle des portes à coulisses ne fermant pas sur un même plan.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Crémone, par M. Gigou.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

II. — *Crémone à verrou cylindrique.*

L'ensemble du mécanisme de la crémone est contenu dans une boîte cylindrique.

La spécialité de ce dispositif tient à ce que les extrémités des verrous, sur lesquels agit la rotule, sont taillés en 1/4 de rond.

Avantages :

1° On supprime ainsi le foncet nécessaire pour guider les pènes des crémones ordinaires.

2° La largeur est moindre, ce qui permet aux vis de fixation de ne pas tomber dans la partie la plus faible de la gueule de loup.

3° La tige ne colle plus sur le bois, ce qui permet l'entretien et met en valeur la crémone.

4° On a la possibilité d'employer du tube.

III. — *Poignées et accessoires de crémones* (conduits et barrettes), réalisés en tubes et décorés par la taille dans le sens des génératrices.

Avantages :

1° Marche très douce de la crémone, du fait que les formes sont cylindriques.

2° Facilité et précision du décor qui ressort directement de la taille de l'outil.

IV. — *Crémone à poignée rabattante.*

Le système de fermeture consiste en deux rampes hélicoïdales dont les pas sont inverses, qui sont entraînées par le mouvement de la poignée et font lever ou baisser les tiges de la crémone.

Avantages :

1° Un seul mouvement est nécessaire pour l'ouverture : en ramenant la poignée en avant, on provoque le retrait des verrous et ce même mouvement ouvre la fenêtre. La fermeture utilise de même un seul mouvement, inverse du premier.

2° Les mêmes avantages que ceux des crémones à verrous cylindriques.

V. — *Fixation des crémones*, par tenon central et boulon, suivant le principe des espagnolettes.

Ce système s'applique au modèle de crémone à poignée rabattante, du fait de la forme cylindrique et de la suppression du bouton tournant de la crémone.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avantages :

1° Le bois de la fenêtre est percé dans sa partie pleine et non au droit de la gueule de loup comme cela existe pour la moitié des vis des crémones ordinaires.

2° On substitue un écrou et un boulon à des vis à bois, ce qui est préférable dans des bois de qualité médiocre.

VI. — *Bouton de meuble*, éclipsable dans le plan du meuble.

Le pivot du bouton glisse dans une monture quand on pousse le bouton.

Quand le bouton a été repoussé dans son logement, il *suffit de le faire tourner* pour engager dans une rainure un ergot qui empêche le ressort de rappel de renvoyer le bouton en avant.

Avantages :

1° L'encombrement du meuble est diminué.

2° Ce procédé permet de supprimer les saillies fragiles et parfois dangereuses des boutons de tiroirs.

VII. — *Anneau de tiroir cache-entrée.*

L'anneau, servant en même temps de cache-entrée, a le volume nécessaire pour se rabattre sur la clef quand celle-ci se trouve encore dans la serrure.

La tête de la clef doit être montée parallèlement au plan de la face du tiroir.

Avantages :

On évite la perte de la clef lorsque celle-ci reste sur le tiroir et la clef est protégée par le cache-entrée.

VIII. — *Anneaux de tiroirs.*

Ces anneaux sont faits avec une tige de laiton, tournée sur un mandrin fileté, la tige étant guidée par une lunette.

Avantages :

1° La fabrication est rapide.

2° La résistance du fil écroui est meilleure que celle de l'anneau fondu.

3° Il n'y a pas de défauts et l'aspect donné par les angles vifs de la tige est plus ferme, si la tige est à section carrée ou polygonale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

IX. — *Béquilles et poignées en acier inoxydable.*

La technique de l'acier inoxydable ne permet d'utiliser que la forge, le tournage et la soudure, et ne permet pas d'utiliser la fonte.

Les modèles présentés sont :

une béquille tournée et forgée

— avec poignée en fil forgé et soudé

— avec poignée plate soudée sur l'axe

une poignée avec embases rapportées, soudées sur une barre tournée

deux plaques de protection de portes faites d'une plate-bande, soit avec deux tiges soudées verticalement, soit avec quatre barres soudées horizontalement aux extrémités.

Avantages de l'emploi de l'acier inoxydable :

1° Les modèles ont une très grande résistance.

2° Cet acier est inaltérable, même dans les emplois à l'extérieur où il garde son poli et son brillant.

X. — *Béquille en laiton cylindrique, tournée et pressée.*

On part d'une barre cylindrique de laiton, dont on termine au tour l'extrémité qui s'ajustera sur la serrure.

Puis on presse et on coude la poignée : on obtient ainsi, par ces seules opérations, des extrémités arrondies et un corps plat.

L'intérêt de ce procédé est l'économie.

XI. — *Poignée de meuble en bronze, fondue à plat.*

La plaque de bronze est ciselée, en partie sur une face, en partie sur l'autre, puis est repliée pour faire la poignée.

L'intérêt de ce procédé réside dans la simplicité de sa réalisation et l'effet artistique qui en a été tiré.

FRANCIS MAGNE.

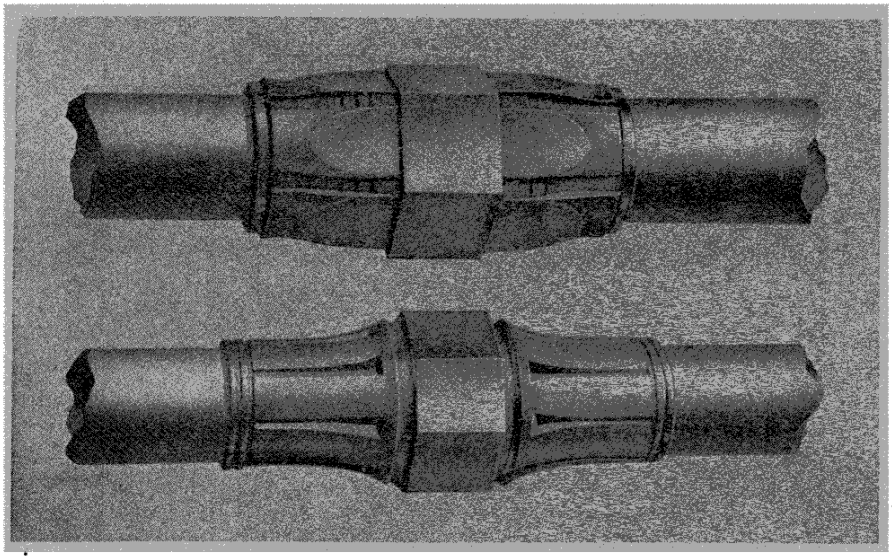
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Effets artistiques à tirer des appareils de chauffage continu.

SUITE A LA DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DU 12 DÉCEMBRE 1940.
(Voir les Annales de 1940.)

Un croquis de M. GIORDANI indiquait le parti décoratif à tirer des jonctions de tuyaux.

Deux essais ont été réalisés dans le même esprit au Laboratoire d'Art appliqué aux Métiers du Conservatoire National des Arts et Métiers par



Écrous de serrage pour des joints de tuyaux par MM. Struys et Fradin.

MM. Struys et Fradin, élèves de l'École Normale Supérieure de l'Enseignement technique, qui ont composé et exécuté les pièces.

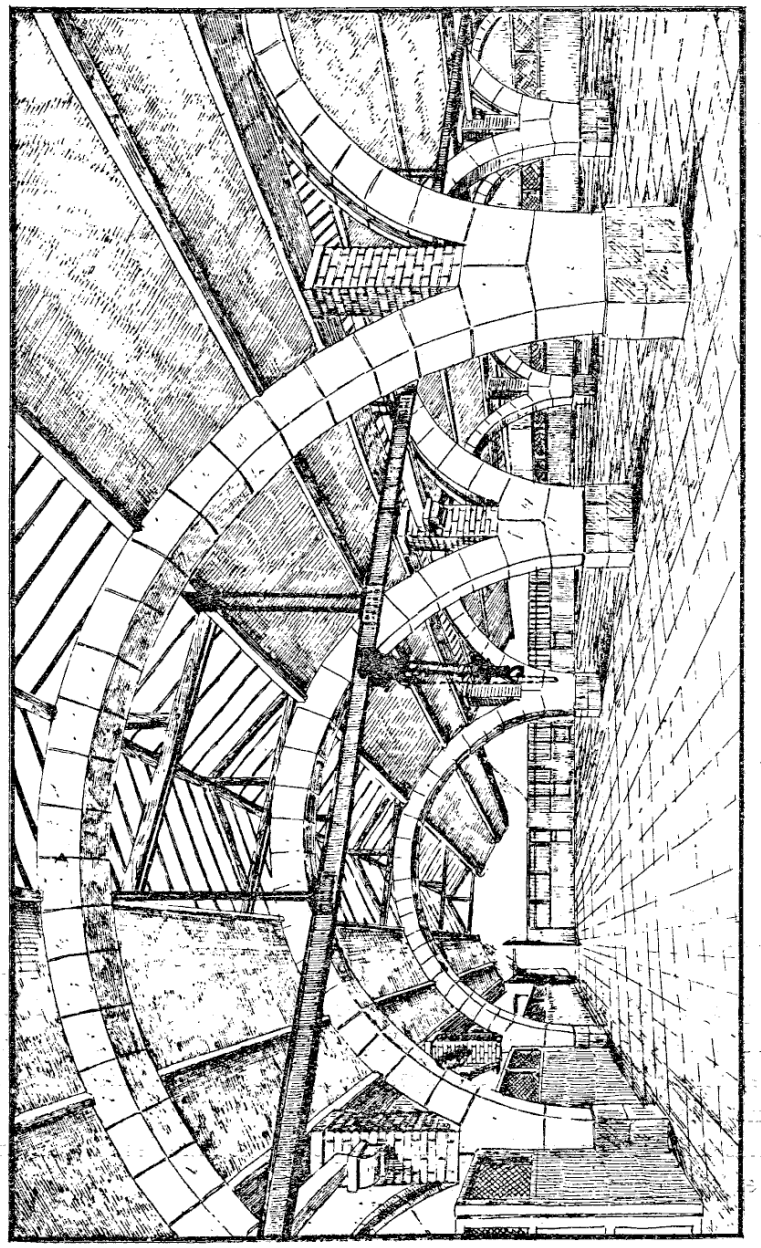
Leurs compositions, mettant en valeur l'écrou qui assure le serrage des deux pas de vis inversés, se rattachent à l'esprit traditionnel d'une recherche de transition entre une section cylindrique et une section polygonale, telle qu'à travers les âges le chapiteau l'a réalisée entre la colonne et le tailloir.

Elles sont faites pour tirer parti de l'opposition entre les fonds bruts de fonte et les parties polies par l'usinage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Emploi des matériaux locaux dans la construction.

SUITE A LA DÉCISION DU 12 DÉCEMBRE 1940.



Projet d'Atelier-École à Saint-Maur-les-Fossés, par M. Darthuy.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un projet, présenté par la ville de Saint-Maur-des-Fossés (Seine), pour la construction d'Ateliers-École, applique les principes posés par l'IRCAT dans ses Annales de 1940 et adoptés par la Direction générale de l'Enseignement technique pour l'emploi, aussi large que possible, des ressources actuelles du pays en matériaux locaux.

Ce projet, établi par M. Darthuy, architecte qui assure la marche des affaires du Cabinet de M. Graf, prisonnier de guerre, avait été primitivement conçu entièrement en béton armé, afin de réduire au minimum l'importance des points d'appui et d'assurer le maximum de superficie utilisable.

Invité à étudier le projet dans un esprit répondant aux instructions judicieuses du Ministère de la Production industrielle et du Travail, l'architecte a su ne rien changer au dispositif du plan, qui répondait parfaitement au programme fixé: c'est la conception de la construction qui, faisant abstraction presque totale de l'emploi du béton armé, a été modifiée.

Cette construction se compose de travées d'arcs en pierre de 11 m de portée, espacées de 5,50 m d'axe en axe, reliées entre elles par des petites poutrelles de chaînage qui, seules, sont en béton armé.

Pour l'éclairage des ateliers, un lanterneau est constitué par des fermettes en charpente légère (1/2 bastings) sur lesquelles reposent les fers à T du vitrage.

La couverture est en tuiles mécaniques posées sur les chevrons. Le plafond est enduit en plâtre sur lattis mécanique.

La conception de ce projet, toute différente de celle publiée par l'IRCAT à titre d'exemple, montre la diversité des solutions rationnelles et artistiques que peuvent imaginer des architectes de talent en vue de la possibilité d'une réalisation immédiate des constructions projetées.

Le coupe-circuit régénérable FUZ.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT
PRISE DANS SA SÉANCE DU 27 Juin 1941.

On sait combien il est parfois difficile, lorsque un « plomb » a fondu, de trouver le fusible de rechange nécessaire pour remettre en état le circuit électrique interrompu.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A ce petit problème, qui se pose d'une façon parfois irritante dans les locaux d'habitation, un coupe-circuit régénérable apporte une heureuse solution, puisque l'on trouve placé sur le même appareil le mal et le remède

Le coupe-circuit FUZ comporte une bobine garnie de fil fusible. En

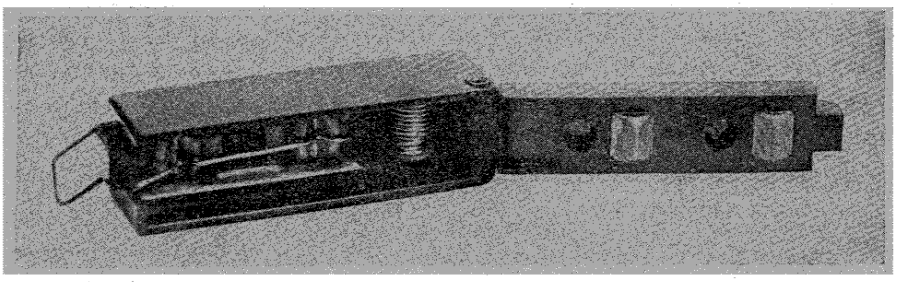


Fig. 1.

cas d'interruption, il suffit d'ouvrir le boîtier et de développer, en tirant sur le brin libre de la bobine, la quantité nécessaire pour réunir à nouveau les deux plots.

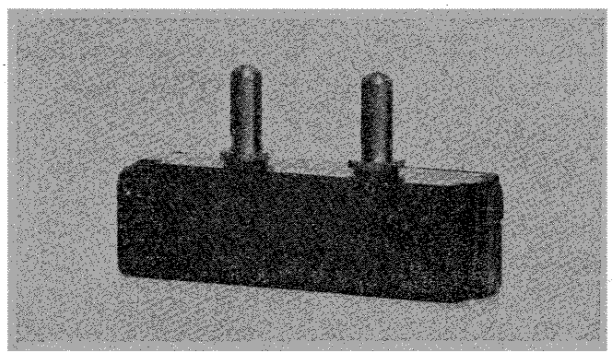


Fig. 2.

La sécurité pendant les manipulations est assurée par une disposition judicieuse de l'étrier de fermeture grâce à laquelle on ne peut ouvrir le boîtier sans ôter d'abord l'appareil de l'embase sur laquelle il est fixé.

Le progrès technique s'accompagne d'une présentation élégante et discrète, où les proportions allongées, la simplicité du boîtier expriment avec netteté la conception de l'ensemble et le mode d'ouverture.

Cet aspect s'accorde avec le rôle d'un appareil qui est destiné à un usage universel et qu'il y a tout intérêt à laisser bien visible.

BRODARD et TAUPIN
Imprimeurs-Gérants

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Carburants et lubrifiants nationaux, par Ch. BERTHELOT, lauréat de l'Académie des Sciences (1938), lauréat (1922-1936), membre du Conseil de la Société des Ingénieurs civils de France, Vice-Président de la Section IV de la Société des Ingénieurs de l'Automobile. Avec la collaboration de Ph. LÉCHÈRES, ancien élève de l'École Polytechnique, et de A. HOT. Un vol. (13 × 21), XVI, 566 pages, 100 fig. DUNOD, éditeur, 92, rue Bonaparte, Paris (6e), 1941.
Prix : relié 200 fr., broché 180 fr.

Né de l'angoisse provoquée par le manque de carburants, de gas oil et de lubrifiants, cet ouvrage constitue un inventaire de nos besoins en ces produits essentiels.

Parmi les techniques qui paraissent appelées à un large développement, l'auteur étudie la carbonisation du bois, le traitement de la tourbe et des lignites, la pyrogénation des schistes bitumeux, l'hydrolyse de la cellulose pour la fabrication de l'alcool éthylique, la préparation de l'essence, du gas oil et des lubrifiants soit par l'hydrogénation, soit par la méthode Fischer, puis encore la régénération des huiles de graissage. Il est probable que l'acétylène jouera le rôle de carburant de remplacement.

M. Léchères a présenté un judicieux exposé du moteur en face des carburants de synthèse. Le moteur à injection rendra les plus précieux services parce qu'il développe la gamme des carburants utilisables et parce qu'il procure une forte économie de carburant.

M. Hot, spécialiste des questions fiscales, a indiqué les bases de la fiscalité des carburants. C'est là un très utile point d'appui.

L'idée maîtresse de cet ouvrage, c'est qu'il convient de n'attribuer à chaque carburant que la part raisonnable qui lui revient en fonction de nos disponibilités en matières premières.

Parce qu'il est complet, impartial et parce qu'il s'appuie sur les données industrielles les plus certaines, vérifiables par chacun en raison des références précises que cite l'auteur, en raison de sa richesse et de la nouveauté de ses informations, lesquelles intéressent toutes les industries, ce livre est appelé à rendre les plus grands services pour la prompte rénovation économique de la France.

P. ROLLEY.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

reçues actuellement par la Bibliothèque de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

France.

Annales agronomiques.
Annales de Chimie.
Annales des Fermentations.
Annales d'Hygiène publique, industrielle et sociale.
Annales de l'Institut Pasteur.
Annales des Mines.
Annales de Physique.
Annales des Ponts et Chaussées.
Arbre (L'). Bulletin trimestriel de la Société française des Amis des arbres.
Bibliographie de la France.
Biologie médicale.
Bulletin de l'Association des Chimistes de Sucrerie.
Bulletin de l'Association technique de Fonderie.
Bulletin officiel de la Propriété industrielle.
Bulletin de la Société chimique de France.
Bulletin de la Société française des Électriciens.
Bulletin de la Société nationale d'Horticulture de France.
Bulletin de la Société scientifique d'Hygiène alimentaire.
Chronique des Mines coloniales.
C. R. des Séances de l'Académie d'Agriculture.
C. R. des Séances de l'Académie des Sciences.
C. R. des Séances du Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du Département de la Seine.
Électricien (L').
Génie civil (Le).
Halle aux Cuirs (La), partie technique.
Industrie chimique (L').
Industrie textile (L').

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Journal de Chimie physique.
Journal des Fabricants de sucre.
Journal de Pharmacie et de Chimie.
Journal de Physique et de Radium.
Machine moderne (La).
Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France.
Mesures.
Nature (La).
Nord industriel (Le).
Organisation (L').
Procès-verbaux de la Société des Ingénieurs civils de France.
Protection, Sécurité, Hygiène dans l'Atelier, Bulletin mensuel de l'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail.
Revue des Agriculteurs de France.
Revue générale des Chemins de fer.
Revue générale de l'Électricité.
Revue générale des Sciences.
Revue de l'Industrie minérale.
Revue industrielle de l'Est.
Revue de Métallurgie.
Revue des Produits chimiques.
Revue scientifique.
Technique automobile (La).
Technique moderne (La).
Usine (L').
Vie automobile (La).

Étranger.

Bulletin de la Société royale belge des Ingénieurs et des Industriels (Belgique).
Collegium (Allemagne).
Glückauf (Allemagne).
Ingenieur, De (Hollande).
Revue du Travail (Belgique).
Revue universelle des Mines, de la Métallurgie et des Travaux publics (Belgique).
Stahl und Eisen (Allemagne).
Tekniske Forenings Tidsskrift, Den (Danemark).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'EXPOSITION DES RESSOURCES ET RÉALISATIONS NOUVELLES

de la Qualité française dans l'Art et l'Industrie.

Organisée par l'Institut de Recherche et de Coordination Artistiques et Techniques (IRCAT)

sous le patronage et avec le concours de la

Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale.

DU 8 AU 30 NOVEMBRE 1941.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, fondée en 1801, a eu, dès le début, la mission générale de sauvegarder et de perfectionner la qualité de toutes les productions françaises représentées dans ses six Comités : Arts mécaniques, Arts chimiques, Arts économiques, Agriculture, Constructions et Beaux-Arts, Commerce.

L'IRCAT, fondé en 1937, a pour but précis de relever cette qualité par l'union des compétences artistiques et techniques.

Aussi ces deux organismes devaient-ils naturellement mettre leurs efforts conjugués au service de l'Exposition des Ressources et Réalisations nouvelles de la Qualité française dans l'Art et l'Industrie, l'IRCAT pour en préparer les éléments, la Société d'Encouragement pour les présenter et organiser le cycle de conférences qui en fut le commentaire.

Montrer une ou quelques œuvres de qualité dans des domaines aussi nombreux, aussi variés que possible, tel était le programme de l'Exposition, que la diligence des secrétaires rapporteurs des Sections permit de réaliser.

La doctrine même de l'IRCAT en fixa le plan.

La France a le privilège de posséder la gamme complète des matériaux de construction : granits, calcaires, schistes, argile, bois d'œuvre, fer, plomb. C'est pourquoi elle est un pays de constructeurs et subordonne à l'architecture tous les autres arts; le terme d'arts décoratifs ne leur serait pas applicable si l'on attachait au mot « décor » l'idée d'un ornement rapporté; en France, le décor s'adapte à la construction « comme la peau tient au corps », suivant l'expression de Viollet-le-Duc.

C'est là l'inverse de l'idéal de l'Italie qui, possédant des matériaux admirables pour le revêtement, mais impropres à la construction à cause de leur médiocre homogénéité et de leur faible résistance a, depuis l'antiquité romaine, conçu les édifices comme des blocs bétonnés, auxquels s'applique une parure de marbre, de stucs, de peinture. On peut vraiment dire de l'Italie qu'elle est le pays des décorateurs.

L'Exposition, dont M. Jean Fressinet fut chargé d'ordonner l'ensemble, eut donc pour axe, depuis l'entrée jusqu'au fond de la Grande salle des conférences, l'architecture.

A cet axe se rattachait, dès le vestibule et les petites salles situées à gauche de l'entrée, la plus vaste mission de l'architecture : l'urbanisme et son prolongement : les communications.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'architecture est à l'échelle humaine, qui ne change pas; l'urbanisme est à l'échelle toujours croissante de la civilisation.

Application de ce principe, la maquette de signalisation d'un grand carrefour routier présentée par MM. Macary et Thirot montrait comment, au lieu d'égarer l'attention en multipliant les signaux, il faut les concentrer et leur donner les dimensions qui les rendent lisibles de loin.

Si le passé nous a légué des bornes, des colonnes, des croix, des obélisques, il nous a aussi laissé des arcs de triomphe qui nous rappellent que jadis on a su voir grand. Aujourd'hui, c'est la vitesse elle-même qui impose la conception monumentale.

Le détail des appareils indicateurs montrait, en outre, que l'indication standard, clairement présentée, peut s'insérer dans un dispositif permettant des variantes de caractère régional par l'emploi de matériaux locaux.

Une autre maquette, due également à MM. Macary et Thirot, était consacrée à l'aménagement d'un grand carrefour urbain : la place Saint-Augustin. Elle proposait une solution rationnelle pour remédier à divers éléments de désordre et de danger : encombrement des trottoirs par des signalisations diverses, qui devraient être groupées en un seul appareil; passages cloutés mal placés; accès de la chaussée laissé libre à l'angle des rues.

Le projet d'urbanisme et de circulation d'André Ventre pour l'extension Paris-Saint-Germain rappelait la hardiesse de ses conceptions, qui ont été appliquées à l'étranger.

Tandis que les beaux documents du Secrétariat d'État aux Communications sur le Môle d'escale du Verdon et sur les travaux d'amélioration de l'estuaire de la Seine montraient, eux aussi, l'échelle des vastes réalisations qui caractérisent notre âge et l'outillage puissant qu'elles nécessitent, le principe et les différentes étapes du remaniement du centre de Nantes, présentés par la Société nationale des Chemins de fer français, donnaient l'exemple d'une opération d'urbanisme traitée dans toute son ampleur.

Mais à cette Exposition aurait manqué un élément essentiel si le problème posé par les destructions de la guerre n'y avait été abordé.

Un schéma de M. Bardet, relatif à la reconstruction de Louviers, indiquait sur quelles bases l'urbanisme moderne assied une tâche d'ensemble d'une semblable complexité.

Les œuvres et la documentation réparties dans le hall et la galerie centrale ou encadrant les premiers paliers de l'escalier montraient d'abord le concours qu'apportent les matières et les techniques diverses à l'architecture et à la décoration : pierre, béton, bois, mosaïque, fresque, céramique, vitrail.

Parmi les études poursuivies pour l'IRCAT par M. H.-M. Magne et le Laboratoire d'art appliqué du Conservatoire National des Arts et Métiers, deux vitraux montés, l'un en aluminium protalisé, l'autre en rhodoïd, faisaient comprendre comment, en répondant à des conditions nouvelles par des procédés nouveaux, on peut régénérer un métier conformément à l'esprit même qui, naguère, le fit naître et se transformer. D'autres œuvres, un portement de croix en aluminium et verre, un chemin de croix en aluminium sur marbre noir, y ajoutaient une autre transformation par la modification de l'importance relative des éléments, tandis qu'une mosaïque de marbre rappelait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quel parti artistique on peut tirer des magnifiques ressources des carrières françaises.

Avec le panneau de marqueterie exécuté par Messager, c'était, dans le domaine d'un autre métier ancien, l'utilisation d'un talent artisanal, resté digne

Fig. 1. — « Sainte Véronique », vitrail monté en aluminium, composé par H.-M. Magne, exécuté par Pierre Pernet et François Lorin.

Fig. 2. — Chemin de croix (aluminium et marbre), composé par H.-M. Magne, exécuté par Pierre Pernet.

des plus hautes traditions, mais qui semblait voué au chômage par la vogue des solutions faciles, telles que le recours exclusif au décor naturel des loupes ou des ronces.

Une fresque de Mme Simard, un panneau lumineux en verre et ciment de Labouret et Chaudière attestaient le même souci de renouvellement des techniques. Un beau document de J. H. Le Même montrait les ressources que le bois continue à fournir à l'architecte. Vitrail de Decorchemont, mosaïque de Labouret, céramique de Buenos-Aires, rendaient manifeste tout ce qu'une admirable

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

connaissance de la matière donne de force à l'artiste pour l'expression du spirituel.

Plus loin étaient présentées les conceptions rationnelles de l'architecture moderne, visant à l'économie, à l'ordre, à la rapidité d'exécution. L'exposition de l'AFNOR y était à sa place, aussi bien que les exemples de constructions métalliques, entièrement préfabriquées, de l'architecte Lods.

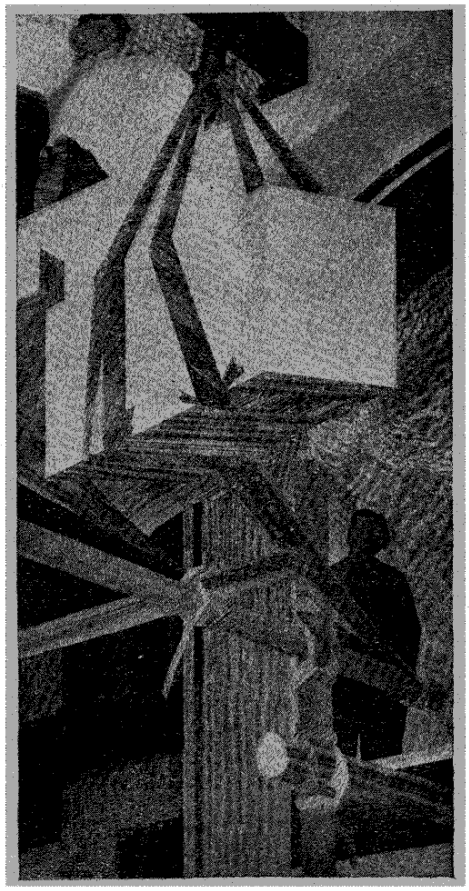


Fig. 3. — « Chantier », marqueterie composée par H.-M. Magne, exécutée par Messager.

A l'autre extrémité de l'axe, dans la grande salle, étaient exposées des solutions à quelques-uns des grands problèmes constructifs.

Avec la présentation du principe des aires planes portantes et son application à l'édification de l'école de la maçonnerie par Pol Abraham, on assistait à la mise en œuvre d'une technique ancienne rénovée scientifiquement pour remplacer le béton dans une application particulièrement importante, et qui répond heureusement aux obligations de l'économie nouvelle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Par contre, c'est un bouleversement complet dans l'art de bâtir que représentait la poutre — tranche d'une maquette au 1/5 d'un pont-dalle de vingt mètres de portée en béton précontraint — exposée par l'ingénieur Freyssinet et exécutée par Campenon-Bernard. La construction dite précontrainte permet en effet de résoudre nombre de problèmes restés jusqu'ici sans solution : canalisations, réservoirs, vannes, de dimensions illimitées pour pressions illimitées, revête-

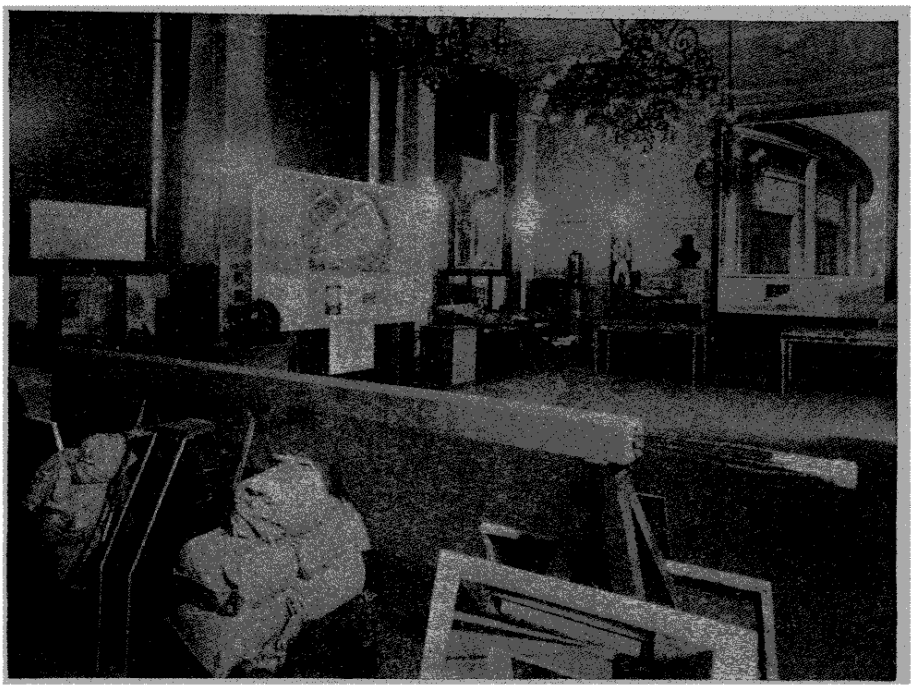


Fig. 4. — Exposition des procédés de construction dans la grande salle des conférences. Poutre en béton précontraint (procédé Freyssinet) exécutée par les Établissements Campenon-Bernard.

ment de tunnels et de puits, bâtis et pots de presse de n'importe quelles grandeurs et puissances, pieux de longueur et de force portante également sans limites, poutres de rapport hauteur sur portée très bas, constructions par éléments moulés en usine, assemblés sur chantier, pour toutes destinations et de toutes dimensions, systèmes nouveaux de barrages-réservoirs. D'autre part, en permettant une économie considérable dans l'emploi du fer, le béton précontraint facilite la solution d'un problème dont l'importance actuelle est capitale : celui que pose la pénurie de matières premières.

Non loin, de beaux documents photographiques sur le Musée des Travaux Publics montraient comment la structure donnée par Auguste Perret à une conception architecturale grandiose correspond à un progrès au point de vue tant de la climatisation que de l'économie des matériaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Entre ces deux extrémités, le long de l'escalier d'honneur, une sorte de revue des principaux programmes architecturaux indiquait comment l'effort créateur de nos architectes, qu'il se manifeste dans les maisons de rapport, dans les reconstructions de gares, comme celle que présentait la Société nationale des Chemins de fer français, ou dans de grands édifices tels que l'église Saint-Léon, de Brunet, l'hôtel des postes de Lyon, de Roux Spitz, sait affirmer franchement la structure et adopter le parti décoratif qui en découle.

Avec l'École nationale professionnelle de jeunes filles, à Creil, et le projet d'École nationale supérieure à Montluçon, dues à André Ventre, on voyait un progrès réalisé parallèlement dans la conception du programme lui-même et dans la façon dont le talent de l'architecte sait l'interpréter. Aussi bien dans l'implantation que la conception architecturale ou le recours judicieux aux matériaux locaux, ces établissements ont satisfait aux conditions multiples des problèmes de la construction des écoles, où la pédagogie moderne ajoute ses exigences à celle de l'hygiène, de l'esthétique, de l'ambiance morale à entretenir chez les élèves, et aux nécessités de la plus rigoureuse économie.

Les questions d'architecture scolaire ont fait d'ailleurs, dès l'origine, l'objet des préoccupations de l'IRCAT et seule la guerre lui a fait différer la réalisation, prévue pour l'automne 1939, du concours consacré aux écoles primaires rurales.

Dans un tout autre domaine, avec le barrage de Génissiat, on voyait une magnifique synthèse, digne du génie de la France, de la technique de l'ingénieur et du talent d'un architecte tel que Laprade, harmonisant l'ouvrage au site et en soulignant la grandeur.

Les autres sections de l'Exposition venaient, à droite et à gauche, s'insérer sur celle d'architecture comme des branches sur un même tronc.

La grande salle de droite, au rez-de-chaussée, consacrée à l'équipement, à l'éclairage et au chauffage, montrait les conceptions technique et artistique faisant corps, l'aspect extérieur exprimant la structure interne, dictée par la destination.

La documentation — vues et les éléments réalisés — exposée par l'architecte Roux-Spitz sur les travaux effectués pour l'annexe de la Bibliothèque Nationale à Versailles, était particulièrement significative de l'esprit de l'IRCAT. On y trouvait une conception moderne, destinée à remplacer les aménagements en faveur jusque-là et provenant notamment des États-Unis et de la Grande-Bretagne, rejoindre, dans sa logique élégante, les meilleures traditions françaises. On y voyait aussi une parfaite correspondance entre l'ordonnance des rayonnages métalliques exécutés par Baudet-Donon-Roussel et celle de l'édifice destiné à les abriter.

La recherche du maximum de sécurité dans les installations électriques, en même temps que la possibilité de leur faire jouer un rôle dans l'esthétique des intérieurs où leur présence est nécessaire, ont été, dès l'origine, l'objet des préoccupations de l'IRCAT. Avec le conducteur Pyroténax, le coupe-circuit régénérable Fuz, l'Exposition montrait d'excellentes solutions de ce problème.

Dès son origine également, l'IRCAT a tourné son attention vers l'étude de l'équipement scolaire. Le mobilier de la M. I. O. M. qui figurait à l'Exposition indiquait les services que peut rendre dans ce domaine le recours aux matières plastiques.

L'ensemble présenté par le Syndicat des fondeurs permettait d'apprécier le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

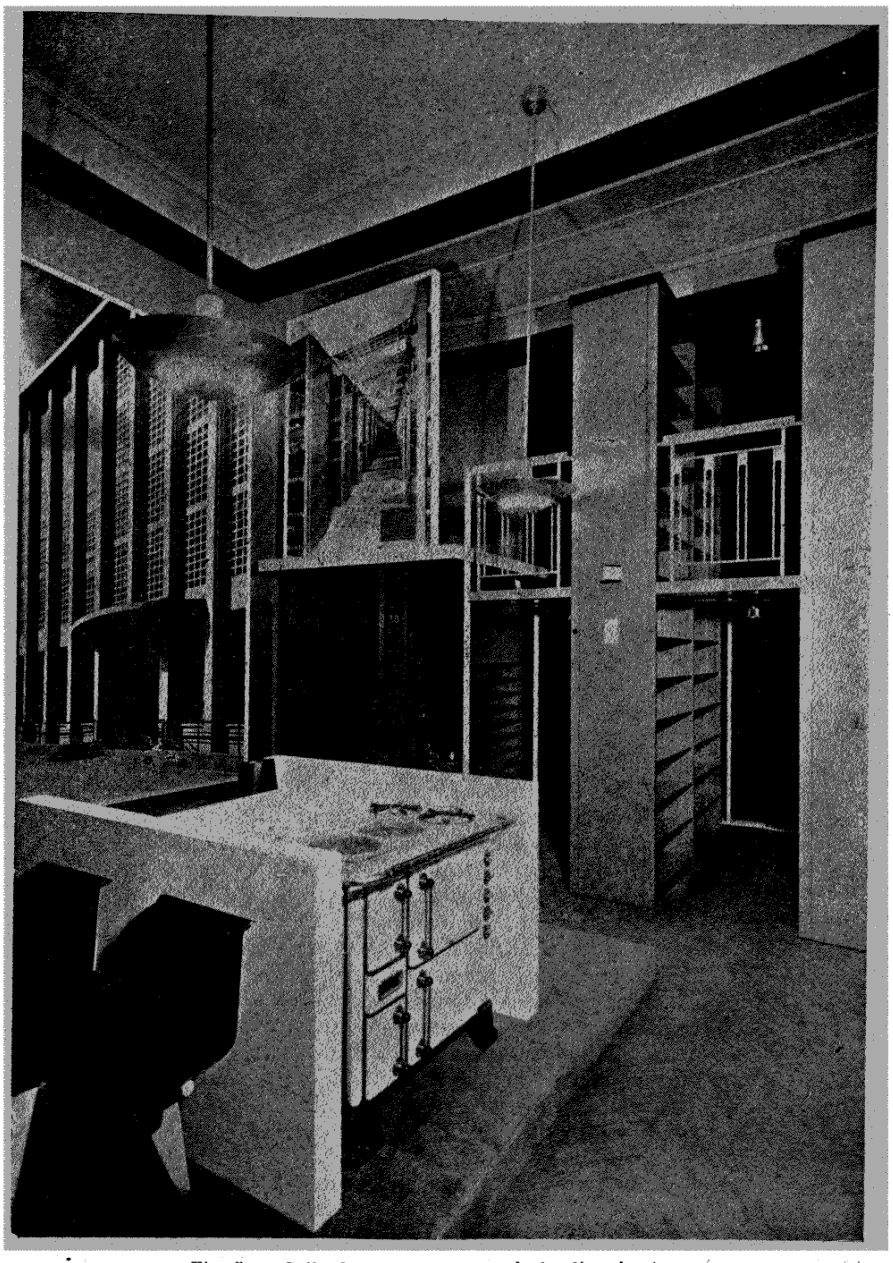


Fig. 5. — Salle de l'équipement et de la climatisation,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grand progrès réalisé depuis une vingtaine d'années pour les appareils de chauffoge et de cuisine par Deville, Faure père et fils, Godin, Briffault, Arthur Martin, la Société générale de Fonderie : progrès de la structure même de l'appareil avec les doubles enveloppes, progrès dans l'aspect extérieur avec des cuisinières émaillées claires et lavables.

Le même progrès était attesté par le radiateur Auer pour le chauffage au gaz, par le Radiaver de la Compagnie de Saint-Gobain pour le chauffage électrique.

Dans la galerie voisine, la cuisinière Aga, des Usines de Rosières, représentait à la fois l'augmentation de puissance et l'économie de combustible. Cette réalisation, basée sur un brevet suédois, est le type même de l'échange européen dans lequel chaque peuple apporte son travail.

Mais les conceptions dont s'inspire la réglementation actuelle sur les conduits de fumée sont en retard sur le progrès technique. Cette réglementation est à reprendre sur des bases rationnelles et devrait faire, elle aussi, l'objet d'une entente internationale.

La grande salle à gauche était consacrée à tous les éléments de la vie moderne dont l'architecture est le cadre : mobilier, vêtement, parure.

Le décor, de tonalité discrète, avait été réalisé grâce aux mosaïques du parqueteur Noël et aux tentures de Rodier. Ça et là, des grès y apportaient leurs tonalités chaudes; des tapis clairs en égayaient l'ambiance. Contre les murs et sur un chevalet de Lardin, Mme Albin Guillot y ajoutait la parure de ses photographies.

Le cartouche dominant la salle lui donnait pour devise les paroles du Maréchal Pétain : « C'est dans la restauration de son agriculture et de ses industries de qualité que la France trouvera son avenir. »

Dans la grande vitrine consacrée à la céramique, à la verrerie et à l'orfèvrerie, qu'encadraient deux socles portant, l'un un buste de jeune fille en bronze martelé dans une seule feuille, œuvre de Lacroix, l'autre, un grès au décor brun et orangé de Serré, on pouvait admirer la délicate distinction des porcelaines et des verreries de Jean Luce, une grande coupe en cristal taillé de Daum, des orfèvreries de Puiforcat, une épée ciselée par Montouchet.

Dans une autre vitrine, un ensemble d'orfèvrerie religieuse montrait la variété de conception permise à l'artiste dans le cadre de la tradition liturgique et rappelait aussi que la sobriété de l'art moderne n'exclut pas le travail le plus subtil, ainsi qu'on pouvait le voir par la crosse épiscopale d'argent et d'ivoire présentée par Chéret aussi bien que par le triptyque en émail champlevé de Croizet, ou les calices et patènes de Montouchet et de Puiforcat.

Près d'une imposante porte d'ascenseur en métaux inoxydables, œuvre de Subes, la belle netteté de ligne d'un siège garni de cuir vert, du même artiste, rappelait le rôle du métal dans le mobilier de la demeure moderne.

En face, un bahut de Maxime Old, en bois massif, surmonté d'un grès vert et brun de Serré, une armoire en chêne cérusé composée par Jacques Adnet avec la collaboration de Paule Ingrand, un bureau de dame revêtu de parchemin et un siège garni de poulain par Jallot, un tapis de Da Silva Brunhs, constituaient, dans une tonalité très claire, un ensemble d'une haute élégance.

Cet ensemble était animé par deux mannequins de Siégel, conçus de façon à mettre en valeur les draperies par la substitution d'allures vives et de gestes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

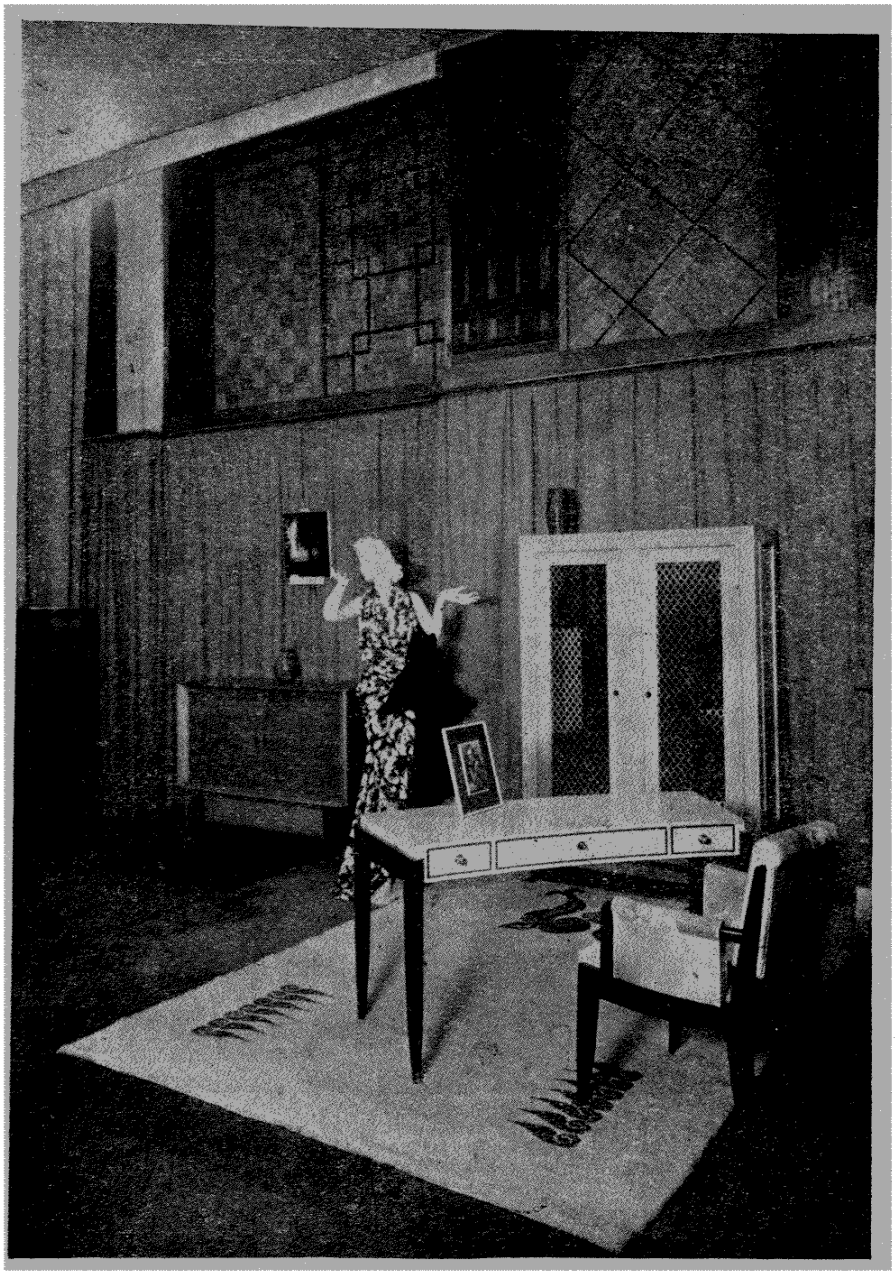


Fig. 6. — Salle du mobilier et de la parure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

familiers aux attitudes figées. Ils servaient à la présentation de tissus imprimés d'Angèle Malclès et de larges rubans de Colcombet. A côté, les tissus de Plasse-Le Caisne et les étoffes de rayonne et de laine de Lesur attestaient aussi la vita-

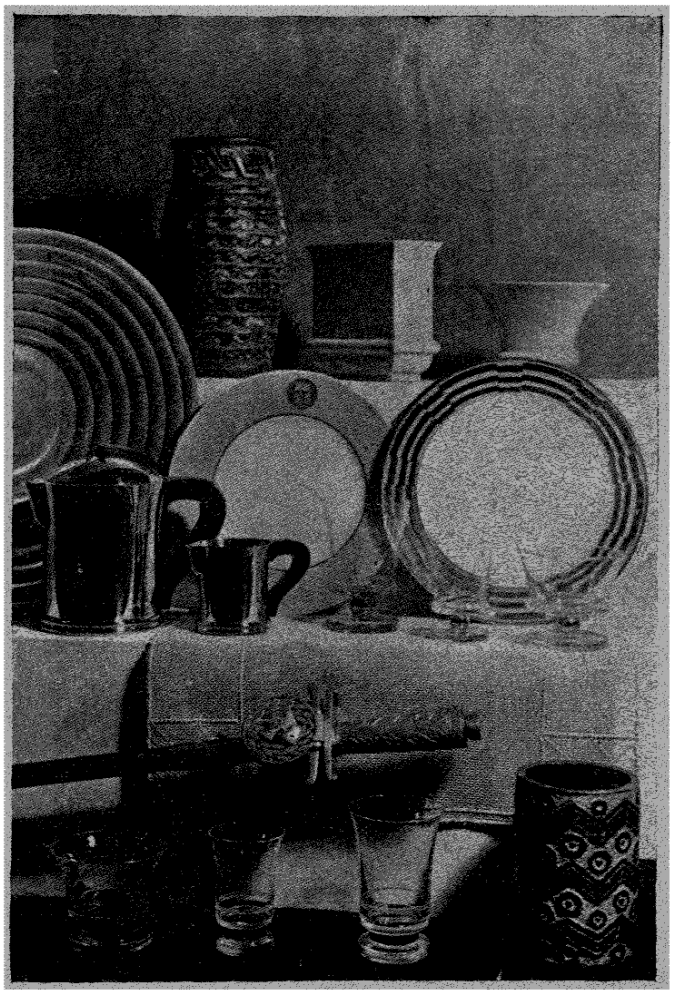


Fig. 7. — Grès par Sérré. — Céramique et verrerie par Jean Luce. — Orfèvrerie par Puiforcat. — Épée ciselée par Montouchet.

lité que, sous des aspects nouveaux, conserve notre art du textile. Un tissu imprimé d'une grande distinction, la chatoyante somptuosité d'une étoffe rebrodée, indiquaient comment un Rodier comprend le travail artisanal.

Une robe de Lucien Lelong rappelait le primat de la haute couture parisienne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et tous les arts qui contribuent à en rehausser les créations l'entouraient : ruban de velours de Colcombet, point de Nice de Mme Chabert-Dupont, sac et gants de Mme Alexandrine, foulards en soie de verre de la Compagnie de Saint-Gobain, écharpes imprimées composées par Robert Bonfils et éditées par Bian-

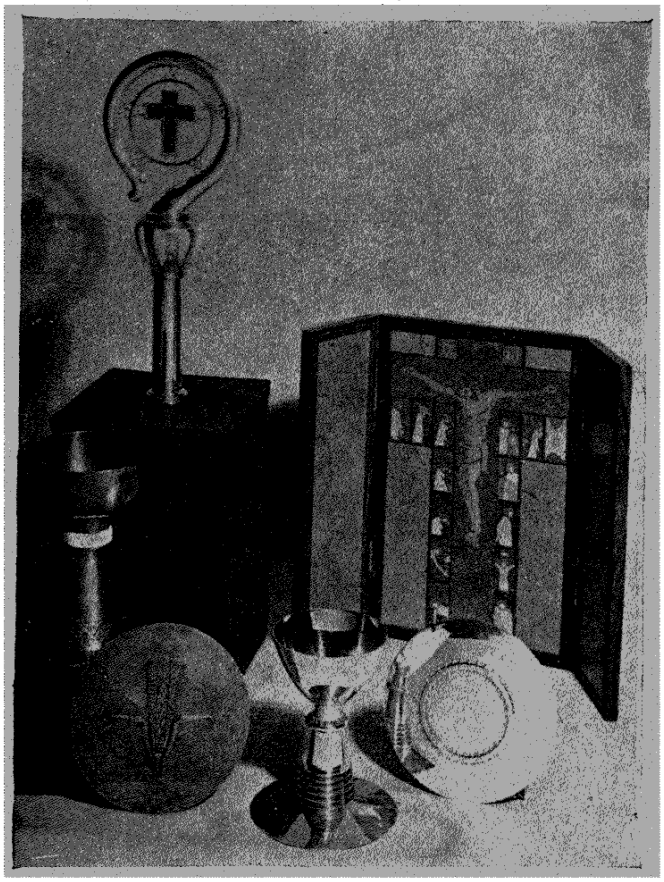


Fig. 8. — Crosse épiscopale (argent et ivoire) par Chéret. — Triptyque (émail champlevé) par Croizet. — Calices et patènes par Montouchet et Puiforcat.

chini, bottes de satin brodées de Mme Chabert-Dupont et parfums de Lelong dans un élégant flaconnage.

L'autre présentation de la haute couture était, au centre de la salle, une vitrine haute où, sur le fond d'une magnifique peau de la Maison Floquet se dressaient une écharpe et une casaque de Jeanne Lanvin, que complétait la sphère noire et or d'un flacon de parfum. Elle aussi s'accompagnait d'un ensemble où les variétés de la parure féminine : bijoux de Line Vautrin, gants et sac de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

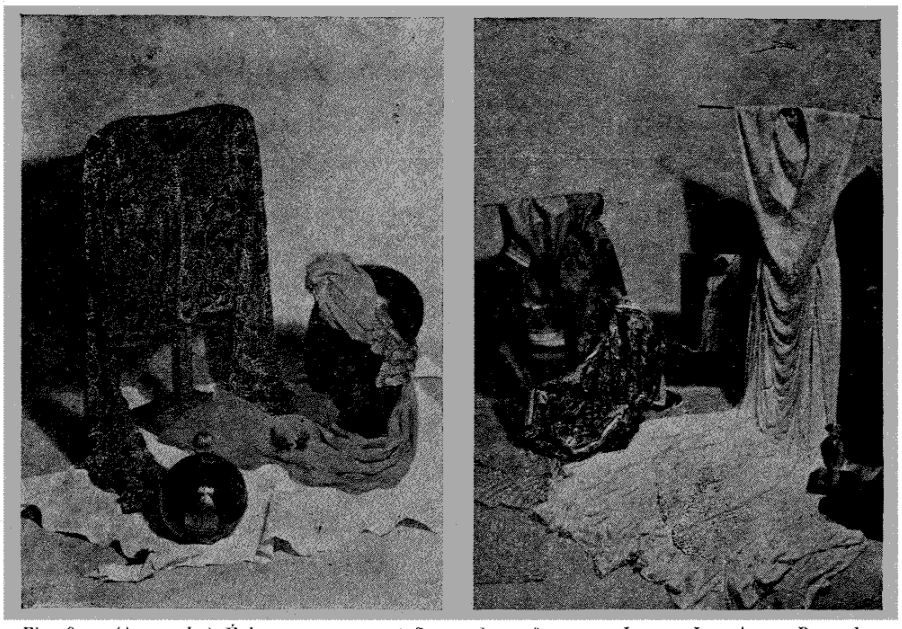


Fig. 9. — (A gauche). Écharpe, casaque et flacon de parfum, par Jeanne Lanvin. — Peau des Établissements Floquet. — (A droite) Robe par Lucien Lelong.

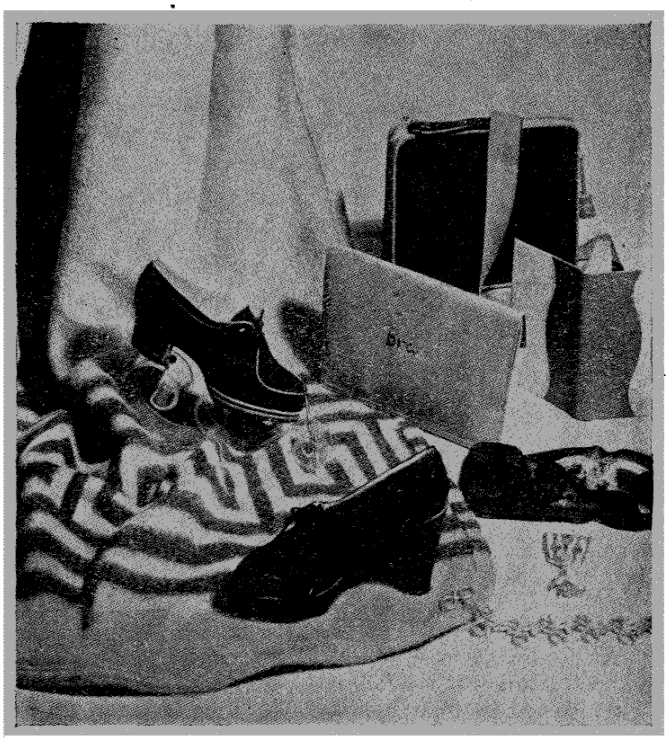


Fig. 10. — Couverture en fibre de genêt par les Établissements Giroud (procédé R. Levault). — Chaussures Manon et Georges et Costa. — Supports par Siégel. — Sacs par Dallioux et S. Runacher. — Reliures par l'École Municipale de Dessin et d'Art appliqué à l'Industrie (jeunes filles). — Bijoux par Line Vautrin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mme Chabert-Dupont, napperons de Suzanne Pinault et de Mme Chabert-Dupont, dentelle en soie de verre de Saint-Gobain, écharpes en tissus imprimés de Ducharne, montraient tout ce que Paris continue à mettre de science et d'habileté au service de la plus délicate fantaisie.

Plus loin, on s'était efforcé de faire ressortir, à côté de la mise en œuvre de belles matières traditionnelles, les ressources nouvelles; auprès d'une riche reliure en maroquin exécutée à l'École municipale de Dessin et d'Art appliqués

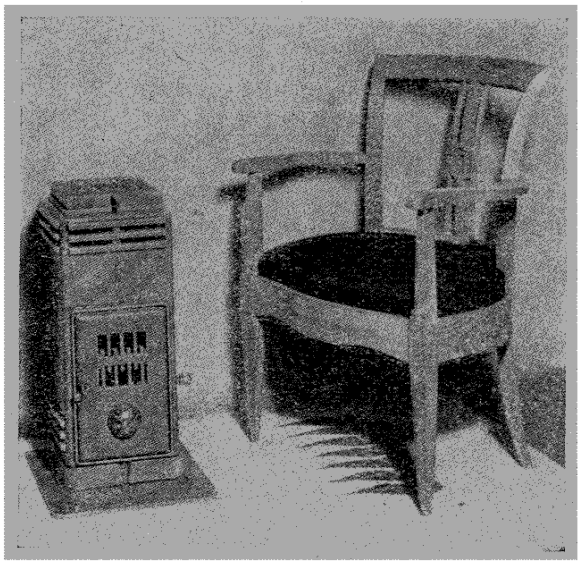


Fig. 11. — Poële composé par Claude Magne, exécuté par les Usines de Rosières. — Siège composé par Claude Magne, exécuté par Schmit et Cie.

à l'Industrie de la rue Duperré, on en voyait en peau de blaireau; parmi les accessoires du vêtement — gants et sacs de Mme Alexandrine, sacs de Dallioux et de Mme Suzanne Runacher, sac en rabane de Vuitton, figuraient une couverture et des chaussons en pur genêt d'Espagne dont la fibre avait été extraite par le procédé Robert Levault, le tissu réalisé par les Établissements Giroud.

Nulle part le goût français de notre époque n'était plus clairement exprimé que dans la vitrine où l'on retrouvait le talent et l'esprit moderne qui distinguent les bijoux de Dusausoy.

Le même goût s'affirmait dans la galerie voisine avec un ensemble de mobilier composé par Claude Magne et exécuté par Schmit et Cie.

Une semblable logique constructive régnait sous la variété apparente de l'exposition des arts graphiques, installée au premier étage. Celle-ci représentait une activité humaine qui, révélant entre toutes la coopération de l'âme et de la main, de la matière et de la pensée, ne saurait être, sans danger pour l'esprit, autre chose qu'une industrie de qualité.

La fabrication du papier y figurait d'abord avec l'exposition de la Feuille

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

blanche, montrant la fabrication du papier en pur chiffon, le battage sous les maillets de bois, la plongée de la forme dans la cuve pleine de pâte, le pressage, le séchage. A côté de cette technique, qui se pratique au pied des Monts du Forez dans de vieux moulins, avec la même perfection que naguère, une autre

Fig. 12. — Reliure par Robert Bonfils. — Illustrations par Berdon et Jacques Beltrand.

vitrine montrait une utilisation moderne du papier, parmi tant d'autres, la ficelle et ses dérivés.

Le gaufrage et le cartonnage, avec les fantaisies de coloris qu'ils appellent, étaient représentés par les Ateliers d'impressions et de cartonnages d'art, la fonderie par les beaux caractères de Deberny et Peignot, la composition typographique par Coquemer, la photogravure en couleur par Draeger.

Toutes les ressources du bois, de la taille-douce, de la lithographie, la ferveur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des talents les plus délicats de notre époque, Berdon, J. Beltrand, R. Bonfils, P. Bouchet, A. Jacquemin étaient là pour rappeler la variété, la richesse, la fraîcheur qu'offre à l'œil et l'esprit l'illustration du livre.

D'autre part, un ensemble de vitrines documentaires réalisées par l'École Estienne exposait dans tous leurs stades, sous une forme attrayante et concrète, les différents procédés de photogravure.

Ce double aspect scientifique et artistique de l'Exposition se retrouvait non

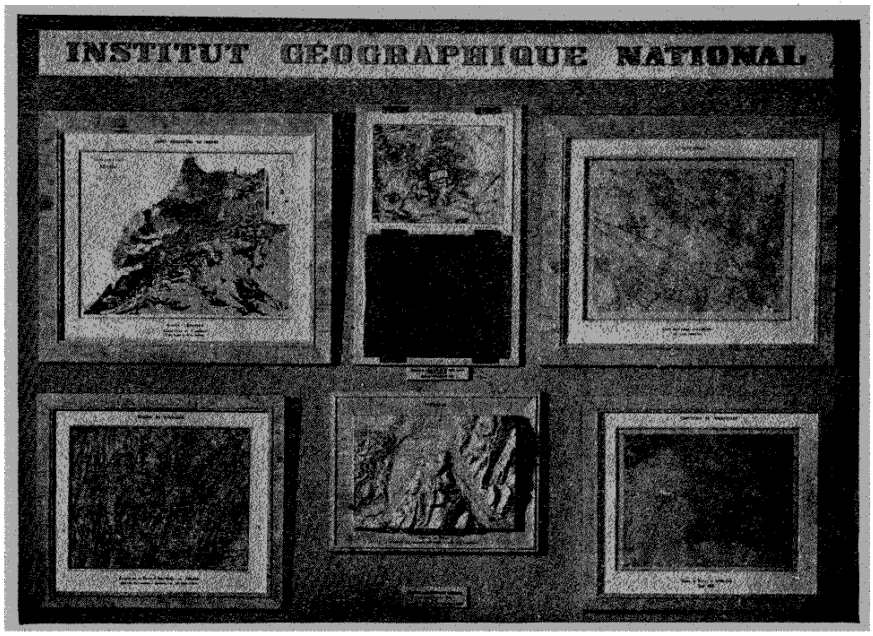


Fig. 13. — 1. Carte géologique du Maroc au 1/500 000 (7 couleurs); — 2. Gergovie (planche de cuivre taille-douce et son épreuve); — 3. L'Isle Adam (carte au 1/20 000, 5 couleurs); — 4. Saint Claude (carte au 1/80 000); — 5. Grenoble (carte en relief au 1/50 000); — 6. Environs de Marseille (au 1/50 000), par l'Institut Géographique National.

loin de là : l'expression de tous les thèmes populaires et traditionnels par la fantaisie des artistes de l'Imagerie française voisinait en effet avec les spécimens de cartes en relief et de cartes planes d'une admirable visibilité, exposés par l'Institut géographique national et avec les panneaux de la macrophotographie en relief de Francis Bonnet, où les développements récents d'une grande invention française retenaient puissamment l'intérêt.

La reliure donnait lieu à une présentation des plus variées : splendides reliures de luxe, comme celles de Robert Bonfils pour le « Roi Peste », ou de Cretté pour les « Amours du poète », reliures mécaniques de Taupin, réalisations nouvelles en matières telles que la toile cirée, le fabricoïd, le papier Egraf, le bois incrusté.

Le livre aussi a son architecture, son programme d'ensemble auquel tous les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éléments doivent être soumis. C'est ce qu'attestait l'exposition de l'Édition, où à chaque catégorie : livres de luxe, de demi-luxe, d'édition courante, d'enseignement, répondait une conception technique et commerciale propre.

L'exposition de la Grande salle des conférences montrait comment l'action entreprise par l'IRCAT se relie à tous les grands problèmes, non seulement scientifiques et artistiques, mais encore économiques et sociaux, de l'heure présente.

L'importante présentation des produits de remplacement correspondait à l'une des raisons d'être fondamentales de l'Exposition.

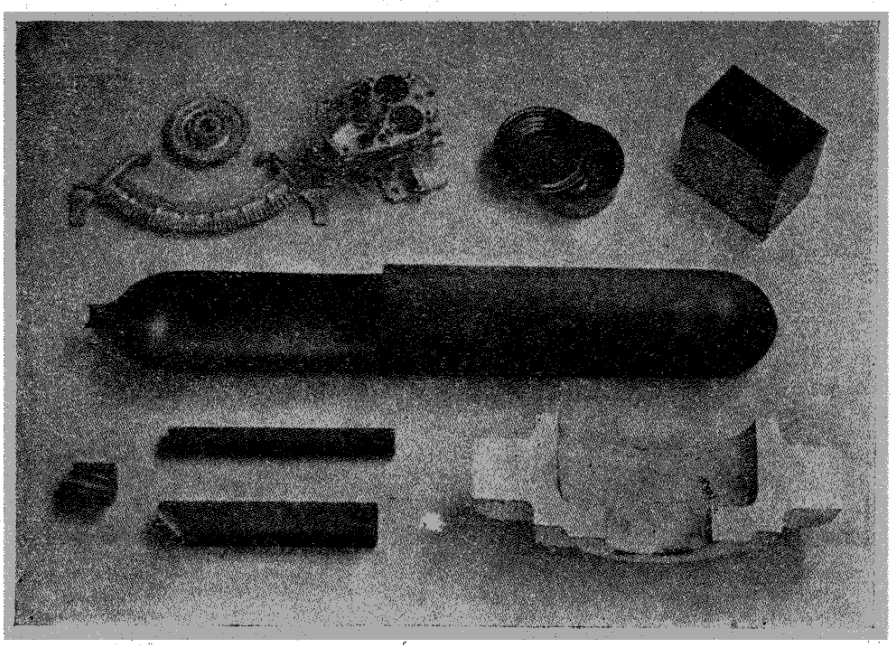


Fig. 14. — Modes divers d'économie et de remplacement des produits métallurgiques.

Le remplacement des produits métallurgiques était représenté tout d'abord par les outils à mise rapportée, qui ne comportent qu'une pastille en acier à coupe rapide, sur un support en acier ordinaire, et permettent une économie considérable en éléments spéciaux importés : tungstène, molybdène et chrome. Une documentation très complète de la Soudure autogène montrait les applications de la technique du « crinitage » consistant en la coulée de la pastille, puis dans un traitement thermique spécial de l'ensemble.

On voyait là, d'autre part, des pièces en un alliage à haute teneur en zinc, particulièrement apte au remplacement du bronze, coulées sous pression. Le remplacement du fer étamé dans les industries alimentaires y figurait aussi avec des boîtes à conserves « bondérisées » par le procédé Parker et finies avec le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

procédé des Vernis Duroux; on voyait également une bouteille d'air comprimé protégée intérieurement par le procédé Parker.

Une autre vitrine, traitant un autre aspect du problème, rappelait que, parmi les ressources variées qu'elles offrent à l'art et à l'industrie moderne — ressources auxquelles la Société d'Encouragement consacrait, il y a trois ans, une Exposition — les matières plastiques possèdent de nombreuses aptitudes au remplacement du métal : engrenages, galets et coussinets, navettes, culots de lampes, raccords de tuyaux, pièces d'avion en fournissaient des exemples.

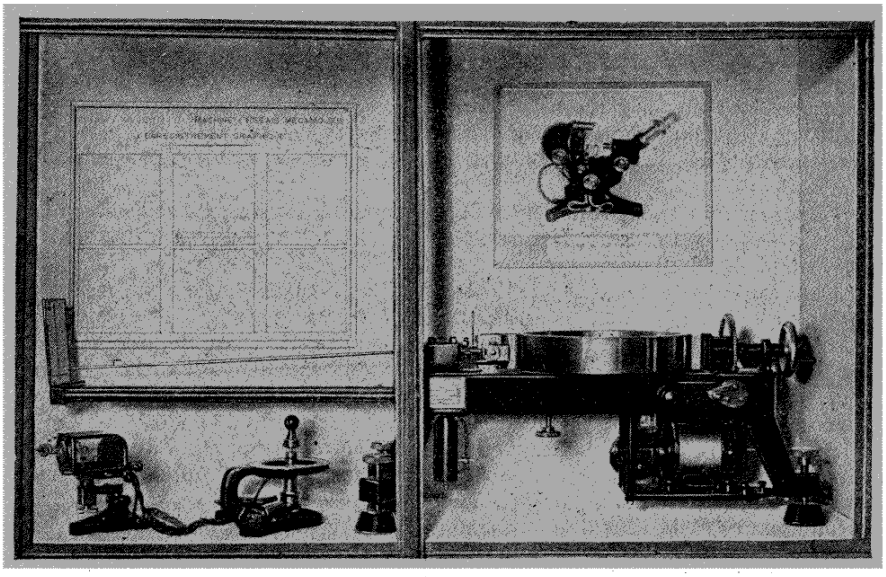


Fig. 15. — Machine à essais des métaux par Chevenard. — Micromanipulateur et microforge par de Fonbrune.

Au remplacement du métal s'ajoute le remplacement du verre par ces mêmes matières plastiques : l'exposition de la Société générale d'Optique en témoignait avec la « cristallite ».

Si le souci de trouver des ressources nouvelles dicte le recours indispensable aux solutions rendues possibles par la recherche scientifique, une Exposition d'art et de technique ne saurait manquer par ailleurs de rappeler qu'aujourd'hui comme par le passé, les instruments scientifiques eux-mêmes manifestent cette beauté qui, comme on l'a dit, est la splendeur de l'ordre.

Avec les machines à essais des métaux Chevenard, Guillery, Prot, la Section de mécanique montrait d'admirables moyens de contrôle mis à la disposition de l'industrie; le micromanipulateur et la microforge de de Fonbrune indiquaient comment un perfectionnement technique, merveille d'ingéniosité et de précision, concourt au progrès de la science biologique; le spectroscope et le diascope de Huet représentaient un apport non moins remarquable dans le domaine de l'optique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'idée de sélection était à la base de toute la manifestation de l'IRCAT. Mais la sélection matérielle ne suffit pas à garantir la qualité, à moins qu'elle ne soit accompagnée de la sélection humaine.

C'était là la raison d'être de la participation du Secrétariat au Travail, l'idée qu'exprimait la documentation — tableaux explicatifs et œuvres d'élèves — présentée sur la formation professionnelle.

Dans cette méthode qui, destinée à révéler les aptitudes de chacun, éveille en lui des possibilités nouvelles et rehausse l'individu à ses propres yeux tout en enrichissant la collectivité, aussi bien que dans ces procédés d'enseignement du métier spécialement adaptés aux adultes, on retrouve, sur le plan psychologique, des préoccupations analogues à celle de l'artiste scrupuleux sur le choix de ses moyens, attentif aux propriétés de la matière qu'il travaille. L'effort courageux d'ouvriers et d'ouvrières résolus, au milieu de leur existence, à apprendre consciencieusement un nouveau métier, est l'autre facteur dans la réussite d'un enseignement né des conditions difficiles de la vie économique contemporaine.

C'est aussi, sur un plan différent, à l'idée de qualité — qualité de l'enseignement français — que se rattachait la participation du Secrétariat d'État à l'Éducation nationale de la Jeunesse.

Cette importante exposition de l'enseignement, où étaient représentées l'École des Arts appliqués pour garçons, l'École des Arts appliqués pour jeunes filles et l'École Boulle, consacrait l'activité avec laquelle l'IRCAT, issu de la Fédération des Sociétés françaises de Propagande et d'Enseignement artistiques et techniques, poursuit un programme basé sur la coopération de deux élites : celle des jeunes artistes et celle des jeunes techniciens.

Enfin, les travaux présentés par le Laboratoire d'art appliqué du Conservatoire national des Arts et Métiers, mettaient en valeur tout le profit que la création artistique peut tirer d'un problème précis posé par l'usage, la matière, la technique, quand la difficulté à surmonter, loin d'être considérée comme une gêne, une servitude, sert de base solide à l'inspiration.

Dans le domaine de la construction on voyait des agglomérés colorés dans la masse, obtenus avec le concours de l'École des Métiers de la Maçonnerie, des éléments d'architecture composés par Ch. H. Besnard, colorés dans la masse et exécutés sur moules de Braemer, un carreau en incrustation de ciment coloré dans la masse par Bucas; des modèles d'écrous de raccords de tuyaux droits en aluminium par Struys et Fradin.

Dans celui du mobilier, une targette en cuivre martelé par Mlle Gassan, un anneau de tiroir en cuivre martelé par Benoist, un anneau de tiroir en cuivre martelé et émail champlevé par Burais, un service à œufs pour la matière plastique (modèle en sycomore) par de Bardyère, des flacons de rhodoïd composés par Gotthelf, exécutés par Pernet, un cendrier en cuivre embouti d'une seule pièce par Pernet, des vases tournés en grès émaillé par Lecuir, des vases tournés en faïence émaillée par Dordet, un encrier en bronze par Galtier.

L'Art de l'émailleur y était particulièrement en honneur avec Savary, Mme Simard (émail peint sur fond translucide), de Boyedon (émail peint sur basse taille), Mlle Renard (émail champlevé). Des boucles de ceinture en cuivre par Mlle Martinon, en aluminium incrusté de rhodoïd par Gotthelf, en émail champlevé par Mlle Garric, en aluminium incrusté de rhodoïd par Mme Simard,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en émail de basse taille par Mlle Fesneau alliaient à beaucoup de goût un esprit de judicieuse recherche.

Le programme du cycle de conférences qui accompagnait cette Exposition, et auquel avaient pris part la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, la Société de Chimie industrielle, la Société des Ingénieurs civils de France, la Société des Ingénieurs soudeurs, était le suivant :

1° Conférences organisées par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale :

Le samedi 15 novembre : *Les Produits métallurgiques de remplacement*, par M. Léon GUILLET, membre de l'Institut, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, directeur de l'École centrale des Arts et Manufactures.

Le mercredi 19 novembre : *Les textiles nouveaux*, par M. Frédéric MAILLARD, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers et à l'École centrale des Arts et Manufactures.

2° Conférences organisées par le Secrétariat d'État au Travail :

Le lundi 24 novembre : *La Sélection de la Qualité dans le reclassement*, par M. DEBRETAGNE, chef du Service de la Formation professionnelle au Secrétariat d'État au Travail.

Le mercredi 26 novembre : *Les aires planes portantes en maçonnerie*, par M. Pol ABRAHAM, architecte du Gouvernement.

3° Conférences organisées par la Société de Chimie industrielle :

Le lundi 17 novembre : *La Chimie et l'Habitation*, par M. Marcel LÉPINGLE, docteur ès sciences.

Le jeudi 20 novembre : *La Chimie et la Parure*, par M. Maurice DAUMAS, licencié ès sciences.

Ces six conférences eurent lieu à l'Exposition même.

4° Conférence organisée par la Société des Ingénieurs civils de France :

Le vendredi 14 novembre : *La Normalisation et l'Art*, par M. LHOSTE, directeur général de l'Association française de Normalisation (Afnor).

5° Conférences organisées par la Société des Ingénieurs civils de France et la Société des Ingénieurs soudeurs.

Le vendredi 28 novembre : Séance unique.

Contribution de la Soudure à l'Esthétique dans la Construction moderne, par M. SARAZIN, Ingénieur soudeur.

Utilisation rationnelle de la matière et de la main-d'œuvre dans la construction des bâtis soudés, par M. LANGUEPIN, président de la Société des Ingénieurs soudeurs.

Ces trois dernières Conférences eurent lieu dans l'Hôtel de la Société des Ingénieurs civils de France.

Si les restrictions de l'heure présente ne permirent pas de prolonger la durée de l'Exposition, celle-ci n'en eut pas moins un grand retentissement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Son succès auprès du public et de la presse consacrait une conception basée sur l'étroite sélection des œuvres présentées.

Il attestait aussi la portée, d'ordre national, que prenait un semblable effort à un moment peut-être décisif dans les destinées de la France.

Les allocutions par lesquelles M. Magne, au nom de la Société d'Encouragement, et M. Lamblin, représentant M. Hautecœur, secrétaire général des Beaux-Arts, au nom de l'IRCAT, accueillirent S. Exc. M. de Brinon, Délégué général du Gouvernement français dans les Territoires occupés, venu présider la cérémonie d'inauguration officielle, dégagèrent nettement le sens de cette manifestation.

Allocution de M. Magne.

Monsieur l'Ambassadeur,

C'est un honneur pour cette maison, dont, en 1801, l'un des fondateurs fut le général Napoléon Bonaparte, premier Consul, membre de l'Institut, que de recevoir le délégué général du gouvernement du Maréchal Pétain, Chef de l'Etat français membre de l'Institut.

C'est aussi une satisfaction pour le président et le bureau de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale que de vous montrer les résultats de leurs efforts; depuis un an, vous n'avez cessé de les soutenir; ils vous en expriment aujourd'hui leur gratitude.

En saluant MM. les représentants des autorités allemandes qui viendront dans quelques jours visiter cette Exposition, je rappellerai que, si c'est la première fois que nous avons l'honneur de les recevoir, ils connaissent déjà notre maison : au mois d'août dernier, l'Etat-Major de direction du Commandement militaire a renoué des relations qui remontaient à plus de cent trente ans entre notre société et les fondeurs d'acier de la Ruhr et de la Sarre.

En facilitant la continuation de l'œuvre que la Société d'Encouragement a poursuivie pendant près d'un siècle et demi à travers tant de régimes, de révolutions et de guerres, on savait que chez elle survivait non seulement l'esprit français, mais l'esprit européen de son impérial fondateur.

En 1801, la Société d'Encouragement réunissait, pour la reconstruction de la France, les Sciences chimiques, physiques, mécaniques, économiques, le Commerce, l'Industrie, l'Agriculture, la Construction et les Beaux-Arts.

En 1940, le Maréchal Pétain, dès qu'il eut affirmé que la France trouverait son avenir dans la restauration de son agriculture et de ses industries de qualité, appela l'un des membres de notre bureau, M. Caziot, à réaliser la première partie de ce programme.

Pour la seconde, la restauration des industries de qualité, notre route était toute tracée.

C'est pourquoi nous avons accueilli l'Institut de Recherche et de Coordination artistiques et techniques, l'IRCAT, qui, par son titre, par ses attaches avec les Directions des Beaux-Arts et de l'Enseignement technique, avec le Conservatoire national des Arts et Métiers, s'était fait, dès 1937, le champion de la qualité française, qualité de la conception, qualité de la matière, qualité de l'exécution.

Nous félicitons M. Hautecœur, secrétaire général des Beaux-Arts, président de l'IRCAT, d'avoir fait apparaître l'esprit de cette qualité dans des spécimens des objets les plus divers, en réunissant aux œuvres d'une élite d'architectes, d'ingénieurs, d'industriels, d'artistes, d'artisans et d'ouvriers, l'importante contribution des Secrétariats d'Etat au Travail, aux Communications et à l'Education nationale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Esprit de laboratoire, mot cher à l'IRCAT, parce qu'il signifie travail et qu'il ne lui manque qu'un préfixe pour devenir travail en commun, collaboration.

La Société d'Encouragement souhaite qu'après cette exposition, l'IRCAT, étendant son titre, Recherche et Coordination, au delà du cadre national, puisse, avec l'appui du Secrétariat d'Etat à l'Education nationale et à la Jeunesse et des autres départements ministériels représentés ici, préparer une manifestation plus importante qui montrerait cette collaboration européenne dans tous les domaines, spirituel, matériel, social.

Dans ce but, la Société d'Encouragement a organisé, avec le concours de la Société des Ingénieurs civils de France et de la Société de Chimie industrielle, des conférences qui, faisant le commentaire de cette exposition, pourront fournir l'occasion de prises de contacts et d'échanges de vues.

Une élite de Français est réunie ici.

Nous espérons qu'elle pourra entrer en rapports avec une élite d'allemands et qu'une collaboration effective pourra s'établir : c'est la manière objective dont nous concevons la tâche à accomplir pour répondre au dernier vœu exprimé par le maréchal Pétain, en faveur de l'espoir d'une Europe réconciliée.

Allocution de M. Lamblin.

Monsieur l'Ambassadeur,
Messieurs,

En vous exprimant notre gratitude pour avoir bien voulu, par votre présence à cette inauguration, apporter à nos efforts une consécration précieuse, je suis sûr d'interpréter fidèlement les sentiments de M. Hautecœur, secrétaire général des Beaux-Arts, président du Conseil d'administration de l'IRCAT.

Je dois aussi vous faire part du regret qu'il éprouve à être en ce moment retenu loin de Paris par les devoirs de sa charge, regret d'autant plus vif que, connaissant l'ampleur de la participation de plusieurs grands départements ministériels, il aurait voulu s'acquitter lui-même du soin de les en remercier.

M. Luc, directeur général de l'Enseignement technique, à qui il a été également impossible de venir parmi nous, aurait, lui aussi, été heureux d'attester cette coopération entre nos deux Enseignements dont la fondation de l'IRCAT en 1937 fut une des manifestations principales.

Pour cette fondation, à laquelle, comme nous, tout l'Enseignement technique, et notamment le Conservatoire national des Arts et Métiers que représente aujourd'hui M. Ragey, n'a cessé de s'intéresser, la Fédération des Sociétés françaises de Propagande et d'Enseignement artistiques et techniques apporta, de son côté, les activités variées de ses groupements d'artistes, d'industriels, d'ingénieurs, d'artisans.

C'est donc une œuvre collective, à la fois publique et privée, qui vous est présentée.

Mon cher Président,

Dans la généreuse hospitalité et dans la collaboration qui nous ont été accordées ici, je vois le témoignage d'une harmonie foncière entre l'esprit moderne qui a inspiré la constitution de l'IRCAT et l'éminente tradition dont les continuateurs nous accueillent aujourd'hui.

Aussi, nos remerciements s'accompagnent-ils de la fierté de présenter dans votre hôtel un ensemble soumis à une diligente sélection, où les exposants ont traduit cet esprit en des ouvrages magnifiques.

Mais je n'aurais garde d'oublier que le président de la Société d'Encouragement est aussi le vice-président délégué de l'IRCAT et que l'inauguration d'aujourd'hui est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'aboutissement d'une œuvre qui, depuis ses plus lointaines origines, est essentiellement vôtre.

A cette œuvre, nous sommes tous profondément attachés. C'est pourquoi, devant cette réussite où l'on trouve diversité et harmonie à la fois, je ne veux pas seulement rendre hommage à l'énergie avec laquelle vous avez traduit en réalité les conceptions qui inspirent votre enseignement et votre action. Je veux aussi exprimer le désir et le ferme espoir de voir s'accomplir le plus tôt possible le programme que vous venez de définir, et auquel se rallient d'ores et déjà tous ceux qui, groupés autour de vous, ont mis au service de l'œuvre commune leur goût, leur savoir et une ferme volonté de travail.

A cet effort, M. de Brinon, dans sa réponse, apporta le témoignage suivant :

« Nulle part je ne me sens mieux qu'ici dans l'esprit de la mission que m'a confiée le Maréchal Pétain, chef de l'État français. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LES POMPES A CHALEUR APPLIQUÉES A L'INDUSTRIE ET AU CHAUFFAGE URBAIN

par Frédéric PERSONNE.

Ingénieur diplomé de l'Association française du Froid
Ancien Elève diplômé du Conservatoire National des Arts et Métiers.

Conçues par Lord Kelvin, les « pompes à chaleur » remontent les calories de la source froide à la source chaude d'un cycle frigorifique, en vue de les rendre propres à des chauffages modérés, tels que ceux des locaux habités. Leur principe a été l'objet d'une abondante littérature; mais les tentatives de réalisation n'ont pas encore abouti à l'application massive qu'on en pouvait espérer.

Une idée aussi séduisante, aussi riche de possibilités, ne saurait cependant être abandonnée sans appel. Le succès semble, pour une bonne part, lié à un meilleur aménagement des détails. C'est dans cet esprit que M. Personne s'est attaché à « repenser » la solution par machines à compression d'un fluide autre que l'air.

Parmi les suggestions qu'il apporte, les unes concernent soit le relèvement de la température chaude, grâce au choix judicieux du fluide (lequel doit offrir une forte atomicité), soit la récupération mécanique partielle de sa chaleur au sortir du condenseur, grâce à l'emploi d'un fluide auxiliaire (vaporisé, puis détendu dans un moteur); d'autres concernent l'adaptation des matériels existants : compresseurs centrifuges et à pistons, congélateur de M. G. Claude — utilisé ici comme évaporateur —, accumulateurs de chaleur, etc....

M. VÉRON.

INTRODUCTION.

Notre génération assiste à la substitution progressive de l'énergie hydraulique à l'énergie des combustibles pour les applications terrestres et il y a intérêt à capter les sources d'énergie d'un caractère permanent que constituent les chutes d'eau et même les marées partout où elles s'offrent dans des conditions favorables afin d'économiser les sources d'énergie calorifiques, qui, contrairement aux sources d'énergie hydraulique, ne se reconstituent pas [1].

Pour pousser plus loin l'économie des sources d'énergie calorifique, il y aurait même intérêt à utiliser pour le chauffage des locaux habités, l'énergie électrique transportée à des distances plus ou moins grandes et provenant des sources d'énergie hydraulique.

D'autre part, dans certaines industries : les industries chimiques, textiles, sucrières, de la fabrication du papier, dans les grandes blanchisseries et les grandes teintureries, on a besoin de fortes quantités de vapeur d'eau dont la température d'utilisation n'est que de l'ordre de 100° à 150° C. Si ces industries sont installées dans des régions où l'on dispose d'énergie hydraulique en abondance, il est intéressant d'utiliser cette énergie pour obtenir cette vapeur en passant par l'intermédiaire de l'énergie électrique. Il existe d'ailleurs des usines

(1) M. Rateau avait fait une semblable remarque dans la préface de l'ouvrage suivant : Turbines hydrauliques par A. Rateau, D. Eydoux et M. Gariel. Librairie Baillière, 1926.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et particulièrement des papeteries dans la région des Alpes qui emploient des chaudières électriques.

Mais avec les radiateurs électriques utilisés pour le chauffage des locaux habités et avec les chaudières électriques, en admettant que ces appareils soient parfaits, on ne peut obtenir qu'une calorie par 4180 joules, soit une calorie par 426 kgm. Il y aurait donc intérêt, lorsqu'on désire obtenir de la chaleur à l'aide de courant électrique *d'origine hydraulique*, à utiliser les pompes à chaleur qui permettent d'obtenir notablement plus d'une calorie par 426 kgm.

Généralités

On sait que les pompes à chaleur sont des machines analogues aux machines frigorifiques mais qui fonctionnent à des températures plus élevées et dont la source de chaleur utile est la source chaude au lieu de la source froide [1].

On a tendance à croire que les machines frigorifiques sont utilisables comme pompes à chaleur mais en réalité, a cause des différences de températures mises en jeu dans les deux sortes de machines, il n'en est généralement pas ainsi. Les pompes à chaleur doivent être étudiées spécialement pour leurs conditions particulières de fonctionnement et les fluides qui évoluent habituellement dans les machines frigorifiques ne leur conviennent pas dès que les températures sont quelque peu élevées.

D'après une étude que nous avons publiée en partie dans la Revue Générale du Froid et en partie dans la Revue « Froid » [2] les fluides connus qui conviendraient le mieux sont :

le tétrachlorure de carbone CCl^4 ;

le trichloromonofluorométhane ou fréon 11, $CFCl^3$;

le sulfure de carbone CS^2

et l'eau H^2O.

On peut aussi envisager l'emploi du chlorure de méthyle CH^1Cl et du chlorure de méthylène CH^2Cl mais ces fluides ne sont utilisables que pour obtenir de l'eau chaude au-dessous de 100° C., tandis que les trois premiers fluides cités permettent d'obtenir de la chaleur dans de bonnes conditions à une température de l'ordre de 120° C. Quant à la vapeur d'eau, elle pourrait bien être utilisée directement dans les machines, mais comme nous l'avons indiqué dans un précédent article [3], cette vapeur ne serait utilisable aux basses pressions des évaporateurs que dans des compresseurs centrifuges de grandes dimensions et d'une construction spéciale coûteuse qu'il faudrait mettre au point. A la pression des condenseurs, la vapeur d'eau, au contraire est facilement utilisable dans des compresseurs à pistons, ou, pour les grandes puissances, dans des compresseurs centrifuges de construction courante. Aussi lorsque l'on a besoin de vapeur d'eau à des températures comprises entre 120 et 150° C. il est recommandable d'utiliser

(1) Les Pompes à chaleur ont déjà fait autrefois, l'objet d'études et même quelques applications. Voir à ce sujet un article de l'auteur concernant les Anciens Travaux sur les Pompes à chaleur Revue Générale du Froid, mai 1938.

(2) Etude sur l'emploi des fluides utilisables dans les machines frigorifiques et les pompes à chaleur. Revue Générale du Froid nos 4-5 d'avril-mai 1940 et nos 6-7-8 de juin à décembre 1940; Froid n° 1, juin 1941, n° 2, juillet 1941, n° 3, août 1941 et n° 4, septembre 1941.

(3) Etude sur les Possibilités de Réalisation des Compresseurs centrifuges à vapeur d'eau. Revue Générale du Froid, août, septembre, octobre et novembre 1936.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux machines combinées, la première fonctionnant avec du tétrachlorure de carbone, du trichloromonofluorométhane ou du sulfure de carbone et la seconde fonctionnant avec de la vapeur d'eau. Le condenseur de la première machine jouerait le rôle d'évaporateur pour la seconde.

Le chauffage par pompe a chaleur des locaux habités.

Dans les grandes villes qui reçoivent du courant électrique provenant de centrales thermo-électriques installées dans leur voisinage, le procédé le plus moderne et le plus rationnel de chauffage des locaux habités consiste à amener de la vapeur à chaque immeuble par une installation de chauffage urbain desservie par les centrales, la production de chaleur étant alors combinée avec celle d'énergie électrique avec utilisation de chaudières à très hautes pressions et de turbines à vapeur à soutirage où à contre-pression; dans ce cas la pompe à chaleur ne présente aucun intérêt si les besoins de chaleur correspondent à ceux d'énergie électrique[1].

Il en est tout autrement avec l'utilisation de centrales hydro-électriques mais pour chauffer les locaux des villes desservies par l'énergie obtenue dans ces centrales, doit-on installer de petites pompes à chaleur dans chaque appartement, de moyennes pompes à chaleur dans chaque immeuble, ou avoir recours à de grosses pompes à chaleur pour desservir des groupes d'immeubles[2]?

Il est impossible d'amener à des conditions avantageuses dans de nombreux immeubles éloignés de cours d'eau, les énormes quantités d'eau devant circuler dans les évaporateurs et dans lesquelles doit être puisée la chaleur dont on a besoin; une installation de distribution d'eau de rivière pour les évaporateurs serait beaucoup plus importante qu'une installation de distribution d'eau chaude ou de vapeur pour le chauffage de ces immeubles; de plus l'évacuation de la glace qui serait produite en grande quantité par les évaporateurs pendant les périodes de grands froids serait malaisée et par suite onéreuse[3].

Il est donc tout indiqué de grouper des puissantes pompes à chaleur dans des centrales électro-thermiques installées au bord de cours d'eau et de distribuer la chaleur aux immeubles par une installation de chauffage urbain.

Nous allons examiner les particularités que présenteraient les pompes à chaleur pour l'industrie et pour les installations de chauffage urbain.

(1) Dans le cas où les besoins de chaleur sont supérieurs, il peut être intéressant de combiner des chaudières, des machines à vapeur et des pompes à chaleur. M. Ghilardi a conçu récemment des usines géothermiques dans lesquelles on utiliserait une telle combinaison. Ces usines feront prochainement l'objet d'articles de revue de M. Ghilardi et de l'auteur de la présente note.

(2) Nous avons développé cette question dans un article de la Rev. Gén. du Froid et dans une communication faite à l'Association des Ingénieurs de Chauffage et Ventilation, intitulés : Les Applications des Compresseurs centrifuges aux Pompes à chaleur et à la distribution à domicile de la Chaleur et du Froid. Voir le bulletin de cette association, septembre et octobre 1936 et la Rev. Gén. du Froid, octobre, novembre et décembre 1935.

(3) Pour obvier à cet inconvénient on peut remplacer l'eau de rivière par de l'air atmosphérique, mais on est conduit naturellement à utiliser des machines à air, qui dans l'industrie frigorifique n'ont jamais donné des rendements thermiques aussi élevés que les machines à compression utilisant des liquides volatils.

M. Lebre a conçu toutefois une intéressante machine à air susceptible de donner un bon rendement, mais qui est d'une réalisation difficile et qui, à notre connaissance n'a pas reçu d'application. Voir le bul. de la Sté des Ing. civils, mai 1927.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les évaporateurs.

La température de l'eau des fleuves et rivières dans la période d'hiver, pendant laquelle les locaux sont chauffés, varie de 0 à 16° C. environ. Quand la température est assez élevée il suffit de faire circuler de l'eau dans les évaporateurs, mais quand elle descend au-dessous de 3 ou 4° C., il est nécessaire de fabriquer de la glace dans ces appareils, car la température du fluide qui se vaporise et qui est nécessairement inférieure de quelques degrés à celle de l'eau descend au-dessous de 0°.

Il existe un appareil qui, avec quelques modifications remplirait les deux conditions précédentes; c'est le congélateur imaginé par M. Georges Claude et qui avait été monté sur son bateau-usine « La Tunisie »[1].

Cet appareil comportait une virole cylindrique fermée aux extrémités de deux plaques tubulaires en acier fortement entretoisées. Dans ces plaques étaient dudgeonnés de nombreux tubes tronconiques de 1,40 m de longueur, 24 mm de diamètre dans le bas et 30 mm dans le haut, dans lesquels l'eau devait se congeler. Des bouchons en bois enfoncés à force fermaient le bas de chacun de ces tubes.

Pour utiliser cet appareil comme évaporateur de pompe à chaleur, il faudrait que les tubes tronconiques soient ouverts à leurs deux extrémités afin que l'eau puisse y circuler librement de bas en haut. La circulation de l'eau devrait être assurée par des pompes centrifuges et l'installation devrait être réalisée pour que ces pompes n'aient qu'à vaincre la résistance du circuit afin de réduire la puissance qu'elles absorberaient au strict minimum.

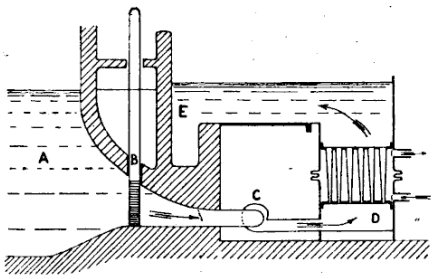


Fig. 1. — Schéma d'installation d'un évaporateur de pompe à chaleur. — A. Cours d'eau dans lequel est prélevée l'eau de circulation. — B. Grille filtrante de protection. — C. Pompe de circulation. — D. Évaporateur. — E. Canal d'évacuation des eaux refroidies et des particules de glace.

Les évaporateurs devraient être au-dessous du niveau de la rivière, de façon que l'eau qui les aurait traversés ou les cierges de glace qui s'y seraient formés puissent s'écouler d'eux-mêmes à la rivière. Le démoulage des cierges de glace serait obtenu en envoyant autour des tubes des évaporateurs, de la vapeur chaude venant du condenseur, et les cierges démoulés seraient entraînés par l'eau de circulation. Pour que le fonctionnement ne soit pas discontinu, il faudrait avoir recours à plusieurs évaporateurs par machine par exemple quatre.

La figure 1 donne le schéma et la disposition générale d'un évaporateur de pompe à chaleur.

Les compresseurs et les détendeurs.

Suivant la puissance de la machine, la nature du fluide calorifique et le genre de machine motrice employée, cette dernière pouvant être un moteur électrique

(1) Voir une conférence de M. Georges Claude publiée dans Chaleur et Industrie, août 1934.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou un moteur hydraulique [1], on aura recours à des compresseurs à pistons ou à des turbocompresseurs du type centrifuge.

Dans l'industrie, on emploiera soit des compresseurs à pistons fonctionnant avec du $CFCl^3$ ou du CS^2, soit des compresseurs centrifuges fonctionnant avec du CCl^4, ces compresseurs pouvant être combinés avec des compresseurs à vapeur

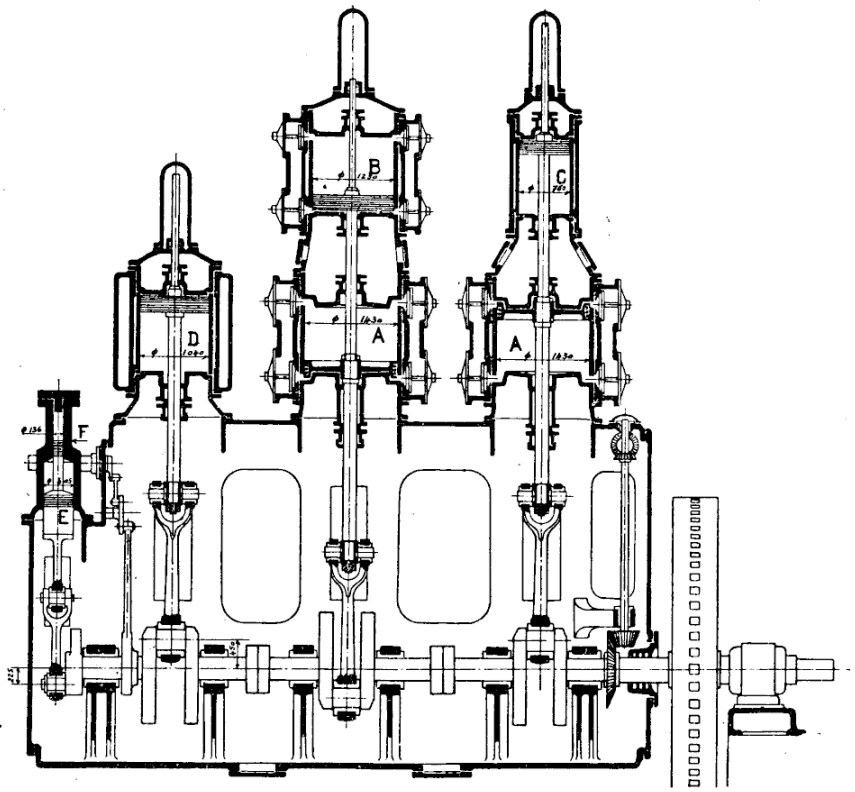


Fig. 2. — Projet d'un compresseur à $CFCl^3$ combiné avec un compresseur à vapeur d'eau et un moteur de récupération du travail de détente à CO^2. Coupe longitudinale sur l'ensemble de la machine. — A. Cylindres BP. — B. Cylindre MP. — C. Cyliudre HP. — D. Cylindre à vapeur d'eau. — E. Cylindre moteur à CO^2. — F. Pompe alimentaire à CO^2.

d'eau à pistons. Les compresseurs à pistons à $CFCl^3$ et à CS^2 comprendraient plusieurs étages de pression et les compresseurs à vapeur d'eau n'en comprendraient qu'un.

Pour les centrales électro-thermiques destinées à alimenter des réseaux de chauffage urbain, les machines obligatoirement très puissantes seraient des compresseurs centrifuges fonctionnant au CCl^4, au $CFCl^3$ ou au CS^2, divisés le plus souvent en plusieurs corps, dont la disposition d'ensemble rappellerait

(1) Ce dernier moteur peut être utilisé quand la situation favorable de l'usine productrice d'énergie, permet d'éviter l'intermédiaire de l'électricité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

beaucoup celle des grandes turbines à vapeur modernes et dont le flux de vapeur aspiré par le premier corps serait divisé en deux ou quatre parties.

Pour les réseaux de chauffage à eau chaude, ces machines seraient employées seules, mais pour les réseaux de chauffage à vapeur dont la pression pourrait atteindre, mais ne pas dépasser autant que possible 5 ou 6 kg abs. par cm^2, elles seraient combinées avec des compresseurs à vapeur d'eau du type à pistons jusqu'à une puissance calorifique de vingt millions de calories par heure et du type centrifuge au-dessus.

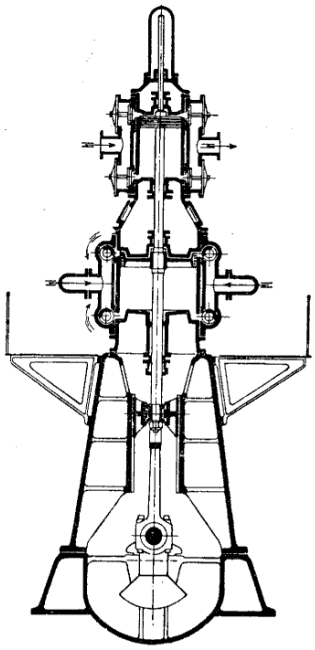


Fig. 3. — Coupe transversale sur le cylindre HP et l'un des cylindres BP du compresseur à $CFCl^3$ de la fig. 2.

Pour conserver le meilleur rendement possible aux machines à tout instant, nous avons prévu l'emploi de compresseurs auxiliaires. En principe, pour toutes les applications, ces appareils seraient du type centrifuge à un seul étage en raison du poids spécifique relativement faible des vapeurs aspirées, et ils ne seraient mis en route que lorsqu'il serait nécessaire de faire de la glace à l'évaporateur, à cause des grands froids. Ces compresseurs aspireraient la vapeur à la température de — 6° à l'évaporateur et la refouleraient dans les compresseurs principaux, ces derniers étant établis pour aspirer de la vapeur à + 5° à l'évaporateur. Un système de tuyauterie avec vannes permettrait de diriger le flux de vapeur, soit vers le compresseur principal, soit vers le compresseur auxiliaire.

Quand il n'est pas possible de refroidir suffisamment le liquide qui doit se rendre du condenseur à l'évaporateur, il est recommandable de récupérer le travail de détente afin d'accroître le rendement thermique.

Le fluide qui se détend du condenseur à l'évaporateur est à l'état de mélange de liquide et de vapeur ce qui rend difficile la réalisation d'un moteur de récupération du travail de détente ayant un fonctionnement convenable et un bon rendement. Pour remédier à cet inconvénient, nous avons exposé en détails, dans notre étude sur les fluides utilisables citée précédemment et publiée par la Revue Générale du Froid et la revue « Froid », un procédé consistant à employer un fluide judicieusement choisi, du CO^2, par exemple, qui ne se détendrait qu'à l'état de gaz et de vapeur surchauffée. La chaleur de refroidissement du liquide calorifique devant passer du condenseur à l'évaporateur serait communiquée à ce fluide qui évoluerait au-dessus du point critique à la source chaude et au-dessous à la source froide.

Le moteur-détendeur serait une véritable machine à vapeur de CO^2 comprenant un évaporateur ou chaudière sans foyer, un cylindre moteur, une pompe alimentaire et un condenseur. Ce moteur pourrait être accouplé au compresseur principal ou être indépendant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NATURE DE LA VAPEUR COMPRIMÉE		$CFCl^3$	H^2O	CS^2	H^2O
Température de la vapeur à l'évaporateur.	degrés	5	105	5	105
Température de la vapeur au condenseur.	»	120	150	120	150
Puissance calorifique.	cal/h.	2 500 000	2 660 000	2 500 000	2 660 000
Puissance absorbée par le compresseur.	ch.	2 040	585	1850	585
Puissance absorbée par la pompe des évaporateurs.	»	25			25
Puissance récupérée par le détendeur.	»	240		105	
Rendement thermique		2,16	1,74	2,25	1,79
Rapport du rendement thermique à celui du cycle de Carnot . . .		0,632	0,596	0,660	0,614

TABLEAU I.

NATURE DE LA VAPEUR COMPRIMÉE		CCl^4	$CFCl^3$	CS^2	H^2O
Nature du fluide véhiculant la chaleur		eau chaude	eau chaude	vap. d'eau à 105°	vap. d'eau à 150°
Température de la vapeur à l'évaporateur.	degrés C	+5 ou —6	+5 ou —6	+5 ou —6	105
Température de la vapeur au condenseur.	»	120	120	120	150
Puissance calorifique.	cal/h.	7 000 000	18 700 000	20 000 000	25 000 000
Puissance absorbée par le compresseur principal	ch.	4 600	12 500	14 500	5 300
Puissance absorbée par le compresseur auxiliaire.	»	480	1 300	1 500	
Puissance absorbée par la pompe des évaporateurs.	»	50	130	150	
Puissance absorbée par les pompes à eau chaude	»	230	600		
Puissance récupérée par le détendeur	»			750	
Rendement thermique sans compresseur auxiliaire.	(1)	2,26	2,24	2,28	2,06
Rendement thermique avec compresseur auxiliaire.		2,05	2,04	2,06	1,91
Rapport du rendement thermique à celui du cycle de Carnot . . .		0,66	0,655	0,665	0,705

TABLEAU II.

(1) Pour des groupes d'immeubles neufs avec des installations de chauffage par l'eau chaude à basse température, ce rendement thermique pourrait être porté à 3.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

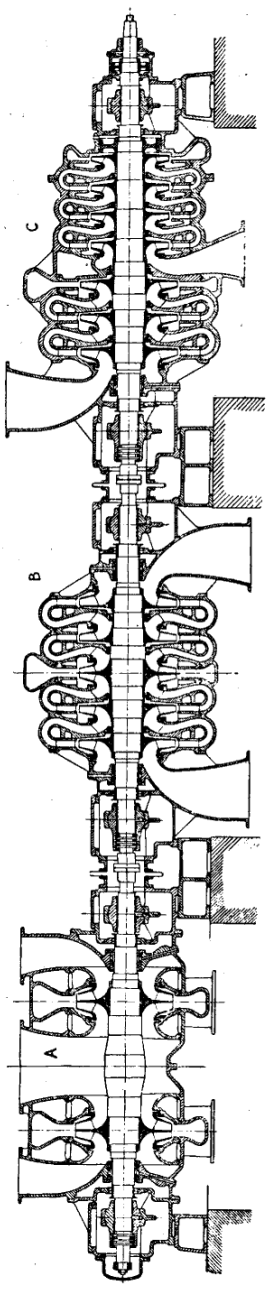


Fig. 4. — Projet de compresseur centrifuge à CS^2 d'une puissance calorifique de 20 000 000 cal. par h. Coupe longitudinale sur l'ensemble de la machine. — A. Corps BP à quadruple aspiration. — B. Corps MP à double aspiration. — C. Corps HP à aspiration simple.

Nous avons déterminé les caractéristiques de deux pompes à chaleur avec compresseurs à pistons à $CFCl^3$ et à CS^2 pouvant être employés seuls pour obtenir de la vapeur d'eau à 105°, ou combinés avec des compresseurs à H^2O pour obtenir de la vapeur d'eau à 150°. Ces caractéristiques sont données dans le tableau I; les rendements thermiques indiqués dans les colonnes des machines à H^2O se rapportent aux deux compresseurs combinés.

Les figures 1 et 2 se rapportent au compresseur à $CFCl^3$ combiné avec un compresseur à H^2O et un moteur de récupération du travail de détente à CO^2; cette machine a été étudiée pour être accouplée à un moteur électrique synchrone pour courant alternatif 50 périodes par seconde et animé d'une vitesse de rotation de 93 tours 3/4 par minute. La compression du $CFCl^3$ se fait en trois étages, l'étage BP étant dédoublé; l'admission de vapeur dans les cylindres BP est réglée par des tiroirs rotatifs. Pour le refoulement de ces cylindres ainsi que pour l'aspiration et le refoulement des autres cylindres il est prévu des soupapes automatiques.

Nous avons déterminé également les caractéristiques de pompes à chaleur avec compresseurs centrifuges à CCl^4, à $CFCl^3$ et à CS^2 pour le chauffage de groupes d'immeubles. Ces compresseurs pourraient être employés directement à produire de l'eau chaude à une température d'environ 100°, ou être combinés avec des compresseurs à vapeur d'eau pour obtenir cette vapeur à la pression de 5 kg. abs. par cm^2 (température d'environ 150° C.). Ces caractéristiques sont données dans le tableau II qui renferme également celles des compresseurs auxiliaires et celle d'un compresseur à H^2O combiné avec le compresseur à CS^2; dans ce dernier cas toute la chaleur de la vapeur d'eau a été considérée comme utilisable.

Tous les compresseurs précédents auraient des grandes roues à aubes d'un même diamètre de 1,200 m et sont prévus pour être accouplés à des moteurs asynchrones animés d'une vitesse de rotation de 2 950 tours par minute. La figure 4 représente une coupe longitudinale sur le compresseur à CS^2 qui comprend 3 corps, le corps BP à un seul étage de pression et quadruple

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aspiration, le corps MP à trois étages de pression et double aspiration et le corps HP à sept étages et aspiration simple. Le compresseur à CCl^4 aurait une disposition analogue, mais le corps MP n'aurait que deux étages et le corps BP, quatre étages. Le compresseur à $CFCl^3$ n'aurait que deux corps ayant respectivement deux et quatre étages de pression avec double et simple aspirations.

POMPES A CHALEUR ET ACCUMULATEURS DE CHALEUR.

Malgré l'économie d'énergie qu'elles peuvent procurer, on reproche parfois aux pompes à chaleur, à cause de leur complexité, d'être trop coûteuses pour être intéressantes; mais l'emploi des pompes à chaleur permet de réduire le nombre et la puissance des machines productrices d'énergie qui leur correspondent et l'économie réalisée ainsi compense largement la dépense supplémentaire. Par exemple une centrale électro-thermique avec pompe à chaleur ayant un rendement thermique de 2, peut permettre la suppression d'une centrale hydro-électrique entière et de sa ligne de transport d'énergie, ces dernières étant plus coûteuses que la centrale électro-thermique.

On peut même envisager d'éviter l'emploi de centrales hydro-électriques de chauffage en combinant les pompes à chaleur avec les accumulateurs de chaleur qui permettraient d'avoir recours pour la production de chaleur à des centrales destinées normalement à d'autres usages (éclairage, force motrice, etc.). Les accumulateurs emmagasineraient de la chaleur pendant les heures de faible demande d'énergie électrique, chaleur qui serait envoyée dans le réseau de chauffage pendant les heures de pointe.

Ces diverses considérations montrent qu'avec les pompes à chaleur, il serait possible de produire l'unité de chaleur dans des conditions plus intéressantes que la calorie électrique la plus avantageuse.

F. PERSONNE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LA NORMALISATION

Journée d'études et de propagande

organisée par le Comité national de l'Organisation française (C. N. O. F.) et l'Association française de Normalisation (A. F. N. O. R.) le 21 décembre 1939.

par M. R. LELONG,

membre du Conseil de la Société d'Encouragement, ancien président du Comité national de l'Organisation française.

La normalisation est à l'ordre du jour.

Dans une conférence faite le 10 novembre 1939 à la Société des Ingénieurs civils, M. LHOSTE, Directeur général de l'AFNOR, a démontré en termes irréfutables qu'elle est devenue dans l'économie moderne une nécessité, car elle n'est qu'un moyen dont le but est l'augmentation de la production et la diminution des prix de revient, sans imposer de restriction illégitime au goût de la clientèle.

A vrai dire, personne n'en doutait dans les milieux avertis; mais, en pareille matière, l'adhésion des spécialistes ne saurait suffire. Les normes les mieux établies ne sont efficaces que dans la mesure où les producteurs les utilisent et où le consommateur les accepte. La question relève donc de l'opinion publique tout entière.

Or, tout au moins jusqu'à une date récente, le public français a manifesté vis-à-vis de la normalisation une prévention tenace, inspirée surtout par la crainte de nuire à la variété justement réputée de la production française. Les progrès de la normalisation ont subi, de ce fait, dans notre pays, un retard incontestable.

Sans doute la question s'est éclaircie et, grâce à l'activité déployée par l'AFNOR, on rattrape progressivement le temps perdu; mais, pour obtenir une pleine efficacité, il est nécessaire d'intensifier la propagande.

C'est dans ce but que le C. N. O. F. a organisé le 21 décembre 1939, de concert avec l'AFNOR, une Journée d'Études et de Propagande de la Normalisation.

Informer tous les intéressés, exprimer tous les points de vue et tous les aspects du problème, discuter librement, tel fut le triple objet de cette journée. L'AFNOR lui a apporté le concours de ses éminents techniciens.

De ces débats, s'est dégagée l'impression unanime que la normalisation est plus nécessaire que jamais et que chacun, suivant la place qu'il occupe, aussi bien comme consommateur que comme producteur, doit contribuer dans la mesure de ses moyens à accélérer ses progrès.

Le but de cet article est de faire ressortir cette conclusion et de dégager de la discussion les éléments d'information susceptibles d'éclairer l'opinion.

Nous débuterons par un exposé d'ensemble définissant la normalisation et justifiant ses avantages. Nous reproduirons ensuite, sous la signature de leurs auteurs, les extraits les plus caractéristiques des rapports présentés, en vue de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dégager les aspects divers de la normalisation, les résultats obtenus et les moyens à mettre en œuvre pour améliorer et accélérer l'utilisation des normes. Nous terminerons par une conclusion générale faisant ressortir le caractère universel de la normalisation et l'importance du rôle qu'elle est appelée à jouer dans le redressement du pays.

I. — Définition de la normalisation.

La normalisation d'aujourd'hui consiste en premier lieu en une définition des unités.

Cette remarque fondamentale, faite par M. Caquot au cours de la Journée d'Études et dont on trouvera le développement plus loin, nous servira de point de départ pour définir la normalisation elle-même.

Il n'existe pas en effet de définition scientifique de la normalisation.

Les meilleures définitions, telles que celle qui a été donnée par la Chambre de Commerce de Paris, et qui résume les opérations effectuées par l'Afnor, décrivent ses manifestations essentielles et font ressortir les avantages qu'on en tire. Elles sont conçues suivant la méthode des dictionnaires, et tout particulièrement du *Dictionnaire de l'Académie*, qui se bornent à enregistrer les conceptions consacrées par l'usage en n'opposant qu'une molle résistance à une évolution considérée comme inévitable.

Cette formule convient parfaitement pour le langage courant, mais le vocabulaire scientifique ne peut s'en contenter. La définition scientifique prétend fixer définitivement le sens des mots dans l'espace et dans le temps. C'est la condition nécessaire pour la clarté du raisonnement et la précision des lois qui en découlent, lois fondées sur des constatations objectives interprétées suivant les principes universels et éternels de la raison humaine.

Il faut, en outre, que le sens des mots soit nettement délimité pour permettre de remonter des effets aux causes. Il ne suffit pas de dire que la normalisation spécifie, unifie et simplifie, il faut expliquer pourquoi et comment.

La définition scientifique comporte donc une convention rationnelle et obligatoire, c'est une *loi rationnelle*, c'est-à-dire une *norme*.

Le plus bel exemple est celui du système métrique, particulièrement hardi pour l'époque; car il créait des mots, n'hésitant pas à associer dans « centimètre » une racine latine et une racine grecque; ce qui était tout à fait contraire à l'usage.

Mais la définition scientifique peut parfaitement s'appliquer à un mot créé par l'usage, à la condition d'en approfondir le sens et d'en définir les contours. C'est ce que nous allons chercher à faire pour la normalisation.

Relation entre la normalisation et l'organisation. — Du fait qu'elle vise essentiellement à améliorer le rendement de la production, la normalisation s'attaque aux mêmes problèmes que l'organisation scientifique du travail qui a été ainsi définie par le Comité international d'Organisation scientifique :

L'organisation scientifique du travail est l'ensemble des activités coordonnées qui ont pour but d'établir et de maintenir l'aménagement optimum du travail dans toute entreprise, dans tout service ou administration, publics ou privés, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui sont basées sur des principes et méthodes résultant d'une recherche scientifique.

Cette définition, très générale, comprend tous les problèmes intéressant l'aménagement du travail.

La normalisation n'est donc qu'une modalité de l'organisation. Pour distinguer les opérations qui lui sont propres, examinons sommairement comment procède l'organisation scientifique du travail.

Sa caractéristique fondamentale, tout le monde le sait, est d'opposer aux règles rigides transmises par la tradition, une revision continuelle des méthodes de travail, revision essentiellement rationnelle, mais qui doit être orientée suivant certaines lois fondamentales.

En premier lieu, toutes les questions qu'elle aborde posent sous les formes les plus variées un problème unique : « *harmoniser au mieux la spécification d'une tâche à accomplir, le délai d'exécution et le prix de revient* ».

Dans la pratique, la spécification et le délai constituent les obligations fondamentales de tout contrat, et le problème à résoudre par l'entreprise consiste à satisfaire à ces obligations avec le prix de revient minimum, sans toutefois réduire aucun pouvoir d'achat légitime ; ce qui ne peut se réaliser que par l'augmentation de la production individuelle, *seul critérium du progrès économique.*

On y parvient par la suppression des gestes inutiles, le développement de l'apprentissage, le perfectionnement de l'outillage et, finalement, par la division du travail entre des postes spécialisés.

Mais la division du travail implique en contre-partie, pour harmoniser les gestes dans l'espace et dans le temps, une coordination réglée par des ordres précis définissant à chaque instant la tâche dévolue à chaque poste.

Le type idéal à ce point de vue est la fourmilière ou la ruche, ateliers d'une régularité parfaite où règne une discipline implacable.

Mais l'harmonie ainsi établie suppose une parfaite stabilité de la production.

Tout changement apporté, soit dans les tâches à accomplir, soit dans les méthodes de travail, exige non seulement des frais d'études, mais des modifications d'outillage et des remaniements de personnel ; d'où une rupture dans l'harmonie établie qui se traduit d'abord par une augmentation de délai et de prix.

La création d'un type nouveau ou d'une méthode nouvelle ne constitue donc une amélioration pratique que si les avantages qu'on en attend compensent les dépréciations d'outillage qu'elle provoque et les rééducations qu'elle entraîne. D'où cette loi fondamentale :

« Le progrès ne se réalise pas par une évolution continue conduisant à une variété de types infinis. Il *procède par paliers* en passant brusquement d'un type réalisé à un type suffisamment différencié. »

Ces types, en nombre réduit, constituent les normes (lois rationnelles) qui simplifient et stabilisent le rythme de la production. On peut donc en déduire cette définition très générale de la normalisation :

« *La normalisation a pour but de régulariser le rythme de la production en substituant aux spécifications en nombre indéfini étudiées pour chacune des tâches, un nombre restreint de spécifications nettement définies, ne différant des précédentes que par des modifications rentrant dans la limite des approximations admissibles.* »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Finalement, la préparation du travail se décompose ainsi : la recherche scientifique crée les types et les méthodes; l'organisation les réalise; mais les dispositions nouvelles qu'elle introduit tendent à détruire du travail épargné. La normalisation intervient pour réduire au minimum les effets de cette destruction. Ainsi, la *normalisation régularise en utilisant au maximum le travail épargné* et c'est pourquoi, tout en précisant la définition de chaque type, elle diminue à la fois le délai d'exécution du travail et son prix de revient.

La normalisation a exercé ainsi une influence considérable sur l'organisation de la production à toutes les époques de l'histoire; mais il convient à ce point de vue de distinguer deux périodes :

La normalisation d'autrefois. — La première période est celle de l'artisanat, dans laquelle l'outillage ne représentait qu'une dépense en général insignifiante et où la partie précieuse du capital était l'apprentissage de l'artisan. Cet apprentissage entièrement empirique se transmettait de génération en génération de la façon la plus fidèle, assurant à la fois la stabilité des procédés de travail et la qualité des produits définis d'autre part par une réglementation assez étroite.

Il existait ainsi une normalisation de fait d'autant mieux respectée que le progrès technique était extrêmement lent. On produisait peu, car on n'utilisait guère que l'énergie humaine; mais on tirait le meilleur parti de cette énergie en ne laissant à l'artisan que la liberté de perfectionner l'exécution sans changer les procédés d'exécution.

Cette situation dura presque sans changement jusqu'à la fin du XVIII^e siècle.

La normalisation d'aujourd'hui. — Avec le XIX^e siècle, commença la production industrielle caractérisée par l'intervention de l'énergie thermique qui a permis d'augmenter la production individuelle dans une proportion considérable et sans cesse croissante; mais en imposant la constitution préalable d'un puissant outillage pour produire et utiliser cette énergie.

C'est le début de l'ère du machinisme qui a transformé de fond en comble la constitution des entreprises, en provoquant à l'origine des charges de capital très élevées qu'il est nécessaire d'amortir rapidement; car les conquêtes de la science qui ont déterminé cette transformation accélèrent sans cesse la marche du progrès; d'où la nécessité d'une production intensive pour abaisser effectivement les prix de revient. Telle est l'origine de la production en série qui se développe de plus en plus.

Mais les opérations susceptibles d'être traitées en série ne peuvent être exécutées économiquement que par des industries étroitement spécialisées desservant une très importante clientèle.

La division du travail déborde ainsi les cadres de chaque entreprise. Pour remplir son rôle régulateur, la normalisation doit étendre son champ d'action au cadre national tout entier en établissant des règles communes harmonisant l'ensemble de la production.

Ces règles ne peuvent se déduire automatiquement de considérations purement objectives. Elles sont nécessairement conventionnelles et doivent résulter d'un accord collectif homologué par un comité d'arbitrage. Tel est le rôle de la normalisation nationale qui peut se définir ainsi :

« *La normalisation nationale a pour objet de réduire le nombre des spécifica-*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tions techniques en établissant les règles communes conventionnelles nécessaires pour permettre à toutes les entreprises qui participent à une même production de la réaliser avec les meilleures garanties de qualité, de rapidité et de prix. »

Cette définition, qui complète la première, comprend toutes les normalisations effectuées sous la haute direction de l'AFNOR [1].

La caractéristique essentielle de la normalisation nationale est de fournir des règles précises que chaque entreprise peut appliquer en ignorant les autres. C'est pourquoi elles ne concernent que le produit. Elles se distinguent ainsi des ententes industrielles qui exigent des liaisons fréquentes. Mais ces ententes favorisent l'efficacité de la normalisation en alimentant de grosses commandes les industries travaillant en série. Ainsi la normalisation et l'organisation se prêtent un mutuel appui.

La normalisation nationale ressort ainsi comme une œuvre essentiellement collective qui exige le concours discipliné de tous les intéressés [2].

En outre, dans la plupart des entreprises, on fait nécessairement de la normalisation sans le savoir en constituant un assortiment d'outillage et un stock d'approvisionnement destiné à des productions variées dont on soumet ainsi la fabrication à des règles communes. Mais il est nécessaire d'aller plus loin et de normaliser systématiquement, non seulement les produits, mais les méthodes de travail et la comptabilité des prix de revient.

Normalisation des méthodes. — Le souci de perfectionnement que manifeste l'organisation scientifique du travail (O. S. T.) conduit à une variété de méthodes d'exécution qui, si l'on n'y prend pas garde, expose à tous les inconvénients auxquels la normalisation a précisément pour but de remédier.

C'est ainsi que des applications maladroites l'ont fait accuser d'augmenter les délais et les prix, alors que son rôle est au contraire de les réduire.

Une organisation normalisée comporte essentiellement l'étude préalable, c'est-à-dire en *dehors de l'action*, des méthodes d'exécution susceptibles d'être appliquées aux différentes tâches qu'on envisage. A l'heure de la décision, on choisit pour chaque commande la méthode qui s'y applique le mieux en n'y apportant que des retouches nécessaires.

Ce sont ces méthodes, en nombre limité, qui constituent les normes propres à l'entreprise.

On réalise ainsi la *préparation instantanée* du travail et on obtient pratiquement le meilleur prix de revient.

La normalisation apparaît ainsi comme le correctif indispensable de l'organisation créatrice.

(1) Ces opérations sont ainsi définies par la Chambre de Commerce de Paris :
1° fixer les caractères d'interchangeabilité qui permettent d'utiliser n'importe quel élément (lampe) dans n'importe quel ensemble (appareil d'éclairage) : c'est l'unification ;
2° supprimer ceux des modèles existants qui peuvent être remplacés sans inconvénient par un modèle voisin (on a conservé 17 modèles de fer en U contre 455 modèles existants) : c'est la simplification ;
3° définir les qualités que doivent présenter les produits (cahier des charges du zinc industriel) : c'est la spécification ;
4° vérifier par des procédés indiscutables que les produits possèdent les qualités requises (recueil des méthodes d'essais des produits métallurgiques) : c'est l'unification des méthodes d'essais.

(2) « L'union des cœurs » (Pierre NICOLAU).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Normalisation de la comptabilité. — Dans les entreprises affectées à des produits variés, la détermination des prix de revient rationnels comporte nécessairement l'emploi de coefficients de répartition multiples et variables qui compliquent incontestablement les comptes; mais on peut, sans altérer d'une façon fâcheuse la précision du résultat, simplifier notablement les écritures en faisant varier ces coefficients par paliers, dans l'espace et dans le temps par l'application des principes de la normalisation. La méthode normale consiste à faire à l'origine un choix rationnel des coefficients, à les calculer une première fois d'après une étude faite en dehors de l'action, et à ne les modifier que lorsque les conditions de la production ont suffisamment varié. On réalise ainsi avec le minimum de dépenses l'*établissement instantané* du prix de revient.

Cette normalisation indispensable est suffisante pour permettre à une entreprise de suivre son propre rendement. Mais, en raison des conventions arbitraires qu'elle comporte, elle ne permet de comparer les prix de revient de deux entreprises concurrentes que si ces conventions font l'objet d'une entente commune. D'où une véritable normalisation collective, mais qui, tout au moins dans l'état actuel des choses, se limite au *groupement syndical*. On connaît les efforts couronnés de succès entrepris à ce sujet par la CEGOS.

Normalisation des temps. — Une normalisation d'importance capitale mais d'une nature toute spéciale est celle des temps élémentaires. Elle a pour but d'apprécier le temps normal nécessaire à un ouvrier habile et actif pour exécuter chacune des opérations élémentaires courantes qu'on rencontre dans l'analyse du travail.

Mais rappelons que cette évaluation ne doit servir qu'à fixer une échelle de comparaison.

Le but à atteindre consiste à obtenir de l'ouvrier qu'il donne son plein effort. On ne peut y parvenir qu'avec son consentement, et il ne le donnera que si on ne lui demande ni un effort inutile, ni un effort dépassant ses moyens. L'étude des temps doit donc comporter trois phases : 1° simplification de la tâche; — 2° évaluation du temps normal; — 3° adaptation du temps aux dispositions personnelles de l'ouvrier [1].

Réponse aux adversaires de la normalisation. — Personne ne peut contester les progrès considérables que la normalisation a fait et fera certainement réaliser dans le domaine rationnel.

En ce qui concerne le domaine des aspirations sentimentales : variété, beauté, la normalisation rencontre beaucoup de sceptiques et même d'adversaires.

Il ne suffit pas de leur répondre que la normalisation pure s'interdit toute incursion dans ce domaine. Ce qu'ils craignent en réalité, c'est le retour de ces époques de décadence où l'imagination semble éteinte et où l'art s'immobilise dans des types supérieurs conquis pendant une époque d'ascension.

Cette stérilité apparaît au premier abord comme la conséquence d'une normalisation excessive et RENAN a pu écrire que la seule erreur des Grecs avait été d'imposer des règles à la beauté.

Mais, comme l'a fait observer M. CAQUOT, c'est la normalisation qui a permis de réaliser des chefs-d'œuvre comme le Parthénon et les cathédrales gothiques,

(1) Rappelons que le CNOF a établi depuis 1938 un bureau des *temps élémentaires* chargé d'établir des temps normaux, avec la collaboration d'industriels adhérents.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en débarrassant la pensée de l'artiste des détails normalisés et en lui permettant de porter son effort sur l'ensemble. Mais, l'harmonie d'ensemble une fois réalisée, l'art ne peut se renouveler que par d'autres points de départ et c'est ainsi que s'explique le renouvellement des styles.

On retrouve ici les deux manifestations opposées de la loi du moindre effort; la forme sublime qui épargne l'effort pour produire davantage et la force paresseuse qui se borne à ralentir l'effort. A la normalisation ascendante succède la normalisation stérile. Après l'esprit qui vivifie, la lettre qui tue.

Mais, au premier souffle créateur, la normalisation stérile s'évanouit et on voit reparaître les normes anciennes qui s'adaptent à des temps nouveaux et favorisent l'éclosion de nouveaux chefs-d'œuvre. C'est ainsi que l'art romain s'est construit sur des normes grecques. Lorsque la Renaissance a repris contact avec le monde antique, ce sont les mêmes normes qui ont servi de bases aux styles du XVI^e^ et du XVII^e^ siècle puis, brusquement, la vie facile de la Régence les abandonna pour les fantaisies du style rocaille; mais, de nouveau, les artistes les ramenèrent d'Italie et elles nous ont valu le style Louis XVI et le style empire. Ici la mystique du progrès qui se lève au XVIII^e^ siècle n'a pas laissé à la décadence le temps de s'insinuer entre deux styles et cette mystique ne fait que s'accroître depuis la Révolution industrielle du XIX^e^ siècle. Nous n'avons pas à craindre de tomber en sommeil, car, chaque progrès en amenant un autre, le monde poursuit une marche folle sous l'effet d'une liberté déréglée.

A ceux qui reprochent à la normalisation de restreindre la liberté, il suffit de répondre comme l'a déjà fait ici même M. ANDROUIN, que la liberté se définit par sa limitation et qu'une liberté sans limitation devient l'anarchie. Dans un monde étroitement solidarisé par la rapidité des communications, la véritable forme de la liberté est la discipline consentie. C'est le seul moyen d'échapper à la contrainte.

Rappelons donc avec M. CAQUOT que la normalisation existe partout où il y a un besoin d'ordre et d'économie et nous conclurons sans hésiter qu'elle est plus nécessaire que jamais.

II. — ASPECTS DIVERS DE LA NORMALISATION.

La normalisation régulateur de l'économie (M. Jean COUTROT). — Une des caractéristiques de la production moderne est l'allongement dans le temps et dans l'espace du cycle de production qui va de la matière première au produit fini et la multiplication des stades intermédiaires de transformation qui en résulte.

Allongement du cycle de production dans le temps; car il faut généralement plusieurs années pour que des usines projetées soient en mesure d'écouler sur le marché une production nouvelle. La conséquence en est que, lorsqu'une industrie prospère, on construit de toutes parts des usines supplémentaires tant que les prix restent hauts : dès que leur production arrive sur le marché, les prix s'abaissent de telle manière qu'on s'aperçoit que l'industrie est suréquipée. C'est ce qu'on a observé dans bien des cas, par exemple celui de la rayonne.

Etalement du cycle de la production dans l'espace; car à chaque stade de transformation, les stocks constituent un marché : les marchés métallurgiques et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mécaniques constituent une filière : marchés des minerais, fonte, acier, blooms, billettes, larges plats, tôles, etc...

Ce phénomène a été signalé depuis longtemps par M. AFTALION qui y a vu un des facteurs principaux des crises. Il a été depuis peu d'années étudié mathématiquement par certains économètres.

Or, lorsque les produits finis et les éléments constitutifs sont normalisés au moins pour partie, il n'est plus besoin d'attendre de la clientèle des commandes déterminées pour mettre en route l'outillage économique relié par les filières de marchés : les différents stocks intermédiaires peuvent travailler les uns pour les autres et la théorie comme l'expérience montrent que dans ce cas l'amplitude des oscillations économiques est fortement réduite et qu'en tout cas elles ont une tendance à l'amortissement et non à l'amplification.

La normalisation apparaît donc ainsi comme un régulateur de l'économie.

En outre, la normalisation économise la trésorerie et réduit les délais de fabrication; diminuant la fragmentation des commandes, elle simplifie les services administratifs et les comptabilités; elle permet de voir plus clair dans les prix de revient; de comparer les prix d'une époque à l'autre; de pratiquer une politique économique.

La normalisation d'aujourd'hui (M. CACHOT). — La plupart des problèmes économiques qui se posent actuellement sont des problèmes de définition et la normalisation, en définissant de façon rationnelle les éléments des produits permet de réaliser des progrès considérables.

La normalisation d'aujourd'hui consiste en premier lieu en une définition des unités. A ce point de vue, l'adoption presque générale du système C.C.S. représente un immense progrès.

En second lieu, elle se rapporte aux matières. Il n'existe pas encore dans ce domaine de normalisation rationnelle, mais des efforts importants ont été accomplis. Si on envisage enfin la question des éléments, on constate que la normalisation se poursuit avec une extrême rapidité, mais avec des difficultés énormes.

Quant à la normalisation de demain, elle sera sans doute constituée surtout par une normalisation des ensembles. Or, on peut dire que la constitution de ces ensembles est actuellement la chose la plus coûteuse en efforts humains. C'est ainsi par exemple que pour établir des usines il faut dépenser pour 7 000 fr en équipement productif, 60 000 fr en logements, œuvres sociales, etc... La normalisation permettrait de réaliser des économies de l'ordre de 50 p. 100, chiffre énorme qui peut justifier tous les efforts et tous les sacrifices.

La normalisation et l'exportation (M. Claude BOURDET). — Pour les industriels spécialisés dans le marché intérieur, la normalisation est un facteur essentiel de bas prix de revient. Pour les exportateurs, elle est d'une importance encore plus grande, s'il se peut, puisqu'elle détruit les « douanes techniques » constituées par la non interchangeabilité des pièces simples à travers le monde et puisqu'elle augmente les ventes en assurant au client étranger une régularité parfaite de la qualité.

Aspects divers (M. Jean VINANT). — La concentration de notre production sur certains types bien définis permet d'utiliser au maximum la matière première dont nous disposons et en réduisant tant les frais d'étude que de réglage des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

machines et autres, d'abaisser considérablement notre prix de revient. La normalisation permet en outre de diminuer les délais à l'intérieur de l'entreprise et de disposer plus rapidement des produits demandés. Enfin, la normalisation qui définit nettement les dimensions et les qualités des produits permet seule de créer une véritable marque de qualité. Celle-ci n'est autre que la marque nationale de conformité aux normes créée par le décret-loi du 12 novembre 1938 dont l'AFNOR étudie en ce moment l'organisation et qui permet par un contrôle à la production d'attester la conformité du produit à une norme précise.

Je veux maintenant conclure en attirant l'attention sur un dernier aspect du problème. En ce moment, nous voyons le mouvement de normalisation étendre sa vague sur des pays de plus en plus nombreux. Or, tous ces pays veulent profiter de l'expérience acquise par les autres et c'est pourquoi ils butinent dans les normes des pays étrangers; heureux d'ailleurs les pays qui voient ainsi adopter certaines de leurs normes.

Critiques et inconvénients de la normalisation (M. M. ANDROUIN). — Dès à présent, faisons justice des arguments qui tombent d'eux-mêmes dès que les intéressés commencent à voir clair dans la question. D'abord l'argument « éthique ». Il n'a jamais été écrit dans une norme qu'un objet normalisé devait par cela même être laid. Si la normalisation a été bien faite, ce doit être le contraire.

Quant à la crainte de l'uniformité qui ferait disparaître toute fantaisie esthétique, elle est tout à fait vaine. Les voitures automobiles d'à présent sont réalisées à peu près entièrement avec des éléments normalisés, cela n'a empêché en aucune manière chaque fabricant de donner à ses produits la marque de sa personnalité, nous devons tous convenir que les voitures automobiles qu'on nous présente à l'heure actuelle sous le régime de la normalisation ont vraiment meilleur aspect que celles que l'on voyait circuler il y a quelques dizaines d'années. Il en sera de même dans le bâtiment, lorsque l'on normalisera certains éléments de construction; les architectes garderont la totalité de leur initiative pour assembler ces éléments de telle manière que les édifices répondent entièrement à leurs conditions d'emploi sans que cela nuise aucunement à leurs qualités esthétiques.

J'arrive maintenant à l'inconvénient majeur et d'ailleurs inévitable de toute normalisation nouvelle. Il y a dans tous les cas une période d'adaptation au cours de laquelle le produit normalisé qui est plus ou moins nouveau vient s'ajouter au produit existant; déjà certains ont pu dire non sans raison, que la normalisation compliquait, tout au moins pour un temps, ce qu'elle avait prétendu simplifier. La plupart des normalisations posent donc le problème de l'adaptation de l'industrie et du commerce au produit normalisé; à ce problème, il n'est qu'une solution possible, cette solution est inspirée des disciplines de l'Organisation scientifique du travail; elle consiste dans l'organisation de la période transitoire. Toutes les fois qu'une normalisation est susceptible d'occasionner une perturbation momentanée de l'industrie et du commerce des objets auxquels elle se rapporte, il convient de définir dans quelles conditions elle sera appliquée. La solution à adopter varie suivant le cas. Elle prend le plus souvent la forme d'une définition des délais d'application. Une norme, dès qu'elle est publiée, est par cela même recommandée sans délai. On peut fixer un délai à partir duquel les grands services consommateurs devront lui donner la préférence, toutes autres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conditions égales. On peut fixer un deuxième délai au delà duquel ces mêmes services consommateurs devront l'imposer. La norme est donc successivement recommandée, préférée et imposée. L'adaptation peut être rapide si les délais ont été bien choisis et surtout si la propagande a été faite d'une façon suffisante.

III. — Résultats fournis par la Normalisation

par M. J. P. Lucrin.

Les résultats de la normalisation sont de divers ordres; quelques-uns se rapportent à des données générales, d'autre envisagent des faces bien déterminées de l'activité économique.

En ce qui concerne les premiers, la normalisation des formats de papier a permis à l'Administration des P. T. T. suisse de réaliser une économie de 22 000 fr (100 000 fr français à l'époque) sur la seule publication de l'annuaire des téléphones. L'Administration des Chemins de Fer norvégiens a signalé que l'économie due à la normalisation des formats s'élève à 80 000 couronnes, soit 5 millions de francs. Se basant sur ces chiffres, le Ministère du Commerce estimait il y a quelques années, qu'on pourrait réaliser en France, par la même normalisation, environ 10 millions d'économie dans les chemins de fer et 30 millions dans les administrations d'Etat. Tout récemment, le Comité Permanent d'Organisation Bancaire a fait porter son effort sur la normalisation des diverses formules employées dans les banques et en particulier de la traite. Or, non seulement il est apparu que cette normalisation pouvait amener une économie considérable pour les papetiers et les fabricants de formulaires de bureau (10 à 15 p. 100 du prix de revient), mais encore tous les experts ont reconnu qu'elle devait entraîner une réduction de 20 à 30 p. 100 du travail de manipulation dans les banques. En Angleterre, la normalisation des profilés a permis un abaissement de prix de plus de 5 shillings par tonne. En Allemagne, la normalisation des portes et fenêtres dans la construction a amené un abaissement du prix de revient de ces éléments de bâtiment de plus de 30 p. 100. Comme applications particulières, en France, la simplification des fourches agricoles a permis de réduire le nombre des modèles de 1 300 à 300. Or, l'outillage nécessaire pour fabriquer une fourche se monte à environ 18 000 fr. Le résultat est qu'on peut aspirer à une économie de l'ordre de 18 millions de francs. Récemment l'Afnor a normalisé les produits sidérurgiques laminés et diminué le nombre des profils à mettre sur le marché. Or, dans les laminoirs, lorsqu'on doit changer les cylindres pour obtenir une nouvelle fabrication, la production est arrêtée pendant deux à quatre heures suivant les cas. Il faut de plus compter avec les tâtonnements de chaque mise en train. Bien souvent les clients passent des commandes spéciales qui font marcher le laminoir pendant une, deux ou trois heures: les frais de mise en train représentant alors 50 à 80 p. 100 des frais de fabrication. Si les commandes étaient normalisées, on pourrait travailler avec le même cylindre jusqu'à ce qu'il soit usé, c'est-à-dire cinq à six jours environ. Enfin, les effets d'une normalisation se font sentir à tous les stades du cycle économique en se multipliant les unes les autres. Ainsi l'application simultanée de dix normes représente une économie bien supérieure à dix fois celle que constitue une norme isolée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Origines de la normalisation (M. Maurice PONTHIÈRE). — Dès les temps les plus anciens, la normalisation s'est imposée à l'Homo Faber comme une nécessité première. On peut voir au musée du Louvre la statue du roi de Chaldée Goudéa, qui vécut 3 000 ans avant Jésus-Christ. Ses genoux sont entourés de tableaux, de chiffres probablement des normes de construction. Les premières normalisations d'objets se firent sans doute dans le bâtiment. Les Egyptiens des premiers âges utilisaient des pierres normalisées de 41 cm de long sur 20 de large. Les hauteurs variaient de 10 à 13 cm. A Rome, des tuyaux de plomb dont on faisait grand usage, étaient normalisés sur 10 pieds de long et pesaient 12 livres. Tous les objets d'un usage général et courant se sont typisés au cours des siècles. Les fourchettes ont quatre dents. La hauteur des tables s'est élevée peu à peu à partir du sol pour se fixer à 80 cm dans les pays civilisés. La normalisation technique est une loi sociale. Il est infiniment probable qu'il existe une loi biologique de normalisation. Le règne minéral nous offre des normalisations parfaites, celle des cristaux. Le règne végétal et le règne animal ont de tous temps normalisé leur production; ils ont créé la norme laitue, la norme navet, la norme tigre et la norme canard... La libellule, le zoulou, le zébu, le chêne et le roseau, la nature fait tout en série.

La normalisation s'affirme plus énergiquement encore dans la constitution des éléments premiers, le protoplasme et la cellule. Et s'il est vrai, comme on l'affirme volontiers, qu'on ne retrouve jamais deux individus absolument pareils, ces variations individuelles procèdent dans chaque espèce ou famille de combinaisons d'un petit nombre d'éléments générateurs, invariables en nombre et en propriétés, ce sont les chromosomes révélés par la science toute récente de la génétique. Et c'est précisément cette normalisation originelle qui permet aux éleveurs de créer de nouveaux types végétaux et animaux, de nouvelles normes vivantes, par la sélection, la fixation et la transmission héréditaire de l'une quelconque de ces combinaisons.

Ainsi, la nature rassure les techniciens craintifs, démontrant qu'un architecte pourra réaliser une multitude d'édifices harmonieux avec des briques, des tuiles, des fenêtres et des poutres normalisées, qu'un mécanicien ou un fabricant combinera sans peine les milliers de machines et d'objets adaptés à chaque besoin avec des matières, des éléments, des connexions de types peu nombreux.

La normalisation de la production agricole (M. Jean LEFÈVRE, Directeur de l'Institut National Agronomique). — La normalisation dans l'agriculture offre des difficultés particulières; il n'est pas aisé par exemple d'amener l'agriculteur à partager des vues nouvelles. Cependant, les résultats déjà obtenus aux Colonies sont suffisamment encourageants pour que la Métropole entre, elle aussi, dans la voie de la normalisation des produits agricoles. Le Maroc et la Tunisie en ont donné l'exemple.

Il faut tout d'abord distinguer la normalisation commerciale de la normalisation biologique.

Dans le premier cas, il s'agit de pouvoir présenter la marchandise de façon que l'acheteur sache exactement ce qu'il achète. Il ne faut pas craindre de préciser la qualité. On trouvera toujours des acheteurs pour la première, la deuxième qualité, mais aussi pour la cinquième.

La normalisation biologique vient ensuite. Il est possible de modifier les produits eux-mêmes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Bœuf, *Professeur de Génétique à l'Institut National Agronomique.* — La Tunisie ne possédait pas de blé tendre, les indigènes n'en consommaient pas. Cependant, la population française en réclamait. Grâce à la sélection, on est arrivé à avoir des blés tendres en Tunisie. On a songé alors à importer ces blés. La France importait des blés et néanmoins achetait pour sa consommation des blés canadiens dits « de force ». Il devenait intéressant pour les blés tendres de prendre la place de ces blés de force. On est arrivé à obtenir en Afrique du Nord des blés de force qui sont aussi bons que ceux du Canada avec un rendement à peu près double et cela grâce à une spécialisation de la qualité. L'exemple de la Tunisie a été suivi au Maroc et en Algérie. On pourrait obtenir en France des résultats semblables.

IV. — Application de la Normalisation.

La fonction normalisation dans l'entreprise (M. J. Lobstein). — La fonction de normalisation dans l'entreprise a deux aspects :

1° Elaboration des normes, c'est-à-dire participations aux commissions de normalisation, examen des projets, collaboration aux travaux des associations spécialisées dans l'Afnor.

2° Application des normes : c'est-à-dire, une fois la norme homologuée après enquête publique, adoption des normes et intégration de celles-ci dans la vie de l'entreprise. L'entreprise appliquera des normes :

a) comme usager;

b) comme producteur.

Comme usager, l'entreprise consommera des objets ou parties d'objets normalisées : boulons, vis, outils, etc... ; appliquera les méthodes d'essai normalisées pour les matières de sa consommation courante incombustibles, etc...

Comme producteur, elle fabriquera des objets normalisés : hublots, couvertures de laine, profilés, etc..., qu'elle mettra ensuite sur le marché.

A quelles activités correspond la fonction normalisation?

C'est avant tout une activité de documentation. Il faut que l'entreprise connaisse toutes les normes françaises et étrangères qui l'intéressent. Il ne suffit pas qu'un bureau possède toutes les feuilles de normes en question, il faut qu'elles soient classées en fonction des diverses activités de l'entreprise. Il faut de plus que l'existence de cette documentation soit connue et qu'on s'en serve. Connaître les normes, les faire connaître, voici le premier point.

Le deuxième point est : coordonner. Afin que les normes soient largement connues, il faut que des relations régulières soient établies entre le service normalisation et les autres services, notamment les achats, le bureau d'études, la fabrication, la comptabilité industrielle et la vente. La fonction normalisation doit être comprise dans le circuit normal des autres fonctions.

Veiller à ce que ne soient achetés que des objets normalisés et que les réceptions se fassent suivant les méthodes d'essai normalisées, à ce que les dessins prévoient l'emploi des pièces normalisées, à ce qu'ils soient cotés, coupés, pliés, présentés suivant les normes existantes, à ce que la fabrication utilise du matériel normalisé, à ce que la vente persuade la clientèle des avantages des modèles normaux et n'accepte pas de la suivre dans ses moindres fantaisies; enfin, contrôler les dépenses et suivre les résultats de l'adoption des normes. Il devra

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

veiller à ce que les diverses nomenclatures (magasins, inventaires, catalogues) soient unifiées et complètes. Voilà ce que le responsable de la normalisation dans une entreprise a à faire.

A quel organe de l'entreprise confier la double activité de cette fonction?

Tout dépend ici s'il s'agit d'une grande, d'une moyenne ou d'une petite entreprise. L'attribution peut d'ailleurs être différente suivant les cas particuliers.

Dans une grande entreprise, il semble que la fonction normalisation rentre dans les attributions du bureau d'études. Là où il existe un service autonome d'organisation, il pourrait être préférable de lui confier aussi la normalisation, afin de profiter des liaisons qu'il doit normalement y avoir avec tous les services de l'entreprise et d'éviter que la normalisation ne souffre d'une tendance du bureau d'études à suivre la ligne de moindre résistance.

Dans l'entreprise moyenne, c'est le chef d'entreprise, aidé du chef d'atelier et de sa secrétaire, qui assurera la fonction de normalisation.

La normalisation dans les petites entreprises dépend du marché, elle aura tendance à suivre la demande et l'offre de produits normalisés.

Comment appliquer les normes dans l'entreprise (M. R. LENGELÉ). — La normalisation est essentiellement une œuvre collective.

Quelle que soit l'importance d'une entreprise, ce n'est pas normaliser (c'est même nuire souvent à la normalisation) que de créer des normes à l'intérieur de cette entreprise elle-même et pour son seul usage, sans se plier à cette discipline commune qu'est la normalisation. Les organismes compétents de normalisation seuls, en effet, sont à même d'établir une normalisation qui tienne compte à la fois des intérêts de l'industrie en cause et des normalisations déjà effectuées dans les industries connexes. Le premier souci de l'industriel qui veut appliquer la normalisation à ses fabrications est donc de se tourner vers l'extérieur pour rechercher quelles sont les normes existantes.

CONCLUSION GÉNÉRALE.

La normalisation n'est pas l'opération restrictive et desséchante que certains redoutent pour l'organisation du goût français.

Elle constitue au contraire une réaction nécessaire contre une prolifération des types qui ne peut engendrer que le désordre et la confusion.

La création d'un type nouveau dans tous les domaines, y compris celui du progrès scientifique, entraîne nécessairement un déséquilibre qui se traduit par une dépense d'énergie, ne serait-ce que pour son adaptation au milieu. Elle ne se justifie que si les avantages qu'on en attend compensent les dépréciations qu'elle provoque et les rééducations qu'elle entraîne.

D'où cette loi fondamentale : le progrès ne se réalise pas par une évolution continue conduisant à une variété de type infinie. Il *procède par paliers* en passant brusquement d'un type réalisé à un type suffisamment différencié. Ces types en nombre réduit, constituent les normes (lois rationnelles) qui simplifient et stabilisent le rythme de la production.

C'est pourquoi depuis les époques les plus anciennes on trouve la normalisation partout où il y a un besoin d'ordre et d'économie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On la rencontre dans tous les domaines, dans l'agriculture comme dans l'industrie, et même dans la production artistique dont elle discipline les élans excessifs.

Toutes les constructions rationnelles sont faites de l'assemblage d'éléments normalisés. C'est ainsi que sont constitués la matière brute et les organes complexes des êtres vivants. Le langage n'est autre chose que la normalisation de la voix humaine associé à la pensée, et les progrès de la science sont intimement liés à la précision du langage scientifique.

Enfin, les progrès de la science qui, pendant tout le XIX^e^ siècle ont suscité tant d'espérances, ont conduit de tous temps à des crises redoutables que le monde a subies inconsciemment, mais dont le remède apparaît sous la forme d'une normalisation rationnelle assurant leur évolution avec la prudence nécessaire.

En ce qui concerne le point de vue strictement économique, la normalisation régularise le rythme de la production, garantit la qualité des produits, réduit les délais et les prix, avantages incontestables sur lesquels il est superflu d'insister; mais il faut aller plus loin et normaliser non seulement les produits, mais les méthodes.

L'Organisation scientifique du travail est à la base du redressement national, car elle est seule capable de réaliser le progrès dans l'ordre. Mais à la condition d'être soumise à une normalisation sévère écartant les complications et les retards injustifiés qu'on rencontre trop souvent dans des applications maladroitement conçues.

Finalement, la normalisation envisagée sous sa forme la plus générale n'est que l'application de la grande loi du moindre effort, non sous sa forme paresseuse qui consiste à reculer devant l'effort, mais sous sa forme sublime qui consiste à épargner l'effort pour produire davantage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

D'Arsonval, une vie, une époque (1851-1940), par le Dr Louis Chauvois. Un vol. (19 × 12 cm) de 153 pages, 10 fig., X pl. Librairie PLON, 8, rue Garancière, Paris (6e), 1941. Prix : broché 15 fr.

Parmi les figures de savants les plus célèbres de notre temps, celle de d'Arsonval mérite certainement une place de premier plan.

Digne continuateur de Laënnec, de Magendie, de Claude Bernard et de Brown-Séquard, il consacra sa vie entière à la science. Le docteur Louis Chauvois, qui avait déjà publié une œuvre remarquable : « D'Arsonval, soixante-quinze ans à travers la science », vient de faire paraître un ouvrage moins important, certes, mais d'une lecture captivante et que l'on ne saurait trop recommander à tous ceux qui ont connu et, par conséquent, aimé le Pr d'Arsonval.

En des pages alertes, et combien vivantes, l'auteur retrace son admirable carrière, son enfance, sa jeunesse, la fameuse rencontre avec Claude Bernard qui décida de son avenir. Puis il met en lumière ses innombrables recherches sur la calorimétrie, la médecine, et, surtout la géniale découverte qui porte son nom.

Les pages les plus émouvantes sont certainement celles où il décrit la vie intime du savant, son caractère profondément bon et juste, son extrême simplicité, son exquise délicatesse de cœur.

Lorsque Charles Tellier, le père du Froid, s'en allait chargé d'ans vers une mort voisine de la misère et de l'oubli, n'est-ce pas lui qui, écœuré de tant d'injustice, se mit à la tête du comité et lui remit la Croix de la Légion d'honneur qu'il avait méritée depuis si longtemps, n'est-ce pas lui encore qui soutint contre vents et marées la candidature de Branly à l'Académie des Sciences?

Ses élèves, il ne les perdait jamais de vue, et, aux heures sombres de la vie — car il y en a, hélas, et il le savait mieux que d'autres — nous étions toujours sûrs de trouver près de lui le réconfort et la foi dans l'avenir.

Et c'est pourquoi nous savons gré à M. Chauvois d'avoir écrit ces pages, et d'avoir si bien dit ce que nous ressentons tous.

Nous partageons entièrement l'avis du Pr Laquerrière. « Au moment où la France a plus besoin que jamais de bons citoyens et d'hommes de bonne volonté, il faut modeler nos cœurs et nos esprits à l'imitation de d'Arsonval, qui doit être pour nous, en même temps qu'un Maître Scientifique, un idéal moral. »

Raymond Neveu.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LES CENT TRENTE-NEUVIÈME ET CENT QUARANTIÈME ANNÉES DU BULLETIN (JANVIER 1940 - DÉCEMBRE 1941)

139e-140e années.

A

Abraham (Pol). — Enquête sur la construction des bâtiments à terrasses. Décision du Cons. d'Adm. de l'IRCAT (12 déc. 1940) 241
Alexeievsky (A.). — Voir Nottin.
Allemagne (Henry d'). — Exposition des « Images et Jouets de France 1940 » (Musée Galliéra, Paris, 20 févr-17 mars 1940) 99
— Exposition de cartes postales (Paris, Musée Cognacq-Jay, 1er mars 1940) 101
André. — Le crabe chinois en France (Com. d'Agr., 7 juin 1939) 156
Androuin (M.). — Congrès de Normalisation 408
Anglade (François). — Voir Rouch.

B

Bachalard (Gabriel). — Comm. au Com. des Arts chim. (séance du 12 nov. 1940) : L'extraction de la potasse contenue dans l'eau de mer 215
Barillet (Francis). — Comm. au Com. des Arts chim. (séance du 11 juin 1940) : Hygiène et réglementation de la fabrication et de l'emploi de l'acide fluorhydrique 214
Berthelot (Ch.). — *Carburants et lubrifiants nationaux* . . 367
Bihoreau (Charles). — Com. au Com. des Arts écon. (séance du 9 nov. 1939) : La production des carburants d'aviation 152
Blanchard (Marcel). — Comm. au Com d'Agric. (séance du 4 déc. 1940) : Les possibilités de la culture du soja en France 211
Blancherie (Etienne). — Voir Demorlaine.
Blétry (Camille). — Analyse de : *Traité de brevetabilité. Le concept de cause et le brevet d'invention*, par Alain Casalonga 105
Blondel (F.). — Analyse de : *Notes de pétrographie*, par J. Durand 164
Bœuf. — Congrès de Normalisation 411
Bohl. — Note sur une machine à essayer les fontes de la S. N. C. F. 277
Bourdel (Joseph). — Rapport, au nom du Com. des Constr. et des Beaux-Arts, sur les titres de M. Armand Duclos à la Médaille Dumas (Imprimerie) (C. R. séance publ. du 17 mai 1941) 323
Bourdet (Claude). — Congrès de Normalisation . . . 407
Boussard (Robert). — Voir Le Boiteux.
Brice (L.-P.). — Analyse de : *Elasticité et photoélasticimétrie*, par Henri Le Boiteux et Robert Boussard . . . 162
— Cuves et réservoirs à hydrocarbures en béton armé, à « paroi hydraulique » 167

C

Cachot. — Congrès de Normalisation 407
Casalonga (Alain). — *Traité de la brevetabilité. Le concept Ccause et le brevet d'invention* 105
Cazaziot (Pierre). — Comm. au Com. d'Agr. (séance du 19 avril 1939), sur : Le Congrès du Métayage (Paris, 20-21 févr. 1939) 47
Chauvois (Dr Louis). — *D'Arsonval, une vie, une époque (1851-1940)* 414
Coupan (G.). — Les gazogènes à bois 115
— *Notice technique concernant l'alimentation et l'utilisation des véhicules à gazogène* 161
Coutrot (Jean). — Congrès de Normalisation 406

D

Debat (Dr François). — Voir Neveu.
Demorlaine (Joseph). — Com. au Com. d'Agr. (séance du 6 mars 1940) : La crise du papier 158
— — (séance du 2 oct. 1940) : Nécessité du reboisement de la France 202
— Rapport, au nom du Com. d'Agric., sur les travaux de sylviculture et d'acclimatation de M. Etienne Blancherie (C. R. séance publ. du 17 mai 1941) 328
Duclos (Armand). — Voir Bourdel.
Dumas (général Jean-Baptiste). — *La famille d'un échevin de Paris, les Hazon* 106
— *Les Brongniart* 106
— *L'éveil des Gaules* : A. *La marche sur Alésia*; B. *L'aventure de Labienus sous « Paris »* 106
— *Dictature vampire* 106
— *La droite et la gauche. L'homme à la main heureuse* . . . 106
— *Les rues de Paris* 106
Dupont (Georges). — Comm. au Com. des Arts chim. (séance du 10 déc. 1940) : Les sources métropolitaine possibles de pâtes à papier 216
— La gazéification du bois et du charbon de bois. 1re Conférence Bardy (C. R. séance publ. du 10 mai 1941) . . 311
— Voir Guillet.
Durand (J.). — *Notes de pétrographie* 164

F

Feret (R.). — La famille de Prony 166
— Comm. au Com. des Constr. et des Beaux-Arts (16 mai 1940) : Le traitement par flottation des matières premières employées à la fabrication des ciments 199
Fieux (Jean). — Conférence sur Prony mécanicien (C. R. séance publ., 16 mars 1940) 88
Fonrobert. — Voir Rubinstein.
Fressinet (Jean). — L'œuvre de M. Raymond Subes, ferronnier d'art 143

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— Rapport, au nom du Com. des Constr. et des Beaux-Arts, sur les travaux de M. Pierre PERNET (Matières plastiques) (C. R. séance publ. du 17 mai 1941). 329
FREYSSINET (Eugène). — Voir MAGNE.

G

GARNIER (Edmond). — *L'agriculture dans le département de la Seine et le marché parisien au point de vue du ravitaillement alimentaire.* 57
GARNIER (Maurice). — Séance publique du 10 mai 1941. 1re Conférence Bardy. Allocution. 310
GUILLET (Léon). — Rapport, au nom du Com. des Arts chim., sur les titres de M. Georges DUPONT à la Grande Médaille Michel Perret (C. R. séance publ. du 17 mai 1941). 320

H

HITIER (Henri). — Les « jardins de guerre ». 43
— Edmond KAYSER. 338
— Analyse de : *Notice technique concernant l'alimentation et l'utilisation des véhicules à gazogène*, par C. COUPAN. . . . 161
HUBAULT (E.). — Comm. au Com. d'Agric. (séance du 4 déc. 1940) : L'intensification de la production du poisson d'eau douce. 208

J

JOLIBOIS (P.). — Analyse de : *Les hautes températures*, par Gustave RIBAUD. 161

L

LAVERGNE (A. de). — Les exportations de l'industrie métropolitaine vers la France d'Outre-Mer. Conférence à la Quinzaine de la France d'Outre-Mer (4-19 mai 1940). . 298
LE BOITEUX (Henri) et BOUSSARD (Robert). — *Elasticité et photoélasticimétrie*. 162
LECOMTE DU NOÜY. — Physique, chimie, biologie. 6e Conférence Carrion (Mémoire). 261
— — (C. R. séance publ. du 3 mai 1941). 308
LEFÈVRE (Jean). — Congrès de Normalisation 410
LE FOLL (François). — Voir PAINVIN.
LELONG (R.). — La normalisation. Journée d'étude et de propagande organisée par le C. N. O. F. et l'A. F. N. O. R. le 21 déc. 1939 400
LEMAIRE (Eugène). — Analyses de : *L'agriculture dans le département de la Seine et le marché parisien du point de vue du ravitaillement alimentaire*, par Edmond GARNIER. . . 57
— — *Le soja et les industries du soja*, par A. MATAGRIN. . 58
— — *La famille d'un échevin de Paris, les Hazon. — Les Brongniart. — L'éveil des Gaules* : A. *La marche sur Alésia;* B. *L'aventure de Labienus sous « Paris ». — Dictature vampire. — La droite et la gauche. L'homme à la main heureuse. — Les rues de Paris*, par le général Jean-Baptiste DUMAS. . 106
— — *Le clou dans la construction*, par STAY et FONROBERT, trad. de l'allemand par Michel RUBINSTEIN. 163
— Rapport, au nom du Com. des Arts Mécan., sur la machine, imaginée par M. VOLLET, pour étudier les lubrifiants et les métaux antifrictions (C. R. séance publ. du 17 mai 1941). 325
LENGELÉ (R.). — Congrès de Normalisation. 412
LOBSTEIN (J.). — Congrès de Normalisation. 411
LŒBNITZ (J.). — Comm. au Com. des Arts chim. (séance du 13 déc. 1939) : La formation dans l'industrie céramique. Etat actuel.. 49
LUCRIN (J. P.). — Congrès de Normalisation. 409

M

MAGNE (Francis). — Modèles nouveaux de quincaillerie (Décision de l'IRCAT, 25 avril 1941). 358
MAGNE (Marcel). — L'architecture des écoles techniques. 17
— L'art régional 335
— Séances publiques :
— — 16 mars 1940. Commémoration en souvenir de Prony. Allocution 66
— — 4 mai 1940. Quinzaine de la France d'Outre-Mer. Allocution. 113
— — 17 mai 1940. Distribution des récompenses décernées en 1940. Allocution. 312
— — — Rapport, au nom du Com. des Constr. et des Beaux-Arts, sur les titres de M. Eugène FREYSSINET à la Grande Médaille (béton précontraint). 317
MARTELLI-CHANTARD. — Ce que le sol de la France d'Outre-Mer peut fournir à l'industrie métropolitaine. Conférence à la Quinzaine de la France d'Outre-Mer (4-19 mai 1940). 295
MATAGRIN (A.). — *Le soja et les industries du soja*. 58
MONTEIL (C.). — Conférence sur Prony hydraulicien (C. R. séance publ., 16 mars 1940). 83

N

NEVEU (Dr Raymond). — Comm. au Com. des Arts écon. (séance du 14 nov. 1940) : La décoction de lichen. 222
— — L'intoxication par le benzol. 222
— — (séance du 12 déc. 1940) : L'infection charbonneuse. 224
— — Les restrictions alimentaires et la santé publique. 225
— Rapport, au nom du Com. des Arts écon., sur les travaux de dermatologie et d'opothérapie du Dr François DEBAT (C. R. séance publ. du 17 mai 1941). 327
— Analyse de : *d'Arsonval, une vie, une époque (1851-1940)*, par le Dr Louis CHAUVOIS. 414
NOTTIN (P.) et ALEXEIEVSKY (A.). — Influence du mode de mouture sur la force boulangère des farines tirées d'un même blé. 285
NOWAKOWSKI (Emile). — Voir PORTEVIN.

P

PAILLEAU (Henri). — Voir TARDY.
PAINVIN (G.-J.). — Rapport, au nom du Com. des Arts chim., sur les titres de M. François LE FOLL au Prix Fourcade (C. R. séance publ. du 17 mai 1941). 323
PERNET (Pierre). — Voir FRESSINET.
PERSONNE (Frédéric). — Les pompes à chaleur appliquées à l'industrie et au chauffage urbain. 391
PICARD (Maurice). — *Barèmes pour le prélèvement des 40 p. 100 des salaires des heures supplémentaires auxquels est joint un modèle-type de feuille de paie*; t. I : *Employés*; t. II : *Ouvriers*. 106
PONTHIÈRE (Maurice). — Congrès de Normalisation . . 410
PORTEVIN (Albert). — Comm. au Com. des Arts chim. (séance du 13 juin 1939) : Conséquences de la conduite en marche acide des hauts fourneaux. 150
— — (séance du 9 avril 1940) : Le durcissement des métaux par les gaz absorbés. 198
— Séance publique du 3 mai 1941. 6e Conférence Carrion. Allocution. 307
— Rapports, au nom du Com. des Arts chim. (séance publ. du 17 mai 1941) sur :
— — les travaux de M. Daniel SEFERIAN sur la soudure. 326
— — les œuvres en fer forgé de M. Emile NOWAKOWSKI. 328

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

R

RIBAUD (Gustave). — *Les hautes températures*. 161
ROLLEY (Paul). — Com. au Com. d'Agr. (séance du déc. 1939) : La conservation du blé en atmosphère confinée. 156
— — (séance du 2 oct. 1940) : Le remembrement de la propriété rurale. 205
— Analyse de : *Carburants et lubrifiants nationaux*, par Ch. BERTHELOT 367
ROCHE (Alexandre). — Voir ROUCH.
ROUCH (Commandant J.). — Rapport, au nom du Com. des Arts écon., sur les titres de M. Alexandre ROCHE au Prix Galitzine (Océanographie) (C. R. séance publ. du 17 mai 1941). 321
— Rapport, au nom du Com. des Arts écon. et des Applic. de la Physique, sur les travaux de mécanique de précision exécutés par M. François ANGLADE (C. R. séance publ. du 17 mai 1941). 329
RUBINSTEIN (Michel). — Trad. de l'allemand de : *Le clou dans la construction*, par STAY et FONROBERT 163

S

SAINSAULIEU (Louis). — Poêles à combustion lente chauffés au bois. Décision du Cons. d'Adm. de l'IRCAT (12 déc. 1940) 234
SEFERIAN (Daniel). — Voir PORTEVIN.
SERVONNET (Hyacinthe). — Rapport relatif aux Médailles de bronze décernées aux contremaîtres et ouvriers des établissements industriels et des exploitations agricoles (C. R. éance publ. du 17 mai 1941). 330
SOMMIER (E.). — Analyse de *Barèmes pour le prélèvement des 40 p. 100 des salaires des heures supplémentaires auxquels est joint un modèle-type de feuille de paie*; t. I : *Employés*; t. II : *Ouvriers*, par Maurice PICARD. 106
STAY. — Voir RUBINSTEIN.
SUQUET. — Conférence sur Prony ingénieur des Ponts et Chaussées (C. R. séance publ., 16 mars 1940). 79

T

TARDY (Louis). — Comm. au Com. d'Agr. (séance du 4 oct. 1939) sur le 27e Congrès national de la mutualité et de la coopération agricoles (Belfort, 15-18 juin 1940). 103
— Rapport, au nom du Com. d'Agric., sur les titres de M. Henri PAILLEAU au Prix Meynot (Petite culture) (C. R. séance publ. du 17 mai 1941). 322
THIROT. — Comm. pour la Section TOURISME sur la signalisation des directions aux grands carrefours routiers (Décision de l'IRCAT, 21 mars 1941). 350

V

VAYSSIÈRE (Paul). — Comm. au Com. d'Agric. (séance du 5 juin 1940) : La protection des grains contre les parasites animaux par ensilage hermétique. 200
VINANT (Jean). — Congrès de Normalisation. 407
VIVIER DE STREEL (E. du). — Ce que le sous-sol de la France d'Outre-Mer peut fournir à l'industrie métropolitaine. Conférence à la Quinzaine de la France d'Outre-Mer (4-19 mai 1940). 297
VOLLET. — Voir LEMAIRE.

W

WALCKENAER (Ch.). — Conférence sur La vie de Prony (C. R. séance publ., 16 mars 1940). 68

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LES CENT TRENTE-NEUVIÈME ET CENT QUARANTIÈME ANNÉES DU BULLETIN
(JANVIER 1940 - DÉCEMBRE 1941)

139e-140e années.

A

Acide fluorhydrique. Hygiène et réglementation de la fabrication et de l'emploi de l' — —, par Francis BARILLET (Com. des Arts chim., 11 juin 1940) 214
Administration, Comptes rendus de la Société d'Encouragement . . . . . .
Comité d'Agriculture. Séance du 19 avril 1939 : Le Congrès du métayage (Paris, 20-21 février 1939), par Pierre CAZIOT. 47
— Séance du 4 octobre 1939 : Le 27e Congrès national de la Mutualité et de la Coopération agricoles (Belfort, 15-18 juin 1939), par Louis TARDY 103
— Séance du 7 juin 1939 : Le crabe chinois en France, par M. ANDRÉ. 156
— Séance du 6 décembre 1939 : La conservation du blé en atmosphère confinée, par Paul ROLLEY. 156
— Séance du 6 mars 1940 : La crise du papier, par J. DEMORLAINE. 158
— Séance du 5 juin 1940 : La protection des grains contre les parasites animaux par ensilage hermétique, par Paul VAYSSIÈRE 200
— Séance du 2 octobre 1940 : Nécessité du reboisement de la France, par J. DEMORLAINE 202
— Le remembrement de la propriété rurale, par P. ROLLEY. 205
— Séance du 4 décembre 1940 : L'intensification de la production du poisson d'eau douce, par E. HUBAULT. . . 208
— Les possibilités de la culture du soja en France, par Marcel BLANCHARD. 211
Comité des Arts chimiques. Séance du 13 décembre 1939 : La formation dans l'industrie céramique. Etat actuel, par J. LŒBNITZ 49
— Séance du 13 juin 1939 : Conséquences de la conduite en marche acide des hauts fourneaux, par Albert PORTEVIN. 150
— Séance du 9 avril 1940 : Le durcissement des métaux par les gaz absorbés, par Albert PORTEVIN 198
— Séance du 11 juin 1940 : Hygiène et réglementation de la fabrication et de l'emploi de l'acide fluorhydrique, par Francis BARILLET 214
— Séance du 12 novembre 1940 : L'extraction de la potasse contenue dans l'eau de mer, par Gabriel BACHALARD. 215
— Séance du 10 décembre 1940 : Les sources métropolitaines possibles de pâtes à papier, par Georges DUPONT. . 216
Comité des Arts économiques. Séance du 9 novembre 1939 : La production des carburants d'aviation, par Charles BIHOREAU. 152
— Séance du 14 novembre 1940 : La décoction de lichen, par le Dr Raymond NEVEU. 222
— L'intoxication par le benzol, par le Dr Raymond NEVEU. 222
— Séance du 12 décembre 1940 : L'infection charbonneuse, par le Dr Raymond NEVEU 224
— Les restrictions alimentaires et la santé publique, par le Dr Raymond NEVEU. 225
Comité des Constructions et des Beaux-Arts. Séance du 16 mai 1940 : Le traitement par flottation des matières premières employées à la fabrication des ciments, par R. FERET. 199
Commémoration en Souvenir de Prony (1755-1839) :
— Programme 16
— Séance publique du 16 mars 1940 :
— Allocution de M. MAGNE. 66
— La vie de Prony, par Ch. WALCKENAER. 68
— — Prony ingénieur des Ponts et Chaussées, par M. SUQUET. 79
— — Prony hydraulicien, par C. MONTEIL. 83
— — Prony mécanicien, par Jean FIEUX 88
— — La famille de Prony, par R. FERET 166
Conférence Bardy. 1re — — (séance publ. du 10 mai 1941). Allocution de M. Maurice GARNIER. 310
— — La gazéification du bois et du charbon de bois, par Georges DUPONT. 311
Conférence Carrion. 6e — — (séance publ. du 3 mai 1941). Allocution de M. PORTEVIN. 307
— — Physique, chimie, biologie, par LECOMTE DU NOÜY, 261
Conseil d'Administration, 1940 :
Membres titulaires 3
Membres honoraires. 12
Membres correspondants. 13
Création (La) et le devenir de la Société d'Encouragement. 109
Nouveaux membres admis pendant l'année 1940 228
Prix Robin. Conditions d'attribution du — — décerné par la Société d'Encouragement en 1942-1943. 336
Quinzaine de la France d'Outre-Mer (4-19 mai 1940) : Programme 65
— — Compte rendu des solennités. 112
— — Ce que le sol de la France d'Outre-Mer peut fournir à l'industrie métropolitaine, par MARTELLI-CHAUTARD . . 295
— — Ce que le sous-sol de la France d'Outre-Mer peut fournir à la France métropolitaine, par E. DU VIVIER DE STREEL. 297
— — Les exportations de l'industrie métropolitaine vers la France d'Outre-Mer, par A. de LAVERGNE 298
Récompenses. Note sur les — attribuées par la Société d'Encouragement pour l'année 1939 294
— Distribution des — décernées par la Société d'Encouragement en 1940. Allocution de M. Marcel MAGNE. . . . 312
— Rapports relatifs aux — 317
— Liste des contremaîtres et ouvriers à qui est décernée la médaille de bronze en 1940 331
— Liste des — décernées le 17 mai pour l'année 1940 . . 334
Séances publiques :
— — 16 mars 1940. 66
— — 4 mai 1940. 113
— — 3 mai 1941. 307
— — 10 mai 1941 310
— — 17 mai 1941 312

Agriculture. (Voir *Mutualité.*)
Architecture. (Voir *Ecoles techniques.*)
Art régional. L' — —, par M. MAGNE 335
Automobile électrique routière. Court historique de l' — — —. 185
Aviation. (Voir *Carburants.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

B

Benzol. L'intoxication par le —, par le Dr Raymond Neveu (Com. des Arts écon., 14 nov. 1940) 222
Béton précontraint. Rapport, au nom du Com. des Constr. et des Beaux-Arts, sur les titres de M. Eugène Freyssinet à la Grande Médaille de la Société d'Encouragement (C. R. séance publ. du 17 mai 1941), par H. Magne 317

BIBLIOGRAPHIE

Arsonval (d'), une vie, une époque (1851-1940), par le Dr Louis Chauvois 414
Brevetabilité. Traité de la —. Le concept de cause et le brevet d'invention, par Alain Casalonga 105
Carburants et lubrifiants nationaux, par Ch. Berthelot. 367
Clou (Le) dans la construction, par Stay et Fonrobert, trad. de l'allemand par Michel Rubinstein 163
Dictature vampire, par le général Jean-Baptiste Dumas. . 106
Droite (La) et la gauche. L'homme à la main heureuse, par le général Jean-Baptiste Dumas 106
Elasticité et photoélasticimétrie, par Henri Le Boiteux et Robert Boussard 162
Famille (La) d'un échevin de Paris, les Hazon. — Les Brongniart, par le général Jean-Baptiste Dumas 106
Gaules. L'éveil des —. A. *La marche sur Alésia*; B. *L'aventure de Labienus sous « Paris »*, par le général Jean-Baptiste Dumas. 106
Hautes températures (Les), par Gustave Ribaud. 161
Paris. Les rues de —, par le général Jean-Baptiste Dumas. 106
Pétrographie. Notes de —, par J. Durand. 164
Publications périodiques reçues par la Bibliothèque de la Société d'Encouragement. 367
Ravitaillement alimentaire. L'agriculture dans le département de la Seine et le marché parisien du point de vue du ravitaillement alimentaire, par Edmond Garnier. 57
Salaires. Barèmes pour le prélèvement des 40 p. 100 des — des heures supplémentaires auxquels est joint un modèle-type de feuille de paie; t. I : *Employés*; t. II : *Ouvriers*, par Maurice Picard. 106
Soja. Le — et les industries du —, par A. Matagrin. . . 58
Véhicules à gazogène. Notice technique concernant l'alimentation et l'utilisation des —, par C. Coupan 161

C

Biologie (Voir *Physique.*)
Blé. La conservation du — en atmosphère confinée, par Paul Rolley (Com. d'Agr., 6 déc. 1939) 156
Bois. La gazéification du — et du charbon de —, par Georges Dupont. 1re Conférence Bardy (C. R. séance publ. du 10 mai 1941). 311
Carburants. La production des — d'aviation, par Charles Bihoreau (Com. des Arts écon., 9 nov. 1939) 152
Cartes postales. Exposition de — — (Paris, Musée Cognacq-Jay, 1er mars 1940), par Henry d'Allemagne. 101
Charbon de bois. (Voir *Bois.*)
Chauffage. (Voir IRCAT, *Pompes de chaleur.*)
Chimie. (Voir *Physique.*)
Ciments. Le traitement par flottation des matières premières employées à la fabrication des ciments, par R. Feret (Com. des Constr. et des Beaux-Arts, 16 mai 1940). . . . 199
Coopération. (Voir *Mutualité.*)
Coupe-circuit régénérable. (Voir IRCAT.)
Crabe chinois. Le — — en France, par André (Com. d'Agr., 7 juin 1939). 156

E

Ecoles primaires rurales. (Voir IRCAT.)
Ecoles techniques. L'architecture des — —, par Marcel Magne. 17
Exposition de produits exportables de la France métropolitaine et de la France d'Outre-Mer (5-19 mai 1940) . . . 112
Exposition (L') *des ressources et réalisations nouvelles* de la qualité française dans l'art et l'industrie, organisée par l'IRCAT sous le patronage et avec le concours de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale du 8 au 30 novembre 1941. 369

F

Farines. Influence du mode de mouture sur la force boulangère des — tirées d'un même blé, par P. Nottin et A. Alexeievsky. 285
Ferronnerie. L'œuvre de M. Raymond Subes, ferronnier d'art, par Jean Fressinet. 143
Fontes. Note sur une machine à essayer les — de la S. N. C. F., par Bohl. 277

G

Gazogènes. Les — à bois, par G. Coupan. 115
Grains. La protection des — contre les parasites animaux par ensilage hermétique, par Paul Vayssière (Com. d'Agr., 5 juin 1940). 200

H

Hauts fourneaux. Conséquences de la conduite en marche acide des — —, par Albert Portevin (Com. des Arts chim., 13 juin 1939). 15
Hydrocarbures. Cuves et réservoirs à — en béton armé, à « paroi hydraulique », par L.-P. Brice. 167

I

Images et jouets de France. Exposition des — — — 1940 (Musée Galliéra, Paris, 20 févr.-20 mars 1940), par Henry d'Allemagne 99
— La rénovation des industries de l'imagerie et du jouet de France. Second Salon de l'Imagerie (Paris, Musée Galliéra, 25 avril-20 mai 1941). 195
Industrie céramique. La formation dans l' — —. État actuel, par J. Lœbnitz (Com. des Arts chim., 13 déc. 1939). 49
Infection (L') charbonneuse, par le Dr Raymond Neveu (Com. des Arts écon., 12 déc. 1940). 224
IRCAT. Institut de recherche et de coordination artistiques et techniques. Décisions du Conseil d'Administration :
— Modèles de réservoirs d'eau (19 juin 1939). 229
— Emploi des matériaux locaux dans la construction (12 déc. 1940). 229, 364
— L'architecture des écoles primaires rurales (12 déc. 1940). 232
— Poêles à combustion lente chauffés au bois, par Louis Sainsaulieu (12 déc. 1940). 234
— Effets artistiques à tirer des appareils de chauffage continu (12 déc. 1940). 236, 363
— Enquête sur la construction des bâtiments à terrasses, par Pol Abraham (12 déc. 1940). 241
— Procédés nouveaux pour le montage des vitraux (20 février et 25 avril 1941). 345
— La signalisation des directions aux grands carrefours routiers. Comm. de M. Thirot (21 mars 1941). 350
— Modèles nouveaux de quincaillerie, par Francis Magne (25 avril 1941). 358
— Le coupe-circuit régénérable Fuz (27 juin 1941). . . 365
— (Voir *Exposition.*)

J

Jardins. Les « — de guerre », par H. Hitier. 43
— (Voir *Légumes.*)
Jouets. (Voir *Images.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L

Légumes. Vœu de l'Académie d'Agriculture de France au sujet de l'intensification de la production légumière en temps de guerre et des « jardins de guerre ». 142
Lichen. La décoction de —, par le Dr Raymond Neveu (Com. des Arts écon., 14 nov. 1940). 222
Lubrifiants. Rapport, au nom du Com. des Arts Mécan., sur la machine, imaginée par M. Vollet, pour étudier les lubrifiants et les métaux antifrictions, par E. Lemaire (C. R. séance publ. du 17 mai 1941). 325

M

Matériaux de construction. (Voir IRCAT.)
Métaux. Le durcissement des — par les gaz absorbés, par Albert Portevin (Com. des Arts chim., 9 avril 1940). . . 198
Métayage. Le Congrès de — (Paris, 20-21 févr. 1939), par Pierre Caziot (Com. d'Agr., 19 avril 1939). 47
Moutures. (Voir *Farines*).
Mutualité. Le 27e Congrès national de la — et de la coopération agricoles (Belfort, 15-18 juin 1939), par Louis Tardy (Com. d'Agr., 4 oct. 1939). 103

N

Nécrologies :
Maurice Michel-Schmidt. 337
James Dantzer. 338
Edmond Kayser. 338
Eugène Brillié. 342
Léon Lecornu 343
Normalisation. La —, Journée d'étude et de propagande organisée par le C. N. O. F. et l'A. F. N. O. R. le 21 déc. 1939, par R. Lelong. 400

P

Papier. La crise du —, par J. Demorlaine (Com. d'Agric., 6 mars 1940). 158
— Les sources métropolitaines possibles de pâtes à —, par Georges Dupont (Com. des Arts chim., 10 déc. 1940). . 216
Physique, chimie, biologie, par Lecomte du Noüy. 6e Conférence Carrion (Mémoire). 261
— (C. R. séance publ. du 3 mai 1941). 308
Poêles à combustion lente. (Voir IRCAT.)
Poisson d'eau douce. L'intensification de la production du — — —, par E. Hubault (Com. d'Agric., 4 déc. 1940). . 208
Pompes à chaleur. Les — — — appliquées à l'industrie et au chauffage urbain, par Frédéric Personne. 391
Potasse. L'extraction de la — contenue dans l'eau de mer, par Gabriel Bachalard (Com. des Arts chim., 12 nov. 1940). 215

Q

Quincaillerie. (Voir IRCAT.)

R

Reboisement. Nécessité du — de la France, par J. Demorlaine (Com. d'Agric., 2 oct. 1940). 202
Remembrement (Le) de la propriété rurale, par P. Rolley (Com. d'Agr., 2 oct. 1940). 205
Réservoirs d'eau. (Voir IRCAT.)

S

Santé publique. Les restrictions alimentaires et la — —, par le Dr Raymond Neveu (Com. des Arts écon., 12 déc. 1940). 225
Signalisation. (Voir IRCAT.)
Soja. Les possibilités de la culture du — en France, par Marcel Blanchard (Com. d'Agric., 4 déc. 1940). 211

T

Terrasses. (Voir IRCAT.)
Transports. (Voir *Automobiles, Véhicules.*)

V

Véhicules utilitaires à accumulateurs électriques de la Société centrale de Chemins de fer et d'Entreprises. . . . 192
Vitraux. (Voir IRCAT.)

BRODARD ET TAUPIN, Imprimeurs-gérants.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires