http://cnum.cnam.fr

Conservatoire
numérique des
Arts & Métiers

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre du volume : 1939 (janvier-décembre)

Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 1900-1945
Description : 604 p, : ill. ; 26 cm
Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1939
Cote de l'exemplaire : BSPI, 153

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.153

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

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

PDF créé le 7/11/2009

# BULLETIN

DE LA

# SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

## L'INDUSTRIE NATIONALE

PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES GÉNÉRAUX DE LA SOCIÉTÉ

MM. H. SERVONNET ET P. ROLLEY

1939

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES ★
Bibliothèque
N° 7

PARIS

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

1939

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

138e ANNÉE. JANVIER-FÉVRIER 1939.

# 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 1939

### 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, président 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) (✲, ⛯, ⓘ), Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef adjoint honoraire du Chemin de fer du Nord, 3, square de Clignancourt (18e).

1936. — ROLLEY (Paul) (C. ✲, ⛯, C. ⛭, I. ⓘ), 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. ⓘ, 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, admi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

nistrateur 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).

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

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

### Comité des Arts mécaniques.

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

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

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

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

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

1925. — DUMANOIS (Paul) (C. ✻, I. 🌐), Inspecteur général de l'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 des Fabrications d'Armement, chef du Service de l'Atelier de Précision au Laboratoire central des Fabrications d'Armement, 69, rue de Rennes (6e).

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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

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

**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 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).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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

1929. — JOLIBOIS (Pierre) (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. ⓘ), 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 de l'Ecole des Hautes Etudes, 37, rue Vaneau (7e).

1934. — JOSSIER (Henri) (✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, membre de la Chambre de Commerce de Paris, président de la Chambre syndicale des Cuirs et Peaux de Paris, 14, avenue Foch, à Saint-Mandé (Seine).

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) (✻, ⓘ), ingénieur conseil de la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, professeur honoraire au Conservatoire national des Arts et Métiers, 12, rue de La Rochefoucauld (9e).

1937. — BERR (Raymond) (O. ✻, ⚜), Ingénieur au Corps des Mines, administrateur délégué des Etablissements Kuhlmann, 5, avenue Elisée Reclus (7e).

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).

**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. ⓘ), Inspecteur général de l'Artillerie navale à Paris, 25, avenue Mac Mahon (17e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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

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

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

1930. — 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 l'Office national des Combustibles liquides, 85, boulevard du Montparnasse (6e).

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

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

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

l'Agriculture, *secrétaire général honoraire*, *président*, 6, rue du Général Foy (8e).

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

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

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

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

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

1929. — PRUDHOMME (Emile) (O. ✻), Ingénieur agronome, directeur de l'Institut national d'Agronomie de la France d'Outre-mer, professeur à l'Institut national agronomique et à l'École nationale de la France d'Outre-mer, 10, rue de Fontenay, Nogent-sur-Marne (Seine).

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

1930. — ALQUIER (Jules) (O. ✻), membre de l'Académie d'Agriculture, directeur de la Station centrale de Recherches sur l'Alimentation du Ministère de l'Agriculture, directeur de l'Institut scientifique d'Hygiène alimentaire, 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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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

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

**Comité des Constructions et des Beaux-Arts.**

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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, président des Sociétés nationales de Constructions aéronautiques, 1, rue Beethoven (16e).

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

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

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

### 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).

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

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

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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

1927. — HARDY (Georges) (O. ✲, ⚚), ancien élève de l'Ecole normale supérieure, agrégé de l'Université, docteur ès lettres, ancien directeur de l'Enseignement en Afrique occidentale française et au Maroc, dirceteur 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 Banque de France, président d'honneur de la Confédération générale du Patronat français, président des Établissements Kuhlmann, 1, rue de Nevers (6e).

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

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

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

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

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

1938. — DAUTRY (Raoul) (G. O. ✲), directeur général honoraire des Chemins de fer de l'État, 19, rue Casimir Périer (7e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

**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 économiques.**

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

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

**Comité des Constructions et des Beaux-Arts.**

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

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

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

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

**Comité de Commerce.**

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

## MEMBRES CORRESPONDANTS

**Comité des Arts mécaniques.**

*Correspondant français.*

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination.

*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.*

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

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 de Lille, 10, rue Jean Bart, Lille (Nord).

*Correspondants étrangers.*

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

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

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,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination.

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).

1938. — LONGINESCU (Georges), professeur de chimie minérale à l'Université de Bucarest et directeur de son Laboratoire de Chimie minérale, membre d'honneur de l'Académie roumaine, 12, Strada Andrei Muresanu, à Bucarest III (Roumanie).

### Comité des Arts économiques.

*Correspondants français.*

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

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

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination.

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).

*Correspondant étranger.*

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

**Comité des Constructions et des Beaux-Arts.**

*Correspondant français.*

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

**Comité de Commerce.**

*Correspondant français.*

1933. — ABBATUCCI (Séverin) (O. ✻, ✻, ✻), médecin colonel en retraite, ancien membre du Conseil supérieur de Santé des Colonies, 35, boulevard Gambetta, Nice (Alpes-Maritimes).

*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 Commerce 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).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'ÉVOLUTION D'UN PROCÉDÉ D'ASSEMBLAGE, LA SOUDURE AUTOGÈNE

par M. R. GRANJON, *Directeur de l'Office central et de l'Institut de Soudure autogène* (*).

Mon premier soin sera de définir le procédé d'assemblage des métaux qui fait l'objet des trois conférences que la Société d'Encouragement a bien voulu organiser et auxquelles vous avez été conviés.

La soudure autogène, disait-on il y a quelques années encore, est le procédé qui consiste à unir entre elles les pièces métalliques par la fusion de leurs bords, avec addition d'un métal de même nature, de façon à obtenir un joint dont la composition, et, par conséquent croyait-on, les propriétés, se rapprochent le plus possible de celles du métal assemblé.

Depuis, la technique de la soudure a évolué et l'on admet aujourd'hui que la similitude du métal d'addition et du métal des pièces à assembler n'est pas une condition essentielle, notamment si une hétérogénéité constitutive, donnée et voulue, conduit à l'amélioration des propriétés recherchées dans le joint.

S. S. le Pape Pie XI, recevant les membres du XI[e] Congrès international de la Soudure autogène, à Rome, en 1934, avait doucement raillé le qualificatif « autogène » et lui préférait « homogène ». Cette querelle de langage et d'adaptation plus ou moins heureuse des expressions étymologiques provient, comme le dit André Thérive, de la manie que l'on a de tourner par l'épithète ce qui pourrait être dit analytiquement avec des substantifs.

Je sais bien que M. Albert Portevin, pape de la métallographie, et grand maître de la précision du langage technique, qu'il observe au microscope et qu'il mesure par microns, me cherche souvent querelle sur le terme de « soudure autogène ». Je n'en suis nullement l'auteur, mais bien Desbassyns de Richemont et H. Sainte-Claire Deville, et il est bien tard pour vouloir corriger une expression consacrée.

Restons-en donc à l'appellation de *soudure autogène*, quitte à donner à ces mots, improprement adoptés, une définition plus exacte.

La soudure autogène, ou, plus correctement, le *soudage autogène*, est le procédé qui consiste à assembler les pièces de métal par fusion de leurs bords, avec ou sans addition d'un métal complémentaire, pour établir ou rétablir la continuité métallique (expression même de M. Portevin) [1] et de façon telle que le joint ainsi obtenu soit nanti des propriétés voulues, des qualités nécessaires dirons-nous, pour résister, comme le métal de base lui-même, aux efforts et sollicitations qu'il aura à supporter en service.

(*) Conférence faite en séance publique le 12 février 1938. Pour la discussion qui l'a suivie, voir le *Bulletin* de mars-avril 1938, p. 171-174.

(1) *Les bases scientifiques de la soudure autogène.*



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Et pour en terminer rapidement avec les appellations et définitions. gardons-nous de réserver le terme de « soudure autogène » à un seul des procédés qui y conduisent, sous le prétexte qu'il fut le premier à être exploité sous ce nom. L'épithète qualifie le résultat et non le moyen de l'obtenir. La soudure électrique, à l'arc ou par résistance, est tout aussi « autogène » que la soudure à la flamme. On dira donc soudure autogène pour tous, quant à leur aboutissement, et soudure oxy-acétylénique, soudure à l'arc, soudure par résistance, etc.. pour déterminer le moyen mis en œuvre.

Au surplus, nous verrons que les phénomènes qui interviennent dans la constitution du joint soudé sont communs à tous les procédés.

Un très court exposé historique maintenant.

L'histoire de la soudure autogène est celle des moyens dont l'homme pouvait disposer pour fondre et unir les bords des pièces métalliques qu'il avait à assembler.

En fait, la soudure autogène remonte aux civilisations chinoise, assyrienne, égyptienne et romaine, du moins pour les métaux et alliages à bas point de fusion, le plomb par exemple.

On a en effet retrouvé des canalisations, des urnes, des statues dont les pièces constitutives étaient assemblées par soudure autogène, selon le sens donné tout à l'heure à ce terme. C'est qu'à l'aide du chalumeau à bouche, autrement dit par injection d'air dans une flamme, perpendiculairement à la direction de cette dernière, on obtient un dard qui peut fondre le plomb et, par conséquent, peut unir les bords des pièces à assembler.

Aucun progrès dans les longs siècles qui suivirent et presque jusqu'à nos jours, dans la recherche et la technique des hautes températures localisées, appropriées au soudage autogène des métaux à point de fusion élevé. L'art de la construction métallique fait appel à la forge, à la rivure, à la fonderie, voire aux boulons, goujons ou mortaises.

On savait cependant, depuis les premières expériences sur le courant électrique, que l'arc voltaïque fournissait une température capable de fondre tous les métaux usuels; mais, malgré les recherches de Zerener, Bernardos et Slavianoff, qui avaient entrevu ses possibilités d'emploi dans la fusion localisée des métaux. on ne parvint pas à le domestiquer pour leur soudure.

Il en fut de même pour l'adaptation à la réunion des pièces métalliques de la résistance électrique, ou effet Joule, entre les bords de ces pièces.

C'est H. Sainte-Claire Deville qui proposa de réunir les pièces de fer et d'acier par fusion simultanée de leurs bords au moyen de la flamme oxyhydrique. Mais l'oxygène et l'hydrogène n'étaient et ne furent, pendant plusieurs décades encore, que des gaz de laboratoire et on dut attendre les premières années de ce siècle pour industrialiser le procédé.

Peu après, Picard et Fouché réalisèrent le chalumeau oxy-acétylénique qui, grâce à sa plus haute température et à sa flamme réductrice, remplaça complétement le chalumeau oxyhydrique.

Dès ce moment. la soudure autogène à la flamme prit un essor considérable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une technique nouvelle se créait, celle de la fusion localisée des métaux en vue de leur soudure, de sa protection et de l'étude des phénomènes de tous ordres qui l'accompagnent.

La soudure à l'arc, qui était restée jusque-là dans le domaine électrique, sans collaboration des métallurgistes, en profita largement et Kjellberg créa *l'électrode enrobée* qui guidait l'arc et protégeait le métal en fusion. Dès lors, ce procédé prit un développement qui n'a pas cessé de s'amplifier.

La soudure électrique par résistance fut à son tour perfectionnée par les machines ingénieuses imaginées pour sa mise en œuvre, et ses applications sont nombreuses.

Enfin, il y a une quinzaine d'années, l'Américain Langmuir mit au point sa torche à hydrogène atomique, qui apportait à la soudure autogène un nouveau mode de réalisation.

Ainsi, l'industrie dispose aujourd'hui de divers procédés conduisant tous, par des moyens différents, à la soudure autogène et aux assemblages soudés. Et il se trouve que ces procédés se complètent beaucoup plus qu'ils se remplacent, chacun ayant ses particularités, ses avantages et son propre domaine d'applications.

La soudure oxy-acétylénique est la plus connue et la plus employée. Elle s'applique en effet à tous les métaux et alliages usuels et fournit d'excellents résultats lorsqu'elle est mise en œuvre avec méthode. Ses progrès ont été particulièrement importants au cours des dernières années.

Le film que je vais vous présenter sera pour vous un agréable intermède dans mon exposé un peu aride et vous instruira par l'image mieux que je ne le ferais par la parole, sur la soudure oxy-acétylénique, sa technique, ses applications et ses résultats.

A côté de la soudure oxy-acétylénique, sur laquelle vous venez d'avoir une vue d'ensemble, la soudure électrique à l'arc métallique occupe une place très importante. Elle a bénéficié de nombreux perfectionnements et trouve des débouchés de plus en plus étendus.

La soudure à l'arc ne s'applique pas à tous les métaux et alliages, mais principalement aux aciers usuels et spéciaux. Son domaine incontesté est l'assemblage en angle intérieur, ce qui est le cas le plus général dans les ponts, charpentes, bâtis de machines et constructions métalliques analogues, ou encore l'assemblage à francs bords des pièces de fortes épaisseurs ou d'épaisseurs inégales.

L'arc électrique est produit entre la pièce à souder reliée à un pôle, dont l'autre est une électrode métallique qui fond en même temps que les bords de la pièce et joue ainsi le rôle de métal d'addition.

Le fil de métal constituant l'âme de l'électrode est entouré, garni, enrobé comme on dit usuellement, de matières destinées à stabiliser l'arc, à diriger le métal en fusion qui s'écoule, à le protéger des atteintes de l'oxygène et de l'azote de l'air, par la formation d'un laitier et enfin à lui incorporer éventuellement des éléments additionnels.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ensemble constitue une opération en apparence complexe, mais en réalité fort simple lorsqu'elle est conditionnée par un matériel électrique convenable, des électrodes appropriées et une conduite du travail conforme aux règles en la matière. Il serait trop long et superflu d'en donner les détails.

Je signale pour mémoire la soudure à l'arc au charbon, ancien procédé Bernardos, repris depuis quelques années sur des bases nouvelles, notamment en protégeant le métal fondu par une flamme réductrice additionnelle. Dans certains cas il peut trouver des débouchés intéressants.

Nous verrons tout à l'heure quelques belles applications de la soudure à l'arc électrique.

La soudure électrique par résistance est maintenant divisée en autant de

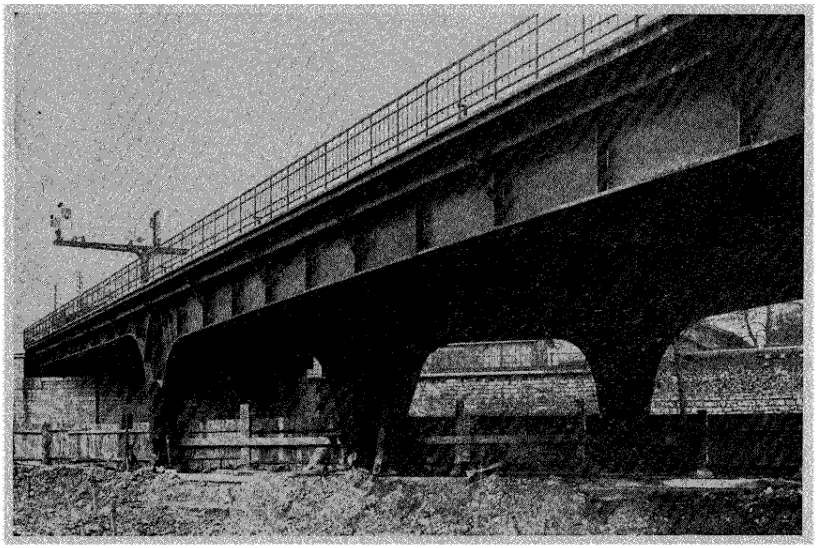


Fig. 1. — Pont de la Porte de la Chapelle du Chemin de fer du Nord : 80 m de longueur et 35 m entre béquilles.

branches qu'elle a de modes de réalisation : soudure par points, soudure continue ou à la molette, soudure par étincelle ou en bout. Ses applications sous ces diverses formes sont de plus nombreuses et importantes, mais dans d'autres domaines que ceux de la soudure oxy-acétylénique et à l'arc.

Voici un rapide aperçu de constructions les plus diverses obtenues par les différents procédés de soudure autogène que je viens d'énumérer.

Vous avez vu tout à l'heure sur le film quelques réalisations de la soudure oxy-acétylénique. Voici maintenant des travaux importants exécutés par soudure électrique à l'arc et constituant des applications rationnelles de ce procédé.

Vous avez sous les yeux (fig. 1) la photographie d'un des nouveaux ponts entièrement soudés du Chemin de Fer du Nord, à la Porte de la Chapelle. C'est l'un des plus beaux ouvrages soudés qui existent en Europe.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 2 représente un autoclave à très haute pression, du poids de 17 t, construit en Amérique par la firme A. O. Smith. Cet appareil est entièrement construit par soudure électrique à l'arc, en tôle de 75 mm d'épaisseur.

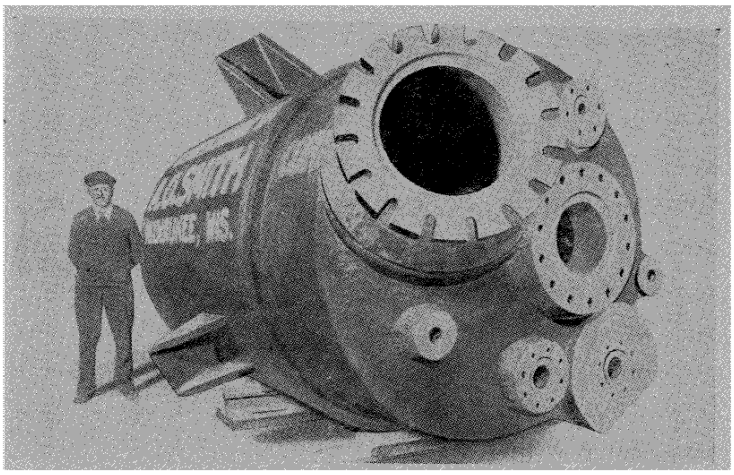


Fig. 2. — Autoclave soudé A. O. Smith. Diamètre intérieur, 1,35 m; longueur, 3,30 m; poids, 17 t.

Vous connaissez certainement les grands travaux qui ont été faits à Kembs, sur le Rhin, pour la construction d'une grande centrale hydro-électrique. Les carcasses d'alternateurs à axe vertical sont entièrement construites par soudure à partir de tôles épaisses oxy-coupées et soudées (fig. 3). On peut dire que, sans la soudure, ces pièces ne seraient pas réalisables.

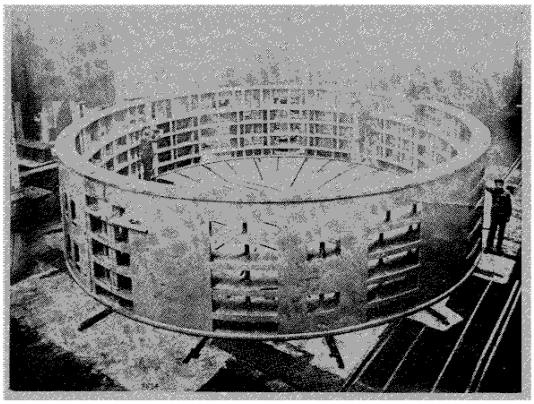


Fig. 3. — Carcasse d'alternateur à axe vertical de la centrale hydro-électrique de Kembs.

La soudure électrique à l'arc trouve un débouché extrêmement intéressant dans la construction des bâtis de machines les plus diverses. Voici (fig. 4) une cisaille-guillotine de grande capacité dont le bâti est construit en tôle oxy-coupée et soudée.

Voici encore (fig. 5) une plieuse de chaudronnerie entièrement en acier soudé, solution heureuse et moderne qui permet la construction de grosses machines; les mêmes, réalisées par fonderie, ont souvent donné des déboires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les travaux que je viens de présenter, la soudure électrique à l'arc a été avec raison le seul procédé utilisé.

Dans beaucoup d'autres, qui comportent à la fois des assemblages du domaine

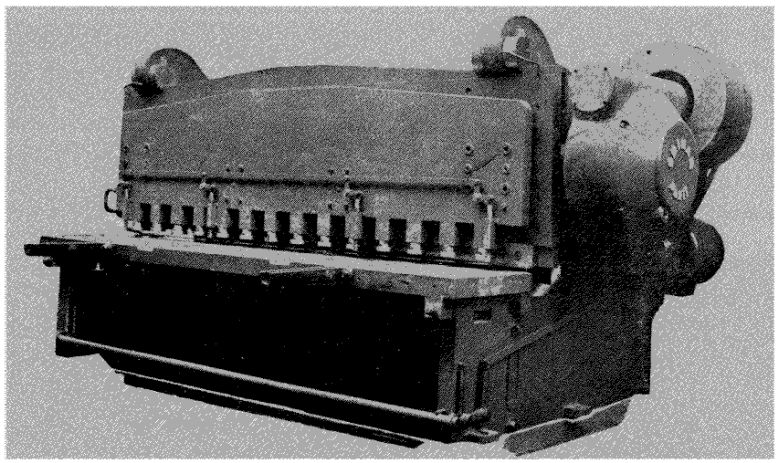


Fig. 4. — Cisaille-guillotine en tôle d'acier soudée.

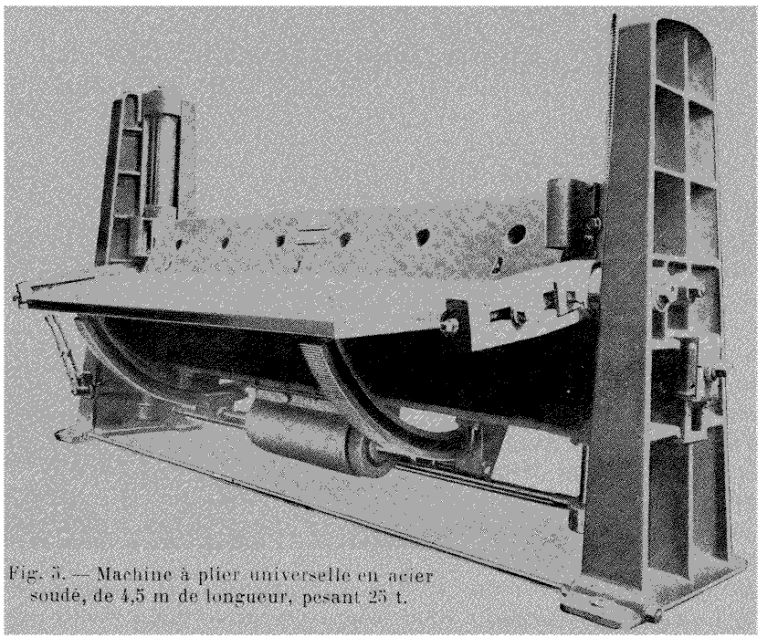


Fig. 5. — Machine à plier universelle en acier soudé, de 4,5 m de longueur, pesant 25 t.

du chalumeau et de celui de la soudure à l'arc, les deux procédés se conjuguent harmonieusement.

Voici par exemple (fig. 6) un condenseur de turbo-alternateur formant en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même temps socle de ce dernier, dont l'enveloppe en tôle de 15 mm est soudée au chalumeau oxy-acétylénique (soudure à double cordon C), tandis que les nervures, renforts et pièces diverses sont logiquement assemblés sur l'enveloppe par soudure à l'arc électrique.

Dans les travaux de réparations, où la soudure autogène est toujours très employée et sauve un matériel généralement coûteux ou long à remplacer, la soudure oxy-acétylénique est plus généralement indiquée; mais il est des cas où l'on doit faire appel à plusieurs procédés. Voici par exemple (fig. 7) une presse de 250 t, dont le bâti était rompu en deux endroits et les deux volants complète-

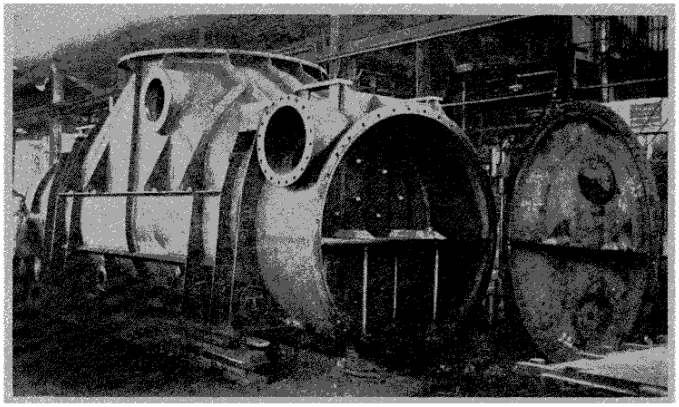


Fig. 6. — Condenseur de turbo-alternateur soudé au chalumeau oxy-acétylénique.

ment séparés de leur moyeu. La réparation a été faite sur place sans démontage de la pièce : le bâti a été réparé par soudure oxy-acétylénique, puis renforcé par des pièces soudées à l'arc. Les volants ont été également remis en état de la même façon, par les deux procédés. Cette réparation a permis, non seulement de remettre la machine en service après une courte immobilisation, mais de la renforcer de telle façon que sa puissance de 250 t a été portée à 300 t. La figure montre la pièce après sa réparation.

Les nouvelles voitures de chemins de fer, ainsi que les automotrices sont maintenant, comme vous le savez, entièrement métalliques et construites par soudure. Tous les procédés s'y rencontrent, y compris et surtout la soudure électrique par résistance.

Voici (fig. 8) l'ossature métallique soudée d'une voiture du Chemin de Fer du Nord, en voie de construction.

Je reviens à la soudure oxy-acétylénique qui, lorsqu'elle est bien appliquée, offre une très grande sécurité et trouve de larges emplois. Voici (fig. 9) la jonction des tuyaux de distribution de vapeur de la Compagnie parisienne de Chauffage urbain.

Les constructions aéronautiques, qui mettent en œuvre tous les procédés de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

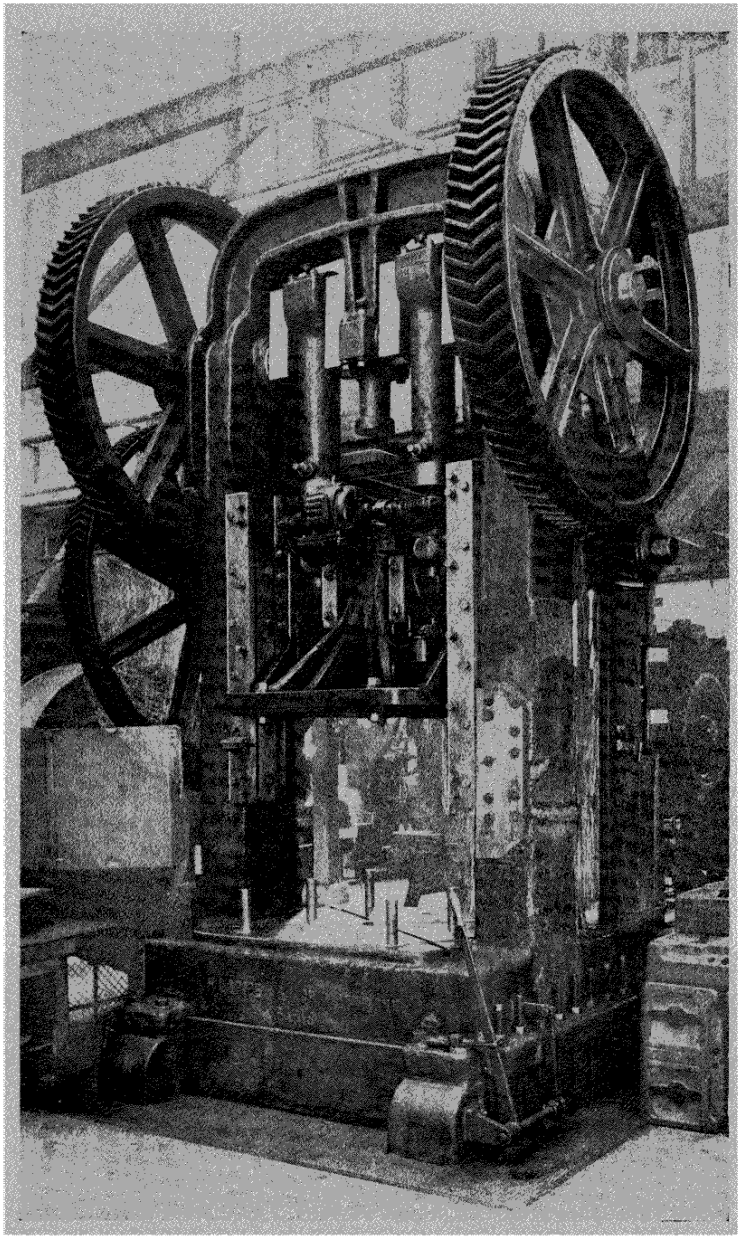


Fig. 7. — Presse de 250 t réparée par soudure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soudure, font un large usage de la flamme oxy-acétylénique pour les assemblages de tubes et éléments divers constituant les pièces vitales des avions : fuselage, bâti-moteur, train d'atterrissage, etc. C'est ainsi que la figure 10 représente l'arrière du fuselage et les appareils de gouverne d'un avion métallique dont toutes les pièces sont assemblées par soudure oxy-acétylénique.

A l'Exposition de Paris 1937, les applications de la soudure furent innombrables, bien que souvent invisibles pour les visiteurs : le Théâtre d'eau (fig. 11), qui a fait l'admiration de tous, avait toutes ses installations hydrauliques en tuyaux et éléments soudés. La figure 12 montre les éléments constitutifs des canalisations de l'un de ses pontons.

La soudure oxy-acétylénique s'applique à tous les métaux et alliages non ferreux : laitons, cuivre, aluminium et ses alliages, nickel, etc. On construit en alliage léger d'aluminium (fig. 13) des citernes à essence pour le transport par camion.

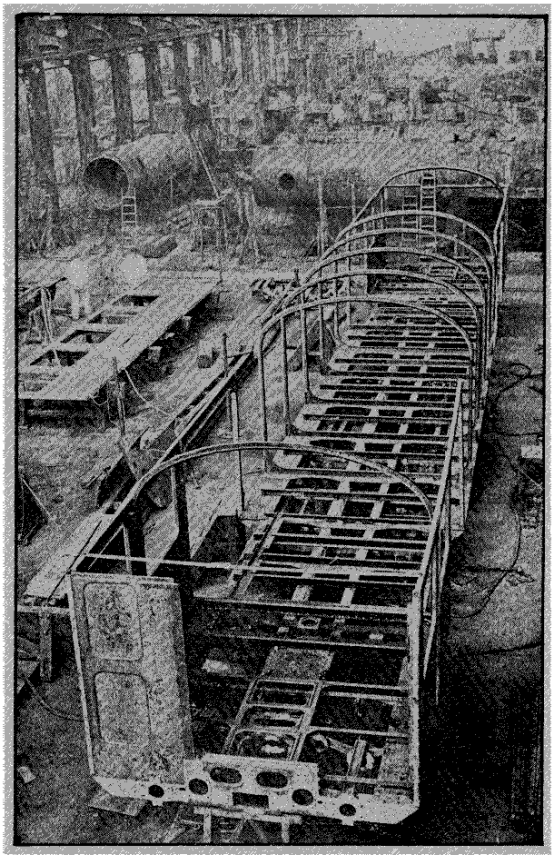


Fig. 8. — Armature de wagon métallique du Chemin de Fer du Nord.

La construction des récipients de tous genres destinés à l'emmagasinement ou au transport des gaz comprimés ou liquéfiés, s'exécute principalement par soudure oxy-acétylénique, qui assure une étanchéité complète et une sécurité absolument parfaite. Voici (fig. 14) un réservoir à gaz comprimé en tôle de 14 mm, d'une capacité de 25 m³, entièrement soudé. Il faut aussi citer comme belle application de la soudure oxy-acétylénique la fabrication des bouteilles à butane et à propane; il en existe maintenant plus de 2 millions en France; rappelons qu'elles font, à cause de leurs transports répétés, un service très dur. Les soudures, dûment exécutées et contrôlées, n'ont jamais manifesté la moindre défaillance.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 15 représente le coin d'un atelier de fabrication de ces bouteilles et la figure 16 une belle épreuve de la résistance de leurs soudures : les deux bouteilles proviennent en effet d'un camion transporteur tamponné par un express au passage à niveau d'Uchizy. Elles ont été retrouvées avec bien d'autres à une certaine distance du lieu du tamponnement, cabossées, bosselées, mais contenant encore leur charge complète de liquide.

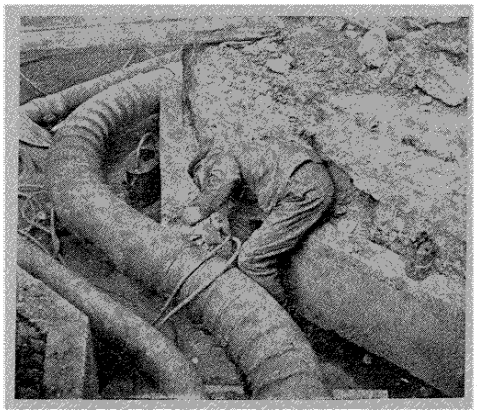


Fig. 9. — Soudure de tuyau de distribution de vapeur de la Compagnie parisienne de Chauffage urbain.

Ces quelques images, que j'ai prélevées dans la collection de l'Institut de Soudure autogène, parmi des centaines de photographies de constructions soudées, ne donnent qu'une faible idée de l'étendue et de la diversité des travaux réalisés par soudure, chaque jour plus nombreux et plus hardis.

Je signale au passage l'emploi intensif de la soudure autogène par tous les

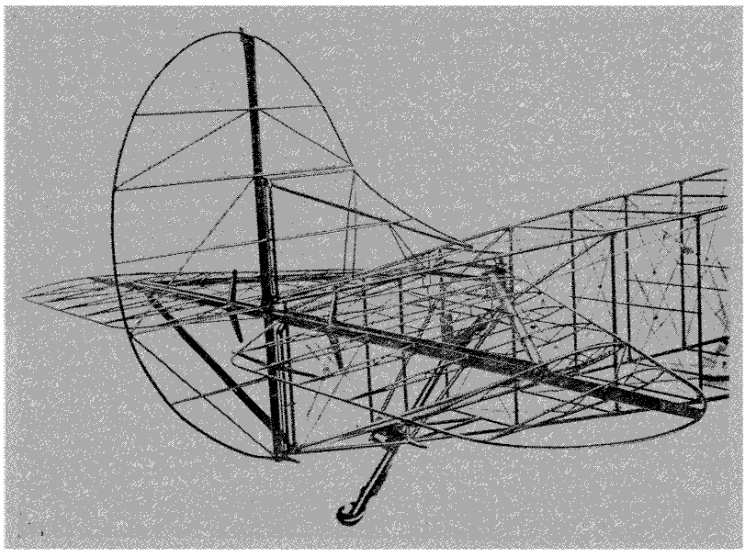


Fig. 10. — Empennage d'un avion du type Fokker construit par soudure oxy-acétylénique.

procédés : oxy-acétylénique, arc électrique, résistance et étincelle dans la construction des voitures automobiles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ne croyez pas que j'oublie purement et simplement de vous parler des applications de la soudure aux constructions navales et au matériel de guerre, car je

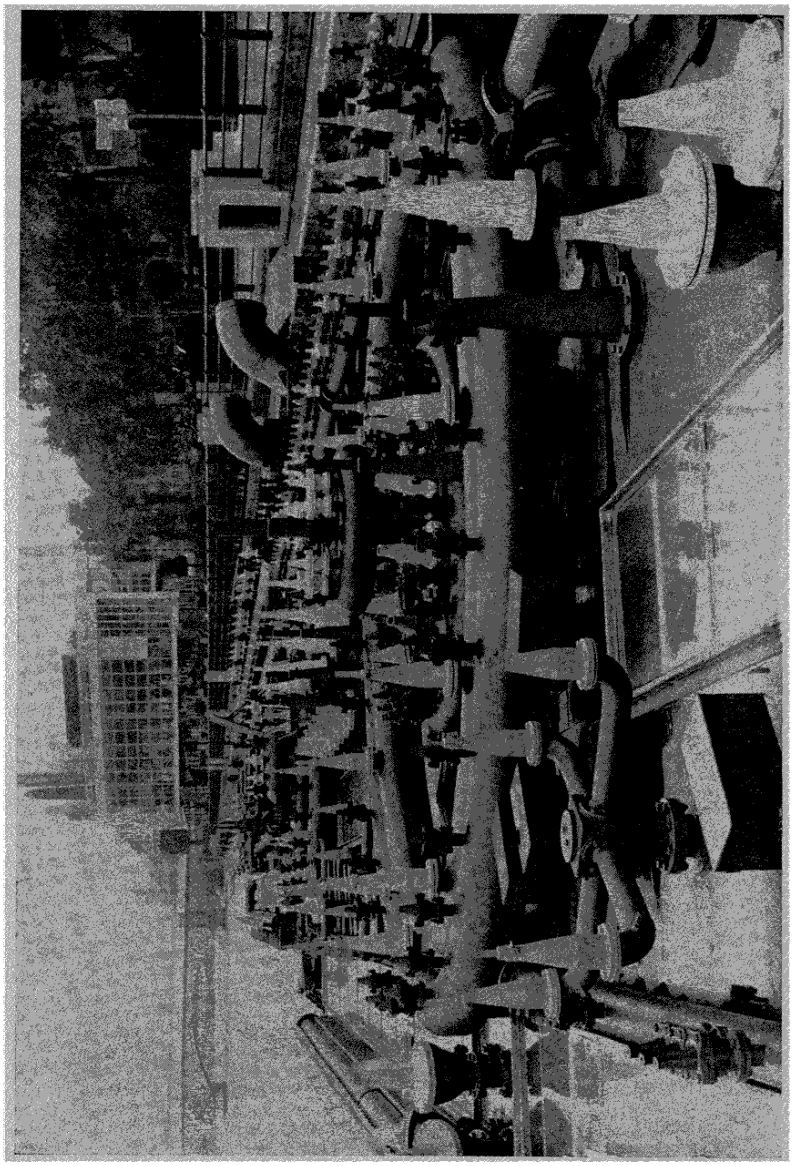


Fig. 11. — Installation des jets d'eau d'un ponton du Théâtre d'Eau de l'Exposition de Paris, 1937, dont toutes les tuyauteries étaient soudées.

suis tenu sur ces points à une grande réserve. Sachez simplemnet qu'elle y est employée sur une large échelle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il convient d'ajouter aux réalisations soudées les travaux d'oxy-coupage, qui les accompagnent presque toujours.

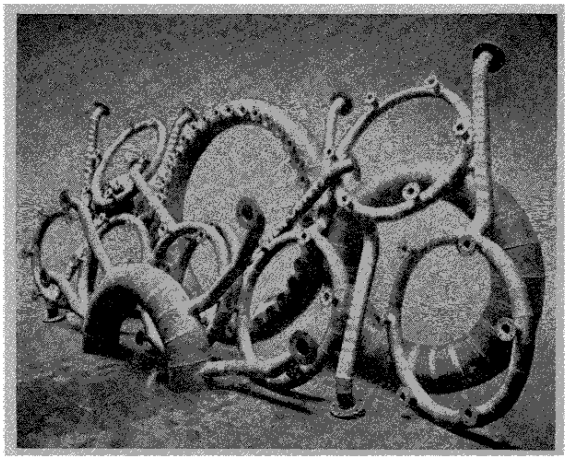


Fig. 12. — Eléments constitutifs des canalisations du ponton de la figure 11.

L'oxy-coupage consiste à sectionner l'acier par combustion du fer sous l'action de l'oxygène. C'est Lavoisier qui en découvrit le principe, mis en évidence par une expérience restée célèbre. Bien que l'oxy-coupage soit l'antithèse de la soudure, puisque l'un sépare et l'autre unit, il n'est pas paradoxal d'associer les deux procédés, puisque, dans le plus grand nombre des cas, il faut commencer par préparer et découper les éléments à assembler. Au surplus, les matières premières sont les mêmes que pour la

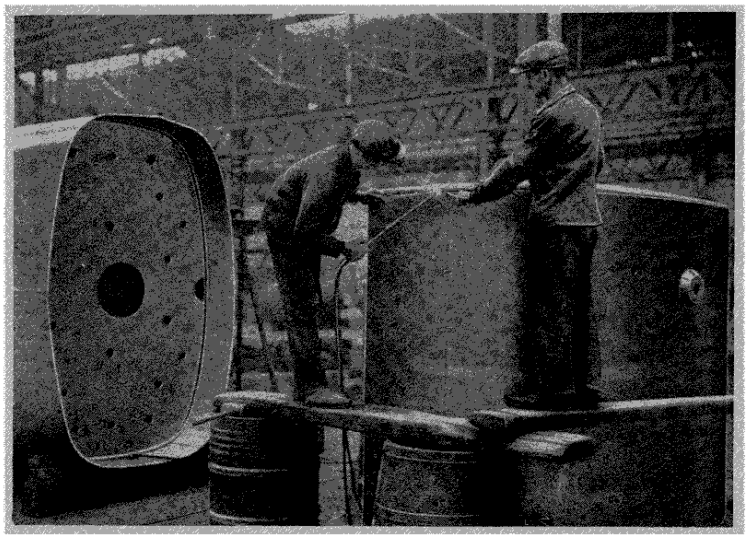


Fig. 13. — Fabrication de citernes à essence pour camions, en alliage d'aluminium à haute résistance.

soudure oxy-acétylénique et l'appareillage en diffère peu. Malheureusement, je

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ne puis m'étendre sur ce procédé véritablement remarquable de travail des métaux, qui demanderait à lui seul un exposé complet; mais ce que je vais vous dire sur les problèmes posés par la soudure et les études et recherches en cette matière, s'applique généralement aussi à l'oxy-coupage.

Les problèmes posés par la soudure sont nombreux et variés. On ne substitue pas un procédé à un autre sans étudier les modifications de tous ordres qu'il peut apporter, depuis la conception de la pièce à construire jusqu'à la répartition des efforts, modifiée par cette nouvelle conception et le nouveau mode de réalisation.

La soudure fait appel à de très hautes températures, nécessaires et suffisantes pour porter le métal à fusion, mais localisées sur les bords des pièces à assembler. Cette chaleur concentrée, brutalement appliquée, puis non moins brutalement dissipée, peut apporter des perturbations physiques, chimiques et structurales non seulement dans le métal fondu, mais dans les zones voisines. Je cite à nouveau M. Portevin qui a dit de la soudure qu'elle constituait à la fois une opération de fonderie, de métallurgie et de traitement thermique, avec tous leurs effets et toutes leurs conséquences.

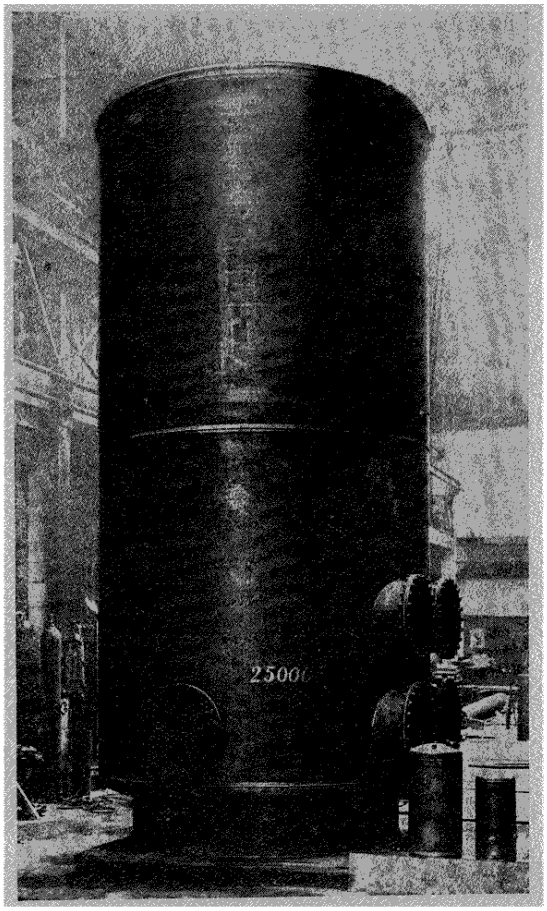


Fig. 14. — Réservoir de 250 hl soudé par la méthode à double cordon B. A droite, on remarque deux autres réservoirs, l'un de 75, l'autre de 25 litres de capacité, soudés par la méthode montante à double cordon A.

Les problèmes posés par la soudure ne sont donc pas seulement d'ordre mécanique, comme dans le cas de la rivure, mais relèvent aussi des sciences et des techniques physiques, chimiques et métallurgiques. Ils nécessitent des études et des recherches qui ont déjà singulièrement éclairé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la question et élevé la soudure à un niveau tel qu'elle est maintenant applicable à des constructions qui paraissent lui être complètement interdites.

L'étude des caractéristiques de soudabilité des différents aciers d'une part et des divers métaux et alliages de l'autre, conduit non seulement à leur classification nécessaire, mais aussi à la recherche et à la création de matériaux métalliques spécialement aptes à être assemblés par soudure.

Cela entraînerait beaucoup trop loin de parler de tous les travaux déjà entre-

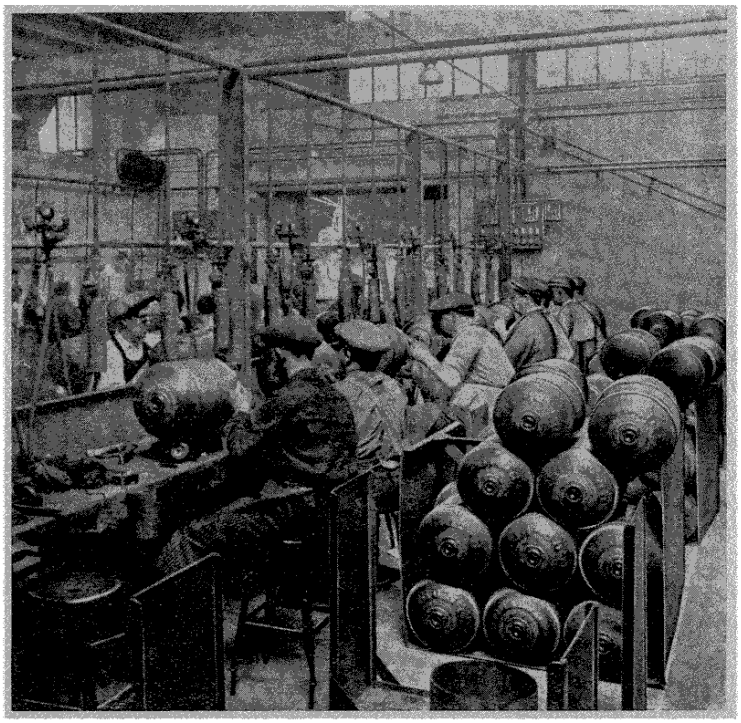


Fig. 15. — Atelier de fabrication par soudure oxy-acétylénique de bouteilles à butane et à propane.

pris, en cours ou prévus, relatifs à la soudure et à l'oxy-coupage. Je citerai au hasard les recherches :

sur les modifications structurales des abords des lignes de soudure, sur les tensions et déformations;

sur les éléments d'addition aux métaux d'apport et électrodes en vue d'améliorer le métal fondu;

sur les laitiers, décapants et désoxydants;

sur les recherches d'incorporation d'oxygène et d'azote dans les soudures;

sur les pertes d'éléments et les soufflures;

sur les oxydes;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur la tension superficielle et le « mouillage » des métaux en fusion;
sur le recuit des soudures et leur contrôle;
sur les méthodes d'exécution les plus favorables, la préparation des bords et le matériel le mieux approprié;
sur la protection et l'hygiène des soudeurs.

Ces travaux, études et recherches, auxquels nous participons par nos laboratoires et que nous centralisons dans nos organismes, se poursuivent actuellement dans tous les pays et font l'objet de communications du plus haut intérêt dans les réunions et congrès nationaux ou internationaux. A l'étranger, en Angleterre, aux États-Unis et en Allemagne notamment, toutes les grandes associations de métallurgistes et de constructeurs s'intéressent très particulièrement à la soudure. C'est ainsi que l'*Iron and Steel Institute* a organisé il y a deux ans, sous la présidence de Sir Harold Carpenter, un Symposium de la Soudure qui a réuni plus de 900 adhérents.

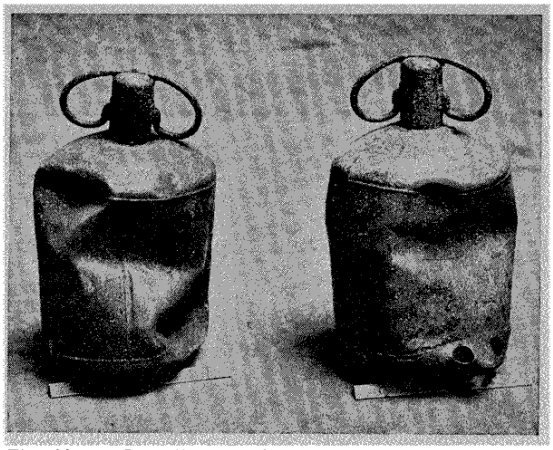


Fig. 16. — Bouteilles soudées provenant d'un camion tamponné par un express, contenant encore leur charge complète de liquide.

La France n'est cependant pas en retard et l'on peut même dire que ses savants, ses techniciens, ses inventeurs ainsi que ses organismes, sont considérés et admirés dans le monde entier. Sainte-Claire Deville, qui fut le précurseur de la soudure autogène, Marcelin Berthelot, qui la vit naître et l'encouragea, Henry Le Chatelier et Georges Claude, qui contribuèrent à son développement, constituent un parrainage dont nous avons le droit d'être fiers.

Il reste à dire quelques mots de l'enseignement de la soudure auquel nous attachons une grande importance. Il serait vain, en effet, de rattacher la soudure autogène aux sciences appliquées et aux techniques qui en découlent si l'exploitation du procédé ne devait pas s'appuyer entièrement sur elles. C'est dans ce but qu'a été créé, avec l'appui de la Direction de l'Enseignement technique, l'enseignement de la soudure à tous les degrés : ingénieurs soudeurs, cadres et exécutants.

Une bonne soudure n'est pas seulement le fait d'un bon soudeur : elle est surtout le résultat d'une bonne étude, d'une bonne préparation et d'une bonne surveillance, qui implique l'usage de bonnes méthodes. On ne s'improvise pas ingénieur soudeur, technicien en soudure, chef soudeur ou soudeur : on le devient par l'étude et l'apprentissage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'École supérieure de Soudure autogène est créée depuis huit ans, ainsi que les cours de maîtrise et de pratique. Le succès de cet enseignement a confirmé sa nécessité. Pour que la soudure autogène se développe dans l'harmonie d'une technique dont dépend essentiellement son avenir, il sera bientôt nécessaire de décentraliser son enseignement, de le prolonger dans tous les centres industriels, dans toutes les écoles professionnelles, comme la mécanique ou l'électricité.

Si, comme on est en droit de le supposer, la soudure doit être demain le mode d'assemblage à peu près exclusif des pièces métalliques, il faut l'enseigner et former sans retard à bonne école des ingénieurs, des spécialistes, des techniciens et des opérateurs.

Je m'excuse d'avoir été si long et peut-être si ennuyeux. Je m'en voudrais que vous fussiez découragés d'assister aux deux autres conférences que doivent faire, samedi prochain et le suivant, mes deux excellents collaborateurs MM. Gerbeaux et Leroy, qui vous apporteront des éléments concrets sur les sujets respectifs qu'ils comptent traiter devant vous.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LA SOUDURE AUTOGÈNE DANS LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE (*)

par M. H. GERBEAUX, *chef des Études des Constructions soudées à l'Institut de Soudure autogène.*

Dans sa précédente conférence, M. Granjon a défini la soudure autogène, ses différents procédés et le champ d'application de chacun d'eux. Samedi prochain, M. Leroy traitera le problème essentiel du contrôle des constructions soudées. Aujourd'hui, je dois parler de l'emploi de la soudure dans les constructions. Le sujet est immense, et même en y consacrant beaucoup de temps, nous ne pourrions que l'effleurer.

***

Les constructions métalliques les plus variées soient-elles sont constituées d'éléments homogènes assemblés entre eux. De tout temps, la jonction de ces éléments a posé des problèmes délicats car l'assemblage est le siège de conditions particulièrement défavorables qui en font la partie déficiente de l'ouvrage. Ces conditions défavorables sont de deux genres : 1° les propriétés de la matière sont abaissées dans la région de l'assemblage; 2° des accidents de formes sont déterminés par l'assemblage.

Les assemblages mécaniques échappent généralement au premier genre de défauts; par contre, les formes sont toujours mauvaises et la discontinuité du joint compte pour un grave défaut.

Dans divers cas, l'emploi de la soudure provoque un abaissement local des propriétés de la matière. Cependant, il est possible, par une étude judicieuse de la construction, de donner à l'assemblage des formes harmonieuses tirant au maximum profit de la continuité assurée par la soudure.

On en déduit immédiatement que l'assemblage soudé ne peut devenir, au point de vue mécanique, préférable aux autres assemblages que grâce à une conception plus rationnelle des formes. Il serait donc maladroit d'employer directement la soudure à des assemblages dont les dispositions correspondraient par exemple à des assemblages rivés. La continuité de l'assemblage deviendrait une propriété nuisible en diminuant les possibilités d'adaptation et on aggraverait encore d'un risque supplémentaire d'hétérogénéité mécanique de la matière.

Nous allons d'abord étudier les caractères distinctifs des assemblages soudés, puis nous examinerons des exemples divers de constructions soudées que nous discuterons.

(*) Conférence faite en séance publique le 19 février 1938. Pour la discussion qui l'a suivie, voir le *Bulletin* de mars-avril 1938, p. 175-178.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

### I. — PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES ASSEMBLAGES SOUDÉS

*Disposition générale des assemblages soudés par fusion, par points, rivés* (fig. 1). — Les assemblages par fusion représentés à gauche se distinguent nettement des autres. La soudure par points présente des dispositions générales communes à la rivure, aussi n'allons-nous pas étudier particulièrement ses propriétés.

La soudure par fusion peut être encore classée en soudure bout à bout et en soudure d'angle, la soudure à recouvrement n'étant qu'un cas particulier de soudure d'angle.

ÉQUILIBRE ÉLASTIQUE DES SOUDURES. — *Soudures bout à bout.* — Il serait

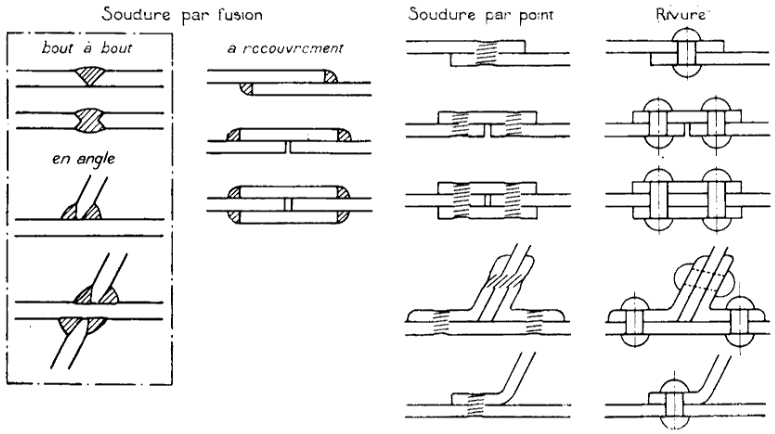



Fig. 1. — Dispositions d'assemblages soudés et rivés (les dispositions dans le cadre à gauche ne peuvent être réalisées qu'en soudure par fusion).

possible d'usiner toutes les soudures bout à bout si elles étaient parfaitement homogènes. Les propriétés de l'assemblage seraient alors confondues avec celles de la pièce. En fait, on laisse à la soudure la surépaisseur naturelle de fabrication. La figure 2 montre les résultats des mesures par photoélasticimétrie de E. G. Coker; la surtension locale créée à la naissance du bombé est de l'ordre de 1,3. Par contre, si le métal fondu présente quelques défauts tels que soufflures, la concentration de tension locale provoquée autour des cavités sphériques, ordinairement de l'ordre de 2, se trouve abaissée avec la tension moyenne. Les soufflures médianes sont celles qui provoquent cependant la tension la plus élevée car, pour elles, l'effet de la surépaisseur est moins sensible. On doit remarquer que si la soudure bout à bout est oblique par rapport à la direction générale des efforts, la tension normale à la direction des efforts diminue.

*Soudures d'angle.* — Les soudures d'angle déterminant un changement brusque de direction de la pièce, causent une distorsion importante du flux de force.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Suivant l'orientation vis-à-vis de la direction générale des efforts, on distingue (fig. 3) les soudures transversales et les soudures longitudinales, les soudures obliques pouvant être considérées comme la superposition des deux cas prédédents.

Les soudures d'angle ne peuvent satisfaire pratiquement que si elles sont au moins associées par couples.

Les couples de soudures transversales étudiées par des méthodes analytiques

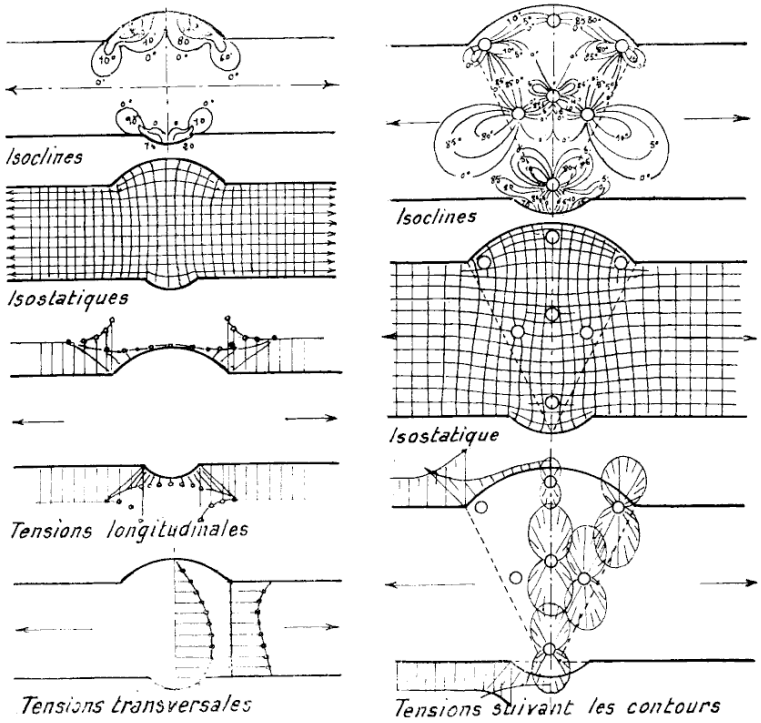



Fig. 2. — Équilibre élastique d'une soudure bout à bout mise en tension uniforme. Les tensions sont indiquées par des vecteurs tracés perpendiculairement à la direction de la tension mesurée. (E. G. Coker, *Journal of the American Welding Society*, juin 1934, et *Symposium on the Welding of Iron and Steel*, mai 1935). (Les surtensions sont mesurées autour de cavités cylindriques; elles ont donc 1,5 fois la valeur réelle autour de cavités sphériques).

ou expérimentales (fig. 4) montrent une concentration de tension égale à 4, à 5 aux sommets A et B. La concentration en B est la plus dangereuse car elle affecte non seulement la soudure mais la pièce même. En utilisant des cordons allongés dans la direction des efforts ou mieux, des cordons en congé, on abaisse cette tension. Au contraire, les cordons transversaux bombés sont défavorables et ne doivent pas être employés. Pratiquement, les cordons plats, plus économiques, sont employés en construction statique, les cordons en congé sont réservés aux constructions dynamiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les soudures longitudinales, la tension de cisaillement n'est pas uniformément répartie. les extrémités du cordon sont beaucoup plus sollicitées que le centre (fig. 3). La différence croît avec la longueur du cordon. Par contre, les cordons courts créent une grave distorsion des lignes de force. Ils ne sont donc pas recommandables. En fait, les soudures longitudinales ne doivent être ni trop longues, ni trop courtes (1,5 à 2 fois la largeur du fer) et le plus près possible de l'axe de la barre. La concentration de tension est alors sensi-

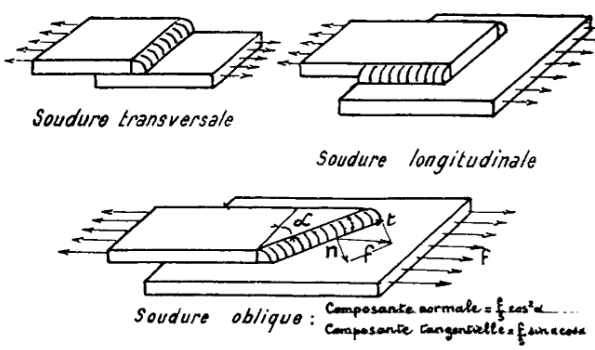



Fig. 3. — Classification des soudures d'angle.

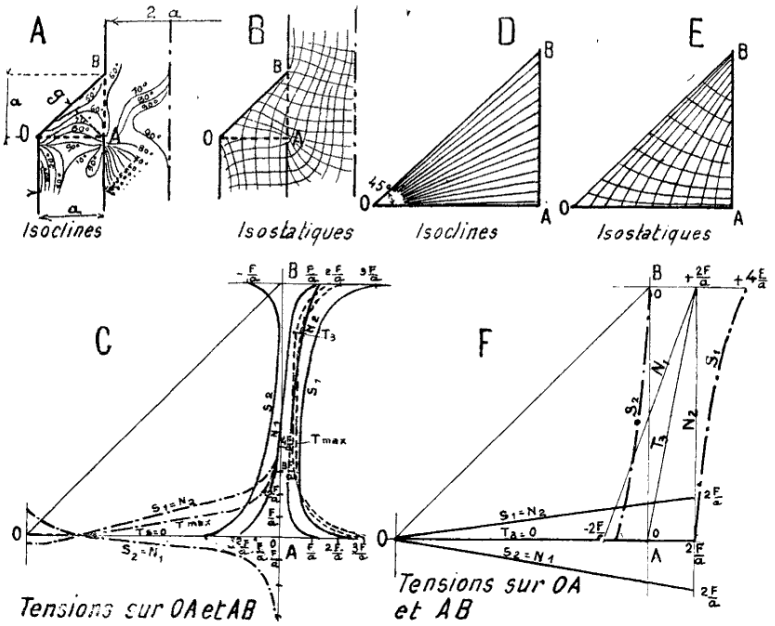



Fig. 4. — Équilibre élastique des soudures transversales : A, B, C, méthode photoélasticimétrique (Arshag G. SOLAKIAN, *Journal of the American Welding Society*, février 1934); — D, E, F : méthode analytique (A. GŒLZER, *Bulletin 2-3 de la Société des Ingénieurs Soudeurs* et *Revue de la Soudure autogène*, septembre 1935).

blement de l'ordre de celle qui est mesurée pour les soudures transversales.

La combinaison de soudures longitudinale-transversale est en prin-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cipe au moins aussi favorable que chacun des types examinés séparément.

La combinaison soudure bout à bout et couvre-joint à soudures d'angle est défavorable à une bonne soudure bout à bout puisqu'elle détermine inutilement des défauts de forme; elle est favorable aux soudures bout à bout mal exécutées puisqu'elle constitue un renforcement.

*Équilibre plastique des soudures.* — Hors le cas de la soudure bout à bout,

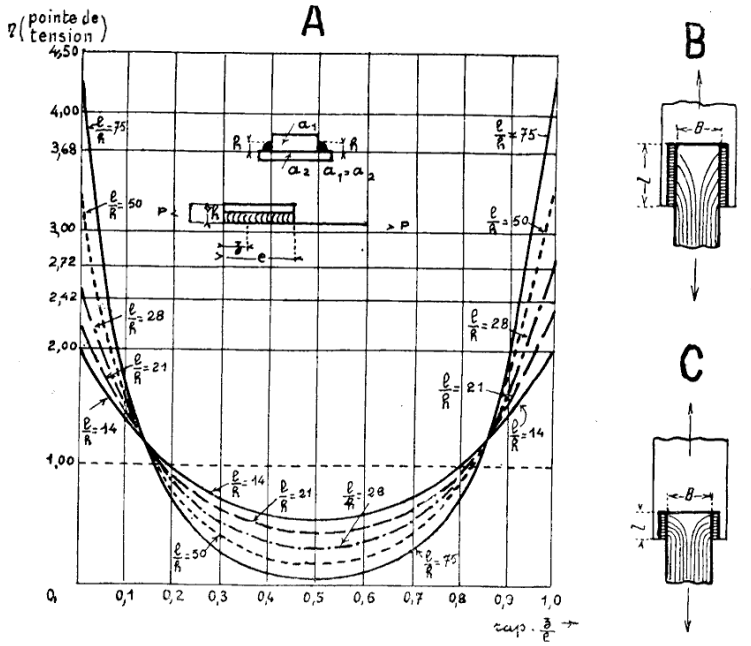



Fig. 5. — A : répartition des tensions élastiques le long des soudures longitudinales et en fonction de la longueur du cordon (DOUTCHINSKY, Recherches expérimentales du travail des soudures longitudinales sous une charge statique, *Institut Central de Recherches scientifiques de constructions industrielles*, Moscou, 1935); — B, C : distribution des lignes de force pour des soudures longitudinales longues et courtes (GRAFF, *Stahlbau*, n° 23, 1932).

l'étude de l'équilibre élastique des soudures d'angle ne paraît pas rassurant. Des concentrations de tension de l'ordre de 4 à 5 peuvent nous impressionner. Pourtant, un trou cylindrique dans une pièce cause une concentration de tension égale à 3, compte non tenu de la réduction de section. La pression exercée par la tige du rivet augmente cette tension. De plus, la disposition en file des rivets détermine une répartition inhomogène du cisaillement analogue à celle enregistrée dans les soudures longitudinales, d'où une surtension résultante au moins égale aux plus mauvais cas de soudure d'angle.

On ne s'inquiète pourtant pas de ces faits en rivure et on a raison, puisque

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'acier de construction est un matériau ductile et qu'il pourra s'adapter facilement aux efforts.

La soudure est, elle aussi, susceptible d'une adaptation analogue que l'on met en évidence par des lignes d'allongement d'échantillons vernis et essayés en traction.

Fig. 6 : deux cas de soudures bout à bout bien réalisées; on remarque que, statiquement, la surépaisseur ne détermine aucune influence défavorable puisque les barreaux sont entrés en plasticité bien avant les bords des parties bombées.

Fig. 7 : différentes soudures bout à bout comportant des défauts d'exécution;

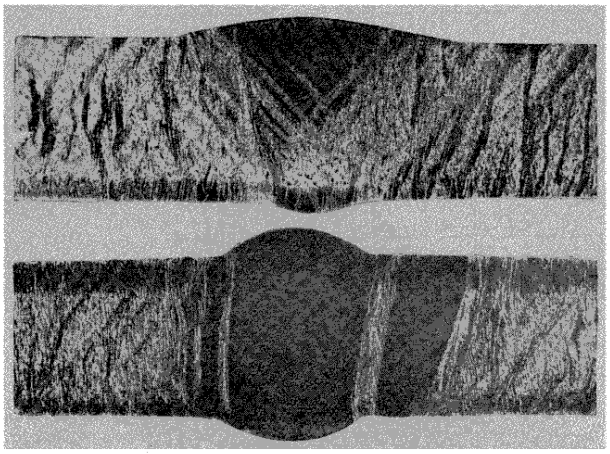



Fig. 6. — A, soudure bout à bout normale; — B, soudure exécutée sur les deux faces ou à double cordon. Lignes d'allongement des régions en plasticité.

on remarque l'effet très sensible des manques de liaison et des dénivellations des tôles

Fig. 8 : divers cas de soudures d'angle transversales.

On remarque que les coefficients K mesurés et qui caractérisent l'affaiblissement de l'assemblage correspondent assez bien aux taux d'utilisation des soudures en charpente métallique et confirment l'exactitude de ces taux admis.

Donc, pour les constructions statiques, il n'y a pas de différence très importante entre la valeur de la soudure bout à bout courante susceptible de défauts et celle de la soudure d'angle moins sensible aux défauts.

*Tensions et déformations dues au retrait de soudure.* — Le régime thermique spécial à la soudure introduit d'importantes tensions et déformations dans les pièces soudées. Pour s'en rendre compte, il suffit de calculer qu'une élévation de température de 100 degrés seulement au centre d'un disque d'acier doux de 1 m de diamètre provoque une tension de 10 kg/mm$^2$.

La figure 9 montre que, si le gradiant thermique s'abaisse, les tensions déterminées sont moins élevées; toutefois, pour les cas usuels de soudage, l'effet d'éta-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lement de la température reste sans effet sensible sur le maximum de tension déterminé.

Normalement donc, la limite élastique du métal est atteinte dans les régions soudées. Les schémas de la figure 10 représentent différents cas caractéristiques de tensions dues au retrait de soudure. Inévitablement, des déformations accom-

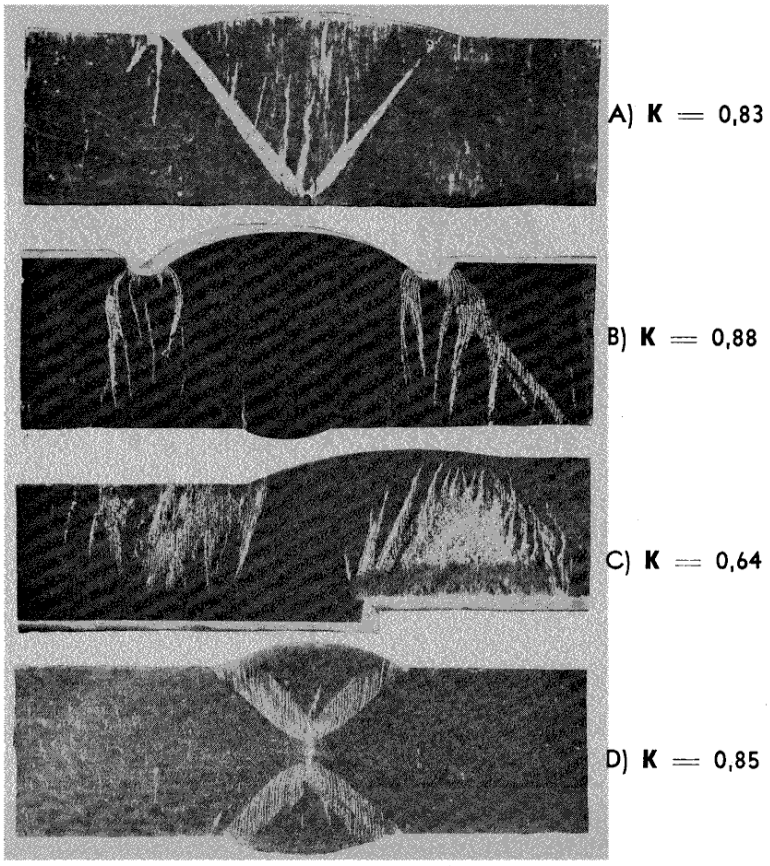



Fig. 7. — Soudures bout à bout avec défauts d'exécution : A, manque de pénétration en soudure d'un seul côté; — B, caniveaux ou creux latéraux; — C, dénivellation; — D, manque de pénétration en soudure des deux côtés. Lignes d'allongement dans les régions en plasticité.

pagnent ces tensions de retrait et le constructeur doit savoir conduire ses travaux de manière à éviter les conséquences néfastes de ces déformations. Quant aux tensions résiduelles, il convient de rappeler que les profilés laminés, les pièces chaudronnées ou coulées présentent généralement des tensions de l'importance de celles du retrait de soudure. Seules les pièces recuites peuvent être considérées comme étant à l'état naturel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les écoulements de retrait sont sans effet néfaste sur une pièce soudée d'une façon normale à condition que le métal soit susceptible d'une grande ductilité à chaud et à froid. Par contre, des mécomptes peuvent survenir à la fabrication ou à la mise en service de constructions trop bridées, mal étudiées et surtout en métal non satisfaisant.

Le choix des aciers aptes à la soudure introduit une recherche particulière dont parlera M. Leroy. L'emploi d'aciers tenaces détermine rapidement l'accroissement des difficultés de réalisation. Certains échecs en construction soudée sont

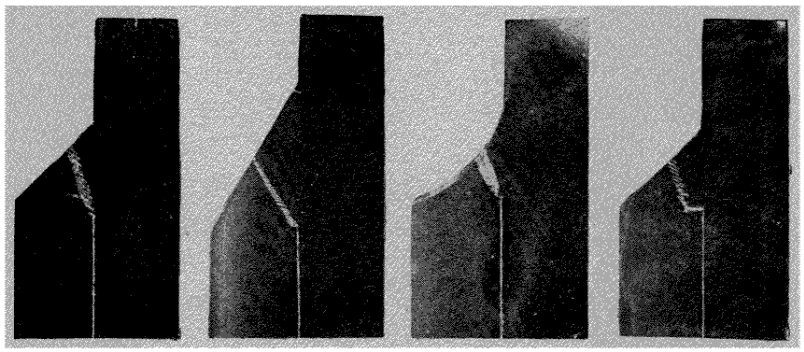



Fig. 8. — Soudures d'angle transversales : A, cordon isoscèle ; — B, cordon allongé ; — C, cordon creux ou en congé ; — D, cordon avec collage transversal. Lignes d'allongement dans les régions en plasticité. (Fig. 6 à 8 : MM. Cymboliste et Gerbeaux, *XII^e Congrès international de l'Acétylène et de la Soudure autogène*, Londres, 1936).

dus trop souvent à un mauvais choix du métal et à une insuffisante préparation du travail.

*Résistance à la fatigue des assemblages soudés.* — De très nombreux essais de fatigue ont été faits un peu dans tous les pays au point que l'assemblage soudé est maintenant l'assemblage le mieux connu. Les diagrammes de Goodmann (fig. 11 et 12) montrent les résultats obtenus pour différents régimes de sollicitations.

Les soudures bout à bout bien exécutées sont supérieures aux rivures ; mais les soudures d'angle sont inférieures aux rivures. Cela montre qu'au point de vue de la résistance à la fatigue, la parfaite continuité de l'assemblage devient un défaut lorsque cette continuité est accompagnée d'un facteur de forme défavorable.

Les aciers 54 soudés ne procurent à la fatigue aucun avantage sur l'acier 42. Ils causent donc dans ce cas bien inutilement un accroissement de difficultés d'emploi. Cela confirme le fait général que les aciers tenaces sont plus sensibles que les autres aux effets des défauts de forme déterminés en particulier aux assemblages.

La branche supérieure de ces diagrammes étant inclinée au-dessous de 45° indiquerait une très légère influence défavorable à la fatigue en traction des ten-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sions résiduelles. En fait, si ces tensions n'ont pas entamé les propriétés plastiques du métal, les premiers cycles d'efforts entraînent par adaptation la dispa-

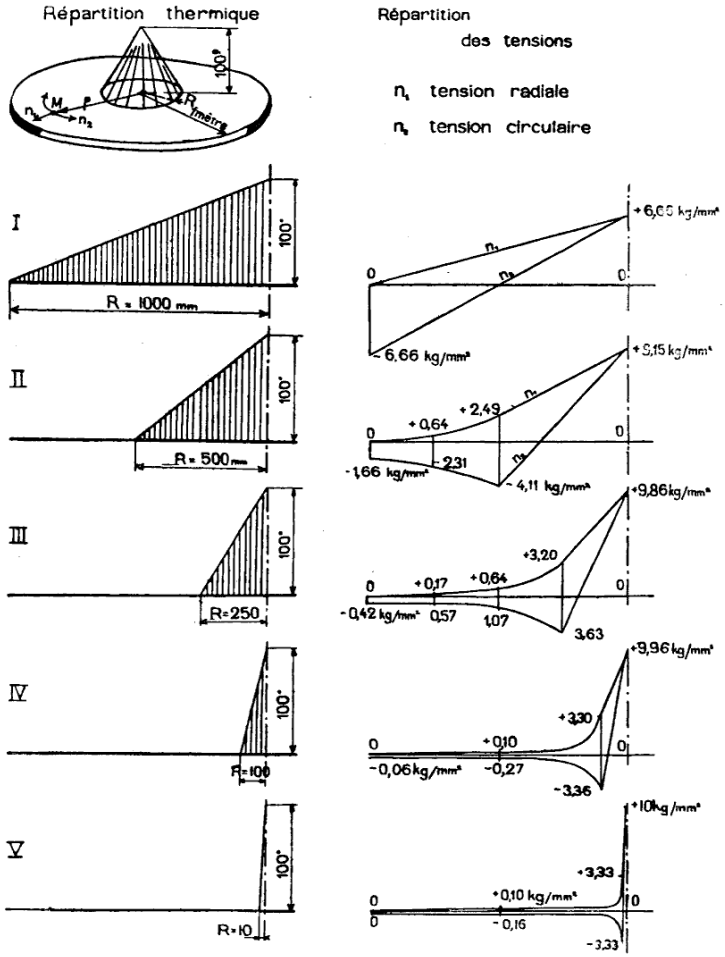



Fig. 9. — État élastique d'une plaque d'acier circulaire, de 1 m de rayon, soumise à une répartition thermique inhomogène. Chauffage à 100° plus ou moins localisé du centre de la plaque (*Bulletin 47 de la Société des Ingénieurs Soudeurs*).

rition progressive des tensions résiduelles. Suivant différents auteurs, l'influence des tensions résiduelles serait ou faible ou nulle.

*Directives générales servant de base aux études des constructions soudées.* — Des renseignements généraux qui viennent d'être donnés, on peut déduire les conséquences suivantes :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

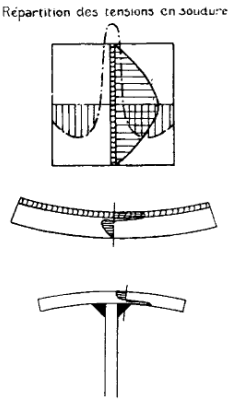



Fig. 10. — Différents cas caractéristiques de tensions dues au retrait de soudure.

En construction statique, grâce à l'adaptation du métal dans l'assemblage et son voisinage, les soudures, quelles que soient leurs formes, contribuent effectivement à la résistance de l'ensemble en raison des sections réalisées à leur gorge.

Un allégement important résultera de la simplification des attaches, de l'absence de trous de rivet, de la possibilité d'étudier les sections les mieux appropriées, de la parfaite continuité des assemblages. La facile réalisation par soudure des ensembles continus est à même de modifier profondément le caractère général des constructions en permettant ou en imposant des dispositions que les solutions rivées ne laissaient guère envisager.

En construction de fatigue, un sérieux allègement et une grande sécurité sont offerts par la solution soudée à

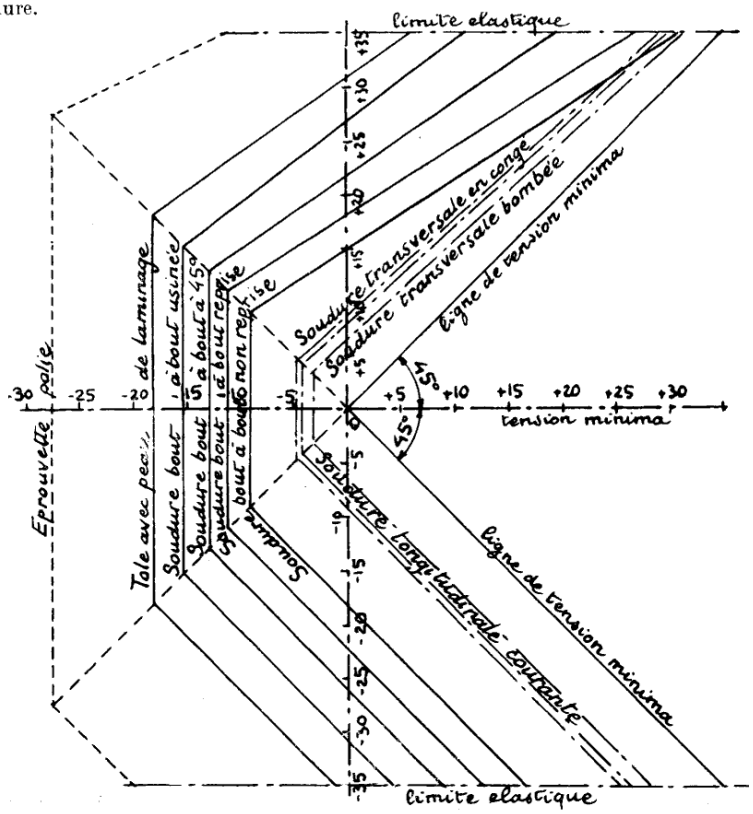



Fig. 11. — Diagramme de résistance à la fatigue des assemblages soudés sur acier 54.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la condition cependant d'étudier soigneusement le tracé de la construction et d'en épurer les lignes de manière à aboutir à l'emploi presque exclusif de soudures bout à bout. La parfaite continuité des assemblages soudés introduit en effet en contre-partie un effet très défavorable du défaut de forme, lequel doit être spécialement évité.

Quel que soit le genre de réalisation, les dispositions comportant le minimum

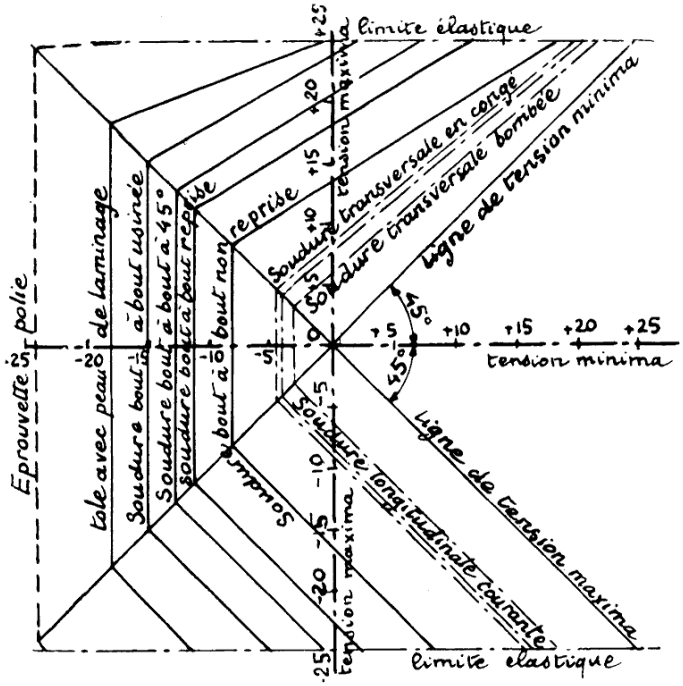



Fig. 12. — Diagramme de résistance à la fatigue des assemblages soudés sur acier doux.

d'assemblages sont les plus satisfaisantes puisqu'elles sont plus économiques et conduisent à moins de tensions et déformations de retrait.

Enfin, dans tous les cas, l'emploi d'un bon métal de base et une bonne technique de réalisation sont indispensables à la réussite des constructions soudées.

## II. — APPLICATIONS INDUSTRIELLES

CHARPENTE MÉTALLIQUE. — *Constructions en treillis.* — Un avantage essentiel de la soudure réside dans la possibilité d'obtenir des assemblages étanches et d'augmenter considérablement la durée de la construction, toutes les parties soumises à la corrosion étant rendues accessibles et faciles à entretenir. Dans de nombreux cas, et spécialement pour les constructions légères, cette particularité est tellement importante qu'elle justifie à elle seule le choix de la soudure comme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moyen de réalisation. Inévitablement les systèmes à barres jumelées couramment employés en construction rivée seront à rejeter en raison de leur accès difficile ; les dispositions à barre unique seront seules à utiliser.

Il faut veiller à ce que le centre de gravité de l'assemblage coïncide au mieux avec l'axe de la barre. Pourtant, dans les dispositions simples à recouvrement, cette condition ne pouvant pas toujours correspondre avec celle de la réalisation d'un assemblage étanche, c'est cette dernière qui doit alors prévaloir.

En construction légère, les membrures sont en fer T, les treillis en L sont

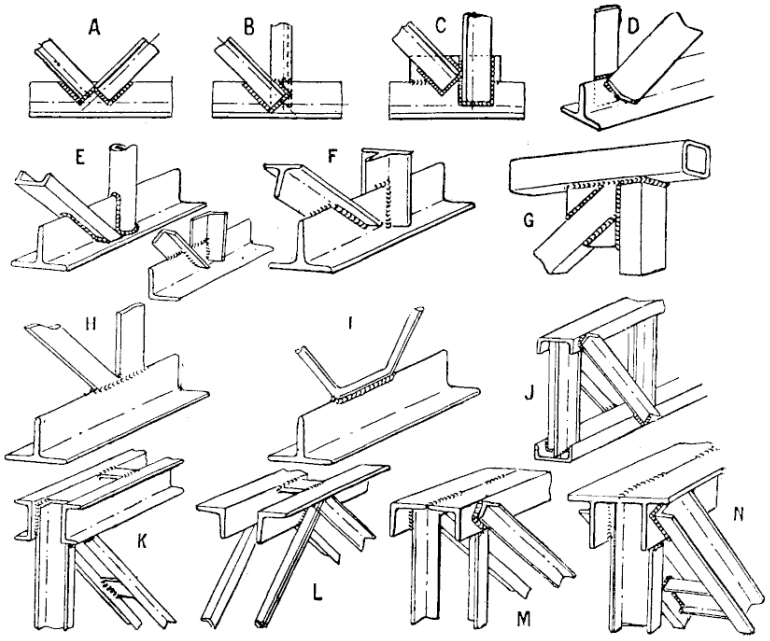



Fig. 13. — Différentes dispositions des assemblages soudés en construction en treillis : A, assemblage sur cornières d'un même côté sans gousset; — B, assemblage de part et d'autre sur cornière; — C, assemblage avec gousset; — D, assemblage sur fer I; — E, assemblage à entailles; — F, assemblage en T par entaille; — G, assemblage de tubes carrés avec goussets; — H, treillis léger en fer plat; — I, en fer rond; — J, poutre en treillis à membrures en U; — K, double membrure en U; — L, M, poutres jumelées; — N, poutres en treillis de forte section.

coupés droits et assemblés en recouvrement sans gousset (A et B, fig. 13,); parfois, la membrure n'étant pas assez large pour assurer le concours des axes des treillis, un petit gousset soudé bout à bout à l'aile du T est interposé (C, fig. 13).

Pour des constructions plus importantes ou pour des poutres soumises à des effets dynamiques, une élégante solution consiste à entailler les barres de treillis (E et F, fig. 13) de manière à réaliser un ensemble parfaitement symétrique. Les assemblages étanches obtenus sont calculés pour assurer une résistance suffisante. Les éléments les plus divers peuvent être assemblés de cette manière. La dispo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sition F, utilisant des T de diverses formes, est particulièrement rationnelle.

La soudure permet la réalisation facile de treillis tubulaires. Le tube carré est particulièrement avantageux en raison des facilités de préparation. Cependant, le prix très élevé du tube limite les applications de ce système.

Les treillis très légers peuvent être établis en fer plat ou mieux encore en rond plié, plus rigide que le plat et, par suite, plus économique.

Enfin différents types de poutres à double plan de treillis ou à membrures jumelées peuvent être confectionnés économiquement par soudure (J, K, L, M, N, fig. 13).

Les pylônes de transport de force les plus divers, les pylônes de T. S. F. sont construits par soudure; les pylônes courants sont établis entièrement en fer L; le parfait encastrement des barres de treillis assure une incomparable rigidité en flexion et en torsion. On s'attache à ne réduire que la section des barres de treillis, l'encastrement n'étant spécialement favorable qu'à ces éléments. La construction devient de ce fait très dégagée, plus élégante et d'une très facile fabrication (fig. 14, 15 et 16).

Voici différents exemples de treillis soudés (fig. 17, 18 et 19).

L'emploi rationnel de la soudure exige l'utilisation, pour les membrures, de fers T de grandes dimensions qui ne peuvent être obtenus jusqu'à présent qu'en débitant des fers IPN, ceci en raison de l'insuffisance évi-

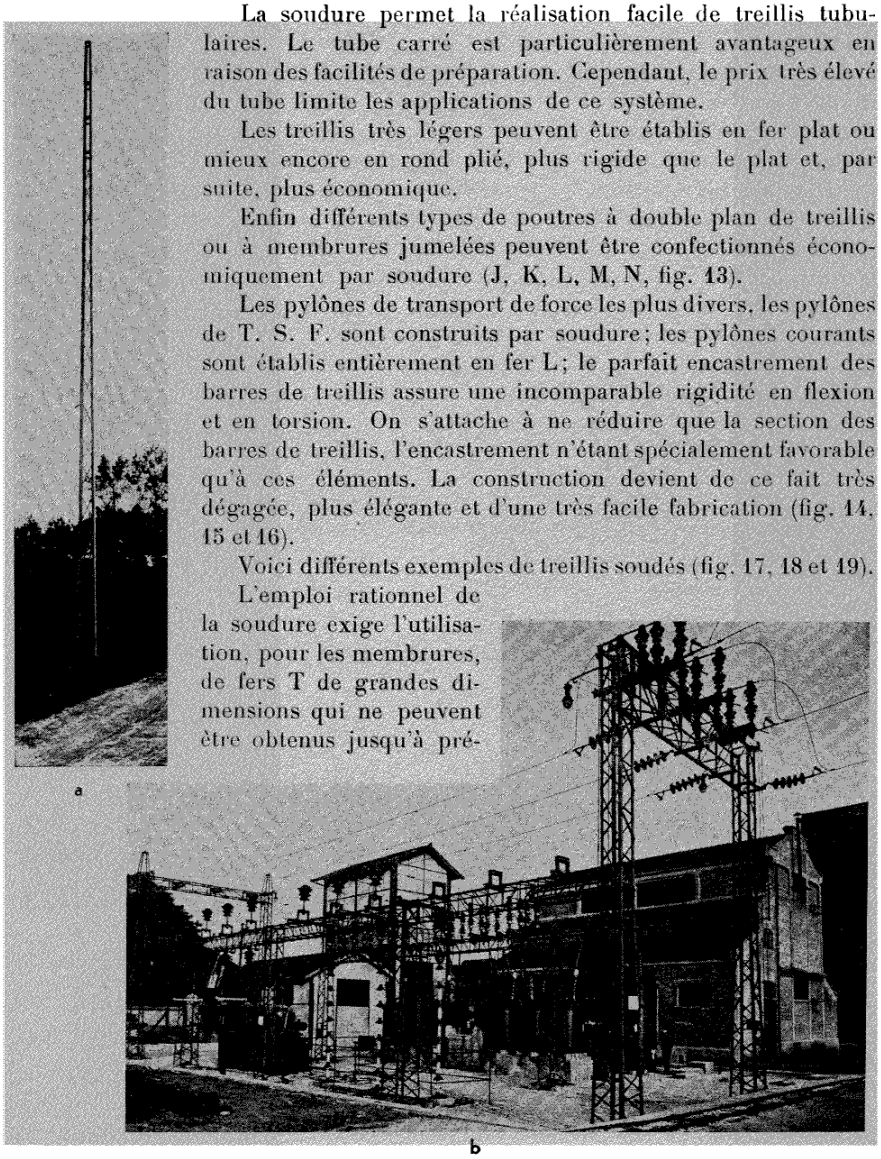


Fig. 14. — *a*), Pylône soudé de transport de force (Compagnie générale de Construction soudée); — *b*), Poste de transformation (Compagnie générale de Construction soudée).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dente des profils courants qui n'ont pas été encore adaptés à la soudure.

Il est courant d'estimer à 10 à 15 p. 100 le gain de poids réalisé grâce à la soudure sur des treillis légers et à 20 à 25 p. 100 le bénéfice en treillis lourds.

Le pont de Lowicz (Pologne), de 27 m de portée, de 6,76 m de largeur de chaussée, construit en 1930, est le premier pont européen soudé (fig. 20); puis viennent le pont de Louèche (fig. 21) sur le Rhône, de 37 m de portée, et le pont aux usines Skoda (fig. 22) à Pilsen, de 49,20 m de portée, qui ont été construits en 1930 et 1932. Depuis, les ponts soudés ont été réalisés de préférence suivant d'autres types que le treillis bien que ce dernier système convienne très bien à la soudure.

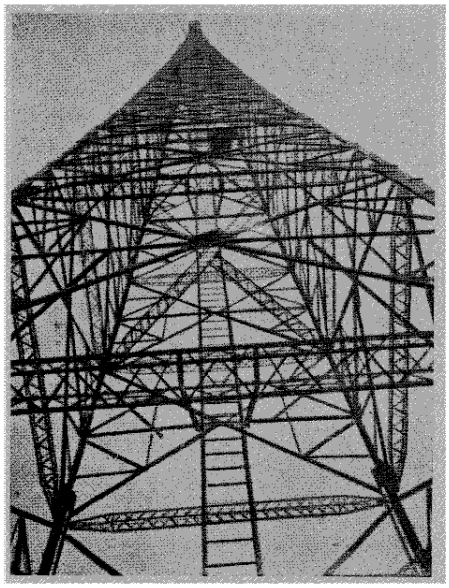


Fig. 15. — Un des pylônes de la station radiotélégraphique de Pontoise (Compagnie générale de Construction soudée).

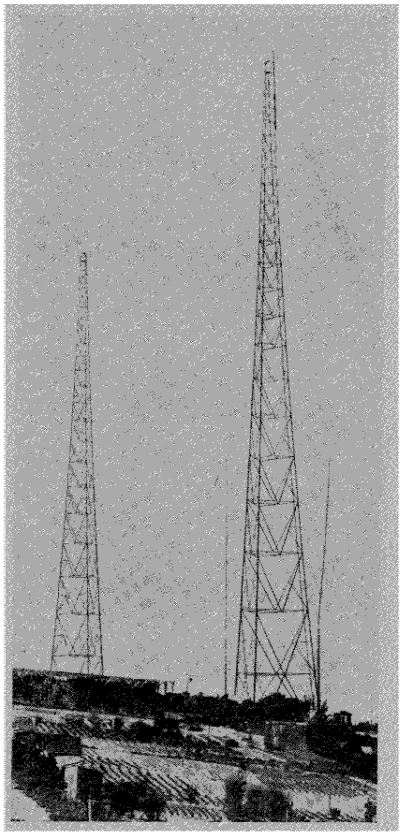


Fig. 16. — Pylônes soudés de Radio-Normandie, à Fécamp (Compagnie générale de Construction soudée).

Il suffit seulement de remplacer les formes anciennes par des dispositions mieux adaptées à la soudure.

*Pièces fléchies.* — L'emploi de la soudure pour la réalisation des pièces prismatiques travaillant en flexion est particulièrement heureux; la figure 23 montre l'extrême simplification apportée par la solution soudée dans la réalisation de poutres en I; l'emploi du plat dit « à téton » est tout particulièrement intéressant car il évite les tensions importantes et les déformations de retrait causées par la soudure en angle du plat sur la semelle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les aboutages de semelles se font par soudure bout à bout normale ou mieux oblique; les changements de section sont obtenus par amincissement progressif

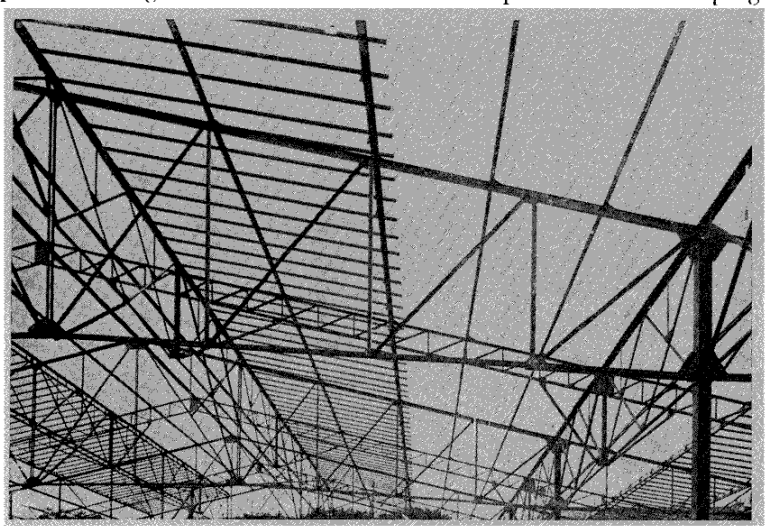


Fig. 17 — Fermes et poteaux soudés d'un garage à Montrouge (Établissements Baudet-Donon-Roussel).

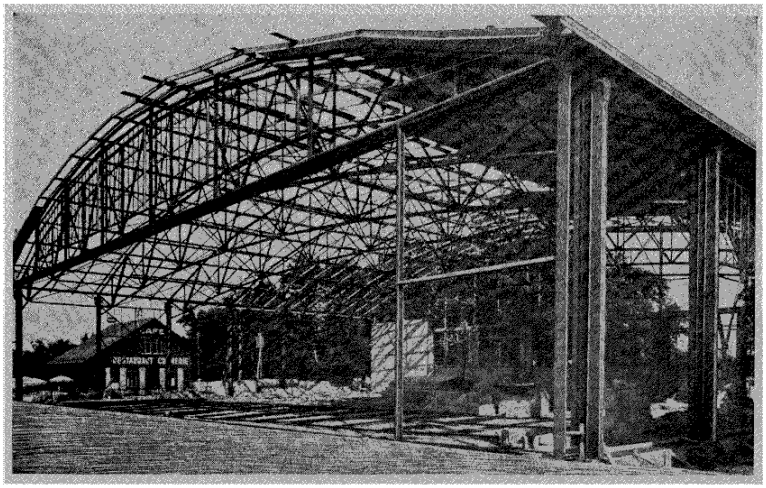


Fig. 18. — Charpentes soudées d'un hangar de l'aérodrome de Genève-Cointrain (Établissements Giovanola Frères).

du fer le plus épais; les couvre-joints, s'ils sont imposés, doivent être à épaisseur variable; personnellement, nous préférons beaucoup au couvre-joint l'emploi de soudures bout à bout obliques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les plats des âmes sont assemblés normalement ou, si on préfère, obliquement, dans les régions avoisinant les semelles.

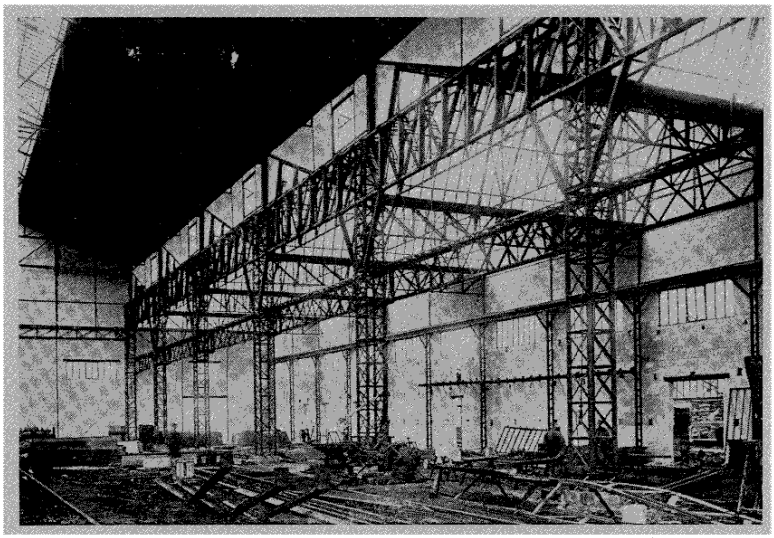


Fig. 19. — Ateliers de la Soudure autogène française à Pont-Sainte-Maxence. Vue prise de la travée centrale.

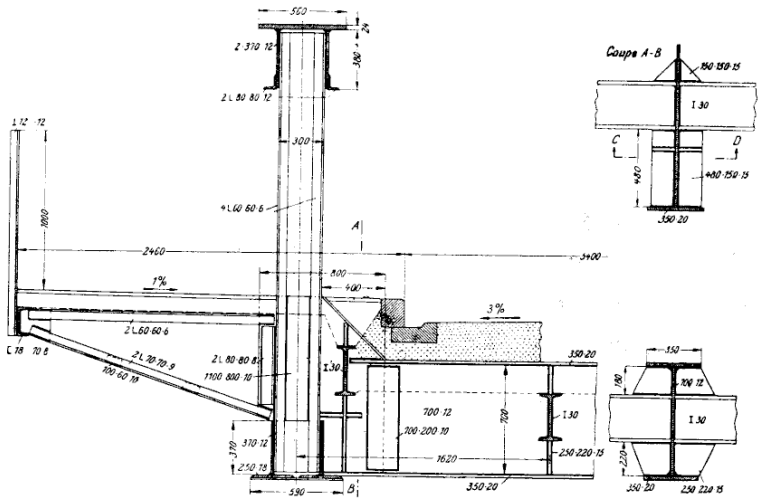



Fig. 20. — Coupe transversale du pont de Lowicz.

Les raidisseurs sont à éviter le plus possible car ils causent des concentrations locales de tensions. S'ils sont indispensables, leur liaison à la poutre doit être

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

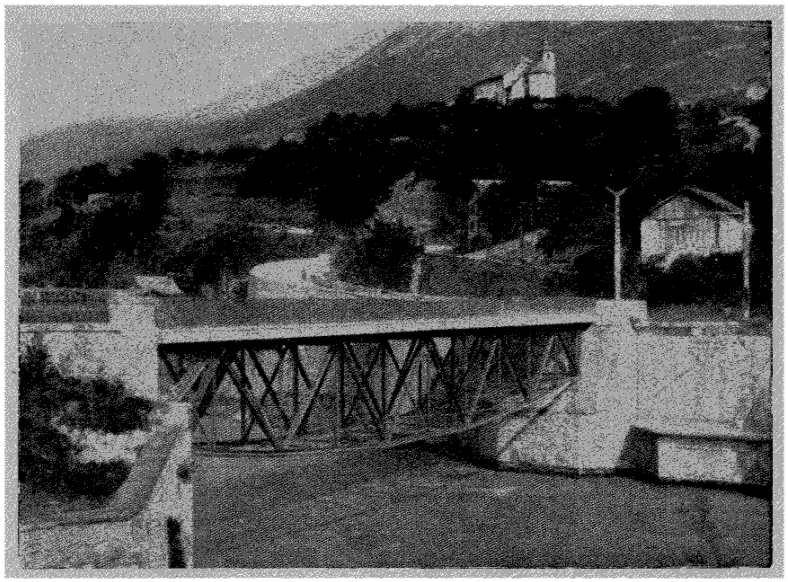


Fig. 21. — Pont-route sur le Rhône, à Louèche (Établissements Giovanola Frères).

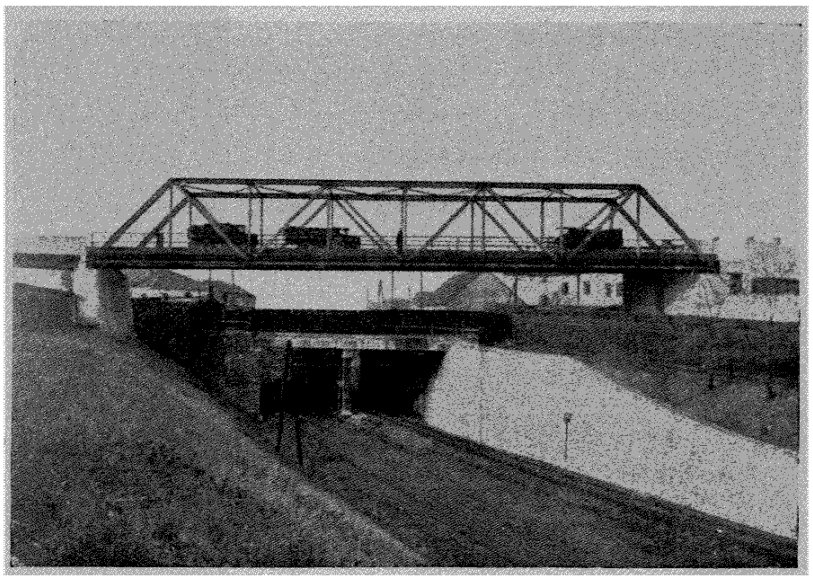


Fig. 22. — Pont-route de Pilsen (Skoda, 1931).



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réduite au strict minimum par des soudures étanches faites autour de régions ajourées au chalumeau coupeur.

En aucun cas, il ne faudra souder le raidisseur dans l'angle de jonction de l'âme

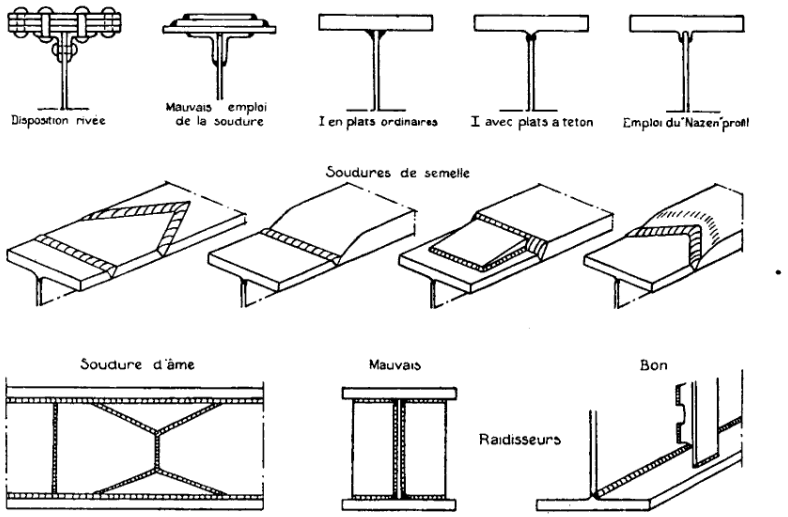



Fig. 23. — Poutres en I composées soudées.

et de la semelle, car on risque alors de déterminer de dangereuses tensions de retrait.

Les poutres en caisson sont facilement obtenues par soudure; il faut noter

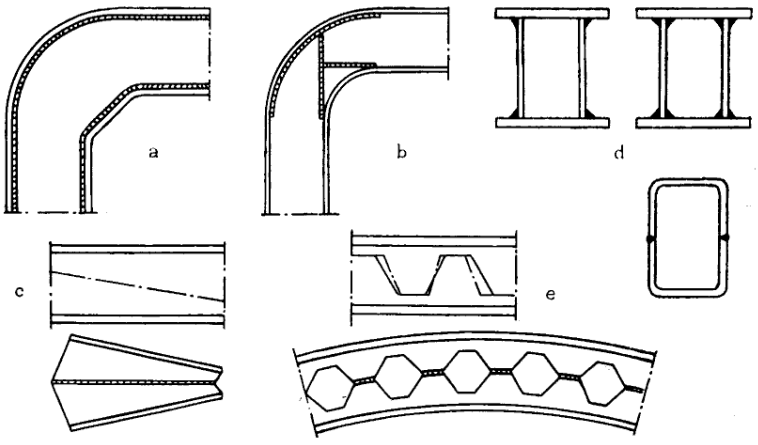



Fig. 24. — Quelques dispositions propres aux poutres soudées.

(*d*, fig. 24) pourtant que les petites constructions ne devant pas comporter de reprises à l'envers, ne peuvent satisfaire dans le cas de sollicitations sévères, l'assemblage dissymétrique obtenu ne fournissant pas une liaison satisfaisante.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Seules des pièces de grandes dimensions, où une reprise intérieure correcte peut être exécutée, sont à conseiller.

L'oxy-coupage permet un façonnage commode des poutres soudées (fig. 24) : *a*, pièce coudée, obtenue avec des plats à téton ; *b*, coudage facile d'un profilé, par entaille et soudures locales ; *c*, pièce à section variable, obtenue par coupe oblique et soudure ; *e*, arcs ajourés, réalisés par découpage en créneau et soudage de couples de fers.

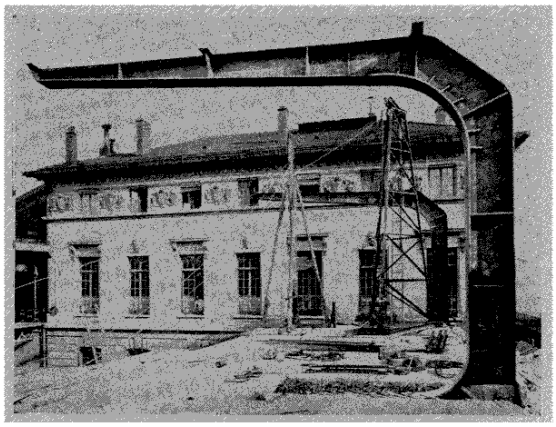


Fig. 25. — Console d'abris de quai de la gare de Genève-Cornavin.

Les administrations montraient, il y a quelques années, une excessive prudence vis-à-vis de l'oxy-coupage. Il est prouvé maintenant que ce procédé de façonnage est excellent, qu'il est bien supérieur au découpage à la cisaille et qu'il évite les effets de vieillissement consécutifs à la soudure après écrouissage.

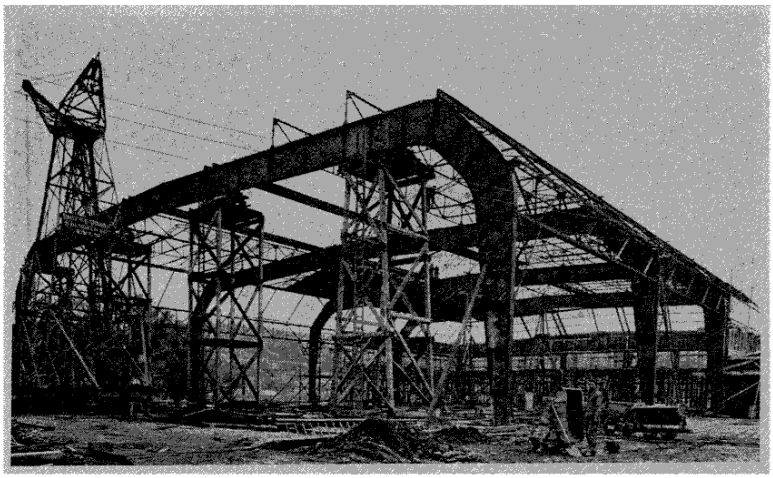


Fig. 26. — Hall de la Foire de Lyon (H. Dunoyer et Cie et Établissements Derobert).

Voici quelques illustrations se rapportant à ce type de construction : Fig. 25 : console d'abris de quai de la gare de Genève-Cornavin ; — Fig. 26 : hall de la Foire de Lyon en cours de montage. Quatre portiques en acier 5 de 50 m de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

portée, de 23 t chacun; — Fig. 27 : abris de quai de la gare de Düsseldorf.

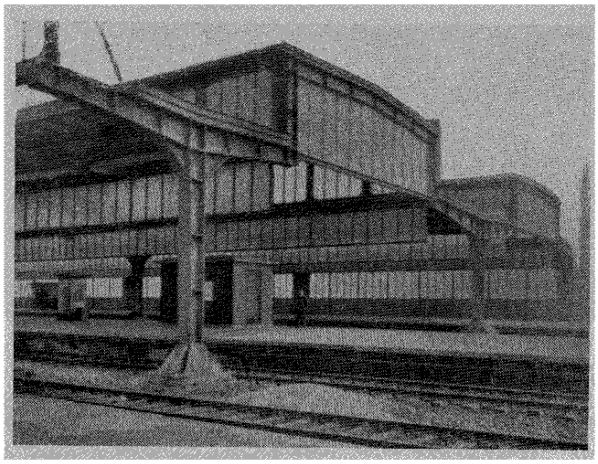


Fig. 27. — Abris de quai de la gare de Düsseldorf.

La grande facilité de façonnage des poutres soudées permet l'obtention d'ensembles particulièrement simples et élégants.

De très nombreux ponts à poutres maîtresses à âme pleine ou en arc ont été réalisés par soudure; citons comme exemples : Fig. 28 : le pont n° 3, à la sortie de Paris-Nord (1936); ouvrage à une voie, très biais, de 54 m de longueur, en acier 54. Poutres principales continues à âme pleine sur trois appuis. Poids total : 163 t. L'assemblage des

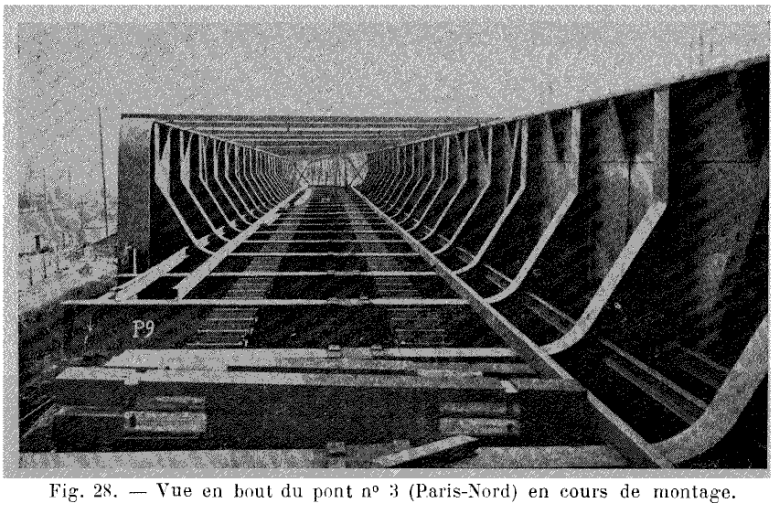


Fig. 28. — Vue en bout du pont n° 3 (Paris-Nord) en cours de montage.

entretoises sur les poutres principales offre une continuité particulièrement remarquable;

Fig. 29 : pont de Palsund, à Stockholm (1935), d'une conception particulièrement heureuse; cet ouvrage comporte deux arcs en caissons de 56 m d'ouverture et deux viaducs d'approche de 36 et 180 m de longueur reposant sur des colonnes tubulaires à joints sphériques. Il livre accès à une voie de 24 m de lar-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

geur. Réalisé sans aucun raidisseur, il présente des formes particulièrement simples et élégantes ;

Fig. 30 : pont de Rüdersdorf-Kalkberge (1935-1936), comportant plusieurs

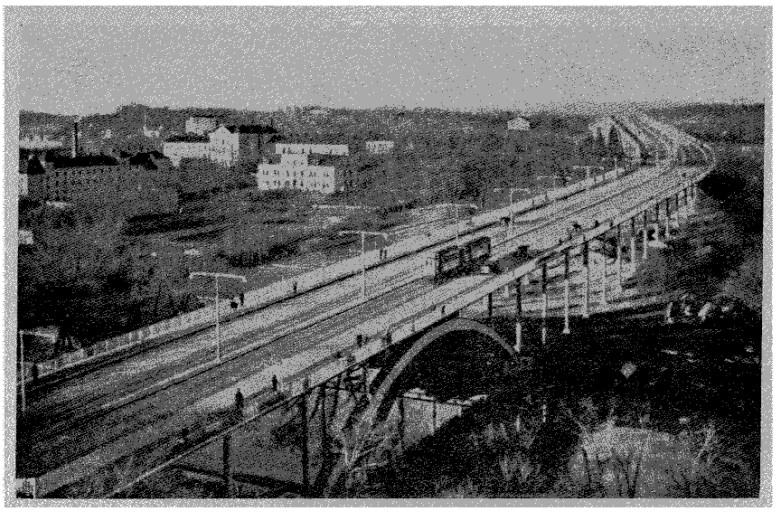


Fig. 29. — Vue générale du pont de Pälsund et son viaduc d'accès.

ouvrages jumelés dont les deux principaux ont près de 400 m de longueur. Les poutres principales continues en St 52 reposent sur des appuis en maçonnerie distants d'environ 60 m. C'est un des nombreux ouvrages allemands livrant passage à des autostrades de près de 12 m de largeur totale pour chaque voie ;

Fig. 31 : pont d'Ourscamp, le premier pont soudé français, construit en 1935 ; ouvrage en bow-string, de 40,5 m de portée et de 5 m de largeur de tablier.

Quelques ponts à béquilles ont été construits par soudure et, en particulier, le bel ouvrage du boulevard Ney, à Paris, décrit déjà par M. Granjon.

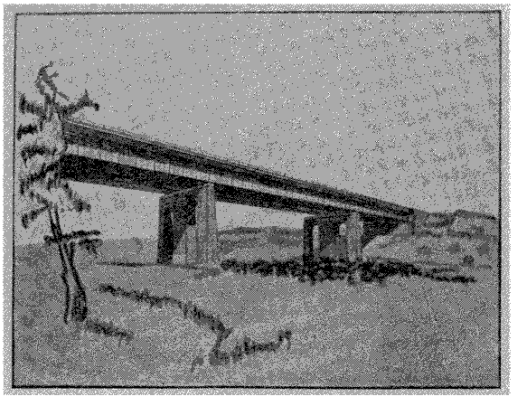


Fig. 30. — Pont de Rüdersdorf-Kalkberge.

Le système Vierendeel, qui n'avait guère de succès en construction rivée à cause des difficultés de réalisation, a pris, grâce à la soudure, un très grand essor. Citons, parmi les nombreux ouvrages du canal Albert, le pont de La Naye (1932) (fig. 32) de 68 m de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

portée de la travée centrale, soudé en atelier, rivé en montage et qui fut le premier ouvrage de ce type à soudure généralisée.

Le pont C d'Herenthals (1934) (fig. 33), de 57 m de portée de la travée cen-

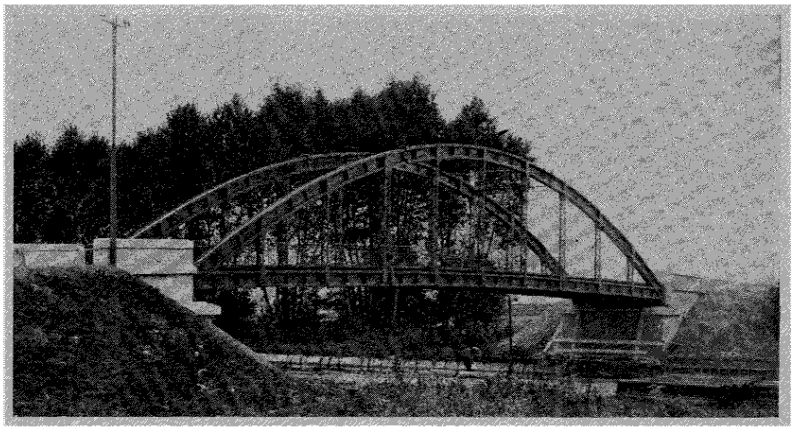


Fig. 31. — Pont d'Ourscamp (Daydé et Moisant-Laurent-Savey, en participation, pour travaux de soudure, Pecquet-Tesson).

trale, de 17,50 m de large, fut le premier pont belge de ce type entièrement soudé.

A signaler encore : le pont tournant du Muide à Gand (1933), de 9 m de largeur, 23,13 m de volée, et 15,48 m de culasses ; soudures en chantier, rivures en atelier (fig. 34).

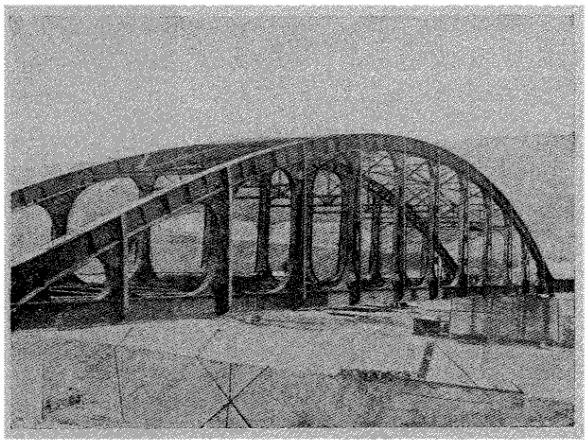


Fig. 32. — Pont de La Naye sur le Canal Albert, de 68 m de portée (1932).

Le pont levant de Kawasaki ; 21 m de portée, levée maximum, 9,25 m (fig. 35).

Les exemples d'ossatures de bâtiments civils et industriels sont nombreux ; citons-en deux exemples :

Fig. 36 : ossature soudée d'un immeuble de 7 étages à Lausanne. Fig. 37 : l'ossature soudée, de 795 t, de la tour Littoria à Turin, enrobée ensuite dans un béton de ponce.

ASSOCIATION DE LA CONSTRUCTION SOUDÉE ET DU BÉTON. — La soudure est encore peu employée en béton armé ; pourtant son avenir en ce domaine est prodigieux. D'abord, on peut faire uniquement le raboutage des armatures. Différents procédés peuvent être employés concurremment, le procédé oxy-acétylé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nique étant spécialement indiqué pour les sections faibles ou moyennes.

Les étriers fixés par soudure par points ou par fusion ne se déplacent plus en cours de bétonnage. Si la liaison aux armatures est importante, le travail du béton au cisaillement s'en trouve diminué; on peut ainsi arriver à des systèmes de poutres enrobées très légères.



Fig. 33. — Pont C d'Herenthals, de 57 m de portée (1934).

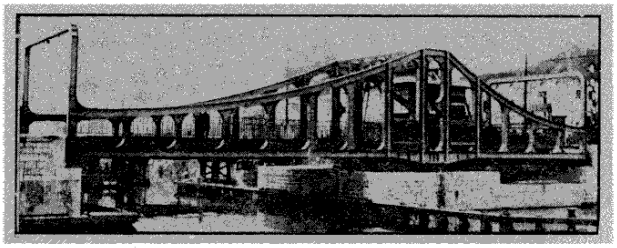


Fig. 34. — Pont tournant du Muide, à Gand.

La réalisation du barrage de Béni-Badhel, près de Tlemcen, est particulièrement intéressante : 22 voûtes en béton armé de 10 m d'ouverture (fig. 38) ont été réalisées en employant pour armatures transversales des fermes soudées en fer L déterminées pour supporter des panneaux de coffrage et le poids du béton. De cette manière les frais de coffrage ont été considérablement réduits.

Citons le plancher système « alpha », maintenant très répandu, employé en construction immobilière et pour la réalisation des tabliers en béton de ponts métalliques; la figure 39 représente un cas de renforcement d'un ouvrage métallique ancien par application de ce système.

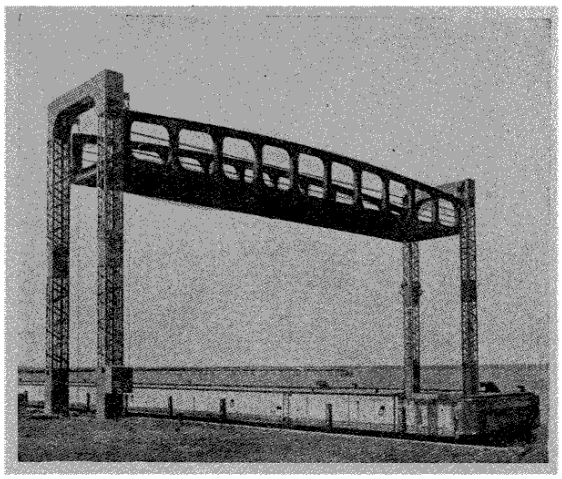


Fig. 35. — Pont levant de 21 m de portée au port de Kawasaki.

D'autres dispositions consistent à employer pour armature des tôles servant en même temps de coffrage, la liaison du béton à la tôle étant assurée par des éléments secondaires fixés par soudure. Voici (fig. 40) en application de ce système, l'ossature en tôle pliée d'une partie des bâtiments de la Cité de Drancy.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette ossature soudée, garnie de béton et vibrée, rigoureusement dimensionnée, reçoit des éléments standardisés en béton vibré constituant les planchers et les parois de cette construction. Grâce à ce système, le montage est très rapide et l'économie réalisée considérable.

La figure 41 représente un autre exemple de combinaison tôle soudée-béton; le plancher d'une plate-forme est constitué d'une paroi en tôle de 15/10 convenablement nervurée formant coffrage et armature et supportant le poids du béton pendant le bétonnage.

CONSTRUCTIONS EN TOLES SOUDÉES. — Le développement de la soudure en tôlerie est considérable. Il a permis non seulement un allégement et une simplifi-

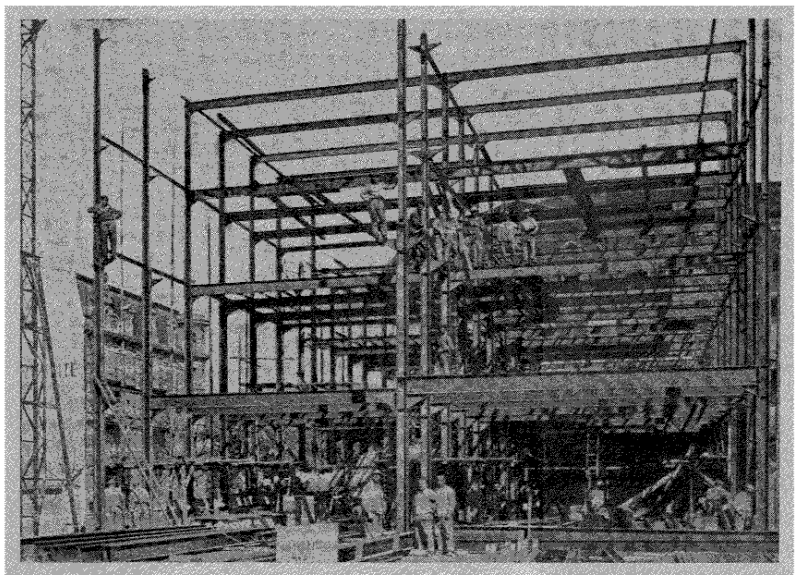


Fig. 36. — Ossature soudée d'un immeuble de 7 étages à Lausanne (Établissements Giovanola Frères).

cation importante des constructions courantes, mais, en outre, la réalisation de dispositions nouvelles.

Signalons d'abord le développement considérable du mobilier métallique, des huisseries, châssis, cloisons métalliques, qui, grâce à leur incombustibilité et à leur netteté, constituent un progrès remarquable dans la sécurité et l'hygiène que trop souvent on ne songe pas assez à apprécier.

Les bâtiments entièrement métalliques, sont très utilisés (fig. 42 et 43), des procédés modernes d'isolation calorifique et sonore, parmi lesquels il faut citer le flockage, assurent à ces constructions les mêmes avantages que les meilleures réalisations en maçonnerie.

Le développement de l'emploi des couvertures en voûtes minces applexiques,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cylindriques ou gauches, ne s'est pas limité seulement au béton armé ; un grand avenir est réservé aux couvertures métalliques réalisées suivant ces systèmes (fig. 44).

RÉSERVOIRS SOUDÉS. — Dans la construction des réservoirs, récipients, silos, gazomètres, l'emploi de la soudure se généralise de plus en plus ; l'allégement, la tenue à la corrosion et la garantie d'étanchéité sont assurés au mieux par l'emploi de la soudure.

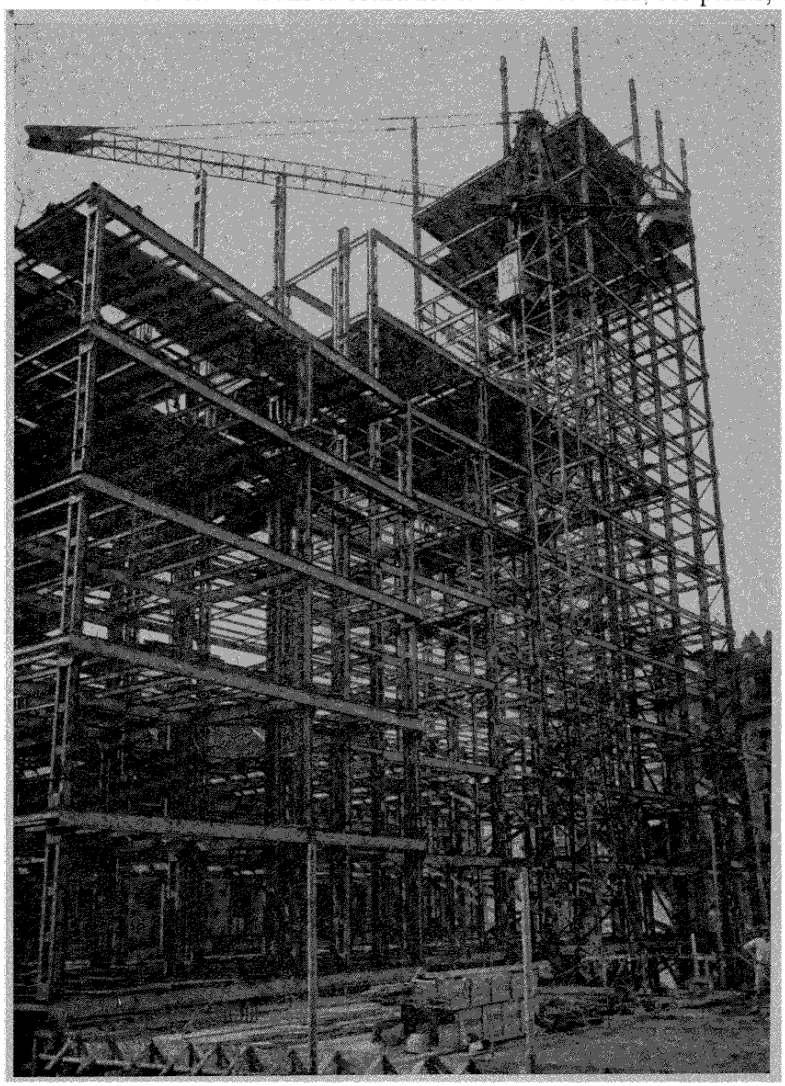


Fig. 37. — Ossature soudée de la Tour Littoria à Turin (Armando Mélis, architecte).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici (fig. 45) le château d'eau entièrement soudé de Baltimore, de 1 140 m³, 12,80 m de diamètre et 31 m du trop-plein au sol ; le constructeur s'est efforcé d'assurer à cet ensemble une allure harmonieuse bien différente des réalisations métalliques courantes.

Parmi les nombreux cas de réservoirs métalliques soudés, signalons les cons-

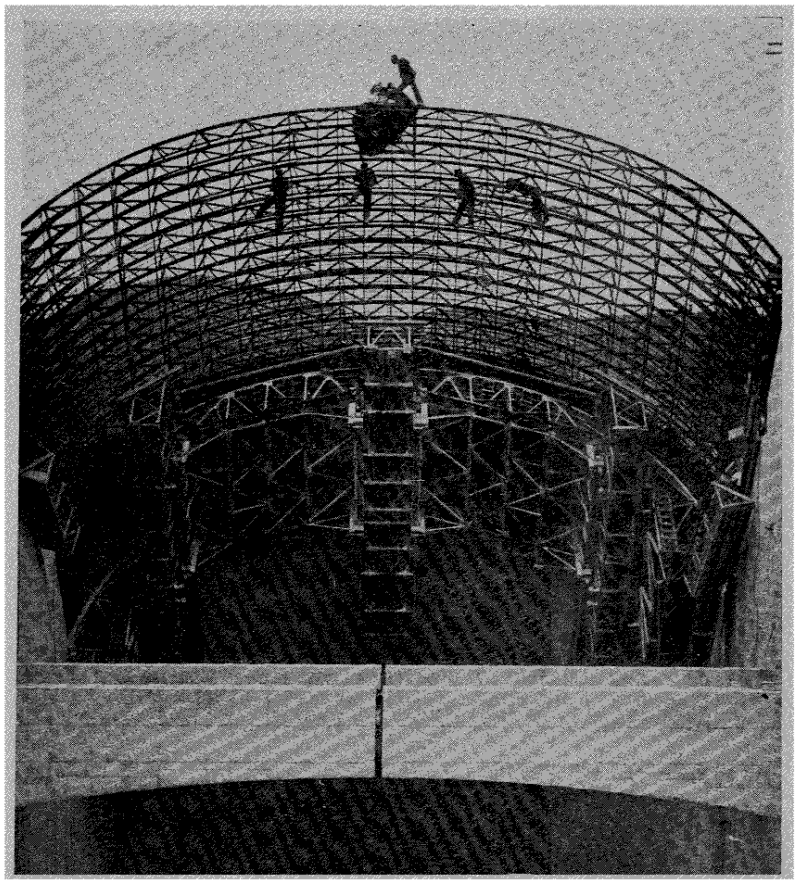


Fig. 38. — Détail montrant le système d'armatures et de coffrages d'une des voûtes du barrage de Béni-Badhel.

tructions en forme de sphéroïde correspondant aux surfaces d'équilibre à tension constante permettant de construire avec une épaisseur uniforme de paroi (fig. 46).

Quelques réalisations de récipients sphériques sont à citer, parmi lesquelles une sphère métallique (fig. 47) de 4 560 m³ fonctionnant à 12 kg/cm². Voici enfin le nouveau gazomètre soudé de 50 000 m³ de la Ville de Genève, en cours de construction (fig. 48) et un silo soudé de 10 000 m³ (fig. 49).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RÉCIPIENTS A PRESSION, GÉNÉRATEURS DE VAPEUR. — La soudure a actuellement à peu près absorbé cette branche de fabrication, en plus des réservoirs classiques à gaz comprimés, où l'emploi de la soudure a surtout déterminé une grande économie de fabrication. Citons comme exemple typique là où la soudure est le seul moyen pratique de construction : les conduites forcées soudées et particulièrement leurs branchements et intersections. Voici (fig. 50) un renforcement d'intersection soudé, système Sulzer. La matière de la couronne de renforcement est disposée de manière à s'opposer en chaque point à la flexion due à la résultante interne des efforts des deux portions contiguës de la paroi.

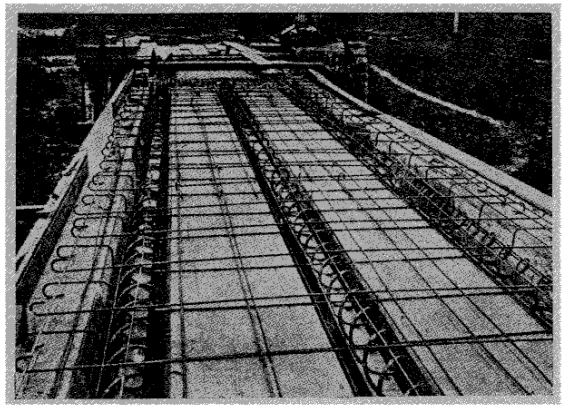


Fig. 39. — Plancher système « alpha » avant bétonnage.

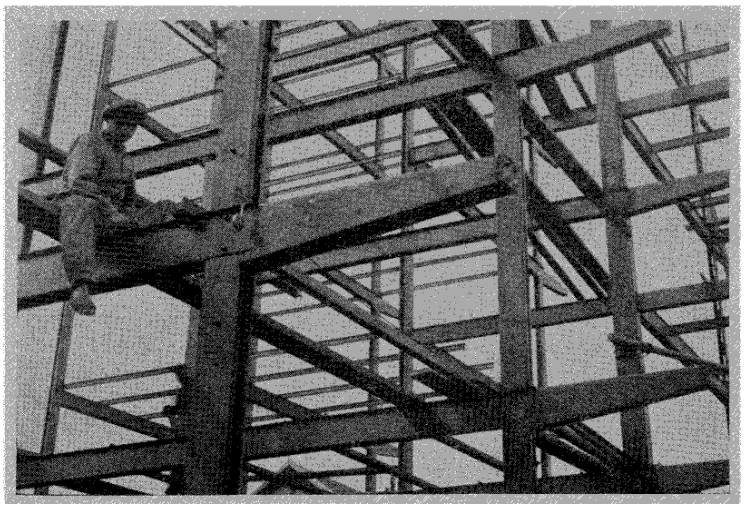


Fig. 40. — Cité de Drancy : détail de l'ossature en tôle pliée (Construction Syot-Mopin).

Une autre solution intéressante particulière à la soudure est la construction de tubes auto-frettés de la Société Bouchayer-Viallet (fig. 51).

La Société Sulzer a développé l'emploi de soudures hélicoïdales des récipients cylindriques correspondant à un abaissement du travail effectif de l'assemblage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les récipients très épais sont de toute nécessité réalisés par soudure. C'est le cas des constructions utilisées dans l'industrie du pétrole. Voici (fig. 52) une tour

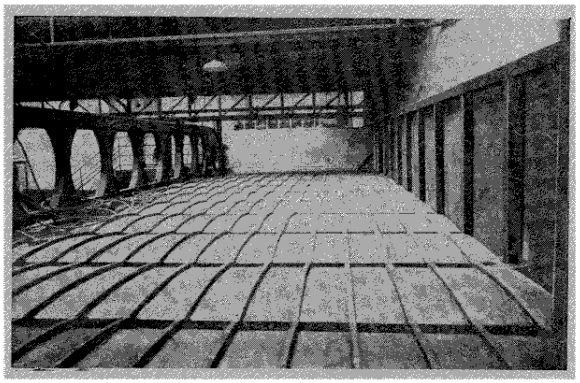


Fig. 41. — Plate-forme soudée avant bétonnage du plancher (Office central de la Soudure autogène).

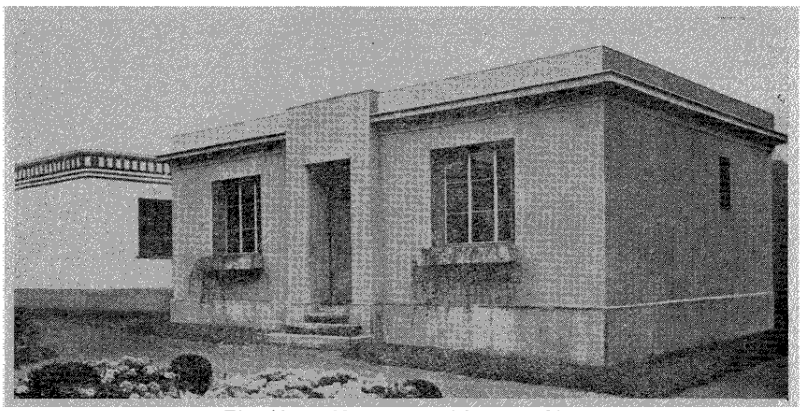


Fig. 42. — Maison métallique soudée.

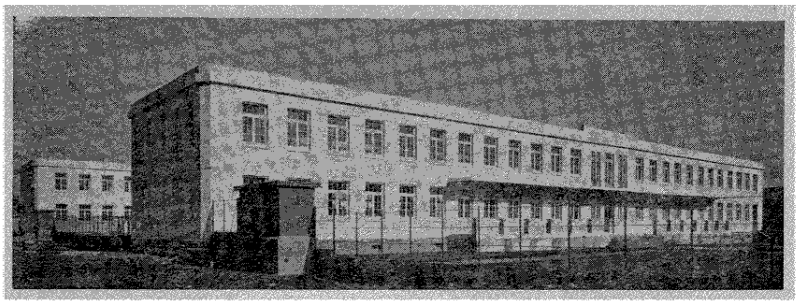


Fig. 43. — Exemple de maison métallique « Fillod ».

d'évaporation et de fractionnement Babcock et Wilcox, de 2,40 m de diamètre, 22 m de longueur, de 35 à 42 mm d'épaisseur, pesant 70 t et éprouvée à 28 kg/cm².

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Fig. 44. — Hangar d'aviation (Jeumont-Daydé); construction terminée.

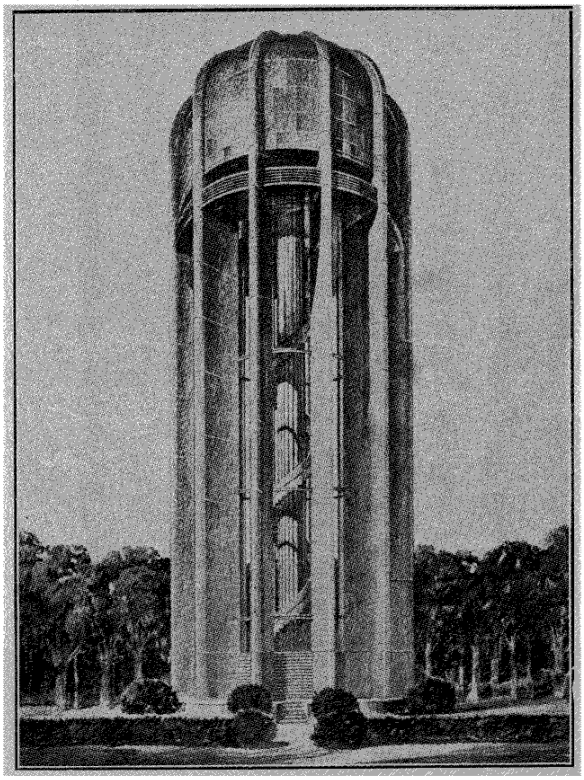


Fig. 45. — Château d'eau soudé de Baltimore (The Chicago Bridge and Iron Works).

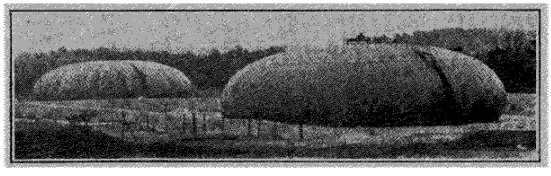


Fig. 46. — Réservoirs sphéroïdes de 11 600 m³ chacun et de 45 m de diamètre de l'East Texas Refining C° (The Chicago Bridge and Iron Works).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les hautes pressions de fonctionnement des générateurs de vapeur modernes ont imposé l'emploi de la soudure. Les règlements des générateurs, qui attei-

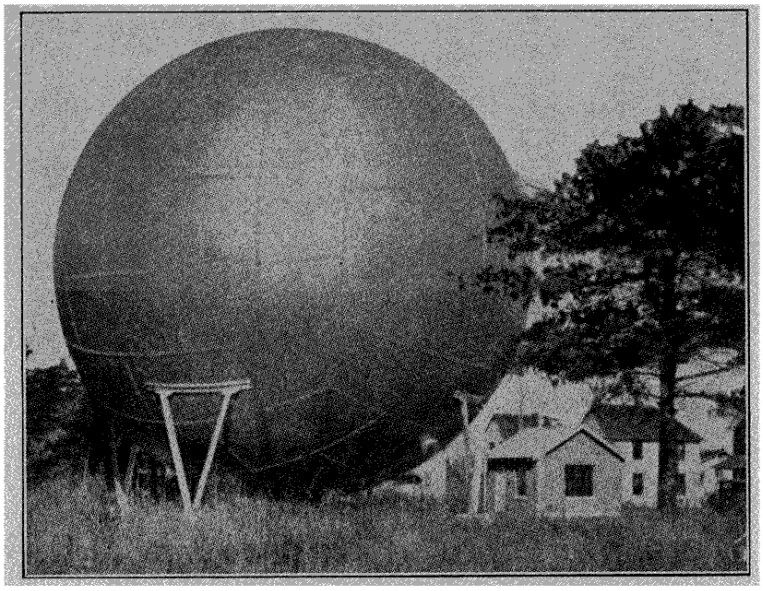


Fig. 47. — Réservoir soudé sphérique de 4 560 m³ fonctionnan à 12 kg/cm² (The Chicago Bridge and Iron Works).

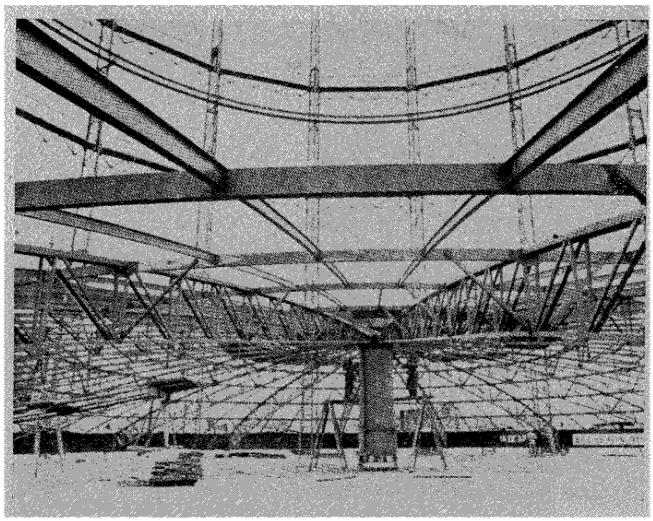


Fig. 48. — Gazomètre soudé, de 50 000 m³, de la Ville de Genève, en cours de construction (Établissements Giovanola frères).

gnaient trop injustement la soudure, sont en cours de revision et, dès à présent, la soudure est, en France, applicable d'une façon industrielle à ces constructions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 53 représente un collecteur soudé d'une chaudière en tôle de 48 mm d'épaisseur, construite par les Chantiers de Penhoët.

Pour toutes ces constructions très épaisses, un recuit total de normalisation, après soudure, est indispensable.

APPAREILS DE LEVAGE ET DE MANUTENTION. — On conçoit combien un allégement est apprécié dans la construction du matériel de levage; aussi, l'emploi de la soudure, soit partiel, soit généralisé, est-il à l'ordre du jour. La figure 54 montre une grue pivotante de 30 t en service au port de Hambourg; elle est à crinoline et à volée variable de 10 à 30 m, pylône en acier doux, la partie pivotante en St 57 et du poids total de 244 t.

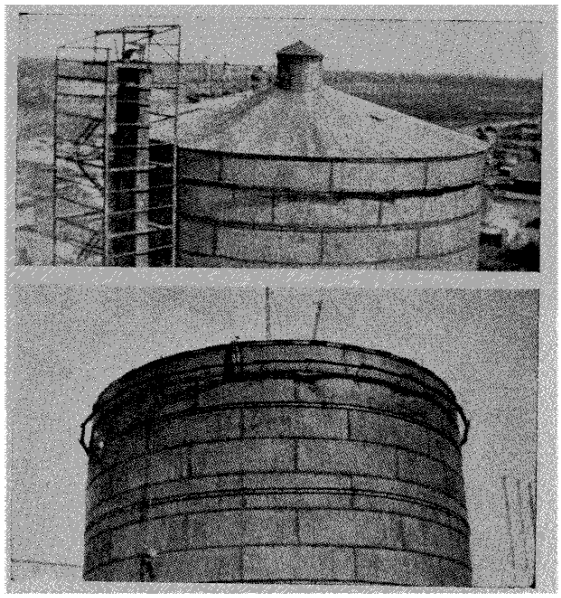


Fig. 49. — Silo soudé de 24 m de diamètre et 24 m de hauteur (U.S.A.). Tôles de 6 à 10 mm; poids, 150 t.

Fig. 55 : chariot de transporteur aérien de 15 t constitué d'éléments en tôle de 12 mm assemblés par soudure.

BATIS DE MACHINES, PIÈCES DE MÉCANISMES. — M. Granjon a déjà cité de nombreux exemples de bâtis soudés. Le principe de cette construction réside dans l'emploi développé de l'oxy-coupage de tôles et profilés que l'on doit réunir avec le minimum d'assemblages. La figure 56 représente quelques détails de construction s'adaptant aux nécessités de l'usinage.

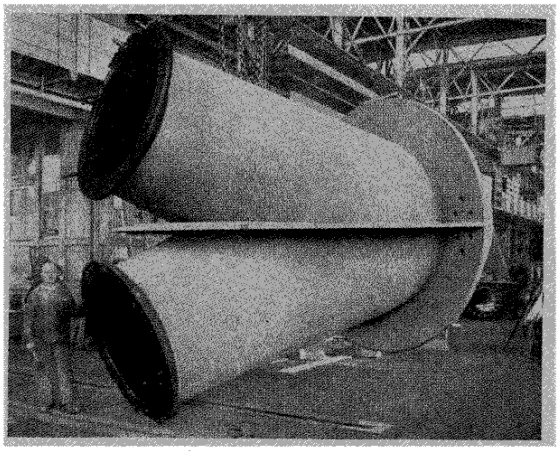


Fig. 50. — Renforcement d'intersection soudé système Sulzer.

L'emploi de la soudure est spécialement intéressant pour la réalisation de machines uniques ou en quelques exemplaires, pour l'établissement de très grands

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ensembles tels que carcasses de grands moteurs électriques, pour des machines exerçant de grands efforts telles que presses, cisailles, plieuses, poinçonneuses,

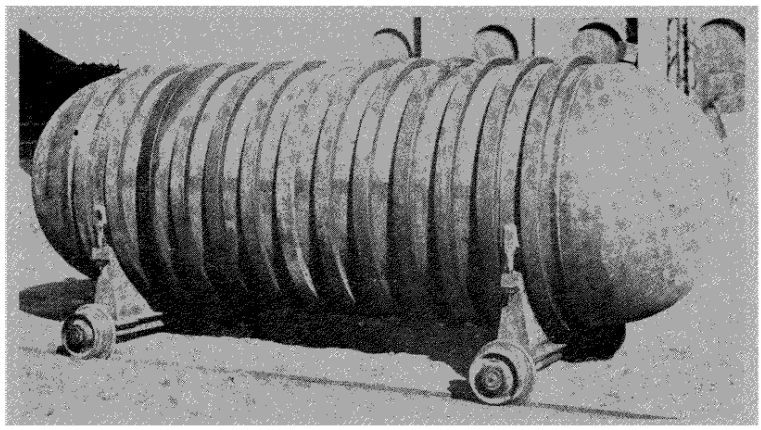


Fig. 31. — Tube auto-fretté de la Société Bouchayer-Viallet.

et, enfin, pour les machines pour lesquelles la légèreté et la rigidité sont indispensables.

Il est évident que ces directives sont générales et qu'il existe de nombreuses réalisations diverses qui constituent de très heureuses applications de la soudure.

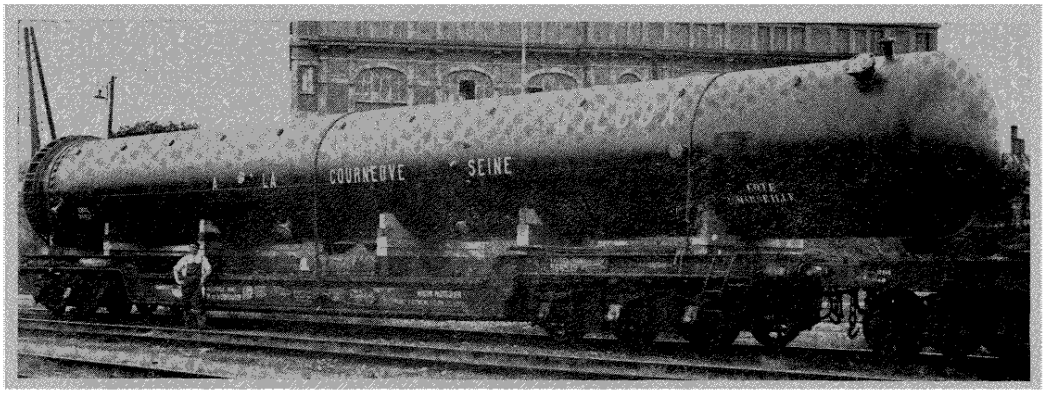



Fig. 32. — Tour d'évaporation et de fractionnement Babcock et Wilcox.

En premier lieu, les montages d'usinage soudés sont universellement répandus. Les ateliers de construction réalisent eux-mêmes très rapidement et économiquement les montages permettant l'usinage des pièces de série (fig. 37). Le bas prix de revient et la commodité de ces montages peuvent d'ailleurs influer considérablement sur le mode d'usinage des petites séries de pièces.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici d'autres types particulièrement intéressants de bâtis soudés : Fig. 58, un élément de bâti soudé de moteur Diesel marin à double effet de 6 000 ch ; — Fig. 59, un moteur Diesel, bâti soudé en cours de montage. Le gain de poids et l'accroissement de rigidité obtenus justifient pleinement l'emploi de la soudure dans ces constructions.

Les cylindres de locomotive soudés procurent une sécurité de fonctionnement et un allégement très appréciés (fig. 60 et 61). Les machines-outils bénéficient aussi de la parfaite rigidité assurée par le bâti soudé (fig. 62). De nombreuses

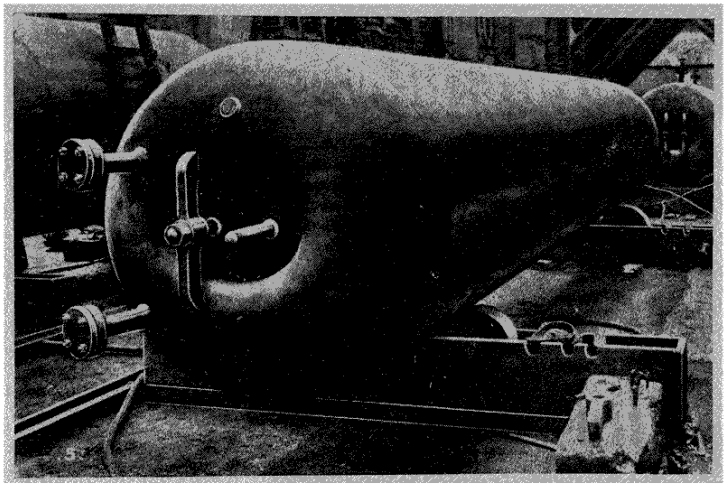


Fig. 53. — Collecteur soudé de chaudière (Chantiers de Penhoët).

pièces mécaniques : volants, engrenages, sont heureusement réalisées par oxy-coupage et soudure : les cames, bielles, vilebrequins, sont obtenus plus économiquement par oxy-coupage. Les dentures de très grosses pièces (pignons ou crémaillères) peuvent même être obtenues par oxy-coupage.

Certaines pièces de mécanisme rapide peuvent être à la fois rigides et légères en adoptant, grâce à la soudure, la forme tubulaire. Ces constructions peuvent être d'ailleurs réalisées en acier soudable à haute limite élastique et traitées.

CHEMINS DE FER. — La soudure est extrêmement développée dans la construction du matériel de chemin de fer. Nous négligerons le matériel de la voie pour ne nous occuper que du matériel roulant.

Les locomotives à vapeur modernes ont leur foyer soit en cuivre, soit en acier, entièrement soudé (fig. 63). Nous avons souligné plus haut l'intérêt des cylindres de locomotive soudés. Il est hors de doute que la soudure, après l'oxy-coupage, participera bientôt non plus seulement à la réparation mais à la construction du châssis. De même, l'élévation du timbre et la nouvelle réglementation auront pour effet l'emploi généralisé de la soudure du corps de la chaudière.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les tenders sont construits à présent par soudure ; ce procédé permet d'alléger tout en augmentant la rigidité et la capacité (fig. 64).

Enfin, les locomotives électriques sont construites avec bâtis soudés (fig. 65).

La nécessité d'accroître la vitesse sans renforcement exagéré de la voie et avec le minimum de frais, a conduit à alléger considérablement les voitures de voyageurs. L'emploi de la soudure, en créant des ensembles homogènes et très rigides, a permis d'obtenir cet allégement sans nuire au confort ni à la sécurité des voyageurs. De plus, la caisse métallique de la voiture résiste à la flexion d'ensemble, grâce à différentes dispositions : ou bien la résistance d'ensemble est assurée par des poutres développées dans les parties verticales de la construction, ces poutres soudées, entretoisées par le plancher et les nervures de pavillon, transmettant leurs efforts aux traverses de pivot (fig. 66 et 67) ; ou bien la caisse est constituée par une ossature rigide habillée d'un panneautage léger (fig. 68 et 69) ; ou bien, enfin, la caisse entière en forme de coque participe à la flexion avec son habil-

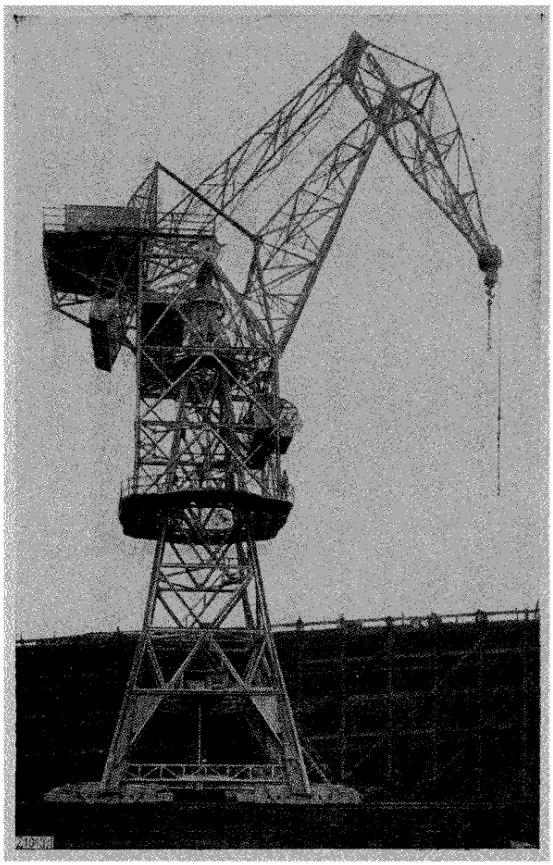


Fig. 54. — Grue pivotante de 30 t à crinoline, en service au port de Hambourg.

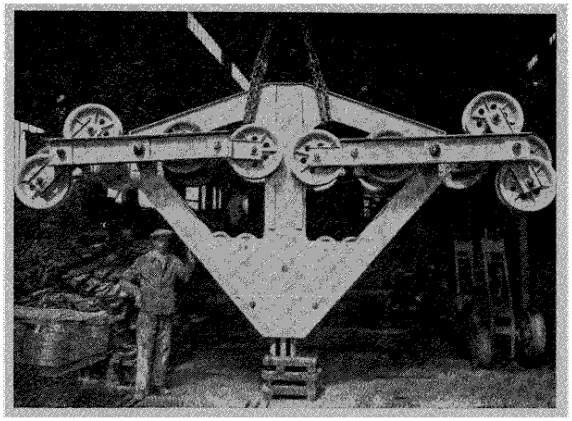


Fig. 55. — Chariot de transporteur aérien de 15 t soudé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

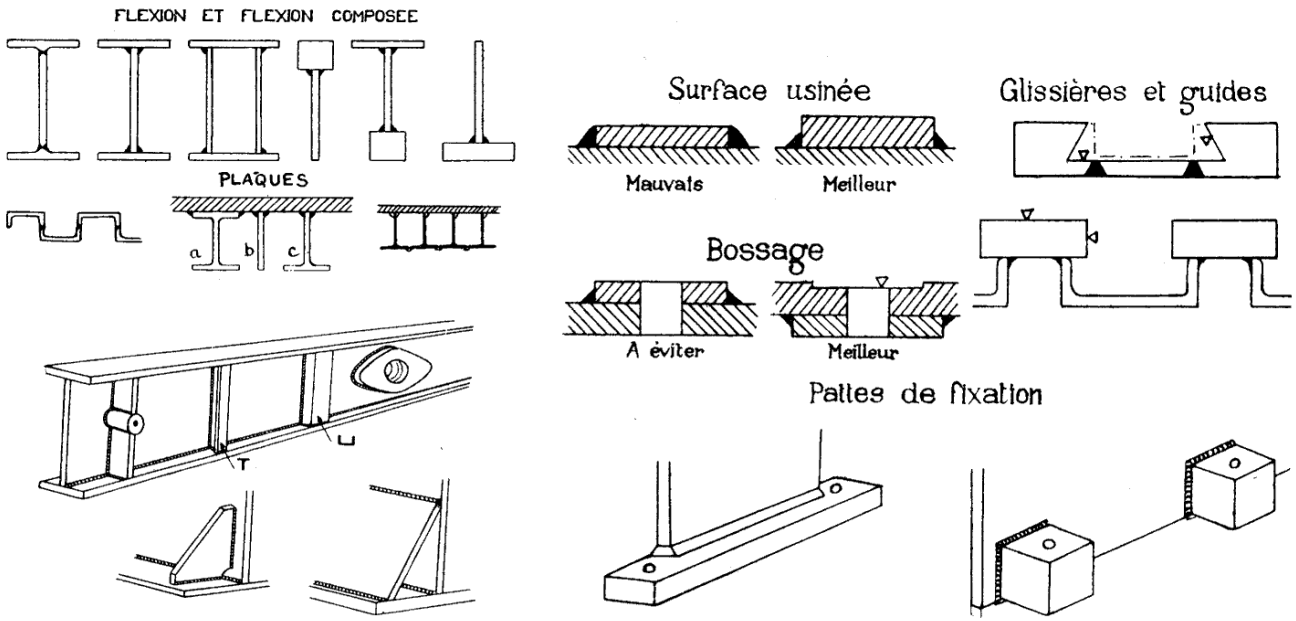



Fig. 56. — Quelques détails de construction propres aux bâtis soudés.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lage; tels sont les cas correspondant aux figures 70 et 71, cette dernière figure représentant une réalisation de rame automotrice dont la caisse est constituée d'éléments en feuilles très minces d'acier inoxydable 18/8 écroui à 105-110 kg/mm², et soudés par points de manière que le traitement du métal ne soit pas altéré par la soudure.

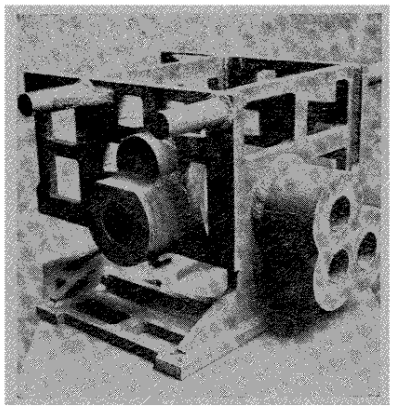


Fig. 57. — Montage d'usinage soudé.

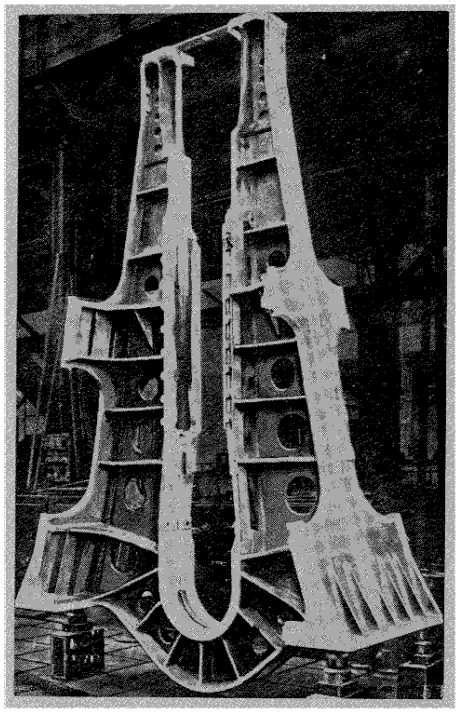


Fig. 58. — Élément de bâti soudé de moteur Diesel marin à double effet (Sulzer frères).

Enfin, le confort parfait des automotrices et des voitures très légères peut être assuré par l'emploi des pneumatiques préconisé par Michelin; mais la faible charge que peuvent supporter ces pneumatiques oblige à une recherche dans un allégement comparable à celui de la construction aéronautique. En fait, l'ossature de ces voitures en tubes carrés minces ressemble, à s'y méprendre, aux réalisations de fuselages soudés.

La soudure s'est aussi beaucoup développée dans le wagonnage. Les châssis, les bogies soudés sont légers, rigides et résistent mieux en cas de tamponnement ou d'autres accidents. Les caisses métalliques sont allégées, les wagons spéciaux, trémie, réservoirs à liquides, à gaz comprimés, à matières corrosives sont aussi moins coûteux. Des plate-formes spéciales, surbaissées ou pour fortes charges, peuvent être réalisées. Enfin, l'usage de conteneurs soudés s'est répandu aussi.

INDUSTRIE AUTOMOBILE. — Seules les parties purement mécaniques des voitures sont à peu près exemptes de soudure. Tout le reste de la construction est assemblé par soudure (fig. 72). Cette pratique, vieille de plusieurs années déjà s'est généralisée; elle a contribué à assurer l'économie, la durée, l'allégement et la sécurité des voitures automobiles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTRUCTIONS AÉRONAUTIQUES. — L'emploi de la soudure autogène a été extrêmement généralisé voici quelques années. Les constructions à fuselage

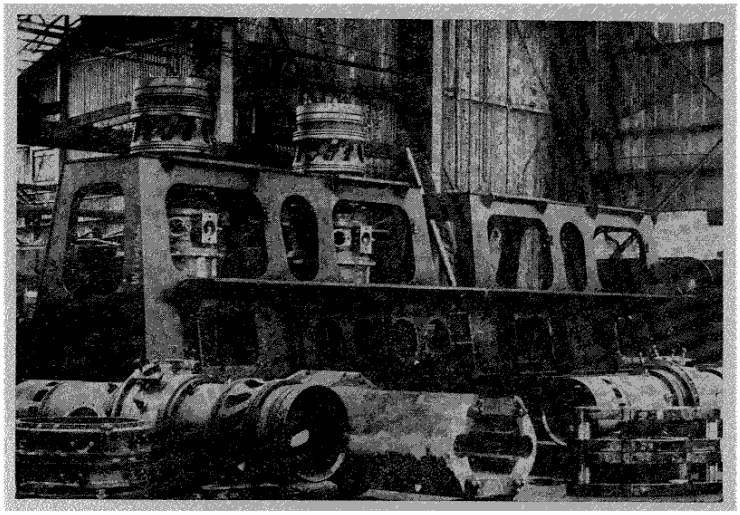


Fig. 59. — Moteur Diesel à bâti soudé, en cours de montage.

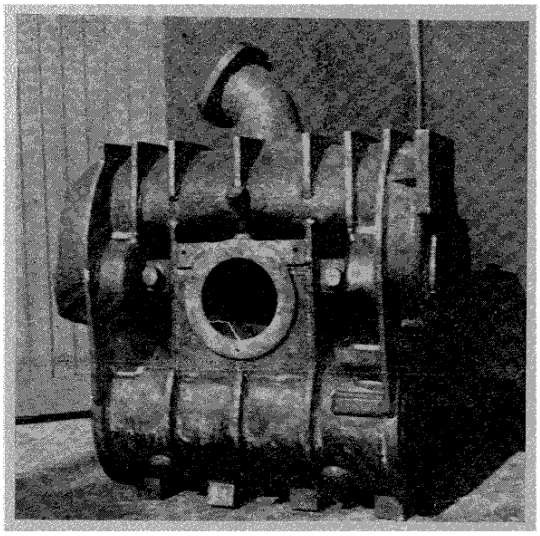


Fig. 60. — Cylindre H. P. de locomotive soudé.

tubulaire soudé étaient les plus fréquentes. Depuis, l'augmentation de vitesse a conduit à adopter un carénage métallique robuste, rigide et précis dont la fixation au fuselage tubulaire imposait l'emploi d'éléments intermédiaires pesants. L'ossa-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

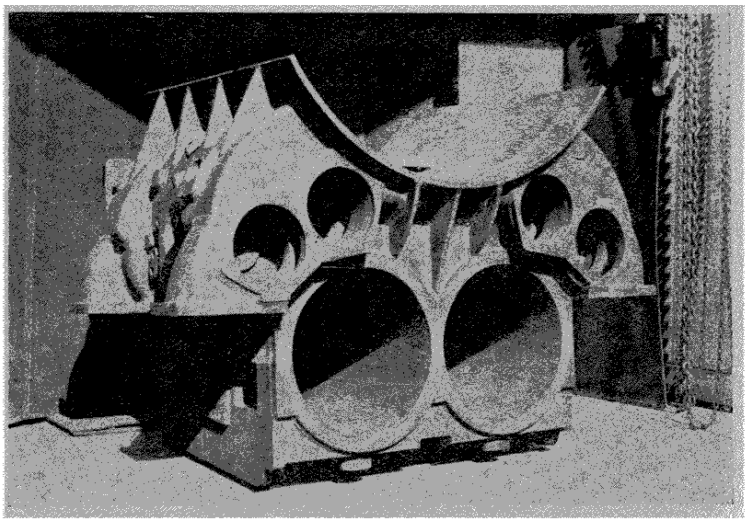


Fig. 61. — Cylindre B. P. de locomotive soudé.

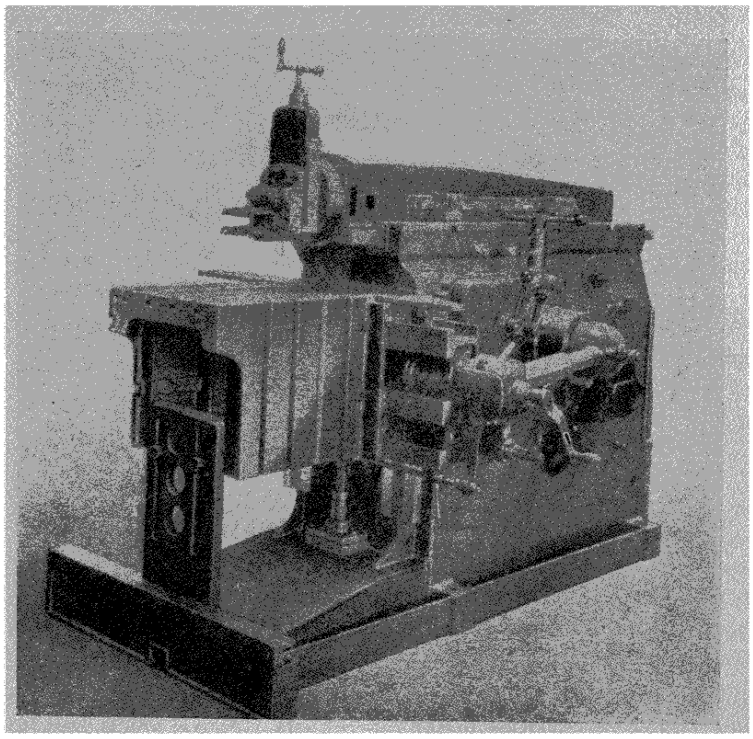


Fig. 62. — Étau-limeur à bâti soudé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ture constituait une gêne importante pour les aménagements intérieurs; la construction de coques en alliages légers rivés s'est donc très développée. Quelques tentatives de constructions en alliages légers et en aciers inoxy-



Fig. 63. — Foyer de locomotive en cuivre soudé.

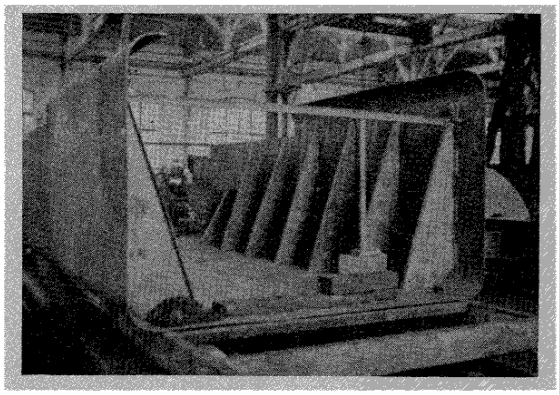


Fig. 64. — Caisse soudée de tender pour train rapide.

dables soudés ont été faites, mais leur emploi ne s'est pas généralisé en raison des difficultés d'assemblage des premiers, du poids et du prix des seconds. Seules les réalisations de réservoirs suivant ces deux méthodes donnent satisfaction.

Il se peut cependant que les résultats encourageants obtenus dans la recherche

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'alliages légers soudables permettent, dans quelques années, un nouveau développement de la soudure dans la totalité de ces constructions.

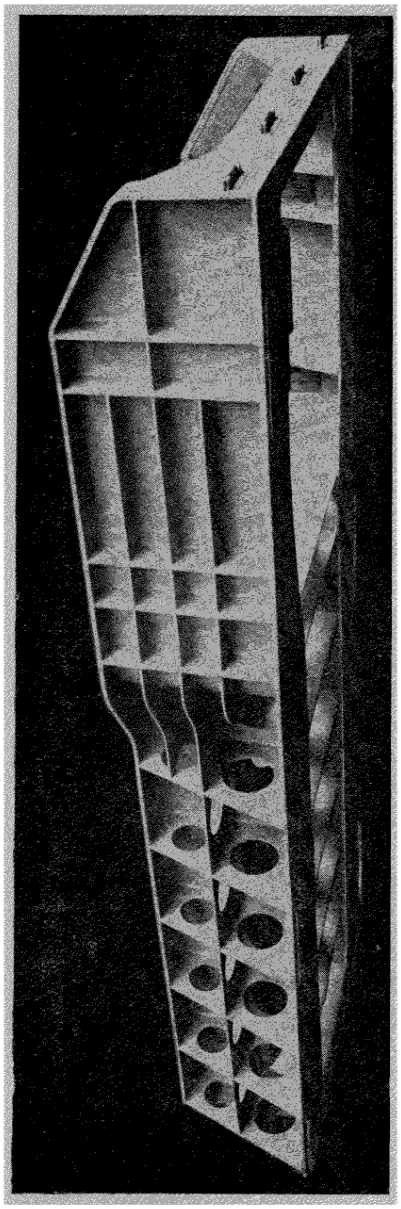


Fig. 65. — Châssis auxiliaire de locomotive de la Compagnie des Chemins de Fer Congo-Océan (Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt).

Quelques constructeurs réputés sont encore fidèles au fuselage tubulaire en acier soudé et y trouvent de nombreux avantages. Cependant, depuis longtemps déjà, les parties à sollicitations dynamiques importantes : bâtis-moteurs (fig. 73), trains d'atterrissage, attaches essentielles, sont généralement des ensembles en tubes d'acier soudé. En outre, de nombreux détails et aménagements sont aussi obtenus par soudure.

Enfin, dans ces derniers mois, la nécessité de construire rapidement et économiquement a imposé dans de nombreux cas un emploi très étendu de l'acier soudé.

CONSTRUCTIONS NAVALES. — Les premières réalisations soudées datent de 1920. Il est certain que la construction soudée par fusion présente de grands avantages d'allégement par suppression de tous les recouvrements et équerres d'assemblage, par emploi de nervures et cloisons beaucoup plus efficaces, la rigidité des ensembles est de beaucoup améliorée. Toutefois, les difficultés de réalisation de très grands ensembles sont considérables en raison des tensions et déformations de retrait qu'ils entraînent.

En marine de guerre, les Allemands, reconstituant leur flotte et voulant lui donner la plus grande efficacité, ont employé au maximum alors possible, la soudure. Leurs réalisations n'ont pas été sans de nombreuses difficultés, inévitables dans le cas d'une généralisation aussi rapide d'un procédé encore peu utilisé ; en revanche, ils ont obtenu un allégement important de leurs constructions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aux États-Unis, puis en France, la soudure a été de plus en plus adoptée. Actuellement, étraves, cloisons, membrures, abouts et certaines virures de bordés et les ponts sont soudés et mis en place par soudure. Les réalisations fran-

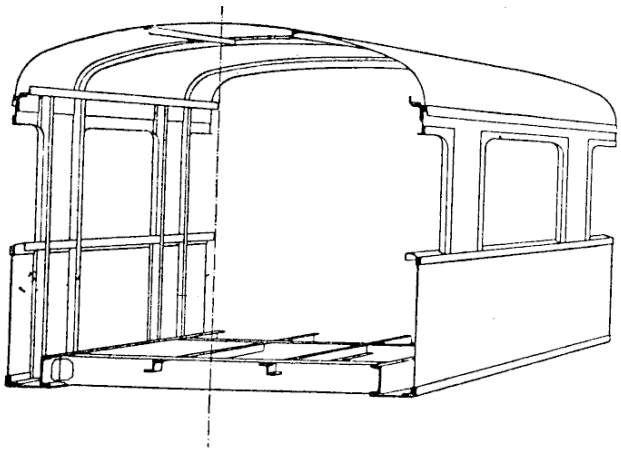


Fig. 66. — Voiture métallique soudée. Les flancs de la caisse constituent l'élément résistant à la flexion d'ensemble.

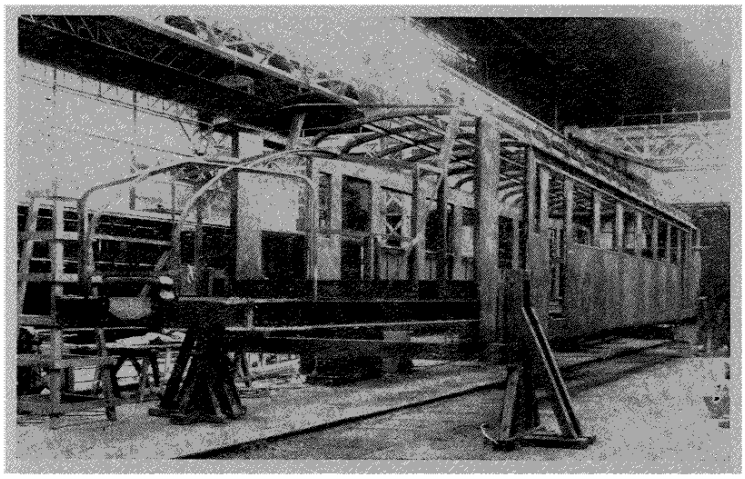


Fig. 67. — Automotrice Decauville en cours de construction.

çaises sont caractérisées par l'emploi heureux d'aciers soudables à haute limite élastique.

En marine marchande, les nécessités d'allégement étant moins impérieuses, la soudure s'y est développée d'une manière plus progressive, d'abord pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tous les aménagements intérieurs, puis pour les cloisons, les membrures et les ponts.

La figure 74 représente un carlingage soudé de navire. Une grande éco-

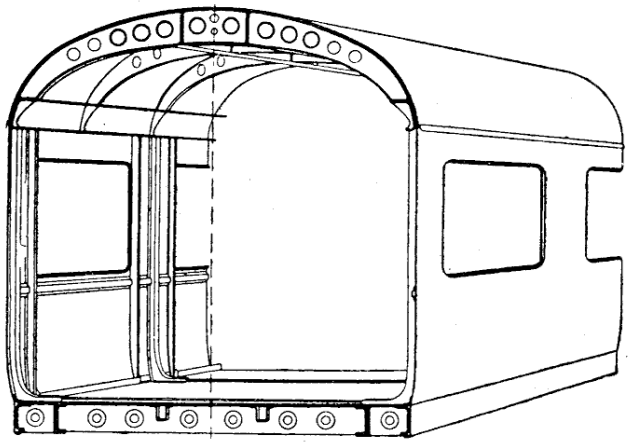


Fig. 68. — Voiture métallique soudée. Les quatre faces de la caisse participent à la flexion d'ensemble.

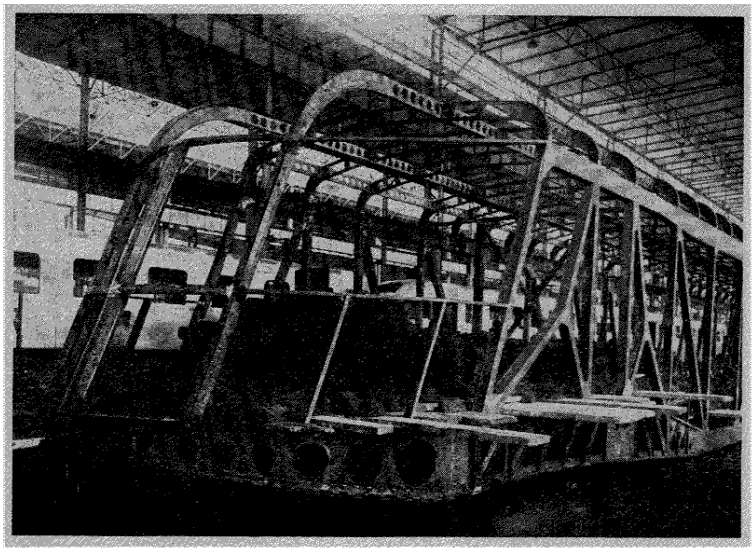


Fig. 69. — Essai statique de l'ossature soudée d'une automotrice Renault.

nomie et un allégement considérable résultent de l'utilisation directe des membrures soudées du navire pour la constitution même de la plaque de fondation des moteurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Des réalisations très intéressantes entièrement soudées sont à citer et, en particulier (fig. 75) des cargos de 91 m de longueur et 13 m de largeur faisant

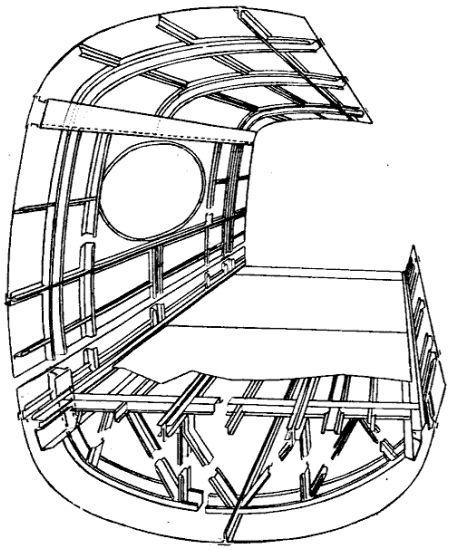


Fig. 70. — Schéma d'une voiture métallique de la Société d'Entreprises industrielles charentaises.

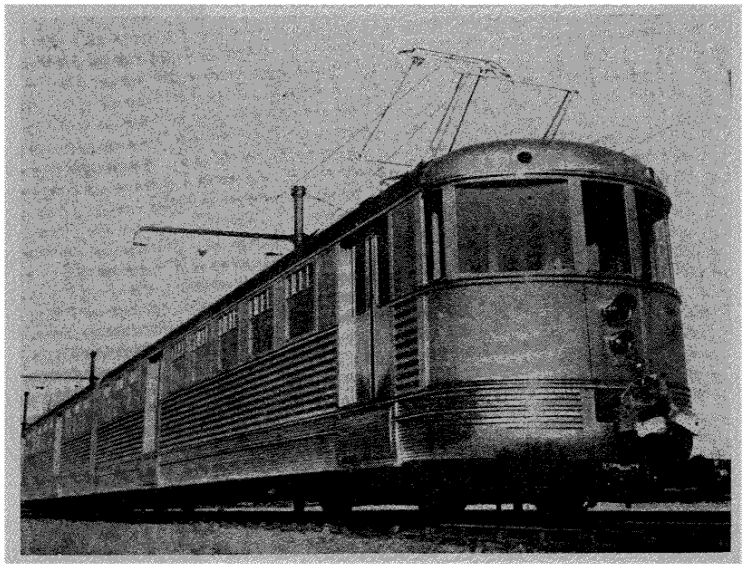


Fig. 71. — Voiture en acier 18/8 de rame automotrice Diesel-électrique (Carel, Fouché et Cie).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

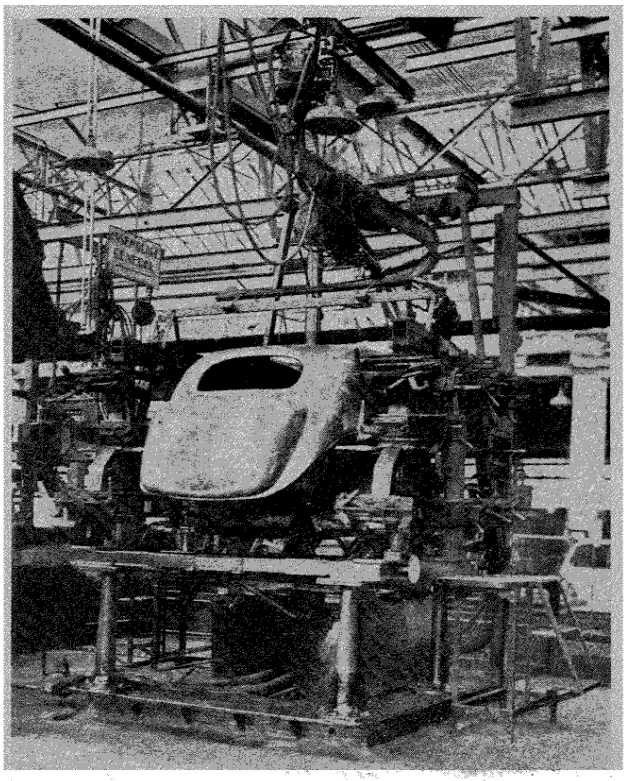


Fig. 72. — Automobiles Renault; machine de montage général.

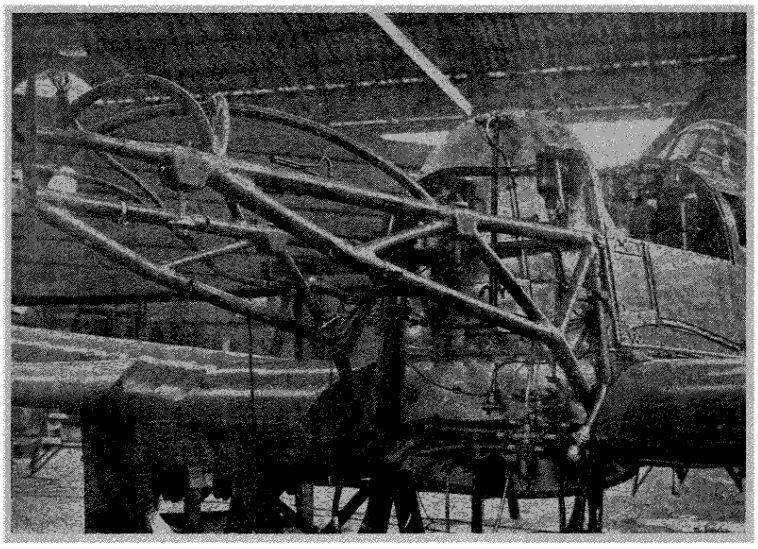


Fig. 73. — Bâti-moteur en tube d'acier soudé (Caudron-Renault).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le service des Grands Lacs américains à la côte. Pour ces constructions avec emploi total de la soudure, les éléments essentiels sont constitués séparément

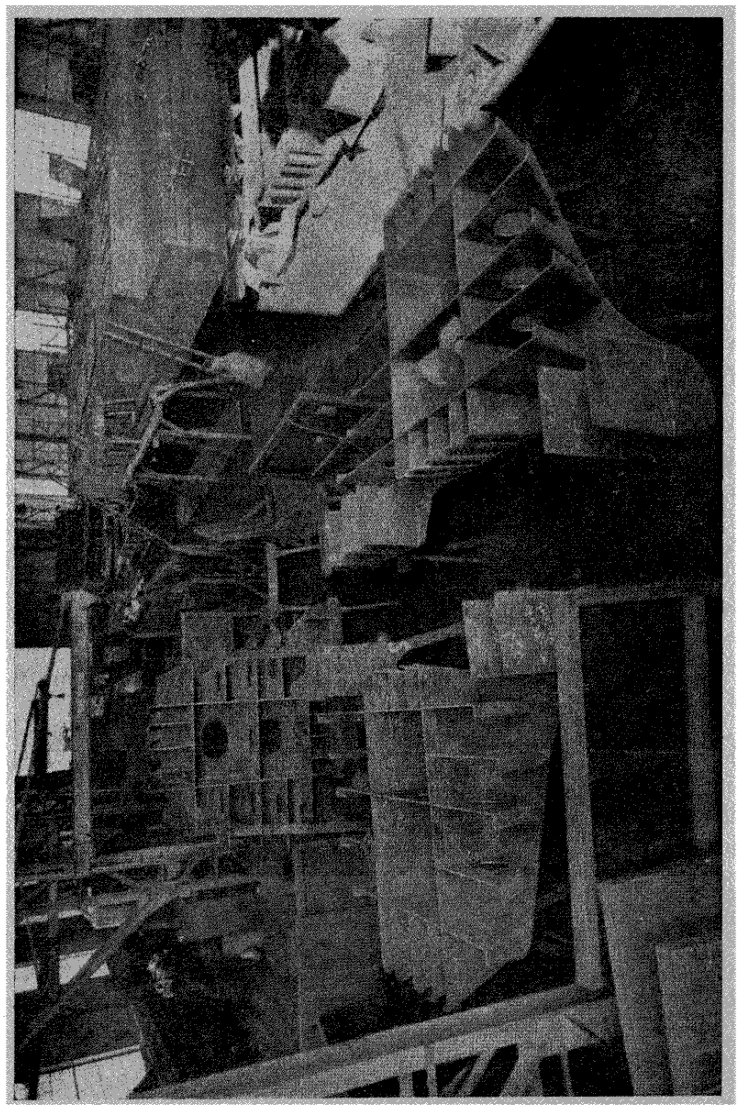


Fig. 74. — Carlingage soudé d'un pétrolier anglais.

avec tous leurs assemblages secondaires; leur réunion constitue les dernières phases de l'opération.

Le développement actuel de la soudure en construction navale est donc déjà

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

extrêmement important, mais l'extension prévisible de ce procédé lui ouvre, pour l'avenir, un champ étendu d'applications.

*
* *

Malgré la grande longueur de cet exposé nous n'avons pu en signaler que les points les plus importants. Nous croyons cependant qu'il s'en dégage une idée générale, savoir, l'utilisation de la soudure imposant l'emploi de formes appro-

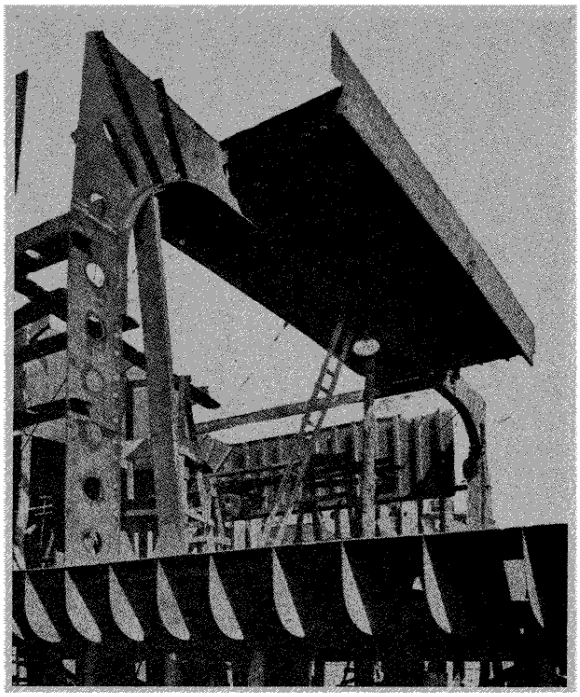


Fig. 75. — Construction d'un cargo par soudure. Assemblage des membrures et du pont inférieur (Great Lakes Engineering Works, River Rouge, Michigan).

priées à son emploi, les études de constructions soudées doivent être faites en toute indépendance, sans rechercher de corrélation avec les dispositions rivées anciennes. Grâce à cette manière de procéder et à une exécution méthodique, la soudure est en droit de prétendre à la généralisation complète de son emploi dans tous les domaines les plus divers de la construction métallique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LE CONTROLE DES SOUDURES (*)

par M. A. LEROY, *directeur des Études de l'École supérieure de Soudure autogène.*

Après la conférence de M. GRANJON sur l'évolution de la soudure autogène et celle de M. GERBEAUX sur la soudure dans la construction métallique, il m'appartient aujourd'hui de vous parler des contrôles en soudure autogène.

Le sujet est trop vaste pour que nous puissions espérer le traiter complètement ; aussi l'aborderons-nous sans autre préambule. Comme pour tout autre procédé d'assemblage, les contrôles doivent avoir pour objet, en matière de constructions soudées, d'obtenir des assemblages de qualité et, éventuellement, de mettre en évidence les défauts existants. Indiquons tout de suite qu'il serait d'ailleurs insuffisant d'exercer des contrôles se bornant à constater, sur la construction terminée, la présence de défauts, si on ne savait pas, en cours de fabrication, éviter leur formation par des contrôles judicieux.

Les contrôles se classent donc d'après le moment auquel ils sont effectués : avant, pendant et après soudure ; d'après les défauts qu'ils mettent en évidence, les moyens qu'ils utilisent et les conditions dans lesquelles sont effectués les essais (contrôles destructifs, semi-destructifs et non destructifs).

Du point de vue du constructeur, les contrôles avant et pendant l'exécution sont les plus importants. Exercés correctement avec la compétence indispensable, ils lui permettent à coup sûr d'atteindre la perfection sans qu'il soit placé dans la nécessité de recourir aux procédés onéreux de contrôles physiques non destructifs. Nous en avons fait maintes fois l'expérience, même pour des ouvrages exigeant des garanties absolues de sécurité : matériel roulant, constructions aéronautiques, réservoirs, récipients à pression, etc.

Du point de vue de l'usager, il importe avant tout que la construction réponde aux conditions qui seront imposées en service, avec une certitude de durée et de sécurité. C'est sous la forme d'essais de réception (étanchéité, charges, essais en pression) que son contrôle devra s'exercer. Les moyens d'obtenir une bonne soudure l'intéressent moins que le résultat final. Si, toutefois, il tient à s'assurer de garanties supplémentaires, il ne devra pas non plus se laisser tromper sur les possibilités limitées de certains contrôles.

## DÉFAUTS DES SOUDURES.

Avant d'examiner les différents types de contrôles qui peuvent être exercés sur les assemblages soudés et d'en déterminer les valeurs relatives, il importe de dénombrer et de décrire sommairement les défauts qui peuvent apparaître dans ces assemblages. Nous verrons ensuite comment il sera possible de contrôler

(*) Conférence faite en séance publique le 26 février 1938. Pour la discussion qui l'a suivie voir le *Bulletin* de mars-avril 1938, p. 182-189.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leur présence et d'éviter leur formation par des essais judicieux effectués avant l'exécution des soudures ou en cours de fabrication.

Le but à atteindre dans la construction soudée consiste à obtenir l'union des pièces à assembler, par un joint qui présente des caractéristiques identiques à celles du métal de base au point de vue mécanique et aussi, dans certains cas, au point de vue chimique lorsque se pose le problème de la résistance à la corrosion. L'obstacle qui se dresse devant le technicien sera donc celui de l'hétérogénéité sous tous ses aspects : discontinuité géométrique dans le profil du joint et dans la masse même du métal qui le constitue ; — interposition d'impuretés non métalliques ; — hétérogénéité de structure et de composition chimique élémentaire ; — concentration variable de tensions localisées.

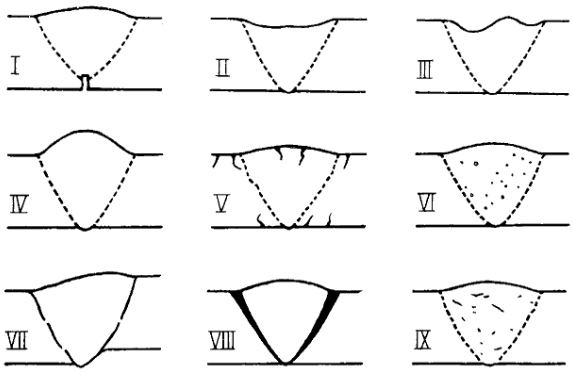



Fig. 1. — Défauts des soudures : I, manque de pénétration ; — II, insuffisance de métal rapporté ; — III, caniveaux ; — IV, surcharge trop importante du cordon de soudure ; — V, fissures ; — VI, soufflures ; — VII, dénivellation des bords ; — VIII, collage ; — IX, inclusions d'oxydes ou de laitier.

DÉFAUTS GÉOMÉTRIQUES. — Les défauts géométriques apparaissent le plus souvent dans le profil du joint lorsque la liaison des pièces à assembler est imparfaite. Ils comprennent : le manque de pénétration ; — l'insuffisance de métal rapporté ; — la surcharge inconsidérée du cordon de soudure ; — la formation de caniveaux ; — la dénivellation des bords.

En outre, doivent figurer ici les fissures précoces situées dans le métal déposé ou dans le métal de base, et, enfin, les soufflures, parfois microscopiques, toujours localisées dans le joint.

*Interposition d'impuretés non métalliques.* — Les inclusions non métalliques qui risquent de se former dans la masse du métal fondu ou à la limite du bain de fusion, sont constituées par des oxydes ou du laitier. Si l'oxyde se présente en plages étendues à la limite du bain de fusion, il y a « collage ». Dans ces régions, le métal rapporté n'a pas été lié au métal de base dont il est séparé par l'oxyde ; pour l'acier, ce défaut porte le nom particulier de « collage noir », en raison de la couleur de la pellicule d'oxyde de fer qui sépare le métal rapporté du métal de base, qui a joué en l'occurrence le rôle d'une lingotière. Lorsque l'oxyde, pour des conditions presque analogues à la précédente, a été fondu, il se produit une brasure à l'oxyde qui lie imparfaitement le métal de base et le métal déposé ; il s'agit alors d'un défaut connu sous le nom de « collage blanc ».

Au lieu d'apparaître sous forme de plages assez étendues, localisées à la limite

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du bain de fusion, les oxydes se rencontrent parfois à l'état de petites inclusions dans le joint lui-même. C'est sous cette forme que se présentent également les scories provenant des flux ou des enrobages utilisés en cours de soudure.

*Hétérogénéité de composition chimique.* — La continuité de composition chimique élémentaire est difficilement obtenue dans l'assemblage en raison du fait que le métal rapporté ne peut avoir, dans la plupart des cas, la même origine que le métal de base. L'aurait-il d'ailleurs que la volatilisation de certains éléments, l'élimination d'une partie d'entre eux au cours de la fusion, modifieraient sa composition. De plus, des impuretés nouvelles peuvent s'introduire, principalement en soudure à l'arc métallique, par fixation d'azote ou d'oxygène, sous forme de nitrures et d'oxydes.

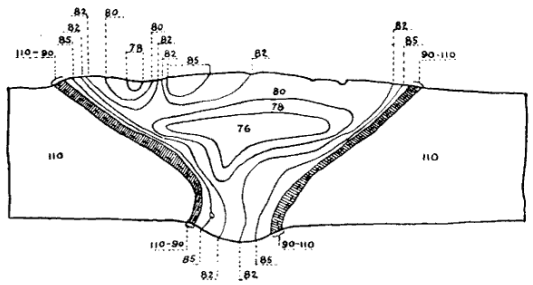



Fig. 2. — Exemple d'hétérogénéité chimique. Variation de la teneur en manganèse (en centièmes p. 100) dans une soudure d'acier, déterminée par microanalyse.

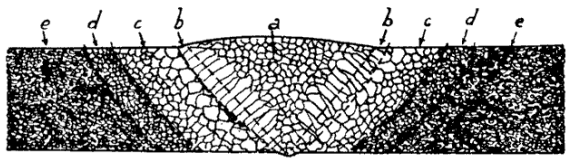



Fig. 3. — Représentation schématique d'une structure de soudure : *a*, zone fondue ; — *b*, zone d'accrochage ; — *c*, zone de surchauffe ; — *d*, zone de recuit ; — *e*, état initial.

*Hétérogénéité de structure.* — L'opération de soudure entraîne nécessairement une hétérogénéité de structure puisqu'elle s'accompagne d'un traitement thermique du métal assemblé et fait coexister l'état brut de fusion du joint avec ceux du traitement thermique d'un métal antérieurement corroyé et traité. Il en résulte une filiation structurale très complète qui offre, pour les alliages sensibles aux traitements thermiques, une image parfaite de toutes les structures possibles de fusion, d'hypertrempe, de trempe, de revenu, de recuit et d'écrouissage, selon l'état initial du métal.

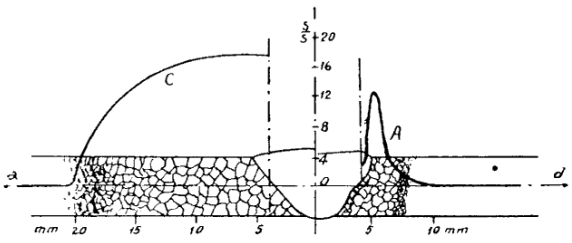



Fig. 4. — Hétérogénéité de structure des soudures. Variation de la grosseur des grains (rapport $S/S_0$ de la dimension moyenne du grain après et avant soudure) en fonction de la distance à la ligne de soudure oxyacétylénique C et à l'arc électrique A.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Concentration variable des tensions localisées.* — Sous l'effet des phénomènes de dilatation et de retrait, des tensions et des déformations apparaissent dans les pièces à assembler. Ce défaut a été décrit dans la conférence de M. GERBEAUX : nous nous contentons de l'évoquer ici sans insister davantage.

CONSÉQUENCES DES DÉFAUTS. — Les défauts de continuité entraînent nécessairement une variation plus ou moins brutale des propriétés mécaniques et ne permettent pas d'atteindre dans le joint des qualités identiques à celles du métal de base. Les défauts géométriques dans le profil de l'assemblage constitueront les points faibles qui s'avèrent particulièrement dangereux, dans le cas d'un manque de pénétration par exemple. Les fissures précoces sont à compter au nombre des défectuosités les plus graves. Au contraire, l'existence de soufflures microscopiques est moins à redouter, comme le prouvent les essais mécaniques.

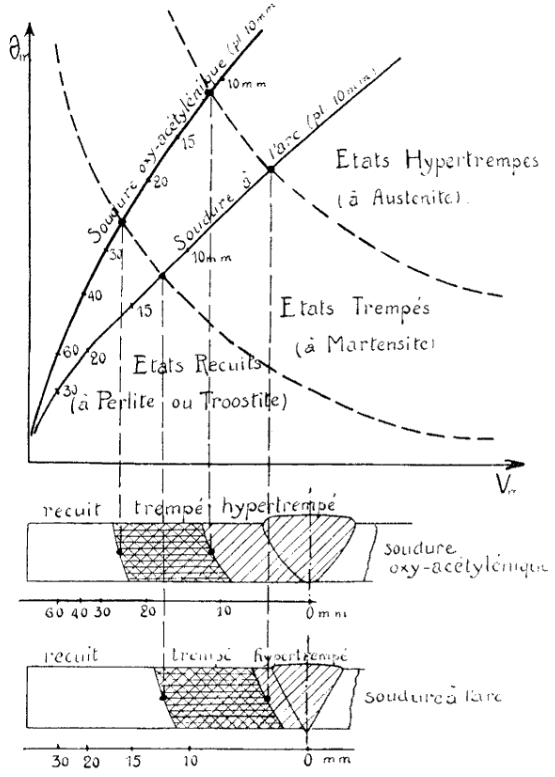



Fig. 5. — Zones de trempe et d'hypertrempe en soudure. Position des différents points d'une soudure effectuée en une passe au chalumeau et à l'arc sur une tôle d'acier de 10 mm par rapport aux courbes de trempe de cet acier. Température de trempe $\theta_m$ en fonction de la vitesse de refroidissement $V_m$.

Les collages sont à ranger parmi les vices d'exécution les plus importants ; le collage noir ne permet d'ailleurs pas à l'assemblage de supporter des efforts, même faibles, et entraîne, le plus souvent, une rupture presque immédiate au moindre choc. Le collage blanc crée une zone également très fragile, mais le défaut amènera une rupture sous des efforts supérieurs et, à ce titre, peut être considéré comme plus dangereux puisque l'accident risquera de se produire en cours d'utilisation de la construction soudée.

L'abaissement des propriétés mécaniques du joint par les inclusions de scories ne devient sensible qu'à partir d'une concentration élevée et pour une grosseur d'inclusions relativement considérable.

L'hétérogénéité chimique exerce une influence déterminante quand elle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conduit à un métal qui, par sa composition même, possède des propriétés mécaniques très différentes. En outre, la fixation d'azote confère, dans le cas de soudure à l'arc des aciers, des propriétés particulières au métal déposé en le sensibilisant au vieillissement et en diminuant notablement la résilience et l'allongement.

Il n'est pas besoin d'insister sur les conséquences de l'hétérogénéité de structure qui entraîne l'apparition d'états très différents par leurs propriétés mécaniques quand le métal ou l'alliage se montre sensible au traitement thermique. Enfin, la concentration anormale de tensions localisées diminue l'aptitude de l'assemblage à supporter des variations répétées des efforts auxquels il sera soumis en service.

Parmi les autres conséquences des défauts des soudures, il faut signaler le manque d'étanchéité et l'insuffisance d'homogénéité dans la résistance à la corrosion. En ce qui concerne l'étanchéité, le défaut le plus grave réside dans la présence de soufflures et d'inclusions. Vis-à-vis de la corrosion, les défauts géométriques, les inclusions, les soufflures, paraissent avoir une action déterminante par rapport aux hétérogénéités de structure ou de constitution chimique, à moins que celle-ci ne soit exceptionnellement exagérée.

Il est évident que ces conséquences peuvent agir simultanément et concourir à la mise hors de service de la construction.

ORIGINE DES DÉFAUTS DES SOUDURES. — Il convient maintenant de rappeler rapidement les causes de ces défauts afin de les éviter et de les contrôler à bon escient. Les facteurs qui déterminent l'hétérogénéité des assemblages soudés peuvent se rattacher à quatre origines principales : le métal de base par sa soudabilité; — le métal rapporté (électrodes et métaux d'apport); — les conditions d'exécution; — la forme et la disposition des assemblages.

Un même défaut peut être imputé à un ou plusieurs de ces facteurs. Le manque de pénétration, par exemple, n'est pas nécessairement dû aux mauvaises conditions d'exécution et relève parfois, mais plus rarement, de la soudabilité du métal de base ou d'un choix malheureux d'électrodes ou métaux d'apport. Néanmoins, des correspondances fréquentes s'établissent telles que : les défauts de forme dans le profil des assemblages avec les conditions d'exécution; — l'interposition d'impuretés métalliques avec le mauvais choix du métal d'apport ou de l'électrode, ou avec les conditions d'exécution; — l'hétérogénéité de structure avec la soudabilité du métal; — la concentration variable des efforts avec la soudabilité et la disposition des assemblages, etc.

## CONTRÔLES.

Pour la commodité de notre exposé, nous passerons en revue les moyens de contrôle utilisables en indiquant pour chacun d'eux les possibilités et les conditions d'application, ainsi que leur signification respective. Nous examinerons donc successivement, le contrôle par l'aspect des soudures, les contrôles physiques, mécaniques et chimiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONTRÔLES PAR L'ASPECT DES SOUDURES. — L'examen de l'aspect des soudures apporte de précieux renseignements sur la qualité des assemblages ; non seulement il met en évidence les défauts de forme dans le profil géométrique, mais il donne souvent des indications sur la présence possible de défauts internes. C'est ainsi qu'un observateur averti pourra dans certains cas présumer de cette manière le collage, ou constater une surchauffe dangereuse diminuant la résistance du métal assemblé au voisinage du cordon de soudure.

Ce contrôle ne suffit pas à lui seul à qualifier une soudure, mais il est d'une incontestable utilité. Il demande à être exercé par un praticien averti qui ne risque pas d'émettre des conclusions hâtives dépassant une probabilité qui, pour certains défauts, peut se changer en certitude.

Il n'est pas rare, en effet, de trouver des soudures de bel aspect qui présentent des défauts graves, tels que le manque de pénétration. En outre, les possibilités d'application de ce contrôle sont souvent diminuées par le type de construction à examiner lorsque certaines soudures sont inaccessibles ou cachées. Il doit surtout s'exercer en cours de fabrication, peut rendre des services dans la surveillance de la main-d'œuvre et constitue un moyen de vérification simple pour présumer de la qualité d'une construction terminée.

CONTRÔLES PHYSIQUES. — Parmi les contrôles physiques, nous devons distinguer en premier lieu ceux qui établiront si la construction soudée répond bien aux qualités physiques qu'on attendait. Ce seront, par exemple, le contrôle des dimensions, celui d'une propriété physique quelconque : conductibilité électrique, perméabilité magnétique. Il ne nous paraît pas utile d'insister sur ce point puisqu'il s'agit de cas d'espèces ordinairement faciles à résoudre (contrôle de résistivité électrique sur les soudures de connexions de câbles conducteurs).

*Etanchéité.* — Il convient de faire une mention spéciale pour les contrôles d'étanchéité qu'il est indispensable d'effectuer à titre d'essai de réception sur les constructions soudées appelées à contenir des liquides ou des gaz, éventuellement sous pression. Il sera préférable d'effectuer le contrôle au moyen d'un liquide et non d'un gaz, de façon à examiner commodément les moindres suintements ou perlages qui indiqueraient une porosité anormale des soudures. Un moyen ingénieux consiste, dans le cas d'un ouvrage important dont une partie seulement doit être étanche (réservoir de stockage) à enduire sur une face les cordons de soudure d'un produit mouillant, du pétrole par exemple, et d'observer les suintements sur l'autre face, suintements rendus facilement visibles par une couche légère de blanc d'Espagne ou de craie. Ce contrôle non destructif est précieux pour juger de l'aptitude d'une pièce terminée à son utilisation.

L'essai d'étanchéité peut devenir, en outre, un moyen de contrôle de la qualité d'un assemblage, et, effectué sur éprouvettes convenables, il apporte des indications sur la soudabilité d'un métal, la valeur d'une électrode ou d'un métal d'apport, d'un procédé et d'une méthode d'exécution. Ces indications sont nécessaires pour établir la continuité du joint en décelant les porosités et l'effet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des criques précoces qui peuvent être accentuées ou provoquées par des efforts mécaniques de pression.

*Densité.* — Il était normal de penser aux mesures de densité pour déterminer la compacité du métal déposé dans le joint soudé, et certains cahiers des charges américains imposent des conditions très sévères à cet égard, particulièrement dans le cas des aciers pour construire par soudure des récipients à pression. La présence de soufflures ou de porosités, même microscopiques, et d'inclusions de laitier affaiblit la densité apparente du métal déposé et cette détermination est un excellent moyen de contrôle de qualité pour les électrodes. L'éprouvette de densité sera prélevée dans le métal fondu du joint, ou, si l'on tient à juger l'électrode pour elle-même, en dehors de toute autre variable introduite par le métal assemblé, dans du métal coulé obtenu par fusion des électrodes essayées sans incorporation de métal étranger.

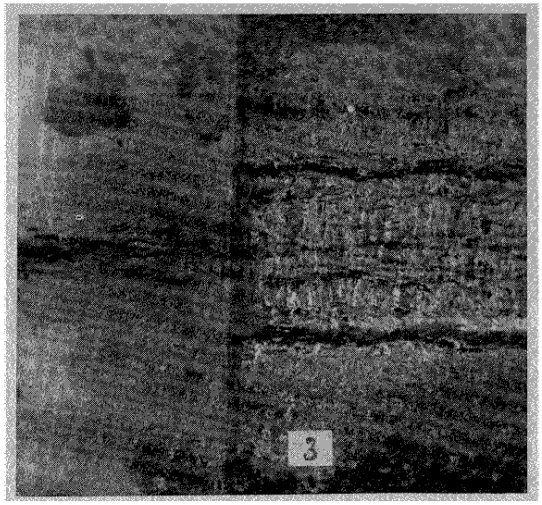



Fig. 6. — Contrôle magnétographique d'une éprouvette soudée (tôles de 6 mm) partiellement usinée, présentant un défaut grave de collage non perceptible.

Ce moyen de contrôle peut déterminer le choix d'une électrode et, éventuellement, un facteur de soudabilité du métal. C'est un essai destructif, peu employé en France, mais dont il convient de souligner l'intérêt, bien que la qualité des électrodes ait fait de grands progrès dans ces dernières années et donne rarement lieu aux défauts précités.

*Contrôle magnétique.* — Le souci de repérer les défauts présents dans les soudures, sans détruire les assemblages, a mis en vedette depuis quelques années le contrôle magnétographique. Le principe de l'essai repose sur le fait suivant : si la pièce à étudier fait partie d'un circuit magnétique, la direction des lignes de force étant perpendiculaire à la direction du joint, tout défaut qui entraîne une variation de perméabilité dans la pièce crée, du même coup, une perturbation localisée dans le circuit magnétique. Si cette perturbation est rendue perceptible, on possède un moyen commode de détecter la présence des défauts et, pouvait-on l'espérer, d'en connaître la nature ainsi que l'importance.

La possibilité d'application suppose implicitement que le métal est ferromagnétique et, par conséquent, se limite aux aciers. La détection des perturbations peut être obtenue en matérialisant les lignes de force à la surface de l'assem-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

blage ou en faisant apparaître les dispersions anormales du champ magnétique, au moyen de substances ferro-magnétiques que l'on pulvérise ou que l'on répand en suspension colloïdale sur la surface.

Le procédé par pulvérisation est à peu près abandonné et on propose, plus généralement aujourd'hui, l'emploi des suspensions colloïdales de substances ferro-magnétiques dans les huiles de pétrole.

Pour éviter la souillure des surfaces métalliques et permettre l'exploration facile sur les plans verticaux, on étudie actuellement l'utilisation possible de lames minces, déformables, épousant le contour des pièces à contrôler et contenant la suspension colloïdale.

On a pensé également à repérer les variations de champ au voisinage des défauts par les perturbations apportées dans un circuit électrique, perturbations traduites par une variation de tonalité dans un microphone. Ce procédé, élégant dans son principe, s'est montré notoirement insuffisant pour localiser les défauts et en déterminer la nature.

D'une manière générale, le contrôle magnétique n'a pas donné jusqu'à présent les résultats qu'on pouvait en attendre. Il a fallu, en effet, pour obtenir quelque sensibilité, avoir recours à des champs très intenses dont la réalisation met en jeu un appareillage important et coûteux, dès que l'on tente d'effectuer le contrôle sur la construction et non plus seulement sur éprouvette. En outre, l'essai perd beaucoup de signification lorsqu'il n'est plus conduit sur une surface parfaitement polie. Alors que, sur éprouvettes usinées, de dimensions réduites, il semble capable de mettre en évidence des défauts d'homogénéité mécanique ou structurale, même faibles, tels que flocons, tapures, criques, fissures, soufflures, retassures, collages, traitements mécaniques et thermiques, etc., il ne parvient pas à déceler d'une manière nette des défauts essentiels sur éprouvettes non polies, ce qui lui retire beaucoup d'intérêt dans l'application au contrôle non destructif des soudures. Dans ce dernier cas, les défauts très superficiels, souvent sans effet sur les qualités utiles de l'assemblage, l'emportent sur les défauts graves qui déterminent l'insuffisance d'une soudure. Il faut espérer cependant que cette méthode n'a pas encore donné toutes ses possibilités, car on ne saurait se contenter des résultats trop erratiques auxquels elle conduit actuellement.

*Contrôle radiographique.* — Dans le même but que le contrôle magnétographique, l'emploi des rayonnements pénétrants n'a pas manqué d'être proposé et utilisé. On a mis à profit dans ce sens les propriétés des rayons X et des rayons $\gamma$. On sait que ces rayonnements sont capables de traverser les métaux moyennant une absorption qui suit une loi bien connue, exprimée par la formule

$$I = I_0 e^{-\mu d}$$

dans laquelle $I_0$ représente l'intensité du faisceau incident, $d$, l'épaisseur du métal traversé, $\mu$, une constante qui dépend de la nature du métal et de la fréquence du rayonnement.

Si le métal examiné présente une hétérogénéité qui se traduit par une variation locale de la constante d'absorption et par une diminution de l'épaisseur réelle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

traversée, l'intensité du faisceau émergeant se trouvera modifiée. Comme les rayons X et $\gamma$ sont capables d'impressionner les émulsions photographiques, il devient possible d'enregistrer les variations d'intensité dans le faisceau émergeant.

Les manques de pénétration, les soufflures, les inclusions métalliques, surtout quand celles-ci présentent un coefficient d'absorption très différent de celui du métal, pourront être repérés dans la soudure et même évalués approximativement en épaisseur.



Fig. 7. — Radiographie de la soudure oxy-acétylénique d'une tôle de 6 mm. Joint brut de soudure, présentant un défaut grave de collage non perceptible et un important manque de pénétration apparaissant par trait noir discontinu.

Ce contrôle non destructif est à l'heure actuelle le meilleur que l'on possède pour juger de la qualité d'une soudure en ce qui concerne des défauts provenant d'une mauvaise exécution ou de l'emploi d'électrodes défectueuses. Toutefois, l'application des rayonnements pénétrants à l'examen des soudures n'a pas été sans poser des problèmes délicats, dont un certain nombre n'ont pas encore reçu de solution satisfaisante. Des

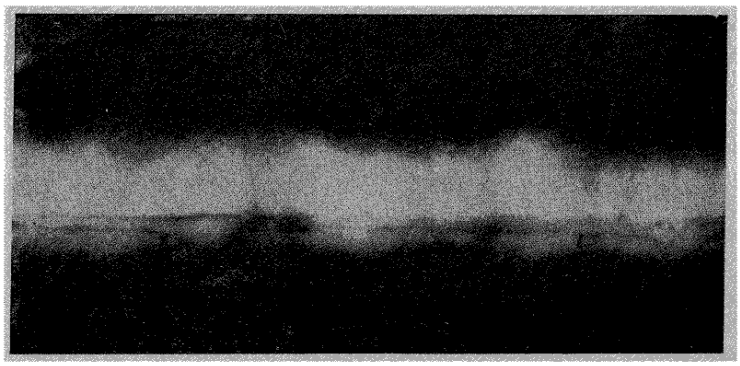


Fig. 8. — Radiographie d'une soudure (tôle de 30 mm) présentant un manque de pénétration très important.

difficultés surgissent du fait des phénomènes de pénombre, de l'apparition de rayonnements secondaires produits par les atomes irradiés qui émettent à la fois

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par diffusion et par fluorescence. Elles ont entraîné l'emploi de diaphragmes près de la source émettrice et l'utilisation de grilles antidiffusantes entre la pièce et la pellicule photographique. Enfin, pour obtenir des images suffisamment contrastées, dans le cas de pièces très épaisses, il devient

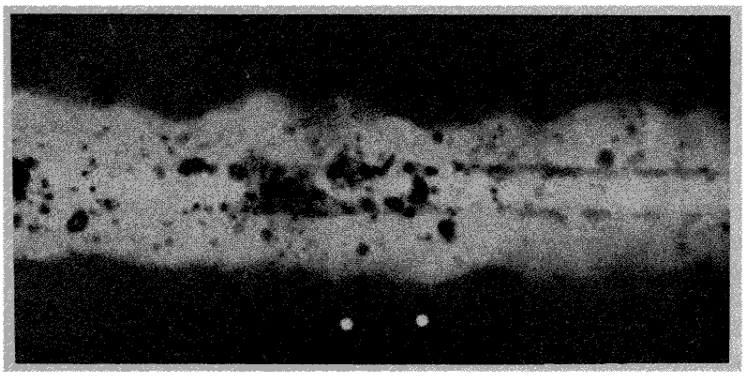


Fig. 9. — Radiographie d'une soudure à l'arc présentant de très nombreuses soufflures et un manque de pénétration.

nécessaire de placer des écrans renforçateurs près du film à impressionner.

En outre, l'interprétation des radiographies devient délicate dès que l'on n'a plus affaire à des défauts d'exécution très importants et aussi lorsque le contrôle

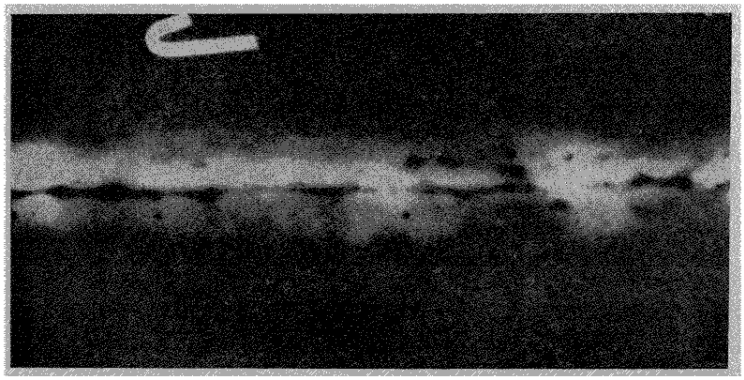


Fig. 10. — Radiographie d'une soudure à l'arc (tôle de 20 mm.) comportant de très importantes inclusions de laitier.

porte sur des assemblages mettant en jeu des épaisseurs variables et des formes compliquées, telles que : soudure à clin, assemblage d'angle, soudure de profilés ou assemblage tubulaire. Il en résulte que le cas d'application le plus simple et, sans conteste, le moins erroné, sera celui des assemblages bout à bout. Mais, même dans ce dernier exemple, il importe que la surépaisseur de la soudure ne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soit pas trop grande vis-à-vis de l'épaisseur du métal de base, ce qui proscrit pratiquement l'emploi du contrôle radiographique pour des épaisseurs inférieures à 6 mm sur soudure non usinée.

Dans le cas des rayons X, les tensions à adopter pour les tubes émetteurs sont de l'ordre de 100.000 V pour l'exploration d'une épaisseur d'acier de 20 mm et vont jusqu'à 400.000 V pour 120 à 130 mm, les temps de pose variant depuis la seconde jusqu'à l'heure, en raison directe de l'épaisseur et en raison inverse de la tension. Pour les rayons $\gamma$, l'emploi du mésothorium, sous forme de bromure, paraît le plus intéressant et les temps de pose sont principalement fonction de la quantité de corps radioactif mis en jeu et de l'épaisseur de l'acier à explorer.

L'avantage considérable de ces procédés réside évidemment dans le fait,

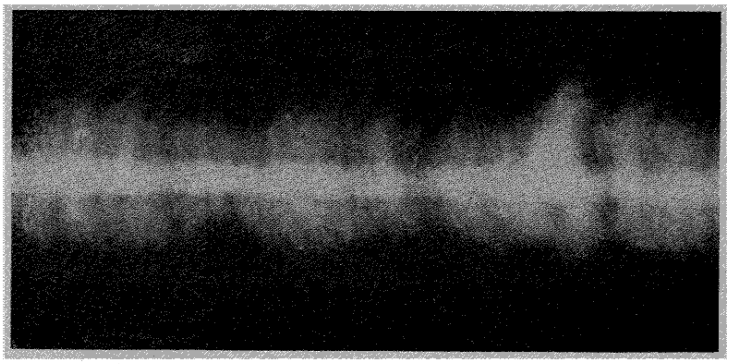


Fig. 11. — Radiographie d'une soudure à l'arc saine (épaisseur 22 mm).

lorsqu'ils sont applicables, de donner une image matérialisée constituant un document précieux. A notre avis, l'examen aux rayons X, considéré du point de vue des défauts d'exécution — les seuls qu'il permet d'établir — ne peut se justifier, comme essai de contrôle non destructif, que dans le cas où une construction soudée, d'un coût élevé, doit répondre à des conditions de travail extrêmement pénibles, pour des épaisseurs de tôle supérieures à 10 mm, et pour des assemblages simples (bout à bout). Ces constructions auront d'ailleurs justifié le recours à d'autres procédés de contrôle concernant la soudabilité du métal, la valeur professionnelle du personnel soudeur, les conditions d'exécution qui, tous, concourent non seulement à donner à la soudure un aspect rassurant à l'examen radiographique, ce qui, à ce titre, pourrait le rendre superflu, mais encore confèrent aux assemblages toute garantie vis-à-vis des défauts que le contrôle radiographique ne peut pas mettre en évidence.

Dans certains cas, néanmoins, le contrôle aux rayons X a été introduit dans la réglementation et l'exemple qu'on se plaît à citer concerne le code américain relatif aux appareils à pression construits par soudure. Les règles prescrites pour les défauts visibles sur les radiographies sont les suivantes : toutes les criques et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les manques de fusion sont inacceptables, même à la limite de perceptibilité ; — une soudure comportant des défauts (inclusions ou soufflures) est acceptable si chacun de ces défauts a une longueur inférieure au tiers de l'épaisseur, si deux défauts consécutifs sont séparés par au moins 6 fois la longueur du plus important d'entre eux, et si la somme des longueurs des défauts est inférieure à l'épaisseur sur une longueur de soudure égale à 12 fois cette épaisseur.

Naturellement, ces conditions imposées pour le contrôle radiographique

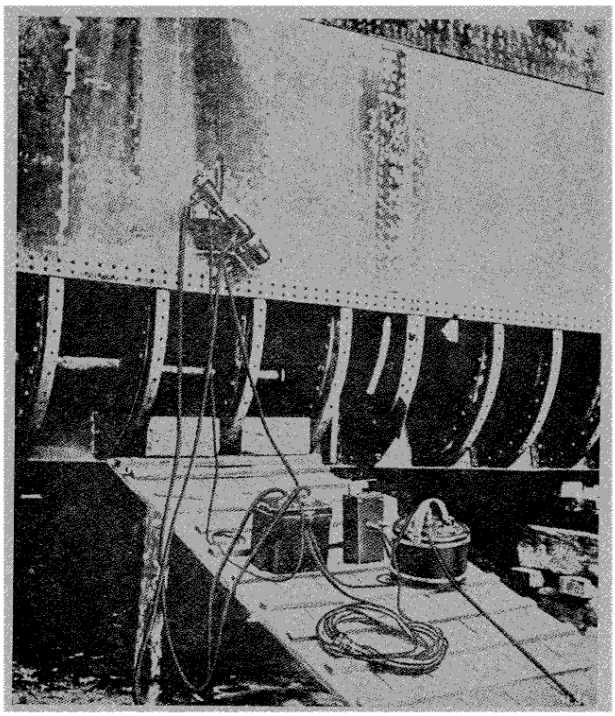


Fig. 12. — Radiographie d'une soudure de tôle de bordé (appareil Métallix 100 kV, utilisé en construction navale).

s'accompagnent, dans le règlement précité, de contrôles mécaniques et du contrôle de densité. Il ne paraît d'ailleurs pas possible d'apprécier, ni même de présumer les qualités mécaniques d'une soudure d'après l'aspect de sa radiographie.

L'emploi de ce contrôle s'est pratiquement limité en France aux applications de la soudure dans les constructions navales et, quelquefois, dans la fabrication de récipients à pression. Il a été très rarement adopté pour les assemblages de canalisations. Dans le cas des charpentes, ses possibilités sont le plus souvent illusoires, en raison de la complexité des assemblages dès qu'il ne s'agit plus de contrôler des soudures bout à bout.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONTRÔLE PAR ONDES SONORES ET ULTRA-SONORES. — Les défauts de continuité dans l'assemblage soudé sont également capables d'entraîner des anomalies dans la propagation des ondes sonores et ultra-sonores. On n'a pas manqué de proposer l'adaptation du phénomène au contrôle non destructif des soudures, soit pour les fréquences audibles, soit pour les fréquences plus élevées des ultra-sons. Jusqu'à présent, les essais peu nombreux ainsi effectués ne paraissent pas conduire à une précision satisfaisante des résultats. Nous signalons le fait pour mémoire, en réservant notre opinion quant à l'avenir du procédé.

CONTÔRLES MACROGRAPHIQUE ET MICROGRAPHIQUE. — La macrographie et la

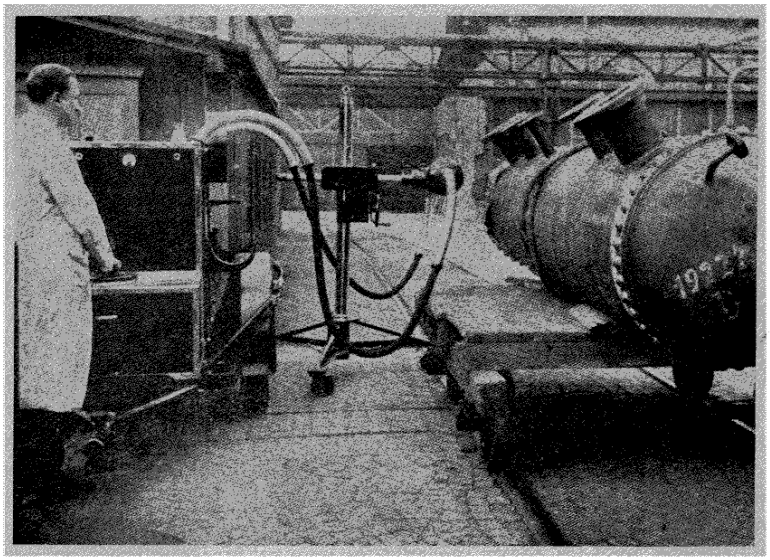


Fig. 13. — Contrôle radiographique en très grosse chaudronnerie soudée.

micrographie ne sont pas seulement des moyens d'étude, mais permettent aussi d'exercer des contrôles en matière de construction soudée.

La macrographie sera capable, dans certains cas, de fournir un contrôle semi-destructif, plus modeste que le contrôle radiographique, mais tout aussi utile. L'exemple type du sondage local des soudures est fourni par le fraisage Schmückler. Si l'on repère, dans un ouvrage, un assemblage douteux, il est possible de fraiser localement la soudure, polir la surface mise à nu, et, par attaque macrographique, de révéler les imperfections présentes dans la masse même du joint soudé. Cet essai a reçu des applications principalement dans le cas des assemblages de charpentes. Citons, par exemple, les contrôles de certains ponts allemands et de ponts belges que M. GERBEAUX vous a présentés au cours de la précédente conférence et, en France, du renforcement du pont d'Austerlitz du Chemin

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de fer métropolitain de Paris. L'intérêt du procédé réside dans le fait qu'il n'entraîne pas la destruction du joint et qu'il est parfaitement possible de former à nouveau un cordon de soudure continu à l'endroit où l'examen a été effectué, par simple fusion d'une électrode. Son application ne se limite d'ailleurs pas au contrôle de la qualité du métal déposé : il peut, éventuellement, être appliqué aux tôles qui participent directement à certains efforts entraînant un taux de travail élevé, comme il a été fait pour les assemblages de deux poteaux de profils différents au moyen de tôles subissant en service une flexion très importante.

La macrographie et la micrographie, effectuées sur éprouvettes, sont à ranger au nombre des contrôles destructifs les plus précieux pour déterminer la soudabilité d'un métal, la qualité du métal déposé, en un mot la continuité de l'assemblage quant à la structure, à la présence d'inclusions, de fissures, de soufflures ou de criques.

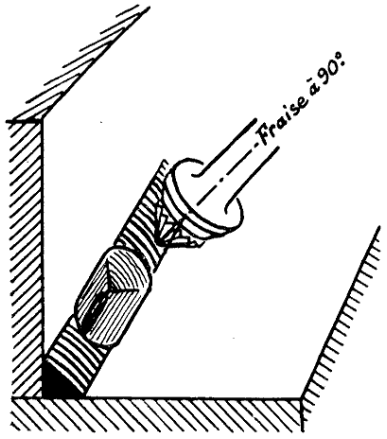



Fig. 14. — Contrôle semi-destructif Schmückler.

A ce titre, ils deviennent indispensables chaque fois que l'on aura à effectuer une construction de qualité. Ils contribueront alors à juger la soudabilité, la qualité du métal d'apport ou de l'électrode et, éventuellement, le procédé et la méthode de soudure à adopter.

CONTRÔLE MÉCANIQUE. — Les essais mécaniques sont indispensables pour apprécier la qualité d'un assemblage. Cependant, ils n'ont de signification que dans la mesure où ils auront été parfaitement définis chaque fois qu'ils porteront sur des ensembles hétérogènes. Ce sont des essais destructifs.

En principe, tous les essais mécaniques peuvent être appliqués au contrôle des soudures. Mais, pour la raison que nous venons d'indiquer, il convient d'être prudent dans l'adaptation aux soudures de certains essais dont la signification n'est pas encore parfaitement claire lorsqu'ils sont effectués sur un métal homogène. Il nous paraît d'ailleurs utile de souligner le fait que, si un essai mécanique est ordinairement un moyen simple de chiffrer un ensemble de propriétés complexes, souvent, il ne permet pas de juger sainement l'aptitude d'un métal à satisfaire aux conditions de son utilisation.

En soudure, les essais mécaniques auront pour but de déterminer la soudabilité d'un métal, la valeur d'un métal d'apport, d'un procédé ou d'une méthode d'exécution et, enfin, l'habileté professionnelle des ouvriers soudeurs.

Ils s'effectueront sur macroéprouvettes ou sous la forme de microessais et, dans ce dernier cas, au moyen de la machine Chevenard dont la description et les merveilleuses possibilités d'application vous ont été exposées ici même.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le plus souvent, les essais effectués comprennent la traction, le pliage, le cisaillement, le choc, la dureté, la fatigue, certains se trouvant combinés entre

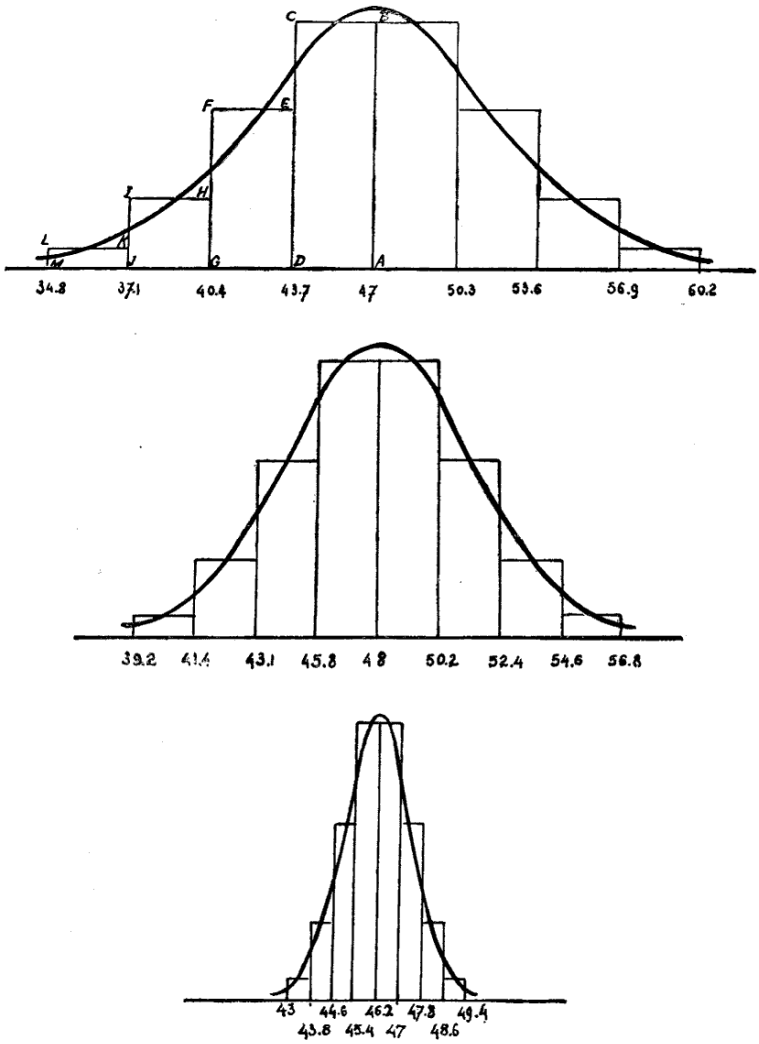



Fig. 13. — Influence de la qualité des électrodes sur les résultats mécaniques en fonction de l'habileté professionnelle des soudeurs. Courbes de dispersion dans les essais de traction avec des électrodes de qualités médiocre, moyenne et bonne.

eux ou utilisant des actions secondaires telles que la corrosion, ou, enfin, faisant appel à des contrôles complétifs tels que l'étanchéité. Ils sont d'ailleurs tellement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nombreux qu'il est impossible de donner ici un aperçu de leur diversité : nous nous contenterons donc d'indiquer ceux qui nous paraissent les plus indicatifs.

Lorsqu'ils ont pour but de contrôler la main-d'œuvre ou les conditions d'exécution, ces essais doivent être très sévères, de façon à mettre en évidence les défauts d'exécution par examen des cassures, les éprouvettes ayant été soudées dans les conditions mêmes où l'ouvrier sera appelé à effectuer son travail. Il conviendra naturellement, pour ces essais, de s'assurer au préalable de la soudabilité du métal assemblé pour éliminer ce facteur. L'essai de pliage est intéressant à adopter pour ces contrôles, principalement dans les assemblages sur tôles épaisses, en prenant soin de faire plusieurs essais pour établir une moyenne. Ainsi sera-t-il possible de déterminer l'aptitude professionnelle d'après les angles de pliage obtenus.

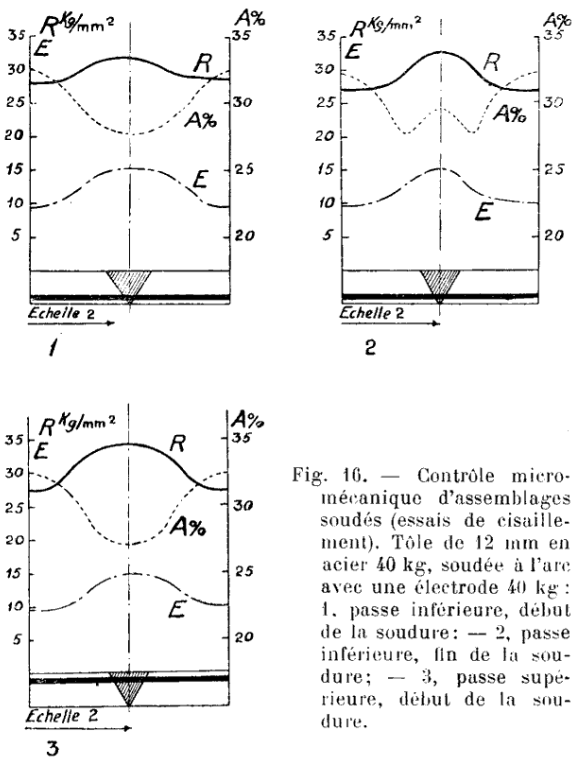



Fig. 16. — Contrôle micro-mécanique d'assemblages soudés (essais de cisaillement). Tôle de 12 mm en acier 40 kg, soudée à l'arc avec une électrode 40 kg : 1, passe inférieure, début de la soudure : — 2, passe inférieure, fin de la soudure; — 3, passe supérieure, début de la soudure.

Lorsqu'il s'agit de définir la qualité d'une électrode ou d'un métal d'apport, on peut effectuer les essais de façon à juger les qualités intrinsèques du métal déposé en éliminant les perturbations apportées par le métal à assembler. C'est ainsi que procèdent les prescriptions françaises, par essais de traction et de résilience sur métal déposé. En outre, comme il est intéressant d'établir les possibilités d'utilisation, selon les conditions d'exécution, il sera bon de contrôler les propriétés mécaniques du joint obtenu sur un métal de bonne soudabilité et de propriétés mécaniques voisines. Dans ce dernier cas, l'essai de traction sera conduit sur éprouvettes soudées, usinées de façon à faire disparaître les surépaisseurs à l'endroit et à l'envers, la soudure ayant été entaillée pour produire la cassure dans le joint.

L'essai de pliage devra être effectué sur tôles épaisses, la soudure ayant été faite sur bords chanfreinés en V, surépaisseur usinée, pliage libre accompli sur l'angle du V, avec mesure des allongements de la fibre extérieure. Il est utile

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'ajouter que, dans ces conditions, les résultats des essais mécaniques se montrent d'autant plus constants que l'électrode présente de meilleures qualités d'utilisation, comme M. BRILLIÉ l'a montré en étudiant la probabilité des qualités mécaniques d'un joint en fonction de l'habileté de l'ouvrier soudeur, pour divers types de l'épreuve.

Lorsqu'ils ont pour but de déterminer la soudabilité d'un métal ou la qualité d'un assemblage, les essais mécaniques doivent être effectués avec beaucoup de précaution, puisqu'on suppose alors la possibilité d'une hétérogénéité spatiale de la propriété à définir. De ce fait, les essais portant sur des macroéprouvettes apparaissent comme nécessairement imparfaits. Le plus souvent une dispersion importante des résultats se manifestera, pour des conditions d'épreuves, apparemment identiques, en raison de la variation de propriétés dans la masse du joint, même lorsque celui-ci est géométriquement homogène.

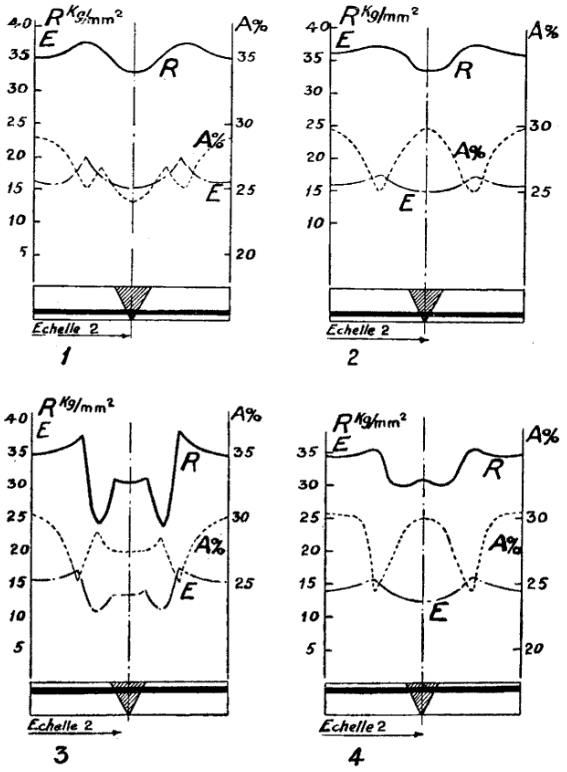



Fig. 17. — Contrôle micromécanique des assemblages soudés (essais de cisaillement). Tôle de 12 mm en acier 60 kg, soudée à l'arc avec une électrode 40 kg: 1, passe inférieure, début de soudure; — 2, passe inférieure, fin de soudure; — 3, passe supérieure, début de soudure; — 4, passe supérieure, fin de soudure.

L'essai de pliage devient ainsi complètement erratique si le métal de base présente une mauvaise soudabilité. C'est pourquoi le contrôle ne peut avoir de signification, dans cette circonstance, que s'il est conduit sur microéprouvettes. L'essai de microdureté apportera également un complément d'information précieux.

En principe, un assemblage pourra être considéré comme parfait lorsque les variations de propriétés mécaniques ne seront pas supérieures à 10 p. 100. La limite de soudabilité correspondra par exemple à un taux de 25 p. 100; il conviendrait d'ailleurs de fixer ce taux de variation en fonction de son gradient linéaire, perpendiculairement au joint, les variations brutales ayant des conséquences plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

néfastes que les variations lentes. L'avantage de ce procédé de contrôle est qu'il permet une étude rapide de la soudabilité du métal à la fois en fonction de ses qualités intrinsèques, du type d'assemblage, du procédé et de la méthode utilisés. Partant, il fixe, pour un métal donné, les conditions qui devront être suivies pour obtenir les propriétés optima de l'assemblage.

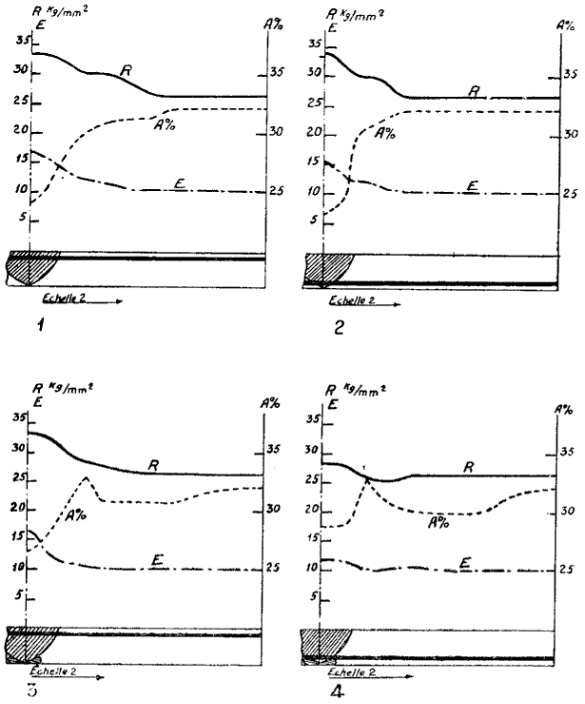



Fig. 18. — Contrôle micromécanique des assemblages soudés (essais de cisaillement). Tôle de 12 mm en acier 40 kg. soudée au chalumeau avec un métal d'apport 60 kg : 1, soudure sans reprise, partie supérieure; — 2, soudure sans reprise, partie inférieure; — 3, soudure avec reprise, partie supérieure; — 4, soudure avec reprise, partie inférieure.

Cette exploration par microéprouvette, que nous devons à MM. PORTEVIN et CHEVENARD, constitue un moyen de contrôle excellent, qui, à notre avis, n'est pas encore suffisamment employé.

CONTRÔLE CHIMIQUE. — Les contrôles chimiques auront leur utilité chaque fois qu'il sera possible, d'après la composition chimique élémentaire, de déterminer la soudabilité d'un métal. On a souvent exagéré la signification des analyses chimiques, et il nous paraît difficile, à l'heure actuelle, de tabler sur ce simple test pour apprécier la soudabilité, à quelques rares exceptions près. Les renseignements analytiques sont certes précieux, mais ne se suffisent pratiquement pas à eux-mêmes. Le contrôle devra cependant être effectué à la fois sur le métal assemblé et sur le métal déposé. Il devra porter principalement sur les impuretés considérées comme nuisibles, soufre, phosphore, azote, par exemple, dans le cas des aciers ordinaires.

Outre ces contrôles de réception, les essais chimiques interviennent pour la détermination de la résistance à la corrosion chaque fois que ce problème se pose d'une manière précise. A ce point de vue, il a été proposé un assez grand nombre de méthodes d'essais, très arbitraires pour la plupart. Chacun sait les difficultés rencontrées dans l'établissement d'essais de corrosion vraiment significatifs pour un métal supposé parfaitement homogène. Que dire alors des essais qui doivent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

être effectués sur des assemblages dans lesquels apparaissent des aspects multiples de l'hétérogénéité?

Sans entrer dans les détails, indiquons cependant qu'il est parfaitement possible d'obtenir des assemblages résistant à la corrosion quant au métal déposé, si celui-ci ne contient ni inclusions de laitiers et d'oxydes, ni soufflures. Dans certains cas, il importe de s'assurer que la surface de l'assemblage n'est pas polluée par les scories dues à l'opération de soudure, principalement pour les alliages légers.

Ajoutons enfin que les aciers inoxydables devront être soumis à une attaque pour vérifier l'absence de corrosion intergranulaire engendrée par la précipitation de carbure de chrome sous l'effet du traitement thermique de soudure. Pour cet exemple particulier, les contrôles de corrosion par attaque au sulfate de cuivre sulfurique, à l'ébullition, se montrent très sûrs.

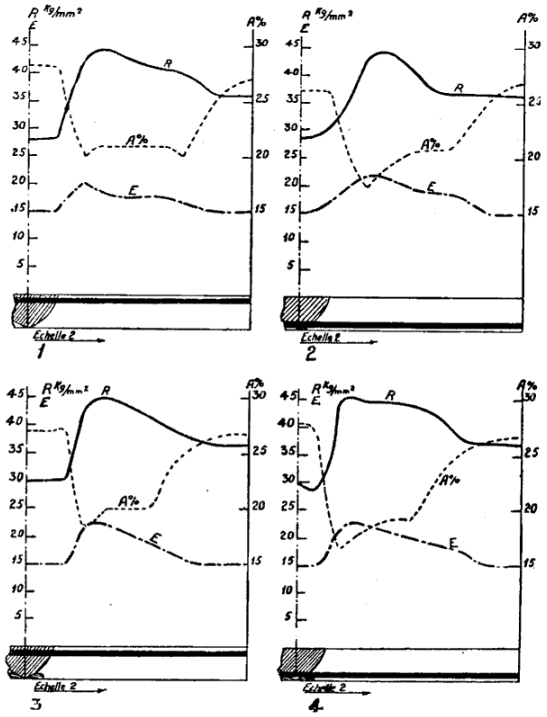



Fig. 19. — Contrôle micromécanique des assemblages soudés (essais de cisaillement). Tôle de 12 mm en acier 60 kg soudée au chalumeau avec un métal d'apport 40 kg : 1, soudure sans reprise, partie supérieure; — 2, soudure sans reprise, partie inférieure; — 3, soudure avec reprise, partie supérieure; — 4, soudure avec reprise, partie inférieure.

*
* *

Nous avons dû, au cours de notre exposé, rester dans le domaine des généralités, afin de ne pas négliger les points importants, quitte à passer sous silence de nombreux détails. Néanmoins, nous espérons avoir mis en lumière le fait qu'aucun des contrôles décrits ne saurait se suffire à lui-même. Ils se complètent tous de façon intime. Mais, comme leur utilité est inégale, nous tenons à indiquer ceux qui nous paraissent le plus nécessaires.

CONTRÔLES AVANT SOUDURE. — En premier lieu, le contrôle avant soudure doit porter sur l'examen des plans de la construction, dans le but de déterminer si la disposition des soudures correspond bien à celle que recommande la tech-



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nique. Cette mission relève du rôle de l'ingénieur soudeur qui contrôle, avant toute autre chose, le travail du bureau d'études. Ce point revêt une importance capitale puisqu'il décidera du type d'assemblage à adopter, du métal à employer, du montage et des conditions d'exécution, en fonction des efforts demandés en service et de ceux qui apparaîtront en cours de soudure.

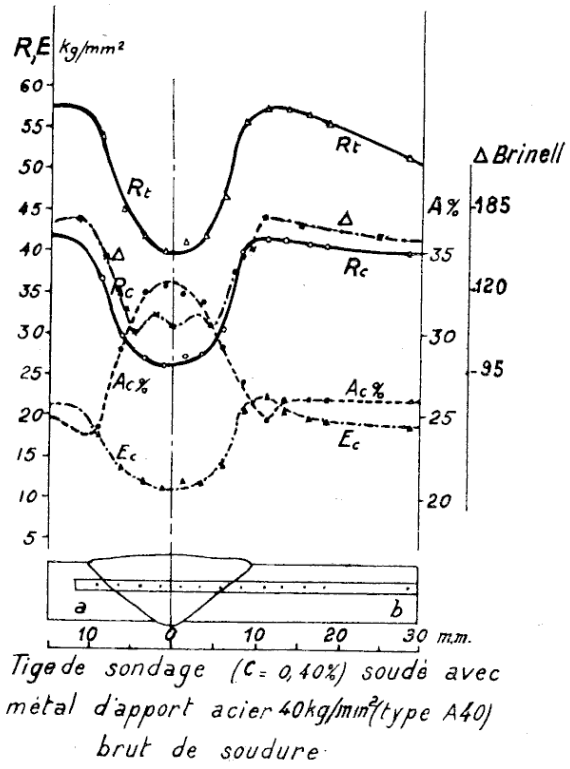



Fig. 20. — Contrôle micromécanique des assemblages soudés (essais de dureté, de traction et de cisaillement). Acier mi-dur (C = 0,40) soudé au chalumeau avec un métal d'apport 40 kg ; éprouvette brute de soudure.

Puis interviennent le contrôle des matières premières, métaux de base et métaux d'apport ou électrodes, celui de la soudabilité et de la qualité des assemblages obtenus : contrôles destructifs sur éprouvettes qui mettent en jeu des déterminations de densité, des essais mécaniques et chimiques.

Ensuite, on doit exercer un contrôle sérieux du matériel utilisé, tant pour sa qualité que pour ses possibilités d'emploi. Enfin, prend place le contrôle de qualification du personnel soudeur, effectué au moyen d'essais mécaniques destructifs, sur éprouvettes soudées dans des conditions analogues, voire même identiques à celles qui se présenteront dans la construction.

CONTRÔLES PENDANT SOUDURE. — Les contrôles effectués pendant l'opération de soudure seront principalement des contrôles de surveillance qui permettront d'être assuré d'une parfaite exécution. Ils porteront donc sur la bonne utilisation des matières premières et l'observation rigoureuse des méthodes d'assemblage préalablement fixées. Eventuellement, ils pourront être accompagnés d'essais semi-destructifs ou destructifs, vérifiant la constance dans la valeur professionnelle des ouvriers soudeurs ou dans le fonctionnement des machines à souder. C'est à ce moment qu'il convient de surveiller de près les défauts d'exécution, afin d'y porter immédiatement remède lorsque les pièces sont encore facilement accessibles et réparables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONTRÔLES APRÈS SOUDURE. — Les contrôles après soudure comprennent à la fois les contrôles de fabrication et les essais de réception ; ils seront destructifs

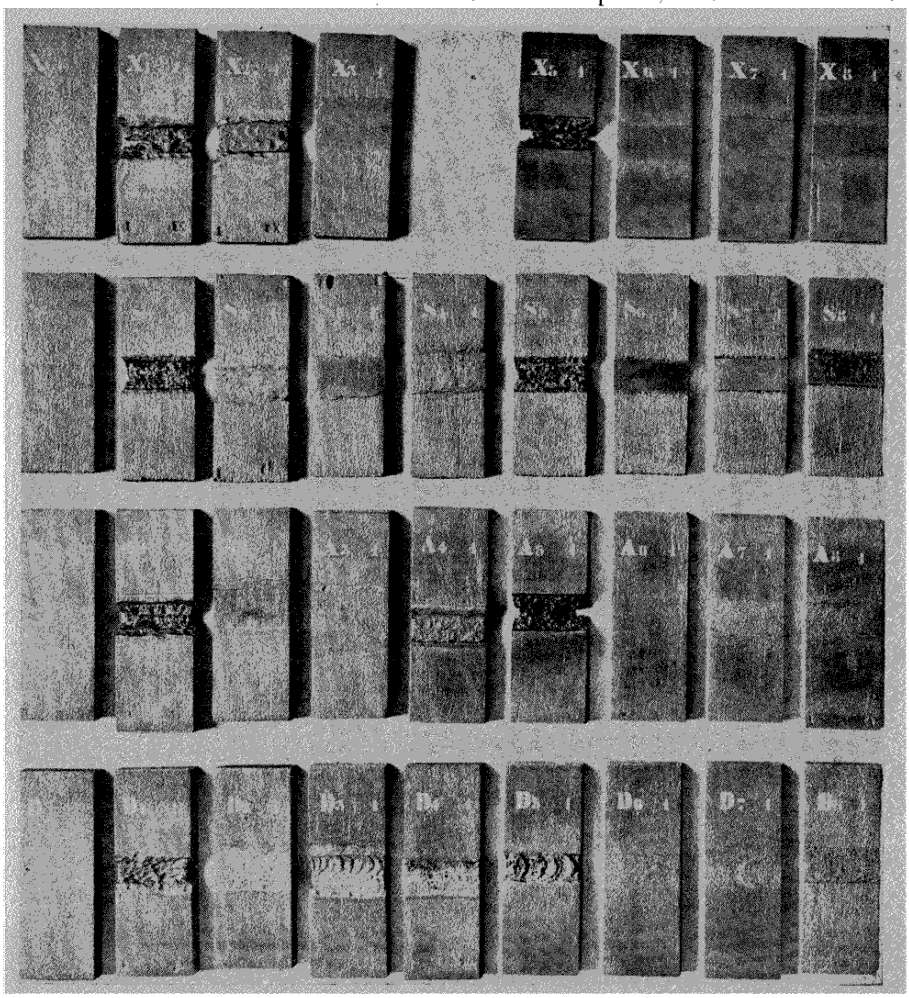


Fig. 21. — Contrôle d'assemblages soudés. Tenue à la corrosion acide (immersion constante). Métaux de base : X, acier doux ; — S, acier au carbone (0,3 p. 100) ; — A, acier au cuivre ; — D, acier au chrome-cuivre.

Soudures : 1, électrode enrobée ordinaire ; — 2, électrode à enrobage semi-volatil ; — 3, électrode enrobée, acier au chrome-cuivre ; — 4, électrode enrobée, acier au nickel ; — 5, métal d'apport ordinaire, acier doux non calmé ; — 6, métal d'apport, acier chrome-cuivre ; — 7, métal d'apport, acier doux avec addition de manganèse (1 p. 100) et de silicium (0, 2 p. 100) ; — 8, métal d'apport, acier au nickel.

dans le cas de fabrications en série, d'unités toutes identiques, comme cela se présente, pour les bouteilles à butane, sur prélèvements dans des lots importants.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ils pourront être semi-destructifs en utilisant la méthode Schmückler. Enfin, ils pourront être non destructifs, lorsque les assemblages seront jugés d'après leur

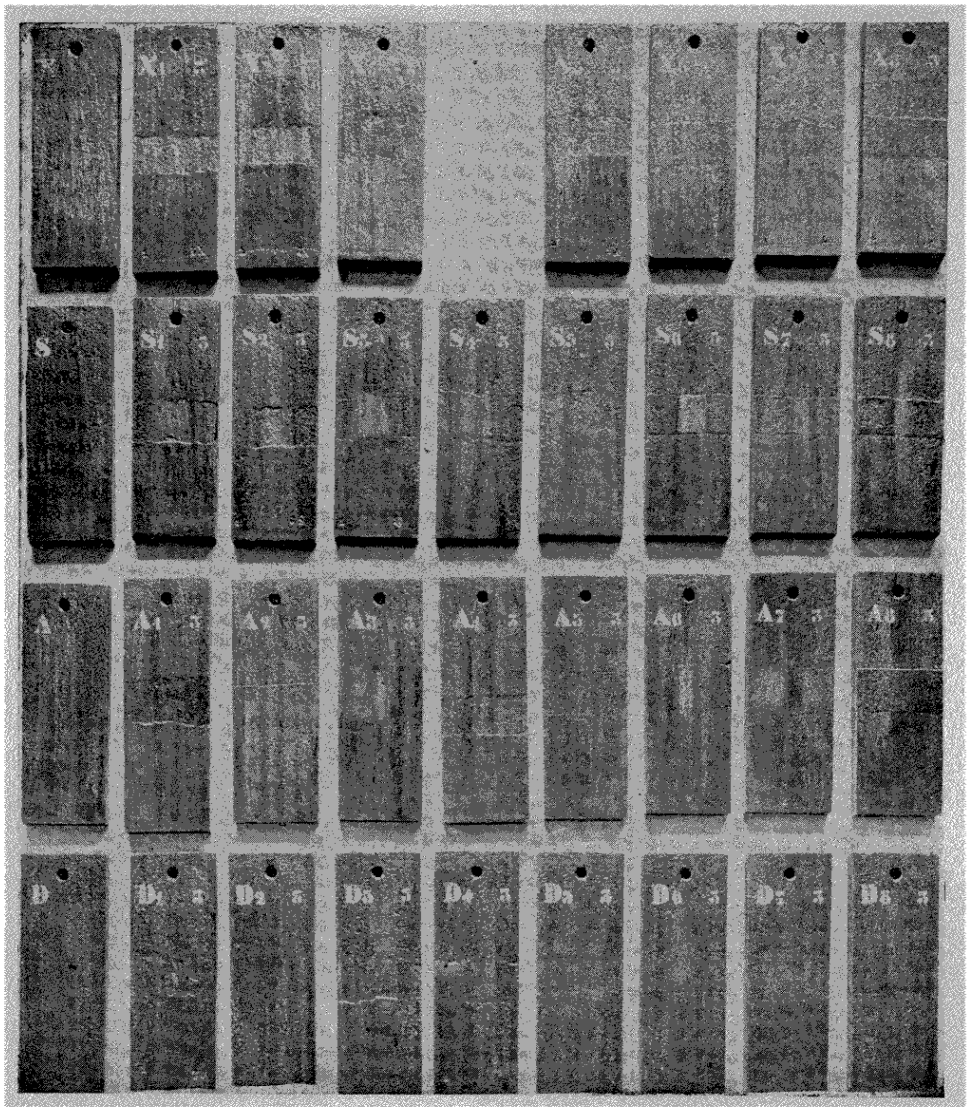


Fig. 22. — Contrôle d'assemblages soudés. Tenue à la corrosion saline (eau de mer) par immersions et émersions alternées (Même jeu d'éprouvettes que celui de la fig. 21).

aspect, par contrôles physiques ou par tout essai de réception déterminant l'aptitude de la construction à répondre aux conditions qui lui seront imposées en service : étanchéité, avec ou sans pression, charges, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

***

Les insuccès sont aujourd'hui rarement rencontrés en construction soudée. Leurs causes sont à l'heure actuelle exceptionnellement imputables aux défauts d'exécution. Elles relèvent plus souvent d'une adaptation malheureuse des procédés et des méthodes, ou du mauvais choix des métaux de base, lorsque, à ce sujet, les aciéristes nous permettent de poser la question du choix.

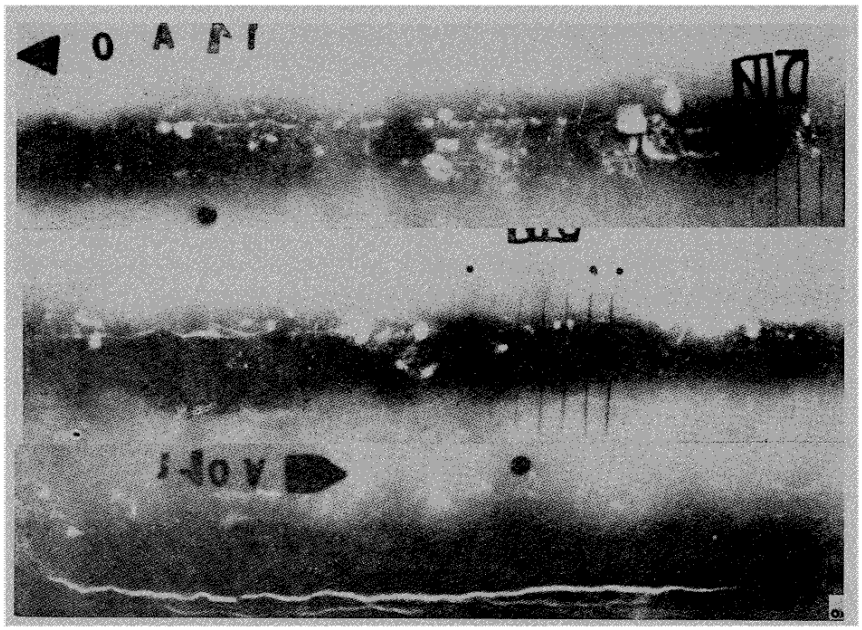


Fig. 23. — Radiographie d'assemblage soudé bout à bout dans le contrôle d'un pont : en haut, soudure avec manque de pénétration, scories et fines fissures; — au milieu, soudure présentant les mêmes défauts; — en bas, fissures extrêmement graves après réparation de la soudure précédente.

Cet ensemble de radiographies met en évidence l'intérêt des contrôles permettant d'éviter les défauts par rapport à ceux qui ne peuvent que les constater.

On trouve enfin des causes d'insuccès dans l'erreur commise en adoptant, pour la disposition des assemblages, des formes copiées sur celles qui s'imposent en matière de construction rivée et qui, non seulement sont inutiles, mais se montrent souvent nuisibles, comme l'a indiqué M. Gerbeaux dans la précédente conférence.

Faute d'avoir suffisamment contrôlé ces facteurs, n'a-t-on pas eu à déplorer, récemment encore, dans des pays voisins, des accidents survenus en service dans certains ponts soudés? Les ruptures qui se sont produites tenaient princi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

palement à la mauvaise soudabilité du métal employé et à des vices de forme que le contrôle radiographique, qui semblait pourtant, aux dires de quelques augures, une garantie suffisante, n'avait pu mettre en évidence.

Cette conférence, la dernière du cycle consacré à la soudure, a porté sur un sujet qui risquerait de laisser croire, par le développement même qui lui a été donné, que la soudure est un procédé d'assemblage inconstant dans ses résultats et auquel on ne peut accorder qu'une confiance limitée.

Il n'a été question ici que de défauts, nombreux et variés, souvent graves, et de contrôles non moins nombreux, délicats et parfois onéreux.

Cependant, bien que le nombre des constructions soudées ne cesse de s'accroître, et à un rythme de plus en plus rapide, les statistiques prouvent que les accidents ou incidents survenus en service sont de moins en moins nombreux, jusqu'à devenir aujourd'hui tout à fait exceptionnels.

Il faut en conclure que, à l'heure actuelle, la soudure est le procédé qui, en conduisant à des ensembles continus, offre le plus de garanties de résistance, de durée et de sécurité.

C'est en se penchant sur la technique de leur procédé que les ingénieurs soudeurs sont parvenus à éviter les moindres défauts dans la liaison du métal. Ils ne se sont pas satisfaits d'un avantage évident qui ressort de la comparaison avec les autres procédés d'assemblage impliquant nécessairement des discontinuités.

Par la connaissance exacte des imperfections possibles, par l'étude de leurs origines, par des contrôles permettant de les déceler et surtout de les éviter, ils ont voulu que leur technique se perfectionne, s'assouplisse, s'étende et puisse répondre aux exigences chaque jour plus sévères de la pratique industrielle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'EXPÉDITION PAPANINE AU PÔLE NORD,

par M. Jules ROUCH, *capitaine de vaisseau de réserve,*
*professeur à l'Institut océanographique, membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Lorsque, dans le numéro du *Bulletin de la Société d'Encouragement* de novembre-décembre 1937, nous avons fait une revue rapide des expéditions soviétiques au Pôle Nord, les quatre membres de l'expédition Papanine continuaient leur dérive vers le Sud sur les glaces où ils avaient installé leur station.

Aucun incident n'avait caractérisé les premiers mois du séjour dans les glaces de ces hardis pionniers, qui avaient mis en pratique une formule d'exploration si nouvelle que les anciens explorateurs polaires l'eussent qualifiée de folie. Se faire déposer en avion au voisinage du pôle avec une quantité de vivres suffisante pour plus d'une année, installer sur la banquise une demeure suffisamment solide et assez confortable pour se laisser dériver au gré des courants, se livrer alors à toute une série de recherches scientifiques dont les résultats pouvaient être transmis immédiatement par T. S. F., c'était certes une prouesse polaire sans précédent, même pour une nation qui, comme la Russie soviétique, avait accompli depuis une quinzaine d'années une série de remarquables explorations dans le domaine arctique.

Papanine et ses trois compagnons, les deux savants Chirchoff et Fedoroff, et le sans-filiste Krenkel, vécurent du mois de juin au mois de décembre 1937 dans leur petite maison confortable, dont nous avons décrit en détail les aménagements ingénieux. Ce serait une omission regrettable de ne pas signaler qu'ils avaient avec eux un chien esquimau, Jolly, pour lequel les avions avaient transporté une centaine de kilogrammes de rations spéciales.

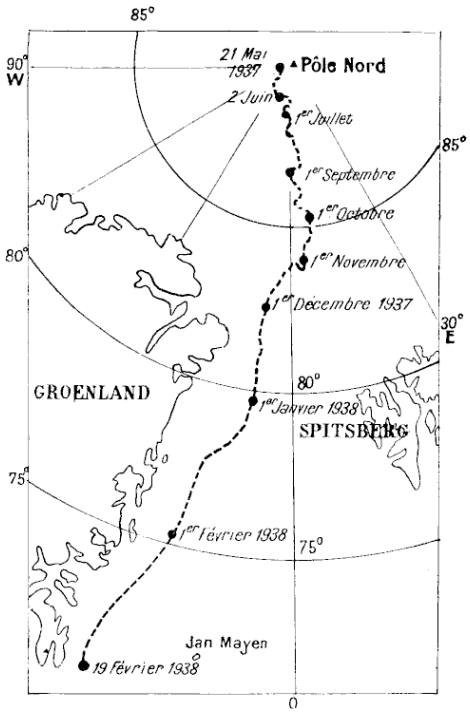
Les équipements prévus, tous sur un modèle nouveau, donnèrent entière satisfaction. Si quelques difficultés se présentèrent au sujet de la cuisine, Papanine, qui avait pris pour lui les fonctions ingrates de cuisinier, en vint à bout grâce à son ingéniosité. Le poste de T. S. F. de 20 W, dont le générateur était un moulin à vent, fonctionna parfaitement, grâce à la compétence de Krenkel qui « ferait marcher sous l'eau un poste de T. S. F. », disait Papanine. Les explorateurs restèrent en contact permanent avec Moscou, et souvent avec les pays les plus éloignés : un reportage spécial fut envoyé à un journal d'Australie. Très fréquemment ils purent communiquer directement avec leur famille, et c'est ainsi que Chirchoff entendit son jeune fils âgé de quatre ans lui annoncer la naissance d'un petit frère.

Les instruments scientifiques fonctionnèrent à merveille. Outre des observations météorologiques et océanographiques qui formaient le programme essentiel de l'expédition, Chirchoff et Fedoroff firent de nombreuses mesures de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'intensité de la pesanteur et du magnétisme terrestre. « Nos deux savants, dit Papanine, travaillaient pratiquement 24 heures par jour », et il ajoute, avec cette modestie que l'on ne rencontre que parmi les très grands explorateurs polaires : « Krenkel et moi, nous faisions ce que nous pouvions pour les aider. »

La dérive de la banquise fut beaucoup plus rapide qu'on ne le prévoyait. Elle a pris dès le début la direction de la trouée qui existe entre le Spitsberg et le Groenland et, malgré de nombreux zigzags, elle ne s'est jamais éloignée beaucoup de cette direction générale. La vitesse de la dérive fut de 135 km en juin, de 78 en juillet, puis, les mois suivants, de 115, 141, 159, 139, 195 km; au mois de décembre, qui accuse la plus grande vitesse, la dérive fut en moyenne de 6 km par jour.




Dérive de l'Expédition Papanine (du 21 mai 1937 au 19 février 1938).

Aussi, dès le 30 décembre, la station avait atteint le 80e degré de latitude, par 6° 53′ de longitude Ouest. Le 19 décembre, les falaises du Groenland étaient en vue, et on pensa un moment que les explorateurs gagneraient le Groenland. Mais la dérive s'infléchit vers le Sud et Papanine signala que tout allait bien, et qu'ils continuaient normalement les observations scientifiques prévues.

Ce fut dans les premiers mois de 1938 que commencèrent leurs vicissitudes. Il fallut changer plusieurs fois l'emplacement de la station, car le floe qui les avait transportés jusqu'alors se fractura en plusieurs morceaux. Alors qu'au début de leur dérive, ce floe avait 500 m de largeur et 5 000 m de longueur, le fragment sur lequel ils étaient installés à la fin de janvier n'avait plus que 200 m sur 300 m.

Bientôt il fallut abandonner une partie des approvisionnements ainsi que la petite maison de tissus caoutchoutés. Papanine construisit une cabane de neige.

La dérive vers le Sud continuait avec une grande rapidité et le 1er février la position était de 74° 16′ N et 16° 24′ W, dans le voisinage de l'île Jan Mayen.

Le 2 février, Papanine télégraphiait : « Notre glaçon n'a plus que 50 sur 75 m. Nous vivons dans une tente. Nous avons sauvé tous nos instruments ainsi que tous nos registres d'observations, et nous avons des vivres pour trois mois. Nous allons tâcher de dresser une meilleure antenne de T. S. F. sur un floe voisin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aussi ne vous inquiétez pas si vous n'avez pas de nouvelles pendant quelque temps. »

Une certaine inquiétude s'empara aussitôt de la Russie et de tous ceux qui, sans parti pris politique, suivaient depuis huit mois le développement de cette extraordinaire aventure. Il était malheureusement encore bien tôt dans l'année pour espérer arriver immédiatemeni au secours de Papanine et de ses compagnons, dont tout l'espoir était maintenant dans le maintien des communications par T. S. F., seules capables de diriger vers eux navires ou avions.

La Russie envoya deux brise-glace et ses meilleurs aviateurs polaires. Papanine, dès le 3 février, télégraphiait que la situation n'empirait pas, que le glaçon, après une série de mauvais temps, n'avait plus que 30 sur 40 m, mais qu'il tenait bon, et que, s'il se rompait, toutes les dispositions étaient prises pour transporter ce qui restait de la station sur un autre floe.

Les jours suivants, les tempêtes se succédèrent, des orages magnétiques empêchèrent pendant 36 heures les communications radiotélégraphiques, mais le moral restait excellent, et les explorateurs annonçaient le 10 février qu'ils étaient par 72° N et qu'ils avaient tué trois ours.

Le 12 février, le brise-glace *Taymir* était en vue, ou du moins ses projecteurs étaient visibles : Papanine signala qu'il avait repéré dans le voisinage un floe assez grand pour permettre l'atterrissage des avions.

Le 15 février, l'aviateur Gennady Vlasof, pilotant un avion du *Taymir*, ne réussit pas à trouver les explorateurs dont la position était cependant connue. Il ne réussit que le 16 à atterrir auprès d'eux :

« Après avoir fait plusieurs tours au-dessus de la position présumée du camp, écrit Vlasof, je finis par découvrir quatre petits points noirs qui étaient des hommes, et un point un peu plus gros qui était une tente auprès de laquelle étaient mis au sec quelques vêtements. Je descendis assez près de la banquise pour reconnaître Papanine et ses compagnons qui, tous les quatre, de leurs bras étendus, montraient la direction du floe favorable à l'atterrissage. Je reconnus bientôt celui-ci qui avait été délimité par des marques noires et j'atterris sans incident. Papanine arriva le premier auprès de nous, et nous nous embrassâmes en pleurant de joie ». « Voilà ce qu'on peut appeler le bonheur », me dit Papanine. Et je restai stupéfait qu'en un tel moment le chef d'expédition eût gardé tout son sang-froid au point de penser à photographier notre atterrissage. »

Le 19, les deux brise-glace réussissaient à arriver auprès de la station, et recueillaient Papanine et ses compagnons, ainsi que leurs instruments et leurs observations, sans oublier le chien Jolly.

Les détails de ce sauvetage ont été publiés dans les journaux russes et, comme ils révèlent quelques aspects de la mentalité de ce pays resté toujours assez mystérieux, nous pensons qu'il n'est pas inutile de les faire connaître :

A 13 h. 30 m., les deux brise-glace *Taymir* et *Mourmansk* stoppèrent à une distance d'environ 1,5 km du camp; 80 hommes des deux navires se dirigèrent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur la glace vers le camp, en portant des pavillons. De son côté, le groupe de Papanine, portant aussi des pavillons et un portrait de Staline, vint à leur rencontre.

Le chef de l'expédition de secours, Ostaltser, commanda : « Garde à vous! », et, s'adressant à Papanine, prononça les paroles suivantes : « Par ordre du Gouvernement, les navires *Taymir* et *Mourmansk* sont mis à votre disposition, et j'attends vos ordres. » Il y eut alors une explosion de joie, des embrassades entre sauveteurs et sauvés, des hourras en l'honneur de Staline, et Papanine décida de lever le campement. Rapidement tout le matériel fut transporté sur le *Taymir*. Mais, avant de quitter le floe sur lequel il avait vécu pendant neuf mois, Papanine adressa à Staline et aux principaux chefs soviétiques le radiotélégramme suivant :

« Je suis infiniment heureux de vous rendre compte que nous avons rempli la mission que vous nous avez confiée. Du Pôle Nord jusqu'ici nous avons exécuté toutes les observations qui avaient été inscrites au programme de l'expédition et nous rapportons quantité de documents qui permettront d'étudier la météorologie et l'océanographie des régions que nous avons parcourues. Nous avons exécuté en outre des mesures de pesanteur et de magnétisme, ainsi que de nombreuses observations biologiques. Depuis le 1er février, date à laquelle notre floe se brisa en morceaux, nous avons continué toutes les observations qu'il nous fut possible de faire dans les conditions précaires où nous nous trouvions. Pas un instant nous ne doutâmes que notre pays viendrait nous secourir à temps. « Nous fûmes soutenus dans notre tâche par le chaud intérêt que nous porta toujours le camarade Staline, ainsi que tout le peuple soviétique. Nous abandonnons maintenant notre floe après avoir parcouru 2.500 km en 274 jours. Notre poste de T. S. F., qui a commencé par annoncer la conquête du Pôle Nord et s'est maintenu continuellement en communication avec la patrie, termine sa tâche par ce télégramme. Nous avons laissé sur le floe un pavillon soviétique qui continuera à flotter sur ces espaces glacés. Ivan Papanine. »

Le gouvernement soviétique accueillit comme ils le méritaient ses valeureux compatriotes; le président du Conseil suprême de l'U. R. S. S. leur conféra le titre de « héros de l'Union soviétique » et leur remit l'ordre de Lénine, que Papanine reçut ainsi pour la seconde fois. En outre, une somme de 30.000 roubles en espèces fut allouée à chacun des explorateurs.

Les spécialistes des questions polaires du monde entier, qui ont applaudi au succès de cette expédition unique dans les fastes polaires, attendent maintenant avec impatience la publication des observations scientifiques, qui ne manqueront pas d'apporter une contribution extrêmement importante à la connaissance du monde arctique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ
## CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE DU 5 NOVEMBRE 1938.

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

La séance est ouverte à 17 h. 30 m.

MM. H. SERVONNET et P. ROLLEY, *secrétaires généraux*, présentent et analysent des ouvrages entrés récemment dans la *Bibliothèque*.

M. SERVONNET analyse les ouvrages suivants :

*La locomotive à vapeur*, par André CHAPELON. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1938. (Don de l'Office pour le Perfectionnement de la traction autonome sur les chemins de fer);

*VIe Congrès international de la Fédération internationale des Associations d'inventeurs et d'artistes industriels, tenu à Paris les 26, 27, 28 et 29 juillet 1937* sous le patronage du Gouvernement. Paris, Imp. Deshayes, 83, rue de la Santé (13e), 1937;

*Le rôle social de l'ingénieur. Scènes de la vie d'usine*, par Georges LAMIRAND. Paris, Éditions de la Revue des Jeunes, Desclée et Cie, 30, rue Saint-Sulpice (6e);

*Le livre et sa technique vus par l'image*, par Georges DEGAAST, planches hors texte : *De la gravure sur bois à la rotogravure*. (Don de l'auteur);

*Notice sur la vie et l'œuvre de Jean Rey (1861-1935)*, présentée à la séance du 3 mai 1937 de l'Académie des Sciences, par Robert ESNAULT-PELTERIE. Paris, Palais de l'Institut, 1937. (Don de l'auteur, membre de la Société);

*En attendant le médecin*. Guide des premiers secours dans les ateliers, usines, chantiers, par le docteur LE LIMOUSIN. Paris, Editions de « L'Usine », 15, rue Bleue (9e). (Don de l'auteur).

M. ROLLEY analyse les ouvrages suivants :

*L'exploration géologique et minière en U.R.S.S.*, par F. BLONDEL. (Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration);

*Vermehrter und verbesserter Pflanzenbau auf eigener Scholle*, A. THULL, L. SPARTZ, J.-P. ZANEN. Luxemburg, Ch.-Léon Beffort, 1937. (Don de M. Moussu, membre du Conseil d'Administration);

*Fabrication de l'alcool absolu destiné à la carburation*, par M. KLAR. Traduit de la 2e édition allemande par Charles SCHWEITZER. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e);

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Métallographie et traitements thermiques du fer et de l'acier*, par Albert SAUVEUR. Traduit d'après la 4e édition (1935), par H. AUBERT et P. DAMIRON. Paris, Gauthiers-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1937. (Don de M. A. Portevin, membre du Conseil d'Administration);

*L'électricité dans les exploitations agricoles*, par R. BORLASE MATTEWS et R.-H. DRILHON. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1938;

*Le soja et son rôle alimentaire*, par Jean BORDAS. (Nutrition. Exposés publiés sous la direction de Emile F. TERROINE.) (Actualités scientifiques et industrielles, 557.) Paris, Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1937.

M. DUMANOIS rappelle que M. Gabreau a été déjà récompensé deux fois par la Société d'Encouragement : en 1910, il a reçu une médaille d'argent pour un conjonction-disjoncteur destiné au contrôle de la charge des accumulateurs employés pour l'éclairage des véhicules; en 1932, il a reçu une médaille d'or pour une pile thermo-électrique destinée à contrôler l'allumage des lanternes des signaux de chemins de fer.

M. J.-E. GABREAU fait une communication sur *La détection des gaz de combat au moyen d'avertisseurs électrochimiques.*

Le prototype de ces détecteurs a été réalisé en avril 1916 à la Mission d'Essais, Vérifications et Expériences techniques, comme une des solutions au problème posé par la Section technique des Études et Expériences chimiques de guerre, qui désirait un appareil permettant de révéler la présence des gaz asphyxiants, dans une sape, par exemple, et d'avertir à distance de l'arrivée ou de la fin d'une vague de gaz. Le principe de ces détecteurs et leur fabrication devaient demeurer secrets.

Le fonctionnement de l'appareil, qui est instantané, repose sur la variation du pH d'une solution en contact avec le chlore, le brome, l'iode ou leurs dérivés, cette solution jouant, une fois la réaction amorcée, le rôle d'électrolyte vis-à-vis des électrodes de la cellule. Dans le cas d'une cellule primaire (électrodes zinc-argent) les phénomènes vont en s'amplifiant du fait que l'halogène s'empare de l'hydrogène naissant réparti sur l'anode; la cellule fonctionne alors comme pile à gaz.

Le détecteur d'alarme comprend : Une cellule (primaire ou secondaire) enfermée dans un boîtier métallique émaillé permettant, par une série de trous et de chicanes, la libre circulation de l'atmosphère à analyser. La cellule proprement dite est constituée par un support métallique émaillé percé sur sa périphérie de nombreux petits trous, l'intérieur servant de réserve à la solution. Sur le support sont enroulées plusieurs couches de papier-filtre, quatre couches de gaze, l'électrode négative (en général un fil de zinc pur enroulé en spires non jointives).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux couches de gaze et enfin l'électrode positive (fil d'argent ou de métal platiné enroulé au centre du pas de l'électrode négative). La cellule est imprégnée d'une solution-électrolyte appropriée, présentant une légère réaction acide, dont les principaux composants sont : eau, alcool, glycérine, ce dernier corps agissant tant comme fixatif que comme corps hygrométrique.

Un câble à deux ou trois conducteurs, reliant la cellule au poste récepteur;

Un récepteur d'alarme dans un boîtier métallique étanche renfermant : un galvanomètre, à contacts à maxima et à minima, dont l'équipage mobile contrôle le courant fourni par la cellule; un potentiomètre de réglage; un jeu de relais en cascade commandant simultanément une sonnerie et un projecteur pour le circuit d'alarme, ou un feu de réglage, ce dernier s'allumant aussi en cas d'avarie survenue à la canalisation ou à la cellule; les prises de courant et l'interrupteur de bloquage du récepteur.

Au cours des années 1916-1917, le Matériel chimique de Guerre (M. C. G.) exigeait pour la réception de ces détecteurs la sensibilité à une concentration de 1/20.000 de chlore, sensibilité qui fut portée ensuite à 1/40.000 pour pouvoir détecter le phosgène et d'autres dérivés du chlore ou du brome qui venaient d'être employés sur le front. La détection était instantanée.

Au cours de l'année 1918, M. Gabreau a mis au point, en s'inspirant des conseils du général Ferrié, alors lieutenant-colonel, chef de la Télégraphie militaire et des Transmissions, un détecteur à ionisation gazeuse, basé sur l'emploi d'une grille libre, fortement négative, et d'une lampe triode. Mais cet appareil ne reçut aucune application aux armées.

L'idée fut reprise en 1926 et son application à la signalisation des flammes à distance fut brevetée en 1927.

Les études et recherches reprises il y a quelques années ont porté sur les détecteurs électrochimiques en vue d'augmenter d'une part la sensibilité initiale des cellules, et d'autre part de les rendre responsives aux gaz modernes.

Les mêmes essais ont été entrepris pour sensibiliser le détecteur Biquard adopté également en 1916 par le M. C. G. (appareil colorimétrique basé sur le virage d'une flamme en présence d'halogènes). Les améliorations suivantes ont été apportées aux cellules. Le support est constitué par une matière en cérame très spongieuse; plusieurs corps catalyseurs sont incorporés à la pâte avant cuisson; cet artifice, joint à l'utilisation d'alliages antimoniés, permet d'augmenter la sensibilité des cellules.

La cellule est disposée à l'intérieur d'une enceinte soumise à une aspiration continue et recevant les gaz préalablement dissociés par un catalyseur chauffé électriquement.

Le gain de sensibilité obtenu est dans le rapport de 1 à 3, et l'appareil est responsif à la presque totalité des gaz; c'est toutefois au détriment du temps, l'appareil présentant une plus grande inertie : au lieu d'un fonctionnement instantané comme dans l'appareil primitif, la détection n'est déclenchée qu'au bout de quelques secondes. Néanmoins, le dispositif permet de localiser des fuites, d'appareils, d'obus, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les cellules les plus sensibles et les plus stables sont celles dont les électrodes ont une composition chimique identique et dont le pH est à la limite de stabilité; les forces électromotrices étant de l'ordre de $10 \times 10^{-3}$ V, il y a lieu, dans le cas d'emploi de détecteurs d'alarme, d'amplifier le courant de la cellule, afin de laisser au récepteur ses qualités de fidélité et de robustesse.

Le circuit de la cellule est coupé à une fréquence déterminée et attaque par un transformateur d'entrée un amplificateur à lampes triodes à liaison par transformateur. Le courant plaque de la lampe de puissance finale est envoyé dans le primaire d'un transformateur dont le secondaire comporte un redresseur (thermo-électrique ou oxy-métal); le courant continu ou redressé recueilli alimente les appareils normaux du récepteur. Si l'on utilise une détection acoustique (casque, haut-parleur) ou une détection optique (tube au néon ou tube à rayons cathodiques), le courant de sortie de l'amplificateur ne doit pas être redressé.

Les appareils décrits permettent de détecter le danger d'explosion ou d'auto-allumage si on tient compte de l'élévation de la température et de la formation d'un gaz pouvant déterminer un auto-allumage à une température critique. On peut aussi détecter la présence de l'oxyde de carbone, en utilisant comme modificateur de l'électrolyte et comme dépolarisant, l'iode dégagé par la réduction de l'anhydride iodique par l'oxyde de carbone.

MM. Munsch et Dumanois prennent part à la discussion.

La séance est levée à 19 h.

---

## ASSEMBLÉE GÉNERALE ORDINAIRE DU 10 DÉCEMBRE 1938

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

La séance est ouverte à 17 h.

M. Lacoin, *président*, rappelle que la réunion est une assemblée générale ordinaire des membres de la Société, assemblée annuelle de fin d'année, au cours de laquelle, conformément aux statuts, il doit être procédé à l'élection des membres du Bureau pour 1939 et à la ratification de la nomination, pendant le courant de l'année 1938, de nouveaux membres du Conseil d'administration. Le scrutin sera clos à 17 h. 30 m., ainsi qu'il a été annoncé sur la convocation qui a été adressée aux membres de la Société.

L'assemblée générale aura en outre à statuer sur deux points, pour lesquels le vote par correspondance n'est pas admis, et qui ont été annoncés aussi sur la convocation adressée aux membres.

Sont présentés pour devenir membres de la Société et admis séance tenante : M. Remy (Jean), Ingénieur E.C.P., 56, rue Saint-Fuscien, Amiens (Somme), présenté par M. Guillet (1939); M. Javillier (Mau-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rice), (O. ✻), membre de l'Institut, professeur à la Sorbonne et au Conservatoire national des Arts et Métiers, 19, rue Ernest-Renan, Paris (15e), présenté par M. Gabriel Bertrand (1939).

M. LACOIN, *président*, annonce le décès de M. Louis BACLÉ, survenu le 20 novembre.

Depuis notre dernière séance, la Société a été cruellement frappée par la mort de notre éminent collègue et ancien président Louis BACLÉ, survenue le 20 novembre après une courte maladie.

J'ai été heureux de pouvoir l'accompagner jusqu'à sa dernière demeure et d'apporter à sa famille et à la population de Saint-Crépin d'Ibouvillers (Oise), dont il était l'ami et le protecteur, l'hommage d'admiration et de regrets de notre Société. Né en 1853 à Auneuil, tout près du cimetière où il repose, Louis Baclé était entré à l'École polytechnique en 1872. Sorti de l'École supérieure des Mines de Paris en 1877, il fut membre de notre société en 1895, et entra à notre Conseil en 1900.

Président de la Société de 1921 à 1923, il y laisse de nombreuses traces de cette consciencieuse présidence et de sa féconde activité. Nous avons tous gardé le souvenir de la célébration du centenaire de la déclaration d'utilité publique de la Société, présidée par le Chef de l'État, dont il fut l'organisateur. Enquête magistrale sur les déprédations des Allemands et sur la restauration des pays envahis; achèvement des travaux du Comité du Retour aux Études techniques; achèvement des travaux de la Commission pour l'Unification des Filetages, poursuivis par l'État; cycles de conférences et exposition publique sur les applications de l'aluminium, du magnésium, du calcium et du sodium; participation de notre Société à la fondation du Comité pour l'Abolition de la Syphilis, et publication des rapports de la Commission de l'Utilisation des Combustibles; enfin, grâce à Louis Baclé, modification des statuts de la Société, qui dataient de 1801 et manquaient de souplesse. Tels furent les travaux les plus marquants de la Société au cours de son triennat.

En 1926, Louis Baclé était appelé à la présidence de la Société des Ingénieurs civils de France.

La carrière industrielle de notre regretté collègue fut, avant tout, une carrière d'ingénieur et d'ingénieur éminent. Entré à la Compagnie du Chemin de fer du Nord comme dessinateur aux ateliers de La Chapelle, il était, moins de six mois après, nommé sous-inspecteur du Service du Matériel et de la Traction. Quatre ans plus tard, comme bien d'autres ingé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nieurs remarquables qui ont puisé dans la tradition technique et administrative des grands réseaux et dans les responsabilités quotidiennes d'un service actif de chemin de fer leur préparation à une vie industrielle plus aventureuse, Louis Baclé quittait la traction pour la métallurgie et entrait dans l'industrie privée. De son séjour au Chemin de fer du Nord, on lui doit deux ouvrages : *Les voies ferrées* et un *Manuel des mécaniciens conducteurs de locomotives* écrit en collaboration avec Gustave Richard.

Arès un court passage dans les services de la Compagnie des Forges de Châtillon-Commentry, passage marqué par des succès dans la fabrication du matériel de guerre, il entrait à la Société des Établissements Marrel Frères, de Rive-de-Gier (Loire); c'est là qu'il put donner toute sa mesure de grand ingénieur; il en était encore l'actif vice-président à la veille de sa mort.

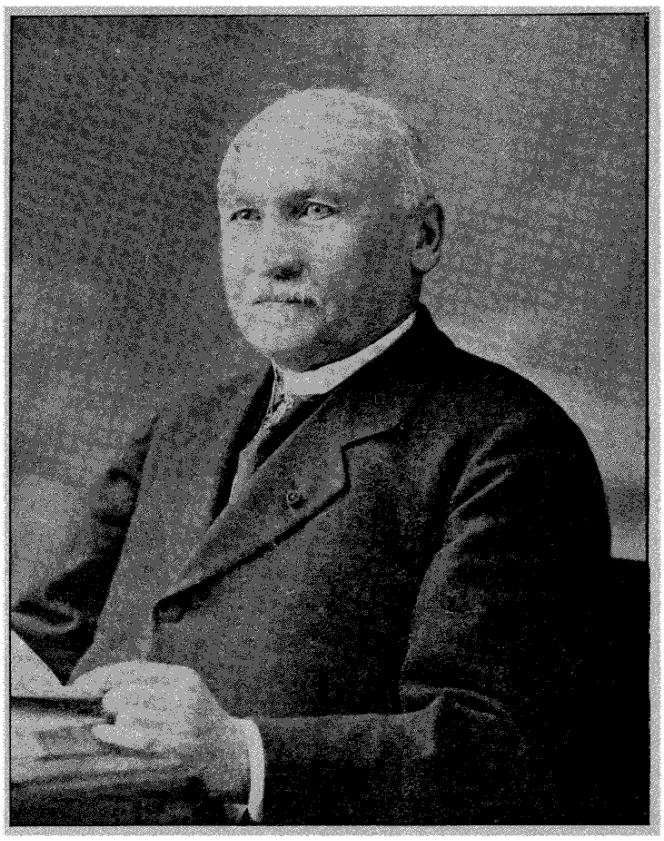
Louis Baclé assura la prospérité des Établissements Marrel en les mettant au premier rang, en France et à l'étranger, pour la fabrication des plaques de blindage. Son ouvrage *Les plaques de blindage* sur cette technique fait encore autorité. Ses méthodes assurèrent à plusieurs reprises le triomphe de l'industrie française dans les concours ouverts par les gouvernements étrangers. Baclé put même appliquer directement ses méthodes en Russie comme administrateur-délégué des Usines Franco-Russes et cela, depuis 1893 jusqu'au jour où le gouvernement soviétique en prit brutalement possession. Tout récemment encore, lorsque la construction des grands croiseurs français exigea des installations nouvelles pour le laminage de très grands blindages, ce furent les Établissements Marrel qui en prirent la responsabilité.

Rappelons encore que Louis Baclé faisait partie depuis 1892 du Comité supérieur de Rédaction du journal *Le Génie Civil* dont il était le doyen; c'est là qu'il écrivit son premier article, en 1881, au lendemain de la création de ce périodique; il était aussi membre du Comité de rédaction du *Mémorial de l'Artillerie française* depuis 1922, date de sa fondation, et le dernier survivant de ceux qui, avec H. Le Chatelier, Osmond et Gruner, fondèrent en 1904 la *Revue de Métallurgie*. Je dois encore signaler le passage de Baclé à l'Association des Anciens Élèves et Élèves de l'École nationale supérieure des Mines où, comme président, de 1906 à 1907, puis de 1912 à 1920, c'est-à-dire pendant la guerre et les années qui la suivirent, il rendit de très grands services à ses jeunes camarades.

L'activité professionnelle de Louis Baclé ne s'était pas bornée au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

domaine de la métallurgie; l'agriculture l'attira aussi : administrateur de la Société des Établissements Bajac à Liancourt, il était également vice-président de la Société des Agriculteurs de France qui lui avait confié le secrétariat, puis la présidence de son Comité du Génie rural.



Louis Baclé (1853-1938),
président de la Société d'Encouragement en 1921, 1922 et 1923.

Louis Baclé était ainsi admirablement qualifié pour présider notre Comité des Arts chimiques. Il y succéda à Henry Le Chatelier, et c'est là, comme dans les séances du Bureau et de la Commission du Bulletin, auxquelles il fut admirablement fidèle, que nous avons toujours trouvé en lui le collègue le plus éminent et le plus dévoué, et en même temps le plus modeste, le plus bienveillant et le plus aimé.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Louis Baclé avait fait partie de nombreuses commissions officielles, notamment à l'occasion des expositions de Paris (1910), de Liége (1903), de Londres (1908), de Turin (1911); de même, au Ministère de l'Agriculture, il fut membre de plusieurs commissions et notamment de celle qui s'occupe des moteurs à pétrole, à essence et de l'emploi de l'alcool comme carburant; il était officier de la Légion d'honneur depuis 1910 et décoré de plusieurs ordres étrangers, en particulier, l'ordre de Sainte-Anne de Russie.

Louis Baclé n'était pas seulement un ingénieur remarquable. Formé à la fois aux disciplines scientifiques et à celles de la vie chrétienne, profondément convaincu de la valeur de la science et de la religion, il consacra une partie importante de sa vie à démontrer qu'il existe entre l'une et l'autre une complète entente. Savant et chrétien, il devint de ce fait philosophe, et les travaux qu'il publia, sous le pseudonyme de Louis Elbé, pendant les quarante dernières années de sa vie, sur la science et la religion furent l'aboutissement de très longues et de très minutieuses études.

Deux livres les résument. L'un, intitulé *La vie future devant la sagesse antique et la science moderne*, fut publié en 1904. Il reproduit en l'étendant une étude déjà publiée en 1896. L'autre, intitulé *La crise morale devant la science moderne*, dont la dernière édition date de 1937, est la forme nouvelle d'un ouvrage antérieur intitulé *Les postulats spiritualistes devant la science moderne. La vie future* a eu six éditions françaises et a été publiée en anglais à Chicago et à Londres. Ces traductions ont eu un succès considérable dans les milieux protestants des pays anglo-saxons.

Cependant, la modestie de Baclé était telle que beaucoup d'entre nous qui l'ont bien connu, ne se sont jamais doutés de l'œuvre à laquelle il avait consacré une partie de sa vie.

C'est une raison de plus pour moi de vous en donner, très sommairement, une idée. Les trois premières pages de l'introduction de *La crise morale devant la science moderne* montrent le but qu'a poursuivi Louis Baclé.

« Le développement merveilleux des sciences physiques au XIX^e^ siècle a apporté de nouvelles conceptions théoriques embrassant peu à peu les questions d'ordre moral ou philosophique qui, cependant, au premier abord, leur paraissaient tout à fait étrangères, et elles sont arrivées ainsi, par une action continue et irrésistible, à modifier profondément les convictions intimes d'un grand nombre de nos contemporains, si bien que, désormais, ils se croient en droit de condamner à priori, comme des postulats

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dénués de toute valeur probante, les préceptes moraux qui les avaient guidés jusque-là, parce qu'ils n'en trouvent pas la justification dans les théories nouvelles que la science découvrait devant eux. Ce faisant, ils en tiraient sans doute une déduction tout à fait excessive et injustifiée, puisque la science est basée avant tout sur l'étude des faits matériels, et, par suite, elle ne peut apporter aucune certitude sur les questions d'ordre moral....

« Leurs disciples en ont conclu aussitôt qu'il n'existait rien en dehors des choses tangibles, et que toute affirmation d'ordre immatériel n'est qu'un legs suranné d'anciennes superstitions, incompatible par conséquent avec les conceptions scientifiques.

« Ils arrivent ainsi à se rallier aux explications matérialistes en croyant faire de la science positive, alors qu'ils font eux aussi, comme les idéalistes, de la poésie métaphysique.

« C'est l'état d'esprit qui inspirait les principaux savants de la fin du XIX$^{e}$ siècle et qui inspire encore aujourd'hui l'enseignement donné dans la plupart des milieux d'instruction primaire.

« Partant de là, la grande généralité de nos contemporains, qui seraient d'ailleurs tout à fait hors d'état d'apprécier par eux-mêmes le bien-fondé de pareilles affirmations, les acceptent sans discussion parce qu'ils les voient présentées sous l'égide de savants qualifiés, et ils en font de véritables dogmes laïques, auxquels ils adhèrent avec la même foi confiante qui inspirait nos pères devant les dogmes religieux, qu'ils rejettent maintenant sans autre examen.

« De là est né cet antagonisme irréductible qui oppose aujourd'hui dans l'esprit de nos contemporains la science moderne, seule détentrice de la vérité, à la tradition léguée par un passé ignorant, et c'est là certainement la cause profonde du malaise général qui agite maintenant les consciences dans toutes les nations chrétiennes.....

« Chez les Anglo-Saxons, par exemple, qui se rattachent généralement à des confessions protestantes, il n'a pas de conséquences immédiates trop graves au point de vue social, car la plupart d'entre eux apportent déjà une grande liberté d'appréciation dans leur adhésion aux dogmes religieux, et, surtout, ils ne se croient pas tenus de les rejeter en fait dans leur conduite privée, lors même qu'ils croient pouvoir les contester en principe. Aussi n'observe-t-on pas chez eux cet esprit d'hostilité systématique qui domine trop souvent dans d'autres pays à l'égard de l'idée religieuse; ils y voient au contraire un auxiliaire précieux dans la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

défense de leurs intérêts nationaux. En France, il n'en est pas de même, car nos concitoyens s'inspirent toujours de ce besoin de clarté et de vérité qui caractérise notre race, et dans leur logique outrancière, lorsque les dogmes religieux leur paraissent incompatibles avec les lois scientifiques, ils n'hésitent pas à en faire table rase dans la conduite des affaires publiques, sans se préoccuper du dommage que notre pays peut en éprouver d'autre part.

« On voit par là l'intérêt essentiel qui s'attache, et spécialement chez nous, à restaurer la foi religieuse si fortement ébranlée par le matérialisme contemporain, et nous ne pourrons y réussir qu'en nous appuyant sur des considérations d'ordre scientifique, puisqu'elles constituent maintenant le seul terrain sur lequel la discussion puisse utilement s'établir avec des contradicteurs qui ne veulent plus connaître que la science positive.

« On peut objecter sans doute que ces découvertes scientifiques dont nos contemporains sont si fiers n'apporteront jamais que des explications superficielles des mystères qui nous entourent, car elles ne sauraient en atteindre la raison dernière, qui reste interdite aux investigations des savants d'aujourd'hui comme elle l'était aux spéculations des philosophes et des théologiens des époques passées; mais on ne saurait méconnaître toutefois que, si la science positive est impuisante à trancher ces questions primordiales, elle nous apporte cependant des lueurs nouvelles qu'il ne nous est pas permis de négliger, et nous avons donc le devoir de les retenir comme autant de contributions de haute valeur pour servir à élucider quelque peu l'énigme insoluble de l'origine des choses.

« L'instant est d'autant plus favorable que, depuis la fin du siècle dernier, sous la pression de ses découvertes les plus récentes, la science positive prend désormais une attitude nouvelle tout à fait différente de celle qu'elle observait jusque-là, et, ainsi que nous le verrons plus loin, elle en vient à abandonner la conception matérialiste comme étant tout à fait insuffisante et probablement erronée. »

Partant de cette conception, Louis Baclé passe en revue tous les progrès les plus marquants et les plus récents des sciences physiques, et montre combien l'idée du mécanisme automatique, d'origine cartésienne, a fait peu à peu place à des conceptions beaucoup plus complexes, où le spiritualisme trouve beaucoup plus facilement sa place.

Il montre que beaucoup de savants modernes, originairement matéria-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

listes, ont été amenés progressivement par leurs études à la nécessité de forces supérieures, et à des conceptions finalistes de l'univers.

Louis Baclé indique également que l'évolution de la science tend à accentuer la différence entre l'énergie mécanique et les énergies vitales, et que la notion de la survivance de l'homme, déjà acceptée de la sagesse antique, trouve de nouvelles raisons de créance dans les explications modernes que la science tend à donner au problème métaphysique.

Je n'entrerai pas daus les détails techniques qui appuient la thèse de L. Baclé. Certains sont particulièrement intéressants. Je citerai seulement parmi eux les conclusions qu'il tire des lois sur la dégradation de l'énergie, de l'hypothèse des bombardements atomiques, et de l'existence de constantes arbitraires, dans les quantités résultant d'intégrations.

Mais je ne puis m'abstenir ici de signaler l'intérêt pratique que les études de notre collègue présentent pour tous ceux que ces questions préoccupent et les raisons pour lesquelles elles ont eu un si réel succès.

Vous y trouverez en effet un résumé très facile à assimiler de toutes les conceptions récentes des savants sur la constitution de la matière, sur les rapports de la matière et de l'énergie, et sur les conceptions de la vie et de l'âme, qui résultent des hypothèses par lesquelles les savants modernes essaient de classer les faits nouveaux que la science n'a pu encore réussir à relier à des lois scientifiques connues.

Vous y trouverez également un résumé extrêmement clair des différentes conceptions que les philosophes anciens et que les diverses religions se sont faites de la natnre et de la destinée de l'homme.

Conceptions scientifiques, philosophiques, religieuses et morales sont ainsi confrontées par L. Baclé, avec la grande hardiesse que peut avoir un savant convaincu que la vérité est une et que les divergences apparentes entre les affirmations de la science et celles de la religion tiennent seulement à ce que l'infirmité humaine introduit d'imprécision, d'approximation et même d'inexactitude dans ses conceptions scientifiques et religieuses.

Cette unité de la vérité, L. Baclé l'avait d'ailleurs réalisée dans sa propre vie. Sa lourde vie professionnelle ne l'avait pas empêché de prendre place parmi nous, ainsi qu'à la Société des Ingénieurs civils, et d'y être un collègue éminemment dévoué et apprécié, et d'y avoir été à son heure un président respecté.

Dans sa petite patrie de Saint-Crépin d'Ibouvillers, où il avait puisé à la fois une admirable santé et le goût de la terre, il avait apporté toutes les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ressources de son expérience et de son cœur à ses collègues dans cette seconde profession; et c'est pourquoi la Société des Agriculteurs de France l'avait nommé président de son Comité du Génie rural.

Enfin, son titre de président du conseil curial, à la fois dans sa paroisse de Saint-Vincent-de-Paul et dans celle de Saint-Crépin dans l'Oise, montre qu'il n'avait pas hésité à consacrer son expérience et son temps à des œuvres modestes et obscures dont sa foi lui faisait un devoir.

Ingénieur éminent, savant, agriculteur, philosophe et chrétien, il avait ainsi, dans tous les domaines où son activité s'était exercée, donné la plus large carrière à son intelligence, à sa science, à son ardent besoin de dévouement, et réalisé dans cette vie si remplie l'unité de science et de foi qui correspondait à sa vie intérieure si profonde.

C'est évidemment de cette profonde vie intérieure que procédaient les exceptionnelles qualités de camaraderie, de dévouement, de modestie qui ont caractérisé ici même le concours qu'il nous a apporté pendant quarante ans. Louis Baclé restera de ce chef, non seulement un ami profondément respecté, mais aussi un exemple pour les jeunes générations.

M. Lacoin, *président*. — J'ai le plaisir de vous annoncer que deux membres de notre Conseil ont été promus récemment dans l'ordre de la Légion d'honneur : M. Raoul Dautry, membre du Comité de Commerce, a été promu grand officier; M. Georges Saupique, membre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, a été promu officier.

Nous adressons à ces collègues nos très vives félicitations.

Lecture est donnée du rapport de M. Cornu-Thenard, présenté au nom de la Commission des Fonds, sur l'exercice financier de la Société pendant l'année 1936 [1]. Ce rapport est approuvé à l'unanimité.

M. Alby, censeur, lit le rapport qu'il présente au nom des Censeurs, sur ce même exercice financier 1936 [2]. Ce rapport est approuvé à l'unanimité.

M. Lacoin, *président*. — Dans sa séance du 23 juin 1938, le Conseil d'administration de la Société a été saisi de l'avis de la Commission des Fonds relatif à une proposition d'achat par la Ville de Paris de l'immeuble appartenant à la Société, situé à Paris, rue Saint-Benoît, n° 15.

Cette vente aurait pour effet de décharger la Société des frais de remise

(1) Voir ce rapport dans le *Bulletin* de novembre-décembre 1938, p. 439.
(2) Voir ce rapport dans le *Bulletin* de novembre-décembre 1938, p. 441.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en état de cet immeuble, qui menace ruine et pour lequel la Société a été mise en demeure.

L'absence de cet immeuble, qui est loué en presque totalité à des particuliers, ne gênerait en aucune façon le fonctionnement de la Société.

Le Conseil ayant approuvé à l'unanimité la proposition de cession de l'immeuble, l'Assemblée générale est appelée, conformément aux statuts, à autoriser le Conseil à réaliser cette cession.

L'Assemblée générale est donc appelée à se prononcer sur la résolution suivante, dont il est donné lecture :

*RÉSOLUTION*

« L'Assemblée générale après en avoir délibéré autorise spécialement le Conseil d'Administration à céder et abandonner à la Ville de Paris :

« La totalité de l'immeuble situé à Paris, rue Saint-Benoît n° 15, d'une « contenance de cent cinquante-deux mètres carrés environ, nécessaire à « l'alignement de la rue Saint-Benoît et au dégagement des vestiges de « l'Abbaye de Saint-Germain-des-Prés, moyennant le prix forfaitaire de « cent cinquante-cinq mille francs.

« Ledit prix payable avec intérêts au taux légal à partir de la prise de « possession qui aura lieu le premier jour du terme qui suivra la signature « de la cession après l'accomplissement des formalités hypothécaires.

« Consentir cette cession sous les charges et conditions que le Conseil « d'Administration ou son délégué avisera.

« Obliger la Société à toutes les garanties et au rapport de toutes justi- « fications, mainlevées et certificats de radiation.

« Établir l'origine de propriété de l'immeuble cédé, fixer la date d'en- « trée en jouissance, faire toutes déclarations d'état civil et autres ainsi « que toutes affirmations de sincérité.

« Toucher le prix aux époques et de la manière convenues.

« Etablir tous décomptes de prorata de charges, en recevoir ou payer « le montant.

« Désister ladite Société purement et simplement de son droit de pri- « vilège de vendeur, et de l'action résolutoire lui profitant en vertu de la « loi par suite de ce désistement, dispenser M. le Conservateur au 1er Bureau « des Hypothèques de la Seine de prendre inscription d'office pour sûreté de « l'indemnité de ladite cession, de l'exécution de toutes charges ou pour toute « autre cause, et lui consentir toute décharge de responsabilité à ce sujet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« De toutes sommes reçues, donner quittance et décharge, consentir men-
« tion ou subrogation avec ou sans garantie ainsi que toutes limitations de pri-
« vilège, et toute santériorités, désister la Société de tout droit de préemption.

« Consentir mainlevée partielle ou définitive de toutes inscriptions d'of-
« fice ou autres, le tout avec ou sans paiement, consentir toutesdécharges.

« Remettre ou se faire remettre tous titres et pièces, ou obliger la Société
« à leur remise.

« A défaut de paiement, et en cas de difficultés quelconques, exercer
« toutes poursuites, contraintes et diligences nécessaires.

« Aux effets ci-dessus, passer et signer tous actes, et pièces quelconques,
« consentir toutes délégations de pouvoirs, élire domicile, et généralement
« faire le nécessaire. »

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

M. Lacoin, *président*. — Le commandant Le Prieur que nous allons entendre est l'auteur d'un grand nombre d'inventions dans les domaines les plus divers. En voici quelques-unes : une machine à calculer la direction des pièces d'artillerie sur les navires; — une fusée incendiaire contre aéronefs avec laquelle plus de 50 ballons allemands ont été abattus pendant la guerre de 1914-1918; — une girouette de tir pour régler automatiquement le tir des mitrailleuses d'avions; — un correcteur de tir pour les canons et pour les mitrailleuses de la défense contre avions; — des affûts multiples pour les pièces de tir contre avions; — un théodolite enregistreur de la trajectoire des ballons-sondes, adopté par l'Office national météorologique; — un nouveau décor cinématographique; — un matériel spécial pour la prise sous l'eau de vues cinématographiques en noir et en couleurs; — un fusil lance-harpon fonctionnant dans l'eau; — un scaphandre spécial, léger. Ce sont ces trois dernières inventions que le commandant Le Prieur va nous présenter.

Tous ceux de ces appareils qui intéressent la défense nationale ont été employés pendant la guerre; d'autres, plus récents, ont été adoptés par la Marine, la Guerre et l'Aéronautique. A trois reprises différentes, le commandant Le Prieur a été lauréat de l'Académie des Sciences pour plusieurs de ses inventions.

Le commandant Yves Le Prieur, capitaine de frégate de réserve, membre de l'Académie de Marine, fait une communication sur ses *Appareils permettant la vie sous-marine notamment en scaphandre léger*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les appareils présentés sont le résultat de recherches entreprises depuis douze ans en vue de faciliter la vie sous-marine pour l'homme et de la lui rendre possible pendant une dizaine de minutes au moins.

Le *scaphandre léger* est inspiré des moyens employés depuis longtemps, quoique peu commodes, par les pêcheurs d'éponges ou de corail de la Méditerranée : les lunettes, la pince à linge, qui ferme le nez, et le biberon à air qu'ils utilisent sont remplacés par un masque. Ce masque, en caoutchouc, est muni à l'avant d'une sorte de hublot; il se fixe instantanément sur la face au moyen d'une bride élastique qui entoure le crâne. L'air est fourni par une petite bouteille métallique où il a été comprimé et qui est fixée sur la poitrine. Un robinet pointeau permet d'ajuster la pression de l'air qui en sort à celle de l'eau où l'on plonge. Avec la bouteille du plus grand modèle, qui est d'une capacité de 12 litres, le plongeur peut rester pendant 20 minutes à 10 mètres sous l'eau. On n'a pas à envisager une plus grande profondeur car, à plus d'une dizaine de mètres, peut apparaître l'embolie provoquée par la décompression lorsque la remontée est brusque. Le dégagement de l'air expiré se fait par les bords du masque, et pare aux défauts d'une parfaite étanchéité si le masque, qui est d'un modèle unique, n'est pas très bien ajusté.

Les bouteilles sont remplies au moyen des pompes qui servent à gonfler les pneus des autos; mais, pour plusieurs plongées successives, on peut utiliser un petit compresseur à essence Johnston de 0,6 ch, mis en action par pédale; il ne pèse que 35 kg et le plongeur peut l'embarquer sur le youyou qui l'accompagne.

Une ceinture de plomb complète l'équipement du plongeur qui est en costume de bain; si la température de l'eau est inférieure à 20°, il revêt une sorte de combinaison étanche et calorifugée dans laquelle on verse 20 à 30 litres d'eau à 38°-40°, ce qui lui permet de demeurer 20 minutes dans une eau à 8° avant que celle qui entoure son corps et sa nuque descende au-dessous de 20°.

L'autonomie complète dont jouit le scaphandrier ainsi équipé lui permet de rendre presque instantanément de nombreux services : repêcher un homme ou un objet tombés à la mer; visiter la coque d'un navire échoué; passer des aussières sous la coque en vue d'un renflouement; déboucher une crépine d'aspiration d'eau obstruée par des algues; dégager un cordage engagé autour d'une hélice; dégager une ancre accrochée à une chaîne dans un port; refaire des joints qui fuient à une canalisation de vapeur installée dans une galerie de chauffage urbain; séjourner dans une atmosphère rendue irrespirable soit par sa température élevée (80° à 90° dans le cas précédent; on verse alors de l'eau froide dans la combinaison), soit par la présence de gaz toxiques (défense passive) ; contribuer au repêchage d'une voiture ou d'un hydravion noyés.

Le scaphandre léger a été adopté pour ces divers usages par la Marine, le corps des sapeurs-pompiers de Paris et plusieurs sociétés de sauvetage. Il paraît devoir faciliter l'exploration des grottes où l'on rencontre souvent des rivières souterraines dont des sections sont en siphon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est aux profondeurs comprises entre 3 et 7 mètres que la biologie sous-marine présente le plus d'intérêt. Aussi l'inventeur a-t-il imaginé d'autres dispositifs ou appareils permettant l'exploration et la pêche ou plutôt la chasse des poissons. Ce sont : un *masque respiratoire* avec lequel un nageur peut pratiquer indéfiniment la planche sur le ventre, la face plongée dans l'eau mais en respirant comme dans l'air; un *lance-harpon*, fonctionnant sur le principe de l'arbalète au moyen de tendeurs en caoutchouc, ou utilisant, dans un fusil spécial, une cartouche chargée à 0,7 gr seulement de poudre très lente (un harpon d'acier pesant 350 g peut ainsi être lancé dans l'eau à 25 m à la vitesse de 100 m/sec); un *moulinet flotteur* à déroulement automatique de son fil et permettant de retrouver le harpon; une *caméra* étanche pour prendre dans l'eau jusqu'à 36 photographies ordinaires ou un film cinématographique, en noir ou en couleurs.

Le conférencier projette quelques-uns des films ou photographies ainsi pris avec un appareil Leica et la caméra précitée sur une pellicule Kodachrome. Avec cette pellicule, du format de 16 mm, on peut prendre des instantanés en couleurs. Les résultats obtenus dans ces conditions sont différents de ceux qu'on obtient lorsqu'on opère devant un aquarium. E. L.

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

1° *Bureau pour 1939.*

| | | |
|---|---|---|
| Ont voté par correspondance. . . . | 256 | sociétaires |
| Ont voté à la séance . . . . . | 4 | — |
| Total . . . . . | 260 | sociétaires |
| Bulletins blancs ou nuls . . . . . | 1 | |
| Reste . . . . . | 259 | sociétaires |

Ont obtenu :

| | | | |
|---|---|---|---|
| comme président : | M. Magne . . . | 258 | voix |
| | M. Walckenaer . | 259 | voix |
| comme vice-présidents : | M. Portevin . . | 258 | — |
| | M. Garnier . . | 258 | — |
| | M. Schribaux . | 258 | — |
| | M. Blondel . . | 259 | — |
| | M. Dubrisay . . | 1 | — |
| | M. Dautry . . | 1 | — |
| comme secrétaires généraux : | M. Servonnet. . | 259 | voix |
| | M. Rolley . . . | 259 | — |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| | | |
|---|---|---|
| comme trésorier : | M. Matheron . . | 259 voix |
| comme censeurs : | M. Caziot . . . | 259 voix |
| | M. Alby. . . . | 259 — |

En conséquence, le *quorum* statutaire de 100 membres votants étant atteint, sont déclarés élus membres du Bureau de la Société pour 1939 :

*Président* : M. MAGNE; — *Vice-présidents* : MM. WALCKENAER, PORTEVIN, M. GARNIER, SCHRIBAUX et BLONDEL; — *Secrétaires généraux* : MM. SERVONNET et ROLLEY; — *Trésorier* : M. MATHERON; — *Censeurs* : MM. CAZIOT et ALBY.

Ont signé comme scrutateurs : MM. SERVONNET et ROLLEY.

2° *Nouveaux membres du Conseil.*

| | | |
|---|---|---|
| Ont voté par correspondance. . . . | 256 | sociétaires |
| Ont voté à la séance . . . . . | 4 | — |
| Total . . . . . | 260 | sociétaires |
| Bulletins blancs ou nuls . . . . . | 2 | |
| Reste . . . . . | 258 | sociétaires |

| | | |
|---|---|---|
| Ont obtenu : | M. Lelong . . | 257 voix |
| | M. Lapresle . | 257 — |
| | M. J. Louis . | 258 — |
| | Dr Neveu. . . | 258 — |
| | Cdt J. Rouch . | 258 — |
| | Dr Marchoux . | 258 — |
| | M. Dautry . . | 258 — |

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

MM. LELONG, LAPRESLE et J. LOUIS (*Comité des Arts mécaniques*); — le Dr NEVEU et le Comt ROUCH (*Comité des Arts économiques*); — le Dr MARCHOUX (*Comité des Constructions et des Beaux-Arts*); — M. DAUTRY (*Comité de Commerce*).

Ont signé comme scrutateurs : MM. SERVONNET et ROLLEY.

La séance est levée à 19 h. 15 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## COMITÉ D'AGRICULTURE

(EXTRAITS DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 7 DÉCEMBRE 1938.)

### La conservation des blés en silos,

par M. Paul ROLLEY, *membre du Conseil.*

Je vous avais exposé, dans une communication antérieure, comment des essais de conservation de blé en silos hermétiques avaient été entrepris par la Station de Génie rural à l'École d'Agriculture du Chesnoy (Loiret) et je vous avais donné les premiers résultats obtenus.

Voici ces résultats complets, tels qu'ils ont été présentés à l'Académie d'Agriculture par M. Blanc, Directeur de la Station.

*a*) Pour des silos aériens hermétiques à parois métalliques minces, bonnes conductrices de la chaleur, il existe une relation entre la période des variations de température qui peuvent se transmettre dans la masse, et la capacité du silo par mètre carré de surface. Dès que le silo peut loger 150 litres de grain par mètre carré de surface, les variations journalières n'atteignent plus le centre de la masse.

Dans un silo métallique contenant 615 litres de grain par mètre carré de surface, seule la série des variations saisonnières, dont la période est d'une année, a pu se transmettre très régulièrement jusqu'au sein de la masse avec un amortissement de l'ordre de 65 p. 100 et un décalage dans le temps d'environ deux mois.

*b*) Pour des silos aériens hermétiques contenant au moins quelques centaines de litres par mètre carré de surface, c'est-à-dire pour les silos de construction actuellement courante, la conductibilité de la paroi n'a pas d'influence néfaste sur les possibilités de transmission des variations journalières de la température extérieure. Ces variations sont déjà très amorties à travers la paroi et la couche périphérique du grain sur seulement 5 cm d'épaisseur constitue un matelas isolant qui s'oppose à la transmission dans la masse.

*c*) Deux lots de blé d'environ 16 qu chacun, dont l'un était du blé de pays, l'autre du Manitoba, et dosant respectivement 14,7 et 10,5 p. 100 d'humidité, se sont bien conservés pendant 9 mois de fin février à fin novembre 1937 dans deux séries de six fûts métalliques hermétiques contenant respectivement 100, 200, 300, 400, 500 et 600 litres, et installés en plein air.

*d*) Un lot de blé de pays, de qualité passable, dosant 15 p. 100 d'humidité, a été conservé pendant 13 mois, du 29 octobre 1936 au 27 novembre 1937, dans un silo métallique aérien de 200 qu installé en plein air. Malgré l'introduction accidentelle d'eau pluviale par le joint déficient du trou d'homme, la fraction majoritaire, qui n'avait pas été accidentellement détériorée dans le silo ou contaminée par l'écoulement, a été panifiée dans des conditions normales et a donné un pain de qualité courante.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il semble donc possible de conserver en atmosphère confinée dans des silos hermétiques aériens, et sans lui faire subir aucune manipulation, du blé dosant jusqu'à 15 p. 100 d'humidité. La question qui se pose est celle de savoir si cette teneur limite peut être encore reculée.

En raison de l'importance que la solution nette et définitive de ce problème de la conservation du blé en atmosphère confinée dans des silos hermétiques aériens présente actuellement pour l'économie du pays, l'Office national interprofessionnel du Blé, qui s'était déjà intéressé à la première série d'essais en en finançant une partie, a décidé de poursuivre les expériences sous son égide. Une commission technique a établi pour 1938 un nouveau programme qui, actuellement, est en cours de réalisation.

Il y a deux mois, on a mis un blé dosant 16,2 p. 100 d'humidité dans l'ancien silo métallique de 200 qu, qui a été modifié pour être rendu étanche afin d'éviter les inconvénients constatés l'an passé, et également dans un nouveau petit silo de 30 qu'en « eternit ». De même, on a mis dans des flûts des blés à 18 et 19 p. 100 d'humidité.

On pourra ainsi essayer d'établir la limite cherchée, et il se peut d'ailleurs, c'est là une hypothèse strictement personnelle, qu'on soit amené à mettre en évidence ce fait que la teneur en humidité n'est pas seule à intervenir, mais que la répartition de cette humidité dans le grain et éventuellement à sa surface joue un rôle important. De toute façon, on espère que les résultats de cette nouvelle série d'essais contribueront à éclairer cette question passionnante et du plus haut intérêt pratique de la conservation du blé.

## La distinction des conifères de haute montagne,

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

Il convient de signaler un article paru dans *La Montagne* (de janvier 1938), organe du Club alpin français, appelé à rendre les plus grands services. Il est intitulé *Pour distinguer les conifères en montagne* et signé de M. Paul LE BRUN, qui est, en même temps qu'alpiniste, un botaniste averti.

Le Club alpin, qui porte son attention sur toutes les questions qui peuvent intéresser, directement ou indirectement, ses membres, a édité cette étude avec le plus grand soin et même avec luxe, en ne ménageant pas la belle présentation des nombreuses figures et photographies qui illustrent cet article.

On comprend toute l'utilité de cette étude. Aujourd'hui, la montagne n'est plus seulement parcourue l'été par quelques audacieux, désireux d'accéder aux sommets les moins connus et les plus difficiles à escalader, mais encore l'hiver, par les troupes de plus en plus nombreuses de ceux qui pratiquent les sports d'hiver et en particulier celui du ski.

Il était donc particulièrement intéressant et utile de faire connaître aux nombreux touristes qui peuplent la montagne pendant l'hiver la nature des arbres qu'ils rencontrent et, surtout, de les aider à distinguer facilement les divers résineux, sans être obligés de faire des recherches, souvent délicates et difficiles,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nécessitant des connaissances botaniques approfondies. Que de fois, en effet, la plupart d'entre eux confondent-ils, sous le nom général de *sapins*, des épicéas, des mélèzes, des pins, en un mot tous les arbres verts.

M. Le Brun a voulu qu'en parcourant la montagne, les alpinistes et les skieurs puissent sans difficulté reconnaître les différents arbres qu'ils rencontrent.

L'étude de M. Le Brun complète, en les résumant d'une façon particulièrement claire et attrayante, les ouvrages, même élémentaires, pour les touristes et tous ceux qui parcourent la forêt, en particulier en haute altitude : elle leur permet de revenir en connaissant les noms et les caractères distinctifs des arbres qu'ils ont admirés et qui souvent les ont protégés.

## Recherches sur les améliorations foncières en Sologne,

par M. Paul ROLLEY, *membre du Conseil.*

Il était admis jusqu'à ces dernières années que le drainage n'était pas à conseiller dans les terres de Sologne, pour les deux raisons suivantes : *a*) par suite de la trop faible valeur des terrains inaptes à la culture intensive; *b*) par suite des propriétés physiques défectueuses des sables et argiles de Sologne, s'opposant au bon fonctionnement du drainage (Hervé Mangon).

L'introduction de la culture des asperges dans la plus mauvaise partie de la Sologne (zone de Contres et de Fontaines en Sologne) a modifié ces conceptions. Les sables presque purs dans lesquels se fait cette culture reposent sur des argiles imperméables très peu profondes, et il est indispensable d'assainir si on veut que les racines d'asperges puissent disposer d'une épaisseur de sol suffisante.

Les cultivateurs ont d'abord essayé de drainer avec des fascines (fagots de branches de pins) mais sans grand succès. Le drainage par tuyaux de poterie a été introduit il y a quatre ans, par le Génie rural et près de 500 ha sont déjà assainis de cette façon.

Cette amélioration pose toutefois un certain nombre de problèmes qui n'ont pas encore été résolus et qu'il importe d'étudier d'extrême urgence si on veut éviter des insuccès.

Les normes habituellement adoptées pour le drainage des terres de culture ne peuvent plus être appliquées ici à cause des propriétés physiques très particulières des sols de Sologne, et aussi des cultures très spéciales qu'on se propose d'y faire. Les questions d'écartement, de profondeur, de pente et de diamètre des drains doivent être étudiées en fonction de ces facteurs nouveaux et, surtout, il faudra arriver à protéger le réseau contre l'introduction des sables, si on veut lui conserver une durée normale.

Ces études seront poursuivies en collaboration entre le Service du Génie rural et la Station agronomique de Blois. Le Comité d'Agriculture sera tenu au courant des résultats obtenus.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# CÉLÉBRATION DU CENTENAIRE DE LA PHOTOGRAPHIE

**(Paris, 7 janvier 1939).**

par M. Eugène LEMAIRE, *agent général de la Société d'Encouragement.*

Le 7 janvier 1839, François Arago faisait connaître à l'Académie des Sciences un procédé nouveau, la daguerréotypie, qui avait été imaginé par Nicéphore Niépce et mis au point par Daguerre, et par lequel on pouvait « fixer l'image de la chambre noire[1] par les seules forces naturelles » : c'était la photographie. Devant l'émotion et l'enthousiasme provoqués par cette communication, dont la nouvelle se répandit rapidement dans le monde, le Gouvernement français, grâce à l'intervention d'Arago, accordait, le 19 août 1839, à Daguerre et au fils de Niépce (celui-ci était mort en 1833, et Daguerre seul avait poursuivi les recherches) une récompense nationale (4 000 fr de rente à l'un, et 6 000 fr de rente à l'autre), le procédé, jusque-là tenu secret et devenu ainsi propriété de l'État français, fut alors rendu public. Comme l'a dit Arago, « la France donna libéralement la photographie au monde ».

C'est ce grand événement, si rare dans l'histoire de la civilisation, que la Société française de Photographie et de Cinématographie, fondée en 1854, a commémoré, en France exactement un siècle plus tard, le 7 janvier dernier, en même temps que vingt-six autres nations, par une cérémonie tenue dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, sous la présidence de M. Jean Zay, ministre de l'Éducation nationale, et en la présence de M. Albert Lebrun, président de la République. L'Académie des Sciences, l'Académie des Beaux-Arts, l'Académie française, le Doyen de la Faculté des Sciences de Paris, le Recteur de l'Académie de Paris, les présidents du Sénat, de la Chambre des Députés et du Conseil des Ministres, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, la Chambre de Commerce de Paris, l'Automobile-Club et le Touring-Club de France, l'Association française pour l'Avancement des Sciences, la Société chimique de France, la Société française de Physique, la Société française des Électriciens, la Société de Chimie industrielle et plusieurs autres corps constitués ou sociétés savantes et de hautes personnalités (MM. Louis Lumière, Charles Fabry, René Baschet, et

(1) Le phénomène de la chambre noire était connu depuis longtemps : il est mentionné en 1038 par un auteur arabe, Ibn al Haïtine. Bacon, au XIII[e] siècle, le connaissait. C'est à tort qu'on attribue l'invention de la chambre noire au physicien napolitain Gianbattista della Porta (1541-1615) ; mais il lui donna son nom, *camera oscura*, en popularisa l'emploi par ses écrits et en la rendant pratique grâce à l'adoption d'un objectif et d'un miroir, qui redressait l'image. C'est Léonard de Vinci qui expliqua le renversement de l'image.

Aujourd'hui encore, on emploie quelquefois une chambre noire perfectionnée, utilisant une émulsion sensible, mais sans objectif, sous la forme du sténopé (de στενὸς, étroit, et ὀπή, petit trou). L'image est exempte de toute aberration, mais la pose est extrêmement longue. Le sténopé fournit donc un négatif. Rappelons que le procédé de Daguerre ne fournissait qu'une seule épreuve. L'idée du négatif et du report par inversion pour obtenir des épreuves positives multiples, aujourd'hui presque exclusivement sur papier sensible, paraît revenir à l'Anglais Fox Talbot (1841). Son procédé, connu d'abord sous le nom de calotypie, est à l'origine de tous les procédés par négatifs imaginés depuis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le général Perrier, membres de l'Institut) avaient accordé leur patronage, et aussi quelques-uns, leur aide matérielle[2], à cette manifestation.

Le même jour, en province, de nombreux groupements de photographes amateurs et des sociétés locales de photographie avaient organisé des manifestations semblables. De même, dans plusieurs pays étrangers (États-Unis, Belgique, Hollande, Danemark, Suède, Norvège, Yougoslavie, Portugal, Roumanie, U.R.S.S., etc.) le centenaire de la photographie a été célébré avec éclat et, à cette occasion, de nombreux télégrammes de sympathie ont été adressés à la Société française de Photographie, organisatrice de la manifestation à Paris.

Outre la presse française, qui a consacré à la cérémonie de la Sorbonne des comptes rendus élogieux, la presse étrangère, et, en particulier les revues photographiques allemandes, ont commenté cet événement; tels sont : *Photofreund*, *Photographische Rundschau*, *Photoblätter*, *Der Photograph*, *Photographische Korrespondenz*. Ces périodiques ont rappelé les débuts de la photographie, et de longs articles bien illustrés ont rendu hommage à tous ceux qui ont contribué à la rapide progression de cette science, qui a joué un si grand rôle dans l'histoire de la civilisation.

Nous donnons ci-après un compte rendu détaillé de la cérémonie de la Sorbonne, à laquelle assistait, comme représentant de la Société d'Encouragement, M. F. Blondel, Ingénieur en chef des Mines, vice-président de la Société.

Outre cette cérémonie, et d'accord avec les autres groupements français intéressés, la Société française de Photographie a décidé de consacrer au Centenaire le 38e Congrès (annuel) de l'Union nationale des Sociétés photographiques de France. Il se tiendra à Paris, du 2 au 12 mars 1939 sous la présidence de M. Armand de Gramont, membre de l'Institut, président de la Société française de Photographie, assisté de M. Georges Potonniée, historiographe de la phototographie, président du Comité du Centenaire. Le programme de ce congrès comporte : des séances de travail, des conférences et une soirée de gala dans l'hôtel de la Société française de Photographie et de Cinématographie, 51, rue de Clichy, Paris (9e); des visites de laboratoires, d'ateliers, de l'École technique de Photographie et de Cinématographie, d'un studio; de l'exposition de photographie qui se tiendra à la porte de Versailles; des ateliers de *L'Illustration*.

(2) Les groupements qui ont apporté leur concours à la Société française de Photographie sont : la Chambre syndicale des Industries et du Commerce photographiques, la Chambre syndicale française de la Photographie et de ses Applications, la Chambre syndicale des Industries techniques de la Cinématographie, la Confédération nationale des Syndicats de Photographes professionnels de France et des Colonies, la Fédération des Négociants en Photo et Cinéma, la Chambre syndicale des Négociants de la Photographie, la Chambre syndicale des Procédés photomécaniques, la Fédération française des Clubs de Cinéma d'amateur, la Chambre syndicale du Commerce français d'Importation des Articles photographiques, l'Union nationale des Sociétés photographiques de France, le Touring-Club de France, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, la Société française de Physique et la Confédération générale de la Cinématographie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à Bobigny; d'un banquet et d'une excursion à Bry-sur-Marne, où Daguerre est mort et où un monument lui a été élevé.

### CÉRÉMONIE COMMÉMORATIVE DE LA SORBONNE (PARIS, 7 JANVIER 1939).

Le programme de la cérémonie comprenait des discours et la présentation, pour la première fois en public, d'un film d'amateur commenté, de 16 mm, en noir et en couleurs : *Cent années de photographie*, réalisé par MM. R. Bricon, G. Acher et J. Vivié, qui a terminé la cérémonie.

Les discours prononcés se complètent; nous ne ferons que les résumer très brièvement sauf celui de M. Paul Valéry, qui est reproduit *in extenso*.

M. A. de Gramont, parlant au nom de la Société française de Photographie qu'il préside, rappela que la célébration, le 7 janvier 1939, du centenaire de la photographie fut décidée par vingt-sept nations, en 1935, à Paris, au Congrès international de Photographie, pour « commémorer un des plus nobles gestes de solidarité humaine, un des plus beaux apports de la science française à la civilisation ». Puis il signala les principaux progrès de la photographie, cette « invention indéfiniment perfectible », dus à des Français : les portraits de Nadar, le premier grand photographe professionnel; les procédés photomécaniques par Poitevin (1855) [3] d'où est sortie l'illustration typographique des imprimés; la photogrammétrie par le capitaine du génie Laussedat (1861); la photographie du spectre par Lippmann (1891); la photographie en couleurs par Ducos de Hauron (1869) mise au point par les frères Lumière (1907); l'analyse des mouvements par la photographie par Marey en 1887; leur analyse et leur synthèse sous la forme de la cinématographie par Louis Lumière (1895); les projections cinématographiques parlantes, par Léon Gaumont (1902); la transmission des photographies à distance par les ondes hertziennes, par Édouard Belin (1924) [4].

M. Georges Potonniée, président du Comité national d'Organisation du Centenaire, retraça l'histoire de la découverte, l'enthousiasme qu'elle provoqua, et les étapes successives de ses perfectionnements et du développement de ses applications. Nous y reviendrons plus loin. On trouvera, à la page 143 du présent *Bulletin*, l'analyse de l'ouvrage important qu'il a écrit : *Histoire de la découverte de la photographie*.

M. Hourticq, représentant de l'Académie des Beaux-Arts, montra que l'inquiétude qui s'empara tout d'abord des artistes, à l'idée que la photographie pouvait concurrencer l'art pictural et lui nuire, fit place, mais assez lentement,

(3) Récompensé en 1880 du Grand Prix du marquis d'Argenteuil, par la Société d'Encouragement. Le même prix a été décerné en 1904 à MM. Auguste et Louis Lumière pour l'ensemble de leurs découvertes en photographie.

(4) Dans le dispositif de réception des appareils Belin, on se sert de l'oscillographe dû à André Blondel, récemment décédé. C'est lui aussi qui, dès 1901, fit les premiers enregistrements de sons qui ont précédé le cinéma parlant actuel.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à un sentiment de reconnaissance, car les deux modes d'expression se rendent des services mutuels. « Dans l'œuvre d'art c'est surtout l'artiste qui intéresse; dans la photographie c'est le sujet »; mais la personnalité peut s'affirmer dans l'une comme dans l'autre et toutes deux se prêtent à l'interprétation de la nature. « La photographie, a-t-il dit, a mis la galerie des ancêtres à la portée des petites gens », sous la forme de l'album de famille « où Dieu éternise l'image des mortels ». Enfin, la photographie a libéré la peinture de la copie : à l'époque de Rembrandt, « la moitié de la Hollande faisait le portrait de l'autre ».

M. le général PERRIER, représentant de l'Académie des Sciences, a parlé surtout des applications scientifiques de la photographie que, dans son enthousiasme, Arago avait presque toutes prévues. Grâce à la photographie et à la restitution automatique, en utilisant la stéréoscopie, découverte vers 1849, on peut établir rapidement la planimétrie et le nivellement du terrain. L'aviation, en permettant la prise de photographies aériennes, a rendu extrêmement facile et rapide l'établissement de cartes exactes, notamment des pays non facilement accessibles en tout temps, ou des régions inaccessibles. De même, on a pu entreprendre la carte du ciel, faire de nouvelles découvertes en astronomie en prolongeant pour ainsi dire indéfiniment la pose, et cela, même en astrophysique, grâce à l'emploi d'émulsions extrêmement sensibles aux diverses radiations.

M. Paul VALÉRY, représentant de l'Académie française, a prononcé le discours suivant :

Invitée à paraître dans cette solennité, qui fut instituée pour célébrer une invention toute nationale, et l'une des plus admirables qui aient été produites au cours du XIX^e^ siècle, l'Académie française ne pouvait manquer d'y faire entendre son hommage aux grands Français qui ont eu l'idée de la photographie, et qui ont su les premiers fixer la ressemblance des choses visibles par l'action même de la lumière qui émane d'elles.

Les lettres, cependant, au culte desquelles notre compagnie est particulièrement vouée, ne semblent point, au premier regard, offrir des rapports très évidents avec cette belle invention, ni avoir été par celle-ci plus grandement modifiées dans leur esprit et dans leurs pratiques qu'elles ne l'ont été par tant d'autres créations modernes du génie humain.

Nous savons bien que le dessin, la peinture et tous les arts d'imitation ont su tirer profit de la capture immédiate des formes par la plaque sensible. Dès qu'il devint possible, par cette fixation, de considérer à loisir la figure des êtres en mouvement, bien des erreurs d'observation purent être constatées : on s'aperçut de tout ce qu'il y avait d'imaginaire dans les galops des chevaux et dans les vols des oiseaux que les artistes jusque-là avaient cru saisir. La photographie accoutuma les yeux à attendre ce qu'ils doivent voir, et donc à le voir; et elle les instruisit à ne pas voir ce qui n'existe pas, et qu'ils voyaient fort bien avant elle.

Mais au contraire, la possession de ce moyen de reproduire les apparences de la nature et de la vie par un simple relais d'énergie physique ne paraît point d'une conséquence certaine et d'un avantage marqué pour les lettres.

Même, il semblerait tout d'abord que la merveilleuse invention pût tendre à diminuer l'importance de l'art d'écrire, et à se substituer à lui en mainte occasion, plu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tôt qu'à lui procurer des ressources nouvelles ou des enseignements de grand prix. Le degré de précision auquel le langage peut prétendre, quand on veut l'employer à donner l'idée de quelque objet de la vue, est presque illusoire. Comment dépeindre un site ou un visage, si habiles que nous soyons dans notre métier d'écrivain, de manière que ce que nous aurons écrit ne suggère autant de visions différentes que nous aurons de lecteurs? Ouvrez un passeport, et la question est aussitôt tranchée : le signalement que l'on y griffonne ne supporte pas de comparaison avec l'épreuve que l'on fixe à côté de lui.

Ainsi l'existence de la photographie nous engagerait plutôt à cesser de vouloir *décrire* ce qui peut, de soi-même, s'*inscrire*; et il faut bien reconnaître qu'en fait, le développement de ce procédé et de ses fonctions a pour conséquence une sorte d'éviction progressive de la parole par l'image. On dirait même que l'image, dans les publications, est si jalouse de supplanter la parole qu'elle lui dérobe quelques-uns de ses vices les plus fâcheux : facilité et prolixité. Oserais-je ajouter qu'il n'est pas jusqu'au mensonge, grande et toujours florissante spécialité de la parole, que la photographie parfois ne s'enhardisse à pratiquer.

Il faut donc convenir que le bromure l'emporte sur l'encre, dans tous les cas où la présence même des choses visibles se suffit, parle par soi seule, sans l'intermédiaire d'un esprit interposé, — c'est-à-dire — sans recours aux transmissions toutes conventionnelles d'un langage.

Mais quant à moi, je n'y vois point de mal; et je suis bien près d'y trouver certains avantages pour la littérature. Je dis que cette prolifération d'images photographiques dont je parlais pourrait indirectement tourner au profit des lettres, — j'entends des belles-lettres — ou plutôt des lettres véritablement belles. Si la photographie et ses conquêtes du mouvement et de la couleur, sans parler de celle du relief, nous découragent de décrire le réel, c'est là nous rappeler les bornes du langage articulé, et c'est nous conseiller, à nous autres écrivains, un usage de nos moyens tout à fait conforme à leur nature propre. Une littérature se ferait pure, qui, délaissant tous les emplois que d'autres modes d'expression ou de production remplissent bien plus efficacement qu'elle ne peut le faire, se consacrerait à ce qu'elle seule peut obtenir. Elle se garderait alors et se développerait dans ses véritables voies, dont l'une se dirige vers la perfection du discours qui construit ou expose la pensée abstraite; l'autre s'aventurant librement dans la variété des combinaisons et des résonances poétiques.

J'observerai ici qu'au moment que la photographie apparut, le genre descriptif commençait d'envahir les lettres. En vers comme en prose, le décor et les aspects extérieurs de la vie avaient pris une place presque excessive dans les ouvrages. Entre 1820 et 1840, ce décor est généralement imaginaire. Il y avait tout un romantisme des sites et des formes, qui disposait, avec une liberté et une souveraineté toutes fantaisistes, des personnes et des choses, inventait des Orients et un moyen âge presque uniquement engendrés par la sensibilité de l'époque, assistée de quelque érudition.

Enfin Daguerre vint. La vision photographique est obtenue, se répand dans le monde avec une étrange rapidité. On assiste à une revision de toutes les valeurs de la connaissance visuelle. La manière de voir se modifie et se précise, cependant que les mœurs elles-mêmes se ressentent de la nouveauté, qui, du laboratoire, passe immédiatement dans la pratique, et introduit des besoins et des coutumes inédites dans la vie. Tout le monde aura son portrait, faveur jadis exceptionnelle. Le photographe ambulant parcourt les campagnes. Chaque événement de l'existence se marque par quelque cliché. Point de mariage qui ne se constate désormais par



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'image d'un couple en vêtements de noce; point de naissance que l'enfant de quelques jours ne soit amené devant l'objectif : dans quelques dizaines d'années, l'homme qu'il sera devenu pourra s'étonner et s'attendrir devant l'image de ce bébé dont il a épuisé l'avenir. Dans chaque famille se conserve un album, un de ces albums qui nous mettent entre les mains les portraits devenus émouvants, les costumes devenus ridicules, les instants devenus ce qu'ils sont devenus, et tout un personnel de parents, d'amis et d'inconnus aussi, qui ont eu quelque part essentielle ou accidentelle à notre vie. La photographie, en somme, a institué une véritable illustration de l'état civil. Balzac, qui cherchait, sur les tombes et sur les enseignes, des noms singuliers et parlants pour ses innombrables créatures, n'eût pas manqué, s'il eût vécu un peu plus avant, de feuilleter, pour y exciter son génie, ces recueils de physionomies conservées.

Mais, avec la photographie, et sur les traces de Balzac, le réalisme se prononce dans nos lettres. La vision romantique des êtres et des choses perd peu à peu sa magie. Le décor montre sa toile ou son carton. Une exigence nouvelle s'impose, qui veut que la fiction poétique se sépare nettement du récit qui prétend représenter le vrai. Je ne veux point dire que le système littéraire de Flaubert, de Zola ou de Maupassant doive sa formule à l'avènement de la photographie, car je redoute la recherche des causes. En ces matières, on ne manque jamais de les trouver.

Je me borne à photographier une coïncidence. Il n'est pas du tout certain que les objets qui voisinent sur la plaque aient quelque autre rapport entre eux que ce rapprochement. Plus serait-on tenté de trouver des liens plus profonds entre le phénomène *réalisme* et le phénomène *photographie*, plus faut-il se garder d'exploiter ce qui peut n'être qu'une rencontre.

Cependant l'empire des lettres ne se borne point aux provinces de la poésie et du roman. Il s'étend aux immenses domaines de l'histoire et de la philosophie, dont les frontières indécises se perdent quelquefois du côté des territoires organisés de la science et des forêts de la légende.

C'est ici, dans ces régions incertaines de la connaissance, que l'intervention de la photographie, — et même, *la seule notion de photographie*, prennent une importance précise et remarquable, car elles introduisent dans ces vénérables disciplines une condition nouvelle, peut-être une nouvelle inquiétude, une sorte de réactif nouveau dont on n'a pas sans doute encore assez considéré les effets.

L'histoire est un récit auquel nous apportons de quoi le distinguer d'un conte. Nous lui prêtons notre énergie actuelle et toutes nos ressources d'images, nécessairement puisées dans le présent. Nous lui adaptons nos sympathies et nos antipathies; nous construisons aussi des systèmes d'événements, et nous donnons selon notre cœur et la puissance de notre pensée, une manière d'existence et de substance à des personnages, à des institutions, à des affaires ou à des drames, dont les documents ne nous proposent qu'un argument verbal, parfois des plus sommaires. Pour les uns, l'histoire se résout donc en albums d'images, en scénarios d'opéras, en spectacles et en situations, généralement critiques. Parmi ces tableaux, que compose et subit notre esprit, il en est qui nous offrent des prodiges, des féeries, des effets de théâtre trop beaux ou trop incroyables, que nous interprétons parfois comme des symboles, des transpositions poétiques d'événements réels. Pour d'autres, plus abstraitement curieux de l'histoire, elle est un registre d'expériences humaines qu'il importe de consulter comme on fait les annales de la météorologie, et avec le même souci de découvrir dans le passé quelque chose de l'avenir.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Or, la seule notion de photographie, si on l'introduit dans notre réflexion sur la genèse de la connaissance historique, et de sa vraie valeur, suggère aussitôt cette question naïve : *Tel fait qui m'est conté eût-il pu être photographié?*

L'histoire ne pouvant connaître que de choses sensibles, puisque le témoignage verbal est sa base, tout ce qui constitue son affirmation positive doit donc pouvoir se décomposer en choses vues, en moments « de prise directe », correspondant chacun à l'acte d'un opérateur possible, d'un démon reporter photographe.

*Tout le reste est littérature.* Tout ce reste se compose des ingrédients du récit ou de la thèse qui sont des produits de l'esprit et par conséquent, des imaginations, des interprétations ou des constructions, des choses sans corps, imperceptibles à l'œil photographique ou à l'oreille phonographique par leur nature, et qui n'ont donc pu être observés et purement transmis. Il en résulte que toutes les discussions qui peuvent se produire sur la valeur causale des faits, leur importance, leur signification ne s'exercent que sur des facteurs non historiques, — sont l'acte de nos facultés critiques ou inventives, — plus ou moins tempérées par des textes.

Je ne parle même point des problèmes d'authenticité. La photographie, sur ce point, apporte cependant de nouvelles raisons de prudence. On considérait jusqu'à elle qu'un fait attesté par un grand nombre de témoins qui l'auraient vu de leurs yeux était un fait incontestable. Pas un tribunal, pas un historien qui ne l'eût admis, même à contre-cœur. Or, il est arrivé, voici quelques années, qu'il a suffi d'un cliché pour réduire à néant le témoignage formel d'une centaine de personnes, qui juraient avoir vu de leurs yeux un fakir se hisser à la corde qu'il venait de lancer en l'air où elle demeurait merveilleusement fixée.

Mais tout ceci nous conduit assez naturellement à je ne sais quelle philosophie de la photographie, laquelle nous induirait bientôt à rejoindre la philosophie tout court, si ce débordement ne risquait de passer ma compétence, ma présente mission et toutes les limites à la fois que l'objet et la solennité de cette réunion veulent que l'on observe.

Je me bornerai à effleurer de quelques mots ce qu'on pourrait peut-être penser de notre invention, si l'on y pensait en philosophe.

On pourrait, par exemple, à l'occasion de la photographie, ranimer, sinon rajeunir l'antique et difficile problème de *l'objectivité*. La petite histoire du fakir vient de nous montrer que la solution inélégante et comme désespérée qui consiste à invoquer le témoignage de plusieurs pour établir à l'égard de tous l'existence objective d'une chose, était facilement ruinée par une simple plaque sensible. Il faut bien avouer que nous ne pouvons ouvrir les yeux que nous ne soyons inconsciemment disposés à ne pas percevoir une partie des objets qui sont devant nous, et à voir d'autres choses qui n'y sont pas. Le cliché vient redresser notre *erreur par défaut* comme notre *erreur par excès* : il nous montre ce que nous verrions si nous étions également sensibles à tout ce que nous imprime la lumière, et rien qu'à ce qu'elle nous imprime. Il ne serait donc pas impossible, non d'abolir, mais de reculer un peu la difficulté classique dont je parlais, en attribuant une valeur objective à toute impression dont nous savons obtenir une réplique, une image semblable, sans autre intermédiaire entre le modèle et sa représentation que la lumière impartiale.

Mais, entre celle-ci et la philosophie, existent d'autres relations, très intimes et des plus anciennes. Les philosophes de tout temps, les théoriciens de la connaissance, comme les auteurs mystiques, ont montré une dilection bien remarquable pour les phénomènes les plus connus de l'optique, qu'ils ont si souvent exploités,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— parfois de la manière la plus subtile — pour figurer les relations de la conscience et de ses objets, ou décrire les illusions ou les illuminations de nos esprits. Il en demeure dans le langage plus d'un terme témoin. Nous parlons au figuré de *clarté*, de *réflexion*, de *spéculation*, de *lucidité* et d'*idées*; et nous disposons de toute une rhétorique visuelle à l'usage de la pensée abstraite. Quoi de plus naturel que de comparer ce que nous prenons pour la simplicité de notre conscience, réciproque de la variété de notre connaissance, et comme opposée à elle, — à la source de lumière qui nous révèle l'infinie multiciplité des choses visibles, toutes uniquement formées de myriades d'images du soleil? D'innombrables miroirs d'une petitesse connue composent le bleu du ciel. Davantage, les vicissitudes de la lumière parmi les corps nous présentent nombre d'effets desquels on n'a pu s'empêcher de rapprocher les états de notre sensation intime de connaître. Mais, ce dont les penseurs ont été le plus séduits à se servir, et sur quoi ils ont exécuté les plus brillantes variations, ce sont bien les propriétés décevantes de certains phénomènes lumineux. Que deviendrait la philosophie sans la ressource de disputer des apparences? Les mirages, les bâtons qui se rompent, à peine sous l'eau, et se rectifient merveilleusement au sortir du bain, tous les prestiges que l'œil accepte ont tenu leur partie dans cette mémorable et inépuisable argumentation.

Vous pensez bien que je n'aurais garde d'oublier ici la plus célèbre des allégories de cette espèce. Qu'est-ce que la fameuse caverne de Platon, si ce n'est déjà une chambre noire, — la plus grande, je pense, que l'on ait jamais réalisée. S'il eût réduit à un très petit trou l'ouverture de son antre, et revêtu d'une couche sensible la paroi qui lui servait d'écran, Platon, en développant son fond de caverne, eût obtenu un gigantesque film; et Dieu sait quelles conclusions étonnantes nous eût-il laissées sur la nature de notre connaissance et sur l'essence de nos idées.

Mais est-il émotion plus philosophique que celle qu'on peut éprouver sous cette lumière rouge assez diabolique, qui fait du feu d'une cigarette un diamant vert, cependant que l'on attend avec anxiété l'avènement à l'état visible de cette mystérieuse *image latente* sur la nature de laquelle la science ne s'est pas encore définitivement accordée.

Peu à peu, çà et là, quelques taches apparaissent, pareilles à un balbutiement d'être qui se réveille. Ces fragments se multiplient, se soudent, se complètent; et l'on ne peut s'empêcher de songer devant cette formation, d'abord discontinue, qui procède par bonds et par éléments insignifiants, mais qui converge vers une composition reconnaissable, à bien des précipitations qui s'observent dans l'esprit; à des souvenirs qui se précisent; à des certitudes qui tout à coup se cristallisent; à la production de certains vers privilégiés, qui s'établissent, se dégageant brusquement du désordre du langage intérieur..

Enfin, quel sujet plus digne de méditation pour le philosophe que l'histoire de ce prodigieux accroissement du nombre des étoiles comme du nombre des radiations et des énergies cosmiques que nous devons à la photographie?

La considération de ce progrès véritablement foudroyant me semble suggérer une conséquence bien étrange. Ne faudra-t-il pas désormais définir l'univers comme un simple produit des moyens dont l'homme dispose à telle époque pour se rendre sensibles des événements indéfiniment variés ou lointains? Si le nombre des étoiles devient une notion inséparable de l'indication des procédés qui fixent ce nombre à un instant donné et qui permettent de le dénombrer, et si l'on tient compte des perfectionnements acquis, l'on pourrait presque dire que ce nombre de l'univers est une fonction du temps.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces immenses résultats doivent nous faire songer avec une émotion particulière aux tentatives répétées, aux expériences multipliées, à l'abnégation et à la constance des inventeurs. Je pense à ces recherches dans les conditions les moins dispendieuses, au matériel de fortune qu'ils se faisaient, de leurs mains, à l'isolement de leur pensée; mais je pense avec plus de respect encore, au désintéressement qu'ils montrèrent et qui fait la perfection de leur gloire, qui est celle de la nation.

Enfin, M. Jean ZAY, ministre de l'Éducation nationale, a rappelé d'abord que le désir du progrès, sous toutes ses formes, est ce qu'il y a de plus original, de plus grand et de plus fécond dans la nature humaine. Laissant de côté ses applications scientifiques, l'art photographique, a-t-il dit, est vraiment un art, comme le prouvent les revues et les expositions qui nous montrent comment l'artiste peut exprimer son individualité par : le choix des sujets, de la prise de vues sous certains angles, de l'éclairage, et la mise en valeur des parties intéressantes du sujet. Il comporte même une sorte de poésie qui lui est propre. De plus, la photographie nous révèle des aspects insoupçonnés du monde immédiat ou lointain, dans le temps et dans l'espace, et elle nous a entraînés à une vigilance et à une curiosité continuelles du regard : elle nous a enseigné à mieux regarder, à mieux voir, donc à mieux comprendre.

L'INVENTION DE LA PHOTOGRAPHIE. — Louis-Jacques-Mandé Daguerre, né en 1787, à Cormeilles-en-Parisis, montra dès son plus jeune âge un penchant irrésistible pour le dessin; c'était encore un enfant quand ses parents le placèrent, bien à contre-cœur, chez un architecte; dès l'âge de seize ans, il réussit à se faire admettre comme élève de Degotti, alors chargé de la décoration du théâtre de l'Opéra, à Paris. Puis il entre dans l'atelier du peintre Prévost, où il conçoit l'idée du panorama, ou, plus exactement, du diorama, dont le premier devait être réalisé plus tard par lui, avec le peintre Bouton. Entre temps, Daguerre avait parfait son instruction générale restée rudimentaire, puis était entré, en 1820, comme peintre de décors à l'Opéra[5]. Sa renommée comme décorateur devint alors rapidement mondiale. Le succès des dioramas fut considérable : on en établit dans toutes les grandes villes d'Europe; celui de Paris, situé près de la place de la République actuelle, resta ouvert au public pendant dix-sept ans et fut détruit, le 8 mars 1839, par un incendie, qui ruina Daguerre.

Pour l'établissement de ses dioramas, où la moindre erreur de perspective devait être évitée, Daguerre utilisait la chambre noire; pour faciliter son travail il s'efforça d'en fixer automatiquement l'image sur le verre dépoli; mais, il avait échoué, malgré d'innombrables tentatives et un travail acharné qui le conduisirent à un état de surexcitation tel qu'à un moment on craignit pour sa raison

(5) Dans un petit salon contigu au foyer-fumoir de l'Opéra, on peut voir, parmi les nombreux bustes de ceux qui ont illustré la scène, celui de Daguerre, avec cette inscription, sous le buste : 1789-1851, Daguerre, décorateur. A noter que la date donnée pour la naissance est inexacte : Daguerre est né le 18 novembre 1787, comme l'atteste le registre des actes de baptêmes de 1787 de la mairie de Cormeilles-en-Parisis (Un extrait de baptême est déposé à la Bibliothèque de la Société d'Encouragement, pièce 14150). La même erreur se retrouve dans deux grands dictionnaires encyclopédiques récents.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et que sa femme consulta un psychiatre pour savoir s'il n'était pas prudent d'interner son mari.

En 1826, le célèbre ingénieur-opticien Chevalier, à qui Daguerre achetait ses chambres et ses objectifs, lui apprit qu'un autre de ses clients, Nicéphore Niépce, en cherchant aussi à résoudre le même problème, était parvenu à un résultat. Les deux hommes furent mis en relation. En 1829, ils signent un contrat par lequel Niépce livre son secret à Daguerre; celui-ci s'engage à perfectionner le procédé, car, tel quel, il ne paraît pas se prêter à une exploitation commerciale; en effet, la pose était de huit heures en plein soleil. Au cours des essais qui suivirent, Niépce mourut : Daguerre resta associé à son fils.

Niépce, né en 1765 à Chalon-sur-Saône, appartenait à une riche famille bourgeoise de la Bourgogne. La Révolution le détourna de la prêtrise à laquelle il s'était destiné tout d'abord, et en fit un officier d'infanterie; mais sa mauvaise santé, à la suite d'une attaque de typhus, et la faiblesse de sa vue le contraignirent en 1801 à abandonner la carrière militaire et à se retirer à Saint-Loup-de-Varenne, à 7 km de sa ville natale.

Sa fortune et sa haute culture lui permirent alors de s'abandonner librement à son esprit inventif. C'est ainsi qu'avec son frère Claude, il construisit le premier moteur à combustion interne qui ait fonctionné, le *pyréolophore*, ancêtre du Diesel. Ce moteur, qui consommait de la poutre de lycopode ou du pétrole, avait été présenté à l'Académie des Sciences, mais l'insuccès des tentatives faites par les deux frères pour le mettre en exploitation industrielle les conduisit à la ruine[6].

---

(6) M. Pierre Clerget considère le pyréolophore des frères Niépce comme le premier des moteurs à combustion interne modernes. C'était aussi l'avis de Rateau. Il n'est cité que sommairement dans quelques ouvrages anciens comme le *Dictionnaire des Arts et Manufactures* de CH. LABOULAYE, et signalé seulement, par MM. COMBES et P. THENARD, dans la séance publique du Conseil de la Société d'Encouragement du 5 janvier 1848, au cours de laquelle, on rappela que : MM. Niépce frères avaient pris, le 3 avril 1807, un brevet pour dix ans, sous le titre : *Pyréolophore, machine dont le principe moteur est l'air dilaté par le feu, propre à mettre en mouvement toutes sortes de mécaniques*; que cet appareil avait fait l'objet d'un rapport de Lazare Carnot à l'Institut en 1807 et qu'il avait fait fonctionner un bateau sur la Saône en 1806.

En réalité, le rapport à l'Académie des Sciences était à la fois de Carnot et de Berthollet, et datait du 15 décembre 1806; le premier brevet était de 1806; celui de la machine définitive du 20 juillet 1808. D'après ces documents, très clairs et très précis, et à la demande du Service technique de l'Aéronautique, M. Clerget a reconstitué le moteur Niépce. Il fonctionne parfaitement. Les résultats qu'il a fournis aux essais ont fait l'objet d'une conférence de M. Clerget à la Société française de Navigation aérienne en 1925, et d'une note que Rateau a présentée à l'Académie des Sciences, le 16 mars 1925.

Le moteur soulève une charge de 20 kg à 30 cm de hauteur en ne consommant que 5 cg de lycopode, d'un pouvoir calorifique de 7000 cal/kg. Malgré une détente incomplète, le rendement calorifique ressort à 4 p. 100, le moteur étant froid. Les frères Niépce avaient aussi essayé le pétrole, et les résultats douteux qu'ils obtinrent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est seulement à l'âge de quarante-huit ans, en 1813, que Niépce avait commencé ses premières recherches sur la photographie : il travaillait très méthodiquement et il a laissé de son procédé une description précise et claire.

Dans l'été de 1822, après une dizaine d'années d'expériences et d'essais, il était parvenu à obtenir une photographie parfaite et stable de sa maison et de son jardin, *la première photographie qui ait été faite dans le monde*. Il avait alors cinquante-sept ans et se débattait au milieu de difficultés d'argent inextricables, ce qui, peut-être, explique son association avec Daguerre, et aussi sa mort des suites d'une attaque d'apoplexie [8].

Rappelons que Niépce utilisait les propriétés du bitume de Judée, qu'il avait découvertes et qui sont encore utilisées aujourd'hui en héliogravure, savoir : être sensible à la lumière et devenir insoluble dans un mélange de pétrole et d'essence de lavande après qu'il a été exposé à la lumière. Niépce employait comme support des plaques de cuivre argentées et accentuait les noirs de l'image avec des vapeurs d'iode. Les contrastes étaient peu marqués et le modelé très faible.

Les perfectionnements de Daguerre font vraiment de lui le second inventeur de la photographie, car il découvrit successivement trois faits essentiels, savoir : l'iode associé à l'argent forme un corps (l'iodure d'argent) sensible à l'action de la lumière (1831) ; les vapeurs de mercure révèlent instantanément l'image latente formée dans l'iodure d'argent (1835) ; l'eau salée arrête l'action de la lumière et rend l'image définitive (1837).

La pose, qui, par le procédé au bitume de Judée, était de huit heures, n'était

---

sont attribués, dans une lettre de Claude à Nicéphore, à l'insuffisance de la compression (par un soufflet jouant le rôle de compresseur d'injection), à laquelle les deux frères avaient bien pensé, mais qu'ils ne pouvaient pousser plus loin dans la crainte de briser les pièces soumises à l'explosion. A cette époque, en effet, les moyens d'exécution dont on disposait ne permettaient pas de construire des machines à fortes pressions[7].

On sait que Diesel avait conçu tout d'abord son moteur — ses brevets remontent à 1892 — pour consommer du charbon pulvérisé.

La poudre de lycopode serait un excellent combustible solide ; elle est composée de spores extrêmement petites qui brûlent rapidement et complètement sans laisser aucun résidu. La récolte en serait facile, le cas échéant : il suffirait de développer la culture de la plante qui la fournit.

Malgré diverses tentatives intéressantes, les frères Niépce ne réussirent pas à intéresser des capitalistes à leur invention. Claude, qui avait cherché des concours financiers en Angleterre, y mourut en 1817 sans réussir ; et Nicéphore s'absorba alors dans les recherches qui devaient aboutir à l'invention de la photographie.

(7) On trouvera une description du moteur des frères Niépce et la reproduction d'une planche de leur brevet dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 180, p. 905-908, et dans le *Génie civil* du 16 mai 1925, p. 487-489.

(8) Le centenaire de la mort de Niépce, en 1833, a été célébré les 4 et 5 juin 1933, dans sa ville natale, à Chalon-sur-Saône, où on lui avait déjà élevé une statue. Daguerre mourut pauvre à Bry-sur-Marne, en 1851. On lui a élevé des monuments, non seulement à Bry, mais aussi à Cormeilles, sa ville natale, et à Washington, capitale des États-Unis. Niépce a laissé une nombreuse descendance. Daguerre est mort sans enfant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus en 1839 que de vingt à trente minutes [9] avec le daguerréotype : la finesse des détails de l'image était telle qu'aucun des procédés qui ont succédé à la daguerréotypie ne l'a jamais dépassée.

M. Potonniée, dans son discours, le film projeté à la fin de la cérémonie de la Sorbonne et son commentateur ont retracé par la parole et l'image les réactions provoquées dans le monde par l'invention de la photographie : ce fut un scepticisme de la part du grand public et surtout des caricaturistes; mais ce fut aussi un enthousiasme indescriptible chez les savants du monde entier. Les fabricants de chambres et d'objectifs photographiques ne suffirent pas à satisfaire leurs demandes, ni celles des nombreux amateurs. Arago fut le premier de ces savants et de ces amateurs : par la parole et par ses écrits aux sociétés savantes, il contribua beaucoup à populariser la photographie. On trouvera reproduit le texte de quelques-unes de ces communications, faites sur le daguerréotype, par lui et d'autres, à l'Académie des Sciences, à la Société d'Encouragement et ailleurs, sous différentes rubriques dans de nombreux numéros du *Bulletin de la Société d'Encouragement*, qui s'échelonnent à partir de janvier 1839.

On y trouvera aussi des notes sur les premiers perfectionnements apportés au daguerréotype par plusieurs inventeurs, ou par Daguerre lui-même, et par Niépce de Saint-Victor (1805-1870), neveu de Nicéphore.

Voir notamment : l'extrait d'un *rapport fait à la Chambre des Députés* par M. Arago, *sur le daguerréotype* (septembre 1839, p. 325-349; 2 pl. hors texte); — Mémoire sur des *propriétés particulières de l'iode, du phosphore, du soufre, de l'acide azotique*, etc., par M. Niépce de Saint-Victor (décembre 1847, p. 680-689); — Rapport de M. Seguier sur le *concours pour le perfectionnement de la photographie* (Niépce de Saint-Victor y remporta une médaille d'or) (avril 1848, p. 195-200); — *Photographie sur verre*, par M. Niépce de Saint-Victor (juin 1848, p. 335-337); — *Note sur la photographie sur verre et sur quelques faits nouveaux*, par M. Niépce de Saint-Victor (octobre 1850, p. 470-475); — Trois *mémoires sur l'héliochromie*, du même inventeur (novembre 1852, p. 790-799); — *Production des images photographiques instantanées*, par M. Talbot (novembre 1852, p. 788-789).

On trouve des notes de Niépce de Saint-Victor, toujours sur la photographie, dans le *Bulletin* jusqu'en 1867. Mais après 1854, les notes d'autres auteurs ou inventeurs y deviennent assez rares : la photographie avait fait assez de progrès pour justifier la création d'une société spécialisée, la Société française de Photographie, devenue, plus tard, Société française de Photographie et de Cinématographie, celle qui a pris l'initiative de la célébration du Centenaire et l'a organisée en France.

(9) Par des dispositions spéciales, on réussit aujourd'hui à abaisser la durée de la pose jusqu'à un milliardième de seconde.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# BIBLIOGRAPHIE

**Académie des Sciences : 1° Annuaire pour 1939 ; — 2° Index biographique des membres et correspondants de l'Académie des Sciences, de 1666 à 1939.** — Deux volumes, 11 × 17 cm, de 196 et de 477 pages, — Gauthier-Villars, imprimeur, Paris. Index : 058 : 061 (44)

L'Académie des Sciences, fondée en 1666, fait partie, depuis sa réorganisation en 1795, de l'Institut de France ; son organisation actuelle date de 1816. Plusieurs décrets ont toutefois modifié, depuis cent ans, le nombre des sections et divisions et celui des membres ; c'est ainsi que le 23 janvier 1918 a été créée une section des *Applications de la Science à l'Industrie*. L'Académie compte des membres titulaires, des membres non titulaires et des associés étrangers ; elle a en outre des correspondants, français et étrangers.

L'annuaire donne : l'état de l'Académie des Sciences dans le présent et dans le passé ; la composition de sa Commission administrative ; l'indication des élections faites pendant 1938 ou restant à faire en 1939 ; des listes chronologiques des membres des diverses divisions, des secrétaires perpétuels, associés, correspondants présidents et vice-présidents de l'Académie depuis 1795 jusqu'à 1939. Il contient en outre des indications sur les fondations de l'Académie, sur les conditions générales des concours pour l'obtention des prix qu'elle décerne, sur le dépôt des plis cachetés qu'elle reçoit et garde, et des renseignements divers.

L'index biographique contient, après un avant-propos dû aux deux secrétaires perpétuels, la liste, par ordre alphabétique, de tous les membres et correspondants de l'Académie depuis son origine, avec une courte notice biographique pour chacun d'eux.

E. L.

*
* *

**Principes d'agronomie : tome I : La dynamique du sol**, par Albert Demolon, Ingénieur agronome, docteur ès sciences physiques, membre de l'Académie d'Agriculture. Un vol. (16 × 25 cm) ; 495 p. ; 89 fig. et une planche hors texte en couleurs. Dunod, édit., 92, rue Bonaparte, Paris (6e). 2e édition, 1938. Prix, br. 185 fr. Index : 631.4

Cet ouvrage n'est pas à proprement parler un traité de la science du sol, ou pédologie, mais cette science y occupe une place dominante et intervient dans presque toutes les questions qui y sont traitées. Pour fixer les idées sur ce point, nous ne pouvons mieux faire que de reproduire quelques passages de l'introduction de l'auteur.

« Le sol, situé à la limite de la lithosphère et de l'atmosphère, apparaît comme une résultante de l'une et l'autre. Il fait partie de la biosphère et, à ce titre, les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

facteurs biologiques, eux aussi, interviennent puissamment dans son évolution. On peut en donner la définition générale suivante : *Le sol est la formation naturelle de surface, à structure meuble et d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l'influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques.* Il convient de prendre ici l'expression « roche mère » dans son sens le plus général, cette roche pouvant être une formation meuble. »

« Quant aux sols agricoles, ils proviennent de la transformation par l'homme des sols naturels, par l'application des méthodes de l'agriculture, dans un but purement économique : l'obtention des récoltes. Cette intervention a pour résultat de modifier profondément la morphologie, la composition et les propriétés du milieu. Ainsi, les sols dépouillés de leur individualité se sont trouvés diversifiés à l'infini ; la complexité de leur étude s'en est trouvée considérablement accrue. »

« Nous procéderons du général au particulier et étudierons tout d'abord le sol en lui laissant son caractère de formation naturelle. Cet aspect de la question nous assurera une compréhension spéculative aussi large que possible de la nature intime du sol. Mais elle ne peut constituer, pour ainsi dire, qu'une préface, le but fondamental que nous poursuivons étant l'intelligence des réactions dont le sol est le siège, nous dirions volontiers de son « métabolisme », ce qui évoque l'image d'un organisme vivant, ou plus exactement de sa dynamique interne. En dernière analyse, le sol restera pour nous un « milieu de culture » au sens biologique du mot, le plus important d'ailleurs pour l'existence de l'humanité »

« L'étude du sol nécessite le concours de plusieurs disciplines scientifiques distinctes qui ont chacune un objet et des méthodes propres, et qui doivent être associées pour se compléter. Bien qu'un domaine nouveau d'études ne suffise pas à lui seul pour constituer une science nouvelle, il apparaît que la science du sol peut aujourd'hui être considérée comme autonome, avec une individualité bien caractérisée, et qu'on ne saurait légitimement envisager le sol du seul point de vue de ses applications. »

« On pourrait aussi, à beaucoup d'égards, rattacher l'étude du sol à la partie de la biologie qui s'occupe des milieux de culture avec cette réserve que le sol représente un milieu exceptionnel, à la fois par son importance et par son caractère naturel. »

« Cette étude de la formation et de l'évolution des sols se poursuit sur le terrain. »

Dans la première partie de son ouvrage, M. Demolon étudie tout d'abord les transformations des roches ignées ou métamorphiques qui aboutissent à la formation des différents types de sols, puis il étudie les problèmes posés par cette formation et leurs conséquences, le sol étant envisagé comme étant à la fois un milieu physique, chimique et biologique.

Au point de vue physique, le milieu que constitue le sol est comparable aux systèmes dispersés et ses propriétés sont déterminées par le rôle qu'y jouent sa

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

structure, ses colloïdes minéraux (argiles) ou organiques (humus), leur floculation et leur dispersion, la circulation de l'eau et de l'air; la seconde partie de l'ouvrage comprend, par suite : l'étude des colloïdes du sol, son analyse mécanique, sa structure, les rapports de l'eau et du sol, le « climat » du sol.

Les réactions qui caractérisent le sol considéré comme un milieu chimique sont différentes de celles de la chimie ordinaire en ce que la masse du sol est illimitée, sa structure est discontinue, et les réactions y sont lentes. Dans la troisième partie sont étudiés : les solutions du sol, sa réaction alcaline neutre, ou acide et sa correction, le cas échéant, les éléments qu'il fournit aux plantes.

Enfin la quatrième partie, intitulée Milieu biologique, traite du rôle des micro-organismes du sol, de l'évolution biochimique du carbone, de l'azote et du soufre, et de la fertilité.

L'ouvrage se termine par la description des diverses méthodes d'analyse des sols et un index des matières.

E. L.

*
* *

**Die Bergwirtschaft der Erde : Bodenschätze, Bergbau und Mineralienversorgung der einzelnen Länder** (*L'exploitation des richesses minérales dans le monde. Richesses du sol, industrie et production minières des différents pays*), par Ferdinand FRIEDENSBURG. Un vol. (16 × 21 cm), de 504 p., 40 fig., 1938. Ferdinand Enke, édit., Stuttgart. Prix : broché, 30 marks; relié, 32 marks. Index : 622

Cet ouvrage donne l'état actuel de l'exploitation et de la production des principales substances minérales dans le monde. Il a été établi en utilisant les statistiques les plus récentes des différents pays.

Les pays sont classés par ordre alphabétique et chacun d'eux fait l'objet d'une monographie plus ou moins longue selon l'importance de celles de ses richesses minérales qui sont exploitées. C'est donc une sorte de dictionnaire.

Chaque monographie comporte, toujours présentés dans le même ordre :

un tableau du montant en poids de l'extraction pour toutes les substances minérales exploitées en 1913, 1929 et 1936, la fraction pour 100 que représente ce montant dans la production mondiale, et le rapport de cette production à la consommation du pays, ce qui permet, par différence, de savoir quelle fraction de la production est disponible pour l'exportation, et, si la production est inférieure à la consommation, combien de la substance minérale envisagée doit être importé;

un commentaire retraçant l'évolution de l'industrie minérale jusqu'à nos jours, compte tenu de la configuration et de la géologie du pays et d'autres facteurs (moyens de transport, main-d'œuvre disponible, etc.) et la place qu'elle occupe dans l'économie nationale et mondiale;

une bibliographie des sources auxquelles l'auteur a puisé ses renseignements.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour les pays dont la production minérale est particulièrement importante, le texte est accompagné de nombreux tableaux (notamment pour le commerce extérieur) et d'une ou plusieurs cartes schématiques montrant la position des gîtes minéraux. Pour toutes ces cartes, au nombre de 40 (trois pour les États-Unis), on a adopté les mêmes signes conventionnels.

A l'ordre de présentation précité font exception les nations qui ont un empire colonial. La métropole est décrite d'abord, puis tout cet empire fait l'objet d'un exposé d'ensemble, et chaque colonie ou dominion est traité séparément. A noter que les anciennes colonies allemandes sont traitées de cette façon et figurent dans une liste; l'Autriche y est mise en tête, placée à la suite de l'Allemagne. Elles y sont étudiées assez en détail car elles occupent 21 pages, et la Nouvelle-Guinée, l'Afrique orientale et le Sud-Ouest africain y ont chacun leur carte.

Dans l'empire colonial japonais, l'auteur fait entrer : Taïwan (Formose), Chosen (Corée), le Kwantoung, le Mandchoukouo et Karafuto (Sakhaline méridionale).

Bien entendu, les tableaux donnant les productions présentent quelques lacunes et certains chiffres ne sont cités que comme résultant d'une évaluation. Il en résulte que si on totalise les pourcentages de la production mondiale d'une même substance minérale dans les différents pays, on peut trouver un total notablement différent de 100, en plus ou en moins. Le commentaire est aussi d'importance inégale; c'est ainsi que, pour l'Allemagne, il compte 67 pages et se subdivise en plusieurs chapitres : combustibles, minerais métalliques, sels, autres substances minérales, importance économique, politique et militaire de l'exploitation minérale, possibilités de développement.

Malgré les erreurs inévitables, que l'on trouve dans toutes les statistiques, cet ouvrage, qui fourmille de renseignements et de chiffres, est appelé à rendre de grands services surtout si on s'en tient aux ordres de grandeur. En voici quelques-uns.

Les combustibles représentent en poids 85 p. 100, en valeur 67 p. 100, de la production minérale du monde (dont 65 et 43 p. 100 pour la houille) et les minerais métalliques 10 p. 100 en poids et 26 p. 100 en valeur.

Le pourcentage mondial en valeur de la production minérale des différentes nations en 1929 était : États-Unis, 42,5; Grande-Bretagne, 9; Allemagne 8,5; U. R. S. S., Afrique du Sud, France, Canada et Mexique, de 4 à 2,5 p. 100; autres pays, moins de 2 p. 100, dont moins de 0,5 p. 100 pour l'Empire colonial français.

E. L.

*
* *

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**Histoire de la découverte de la photographie**, par Georges POTONNIÉE. Un vol. 16 × 25 cm, de 322 p. 99 fig. Publications photographiques Paul Montel édit. Paris, 1925. Prix, br. 20 fr. Index : 77

Bien que cet ouvrage date de treize ans, nous croyons devoir le signaler car on y trouve exposé de façon détaillée ce qui a été dit très sommairement lors de la cérémonie du centenaire de la photographie dont le compte rendu est donné à la page 127 du présent numéro du *Bulletin*.

L'auteur l'a rédigé parce qu'il n'existait pas d'ouvrage en français sur l'ensemble d'une découverte essentiellement française, qui a été l'origine de perfectionnements et d'applications innombrables, et dont nous ne sommes pas près de voir la fin. Il fallait recourir, jusqu'en 1925, à des ouvrages anglais ou allemands, qui n'avaient jamais été traduits et dans lesquels les auteurs s'étaient étendus surtout sur les travaux de leurs compatriotes, alors que c'est en France qu'ont été trouvés les plus grands perfectionnements de la photographie.

Voici, avec quelques courts commentaires, les titres des 47 chapitres dont se compose l'ouvrage :

Définition de la photographie ; — Porta, faux inventeur de la chambre noire ; — La chambre noire avant Porta ; — Roger Bacon et la chambre noire ; — Chambres noires du 17e siècle ; — Chambres noires du 18e siècle ; — Procédés mécaniques de reproduction des dessins ;

Tiphaigne de la Roche (1729-1774) (Un document datant de 1758, mais découvert seulement en 1846, fit croire un moment qu'il avait précédé Niépce ; mais il s'agit d'une œuvre d'imagination où les images matérialisées jouent un rôle analogue à celui des « paroles gelées » de Rabelais) ; — Chimistes et photochimie ;

Les silhouettes de Charles (1746-1823) (Le physicien aéronaute, aux talents les plus variés, avait employé dès 1780, dans ses cours publics, un papier enduit sensible pour obtenir par la lumière des silhouettes. Arago lui-même cita son confrère de l'Académie des Sciences, le 4 février 1839, à cette académie, comme un précurseur possible ; mais on n'a jamais bien su ce qu'étaient ces silhouettes) ; — Première idée de la photographie ; — Nicéphore Niépce ; — De la lithographie à la photographie ; — Premiers travaux photographiques de Niépce ;

Appareils et essais de diverses substances (plusieurs chambres avec diaphragme à iris que Niépce inventa pour corriger les différentes aberrations de l'objectif ; sels ferriques, de manganèse ; gaz et acides divers comme révélateurs ; pierre comme support ; « muriate » d'argent ; résine de gaïac, phosphore) ; — Le procédé au bitume de Judée ; — Date de l'invention de la photographie ;

Les procédés définitifs ; — Daguerre s'adresse à Niépce ; — Daguerre et le diorama ; — Daguerre songe à la photographie ; — Voyages de Niépce à Paris et à Londres ; — Séjour en Angleterre ; — Association de Niépce et de Daguerre ; — Mort de Nicéphore Niépce ; — Reliques de Nicéphore Niépce ; — Le début des expériences de Daguerre ; — Travaux photographiques de Daguerre ; — Association Daguerre-Isidore Niépce ; — Le gouvernement français achète la photogra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

phie : — La photographie est rendue publique ; — Accueil fait au daguerréotype : Réclamations pour la priorité de l'invention. (L'examen des documents de l'époque les réduit à néant, bien que le séjour de Niépce en 1827 à Londres et ses rapports avec la Royal Society aient pu influencer les esprits et montrer aux chercheurs la voie à suivre) ;

Fox Talbot [(1800-1877), riche amateur anglais, ne réussit guère qu'à obtenir par contact des photocopies, sur papier sensibilisé à l'iodure d'argent, de dentelles, feuillages, dessins et autres objets transparents] ;

Bayard [(1801-1887) cherche à utiliser l'action colorante ou décolorante du soleil sur les végétaux, en général les fruits, déjà à la mode au début du XIX^e^ siècle ; le 20 mars 1839, il aurait obtenu des photographies directes sur papier, sans rien connaître de ce qu'avait fait Talbot ; à la demande d'Arago, il n'en fit l'objet d'aucune communication officielle pour ne pas nuire à Daguerre, dont les premiers résultats étaient déjà connus d'Arago] ;

Modification du procédé au daguerréotype : — Portraits ; — Apogée de l'image daguerrienne ; — Photographie sur papier ; — Photographie sur verre ; — Procédés photomécaniques ; — Photographie des couleurs ; — Projections et agrandissements ; — Stéréoscopie ;

Figures photographiques mouvantes (Les prétendues antériorités du dessin animé, sans recours à la photographie, sont passées en revue) ; — Daguerre de 1839 à 1851 ; — Mille huit cent cinquante et un. (C'est l'année de la mort de Daguerre, celle de la fin de ses travaux, qu'il poursuivit jusqu'à sa dernière heure, et de l'époque héroïque de la photographie. C'est de 1851 que date la première association de photographes français, la Société héliographique, dont firent partie : Benjamin Delessert, à qui est due la fondation de la Société d'Encouragement en 1801 ; Delacroix, Regnault, Becquerel, Bayard, le baron Gros, Chevalier et Niépce de Saint-Victor.)

Comme on le voit, dans l'ouvrage de M. Potonniée, il ne s'agit pas seulement de la photographie telle qu'elle était devenue à la mort de Daguerre, en 1851, mais aussi des principaux perfectionnements et applications dont elle a été l'origine. C'est ainsi qu'on trouvera, dans le 45^e^ chapitre, toute l'histoire du dessin animé et de ce qu'on a considéré à tort comme ses antériorités, et cela jusqu'au cinématographe des frères Lumière. Rappelons que nous avons écrit un court historique du dessin animé sur pellicule cinématographique et signalé ces prétendues antériorités dans le *Bulletin* de mars-avril 1937, p. 151, à l'occasion de l'attribution d'une récompense exceptionnelle de la Société d'Encouragement à l'infortuné Émile Cohl, mort en 1938. Cohl est incontestablement l'inventeur du dessin animé actuel.

L'histoire de l'invention de la photographie vient à l'appui d'une thèse chère à M. Auguste Lumière, bien connu pour ses travaux sur la thérapeutique[1], mais

(1) Voir, à ce sujet, dans le *Bulletin* d'avril 1936, p. 214-229, *Quelques aperçus concernant la thérapeutique de l'avenir* (2^e^ Conférence Carrion faite devant la Société d'Encouragement le 14 mars 1936) par M. Auguste LUMIÈRE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui n'est pas médecin, savoir : pour résoudre un problème nouveau ou trouver une solution nouvelle à un problème ancien, il faut compter bien plus sur ceux qui ignorent tout du problème que sur ceux qui, déjà spécialisés dans la question, sont tentés de suivre les sentiers battus et de perfectionner plutôt que d'innover. L'histoire des sciences et des techniques en fournit de nombreux exemples :

Le grand artiste Léonard de Vinci n'était spécialisé en rien et fut un précurseur dans de nombreux domaines de la technique; Scheele était apothicaire; Lavoisier, comme fermier général, ne cherchait qu'à mieux éclairer Paris quand il entreprit les recherches qui le conduisirent à rénover complètement la chimie; Nicolas Leblanc était chirurgien; Watt fabriquait des « instruments de mathématiques »; Jacquard était le fils d'un canut de Lyon; Philippe de Girard imagina de toutes pièces le métier à filer le lin, problème posé par Napoléon; Thimonnier, l'inventeur de la machine à coudre, était un modeste tailleur de province; Nicolas Sadi-Carnot, qui jeta les fondements de la « puissance mécanique du feu », était un capitaine du génie démissionnaire; Weldon était journaliste, Morse, peintre et dessinateur, et Joule brasseur; Pasteur était chimiste; l'illustre physico-chimiste Le Chatelier et le mécanicien génial Rateau appartenaient au Corps des Mines; enfin, Niépce était un officier retraité et Daguerre un peintre décorateur!

La lecture de l'ouvrage de M. Potonniée est passionnante; les extraits de lettres échangées y sont nombreux; son illustration n'est pas moins intéressante : on y trouve la reproduction de nombreuses gravures anciennes, la photographie de reliques touchant Niépce et Daguerre (maison natale, appareils employés, monuments élevés à leur mémoire, manuscrits, etc.), et notamment leurs portraits et la reproduction de leurs premières photographies et de celles de leurs successeurs immédiats. La plupart de ces dernières font partie de la riche collection de la Société française de Photographie.

E. L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN DÉCEMBRE 1938 ET JANVIER 1939.

PARDÉ (L.). — **Les conifères.** In-8 (23 × 16) de 294 p., 87 fig. Paris, La Maison rustique, 26, rue Jacob (6e). **18703**

LEVASSEUR (ALBERT). — **L'électrochimie et l'électrométallurgie.** Tome II : **Fours électriques.** 4e édition, revue et considérablement augmentée. In-8 (25 × 16) de 254 p., 117 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1939. **18704**

FABRY (CHARLES). — **Œuvres choisies publiées à l'occasion de son jubilé scientifique.** In-4 (28 × 19) de VI + 695 p., fig., VII planches. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1938. **18705**

**Les métaux légers. Aluminium, glucinium, magnésium, métaux alcalins.** Mémoires de Henri SAINTE-CLAIRE DEVILLE, HÉROULT, BUSSY, GAY-LUSSAC, THENARD. (*Les classiques de la découverte scientifique*). In-12 (19 × 13) de XIX + 167 p., fig., VII planches. Paris, Gauthier-Villars, 1938. **18706**

**Détermination des poids moléculaires.** Mémoires de : AVOGADRO, AMPÈRE, RAOULT, VAN'T HOFF, BERTHELOT. (*Les classiques de la découverte scientifique*). In-12 (19 × 13) de XVII + 167 p., fig., IV planches. Paris, Gauthier-Villars, 1938. **18707**

**La dissolution.** Mémoires de LAVOISIER, GAY-LUSSAC, LŒWEL, GERNEZ, LESCŒUR, RAOULT. (*Les classiques de la découverte scientifique*). In-12 (19 × 13) de XVII + 149 p., fig., V planches. Paris, Gauthier-Villars, 1938. **18708**

**Halogènes et composés oxygénés du chlore.** Mémoires de SCHEELE, BERTHOLLET, GAY-LUSSAC et THENARD, H. DAVY, BALARD, COURTOIS, H. MOISSAN, MILLON. (*Les classiques de la découverte scientifique*). In-12 (19 × 13) de XIV + 149 p., V planches. Paris, Gauthiers-Villars, 1938. **18709**

STHEGENS (ANDRÉ). — **La pratique du modelage mécanique.** Traité de construction des modèles de fonderie en bois, de l'utilisation des outils manuels et des machines à bois dans l'industrie du modelage. Volume I (1re partie) : *Notions générales. Outillage. Travail aux machines. Procédés de construction. Exemples d'application.* In-12 (18 × 13) de III + 273 p., 190 fig. Paris, Société de Publications mécaniques, 15, rue Bleue (9e), 1929. (*Don de l'auteur.*) **18710**

STHEGENS (ANDRÉ). — **Le toupillage.** La pratique des machines à bois. In-12 (18 × 13) de IV + 193 p., 143 fig. Paris, Édité par « Travail du Bois », 15, rue Bleue (9e), 1931. (*Don de l'auteur.*) **18711**

**Le cinéma d'amateur.** Traité encyclopédique du cinéma 8 mm, 9,5 mm, 16 mm, 17,5 mm, sous la direction de MM. Raymond BRICON, Georges ACHER, Jean VIVIÉ. Publié sous le patronage officiel de la Fédération française des Clubs de Cinéma d'Amateurs. 2e édition. In-12 (18 × 13) de 491 p., fig. Paris, 4, avenue Trudaine (9e). **18712**

BUREAU DES NORMES DE L'AUTOMOBILE. (Chambre syndicale patronale des Fabricants d'accessoires et de pièces détachées d'automobiles, etc., 3, avenue Friedland, Paris, 8e). — **Album de normes, BNA 1939** (BNA 1 à BNA 300). In-8 (23 × 16). **18713**

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ (54, avenue Marceau, Paris, 8e). — **Publication U. S. E. 60** (1938) : *Règles d'établissement des appareils électro-domestiques*, 142 p., fig. **18473**

**Dictionnaire international de fonderie**, établi sur l'initiative du Comité international des Associations techniques de Fonderie. Partie française (1re partie). In-18

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(15 × 10) de XXXII + 334 p. Paris, Édité par l'Association technique de Fonderie, 66, rue Boissière (16e), 1938. (*Don de l'Association technique de Fonderie.*) **18714**

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMAMENTE DES CONGRÈS DE NAVIGATION. — **Congrès, Bruxelles, 1935.** In-8 (25 × 17). 1re Section : *Navigation intérieure*, 62 rapports. Bruxelles (Belgique), Bureau exécutif. Secrétariat général, 38, rue de Louvain. (*Don de M. Vieulle.*) **18715**

∴

KERVRAN (L.). — **Limites des tensions alternatives non dangereuses. Recherche expérimentale** (ex *Revue générale de l'Electricité*, 5 juin 1937). In-8 (22 × 14) de 15 p. Paris, Revue générale de l'Électricité, 12, place de Laborde (8e), 1937. (*Don de l'auteur*). **Pièce 14142**

KERVRAN (L.). — **L'innocuité des tensions alternatives inférieures à 65 volts.** (ex *Revue générale de l'Électricité*, 4 décembre 1937). In-8 (22 × 14) de 12 p. Paris, Revue générale de l'Électricité, 12, place de Laborde (8e), 1937. (*Don de l'auteur*). **Pièce 14143**

DUGIT (MAURICE). — **Théorie de la répartition des charges entre systèmes générateurs fonctionnant en parallèle. Détermination d'une répartition optimum.** (ex *Revue générale de l'Électricité*, 25 janvier 1936). In-4 (27 × 22) de 12 p., 5 fig. Paris, Revue générale de l'Électricité, 12, place de Laborde (8e), 1936. (*Don de l'auteur*). **Pièce 14144**

STHEGENS (A.). — **Perçage et mortaisage du bois.** (La pratique de la machine à bois). In-8 (23 × 15) de 74 p., 63 fig. Paris, Édité par « Travail du bois », 15, rue Bleue (9e), 1931. (*Don de l'auteur*). **Pièce 14145**

STHEGENS (A.). — **Dégauchissage et rabotage du bois.** (La pratique de la machine à bois). In-8 (23 × 15) de 70 p., 53 fig. Paris, Édité par « Travail du bois », 15, rue Bleue (9e), 1933. (*Don de l'auteur*). **Pièce 14146**

**Jubilé scientifique de M. Charles Fabry,** célébré à la Sorbonne le 3 décembre 1937. In-8 (23 × 18) de 96 p. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1938. **Pièce 14147**

MARSAT (ANTOINE.) — **Les aérophares** (Phares destinés à la navigation aérienne). Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris, pour obtenir le titre d'ingénieur-docteur. In-8 (25 × 16) de 59 p., 28 fig. Paris, Éditions de la *Revue d'Optique théorique et instrumentale*, 3 et 5, boulevard Pasteur (15e), 1938. **Pièce 14148**

VOLTERRA (V.). — **Conférences sur quelques questions de mécanique et de physique mathématique.** I : *Rotation des corps dans lesquels existent des mouvements internes.* (Collection de physique mathématique, directeurs : Émile BOREL et Marcel BRILLOUIN. Fascicule IV). In-8 (25 × 16) de 85 p. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1938. **Pièce 14149**

∴

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — BUREAU DE DOCUMENTATION MINIÈRE. — **Statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur en France, en Algérie, dans les colonies, pays de protectorat et territoires sous mandat français, pour l'année 1936.** (2e fascicule). Paris, Imprimerie nationale, 27, rue de la Convention (15e). 1938. **Pér. 138**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE. — CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS. — LABORATOIRE D'ESSAIS. — **Rapport sur le fonctionnement en 1935 et 1936.** par Ed. SAUVAGE. Paris. Hermann et Cie, 6, rue de la Sorbonne (5e). 1937. **Pér. 308**

SOCIÉTÉ DE SECOURS DES AMIS DES SCIENCES. — **Annuaire de 1938.** (Compte rendu du 81e exercice et de la 75e séance publique annuelle tenue le 10 juin 1938 à l'Institut Pasteur). Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1938. **Pér. 151**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION DES EAUX ET DU GÉNIE RURAL. — **Annales.** Fascicule **66** : *Mémoires et notes techniques. Documentation française et étrangère.* Paris. Imprimerie nationale, 1937. **Pér. 9**

COMITÉ DES FORGES DE FRANCE. — **Annuaire 1938-1939.** Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 86**

ASSOCIATION TECHNIQUE MARITIME ET AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin n° 42.** Session de **1938.** Paris, Firmin-Didot et Cie, 56, rue Jacob (6e). 1938. **Pér. 480**

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE NATIONALE. — DIRECTION DE LA STATISTIQUE GÉNÉRALE ET DE LA DOCUMENTATION. — **Résultats statistiques du recensement général de la population effectué le 8 mars 1936.** Tome I; Première partie : *Population légale ou de résidence habituelle.* (Appendice : Population des territoires français d'outre-mer et des pays étrangers). Paris, Imprimerie nationale, 1938. **Pér. 97**

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS. — **Transactions.** Vol. LXXX. **1938.** London, 3, Robert Street, Adelphi, W. C. 2., 1938. **Pér. 222**

ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH. — **Transactions.** Vol. LIX, part. II (Session 1937-38). Edinburgh, 22-24, George Street. **Pér. 2**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings.** Vol. **139. 1938** (April-May). London, Storey's Gate, St. James's Park, S. W. 1. **Pér. 114**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Subject index to Minutes of Proceedings.** Vol. **225-240.** — **Subject index to Selected Engineering Papers,** nos **57-180.** (Sessions 1927-28 to 1934-35). London, Great George Street, Westminster, S. W. 1., 1938. **Pér. 189**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Charter, bye-laws and list of members and associates, 1938.** London, 4, Grosvenor Gardens, S. W. 1. **Pér. 157**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Journal.** Vol. CXXXVII, **1938,** n° 1. London, Grosvenor Gardens, S. W. 1. **Pér. 157**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Special Report,** n° **22** : *Symposium on steelmaking (acid and basic open-hearth practice),* XVIII + 609 p., fig., XXXII pl. (1938). — n° **23** : *Third report of the Steel Castings Research Committee.* VII + 294 p., fig., XII pl. (1938) London, 4, Grosvenor Gardens, S. W. 1. **Pér. 157**

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. — **Yearbook of Agriculture 1938.** (*Soils and Men*). Washington. **Pér. 410**

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. — **Agricultural statistics 1938.** Washington. **Pér. 410**

KONINKLIJKE NEDERLANDSCHE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN. — **Proceedings.** Vol. XLI, nos 6, 7, 8. Amsterdam, 1938. **Pér. 279**

*L'agent général, gérant,* E. LEMAIRE.

BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers-Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, estimant que les circonstances actuelles exigent, pour le redressement économique, un redoublement de son activité, a décidé de prendre à cet effet plusieurs dispositions qu'il porte ici à la connaissance de tous les membres de la Société.

### I. — BULLETIN.

En vue d'une coordination plus suivie des travaux entrepris par ses comités et par diverses collectivités, le Conseil a décidé de faire paraître de nouveau le Bulletin *mensuellement*.

Le Bulletin pourra dès lors comprendre, outre les articles de fond, des rubriques d'actualité pour tout ce qui concerne l'économie nationale, impériale et internationale, les incidences des lois sur la situation des entreprises, l'activité scientifique et technique des principaux groupements, etc.

### II. — CONFÉRENCES.

Dans le même but, le Conseil a décidé d'établir un plan de conférences, dont le premier cycle comprendra *trois conférences économiques*.

Il a choisi pour la date de cette manifestation le mois de mai, en raison de l'affluence de personnalités provinciales et étrangères qu'attirent à la même époque dans la capitale la Foire de Paris et les Salons annuels.

Le *mardi 9 mai*, à 17 h., M. GIGNOUX, président de la Confédération générale du Patronat français, traitera :

*Les avantages et les inconvénients de l'économie dirigée et de l'autarcie; les avantages et les inconvénients de l'économie libérale.*

Le *mardi 16 mai*, à 17 h., M. DU VIVIER DE STREEL, membre du Conseil supérieur de la France d'Outre-mer et de l'Union coloniale, traitera :

*Le développement des échanges entre la Métropole et ses Colonies.*

Le *mardi 23 mai*, à 17 h., M. MERSCH, président du Centre d'Études des jeunes Patrons au Comité central d'Organisation professionnelle, traitera :

*Le rôle du chef d'industrie.*

### III. — EXPOSITION. CONCOURS.

En même temps que seront développées ces idées générales, le Conseil a décidé de présenter une question d'une actualité spéciale, en participant à l'action entreprise en France pour le développement de l'emploi des *matières plastiques*.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette action comprendra, d'une part, en mai, à la Foire de Paris, la présentation commerciale des matières plastiques dans plusieurs stands.

D'autre part, la SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE donnera, le 12 mai, en son hôtel, 19, rue Blanche, Paris (IXe), les deux conférences suivantes :

*Les matières plastiques : Aperçu historique et scientifique*, par M. Louis FROSSARD, directeur général aux Établissements Kuhlmann;

*Les matières plastiques. Leurs principales applications*, par M. DURR, attaché aux Établissements Kuhlmann.

La Société des Ingénieurs civils aura, le 26 mai, sur *Les caoutchoucs artificiels et leurs applications*, une soirée au cours de laquelle M. le Docteur AMBROS, membre du Comité de Direction de l'I. G. Farben Industrie, et M. CHASE, de la Société Dupont de Nemours, prendront la parole.

Après ces séances organisées par la Société des Ingénieurs civils de France, des *Journées des Matières plastiques et des Résines synthétiques* auront lieu à la MAISON DE LA CHIMIE, 28, rue Saint-Dominique, Paris (VIIe), du 10 au 14 juin, et comprendront, en même temps qu'une exposition, des réunions d'études, des conférences scientifiques et techniques et des causeries de vulgarisation avec projections cinématographiques.

Ces Journées mettront en relief les progrès accomplis depuis vingt ans dans le domaine de la polymérisation et de la condensation organiques qui ont provoqué l'essor prodigieux de l'industrie des matières plastiques et des résines artificielles.

Pour sa part, la SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT présentera dans son Hôtel, *du lundi 8 mai inclus au mardi 23 mai inclus*, une *Exposition des applications artistiques françaises de l'industrie des matières plastiques.*

Le Conseil d'Administration compte réunir dans cette Exposition créateurs de modèles et fabricants; il estime, en effet, qu'en France, l'industrie des matières plastiques peut et doit se développer grâce au caractère artistique de sa production.

Il veut, en outre, inciter les jeunes artistes français à une collaboration avec les techniciens, qui doit être aussi profitable aux intérêts particuliers des uns et des autres qu'aux intérêts généraux du Pays.

Dans ce but, il institue un *Concours de projets susceptibles d'être exécutés en matières plastiques.*

Il n'impose aucun sujet, pensant que l'Art français a sa place dans l'industrie des matières plastiques aussi bien pour l'architecture dans les portes, les fenêtres, les poignées de tirage, d'ouverture et de fermeture, que pour la décoration fixe dans les revêtements, pour l'appareillage électrique, l'ameublement, l'accessoire de la toilette et du vêtement, le bijou, le jouet, la tabletterie, les appareils de téléphonie et de radio-diffusion, le camping, etc.

Les résultats de ce Concours, qui est doté de 10 000 francs de prix en espèces figureront à l'Exposition.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En même temps qu'il obtenait de M. HUISMAN, Directeur général des Beaux-Arts, et de M. LUC, Directeur général de l'Enseignement technique, leur haut patronage pour cette Exposition et ce Concours, le Conseil d'Administration s'est assuré la collaboration de personnalités éminentes parmi les artistes, les industriels et les critiques d'art pour la constitution d'un Jury d'admission qui assurera la qualité de l'Exposition et qui attribuera les prix.

### IV. — DISTRIBUTION SOLENNELLE DES RÉCOMPENSES.

Grâce à ces diverses manifestations, conférences, exposition, concours, la Distribution annuelle des Récompenses décernées par la Société d'Encouragement aura, cette année, un caractère particulièrement solennel, ayant été fixée au *jeudi 11 mai à 17 h.*

### V. — BANQUET.

Enfin, le Conseil a décidé de réunir en un Banquet, qui aura lieu le *mardi 9 mai à 20 h.* au Foyer des Polytechniciens, 12, rue de Poitiers, Paris (VII[e]), les membres de la Société et les hautes personnalités qui s'intéressent à son activité.

***

Le Conseil d'Administration espère que le plus grand nombre des membres de la Société participeront à l'ensemble de ces manifestations, qui pourront établir des relations plus étroites parmi eux et avec les membres des autres groupements.

M. Lemaire, agent général, tient les règlements de l'Exposition et du Concours à la disposition des membres de la Société qui désireraient, soit y participer, soit faire parvenir ces règlements à des artistes ou à des industriels qu'ils estimeraient devoir y prendre part.

La participation au banquet est de 100 francs. Les membres de la Société d'Encouragement qui désireraient y assister sont priés d'en informer le Secrétariat de la Société, 44, rue de Rennes, Paris (VI[e]), avant le 30 avril.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'ESSOR DE LA CHIMIE INDUSTRIELLE, DE FRÉDÉRIC KUHLMANN A BERTHELOT

par M. Raymond BERR, *président de la Société des Ingénieurs civils de France, membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Ce discours, dont nous ne reproduisons que la partie technique, a été prononcé par M. Raymond Berr lors de la séance du 13 janvier 1939 de la Société des Ingénieurs civils. On sait que la première séance de l'année est consacrée dans cette société à la transmission des pouvoirs présidentiels, ici de M. CAQUOT, qui est aussi membre du Conseil de la Société d'Encouragement, à M. BERR.

M. Caquot a présenté comme suit le nouveau président à l'assemblée.

*Mon cher Président,*

Nos collègues, en vous désignant unanimement, ont su reconnaître le guide destiné à maintenir notre Société sur la route du bien public dans la période troublée que nous traversons. Toute votre carrière illustre ce sens du juste, du réel, du possible, qualité primordiale du chef.

Par votre famille, votre enfance devait être tout imprégnée de cet esprit géométrique dont parle Pascal et dont il débute l'étude par ces mots : « On peut avoir trois principaux objets dans l'étude de la vérité : l'un de la découvrir quand on la cherche; l'autre de la démontrer quand on la possède; le dernier de la discerner d'avec le faux quand on l'examine. » C'est qu'en effet vos premières études furent animées par la présence de votre grand-père, un des plus illustres et des plus savants des ingénieurs de tous les temps, Maurice Lévy.

Je me souviens encore du respect de nos professeurs quand ce nom se trouvait prononcé au cours d'une leçon, alors qu'ils nous définissaient les conditions d'existence de nos constructions. Parmi ces conditions, il en est plusieurs qui, aujourd'hui, portent universellement le nom de Maurice Lévy. Mais si vous avez trouvé parmi les vôtres cette formation essentielle de l'esprit géométrique, au sens de Pascal, vous y avez trouvé aussi un quatrième objet dans la nécessité de l'action, immédiatement après la connaissance.

Dans ce magnifique siècle de Louis XIV, il suffisait aux grands citoyens, aux hommes de haute pensée de discerner la vérité et de la livrer à leurs contemporains. La science était encore fort limitée dans ses effets, et la marche du progrès assez lente pour qu'un gouvernement fort pût l'utiliser sans que l'homme de science cessât d'habiter sa tour d'ivoire dans les rêves de ses pensées. Il n'en est plus de même aujourd'hui, et le savant doit sacrifier sa tranquillité à sa patrie et descendre dans l'arène pour conduire la lutte.

Ainsi, dans la guerre de 1870, Maurice Lévy, ingénieur de 32 ans, féru de résistance des matériaux, réussit en quelques mois la production en grand nombre avec toutes les méthodes, toutes les matières disponibles, de nouvelles batteries d'artillerie, mission dont l'avait chargé le gouvernement de la Défense nationale.

Ce culte de la réalisation après la démonstration de la vérité devint ainsi familialement la règle de votre vie, et votre aïeul eut la joie de suivre la réussite

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exceptionnelle de vos études au lycée par un prix de mathématiques au Concours général, puis aux examens de l'Ecole polytechnique dont vous sortiez dans les tout premiers en 1910, en même temps que votre frère Maxime. Dans le Corps des Ingénieurs des Mines, vous vous spécialisiez dans la chimie et la géologie, et la grande guerre vous trouvait professeur à l'École nationale des Mines de Saint-Etienne.

Mobilisé immédiatement comme officier d'artillerie, vous êtes blessé, cité à l'ordre de l'Armée et vous avez, en 1917, le grand malheur de perdre votre frère, votre camarade de promotion, tué au Mont-Sans-Nom. Affecté au Ministère de l'Armement, votre rôle fut essentiel dans ce service des explosifs, qui assurait le ravitaillement de l'armée avec une production si formidablement croissante.

Votre activité vous fit choisir par le Commissaire général Mauclère, pour la reconstitution des régions libérées et il vous adjoignit à son cabinet. Mais, rapidement, la grande industrie chimique faisait appel à vos exceptionnelles possibilités. A 31 ans, en 1919, vous étiez directeur général adjoint des Etablissements Kuhlmann dont vous êtes, depuis 1933, l'administrateur délégué responsable. Dès lors, votre activité est celle de cette grande industrie; et nous vous trouvons également à la tête de ses fonctions syndicales, comme des organismes techniques et sociaux de cette grande branche de l'activité française.

Nous avons eu la rare fortune de vous entendre au sein de notre Société, en 1927 dans un exposé exceptionnellement précis et objectif sur *L'évolution nouvelle de l'industrie chimique* [1], et nos collègues vous ont décerné le prix Nozo. Dès 1935, avec une rare maîtrise, vous exposiez au XIII[e] Congrès de Chimie industrielle ce qu'était et ce que devrait être *La technique chimique devant la crise* [2]. Vous savez qu'administrer c'est prévoir, et vous prenez en temps utile, là où vous êtes le chef, les mesures de sauvegarde et d'action qui assurent la prospérité de la production.

Je n'en citerai que deux, parce qu'elles montrent ce qu'est le courage de l'industriel français. Et celui-ci, si nous revenions à la loi de la belle et noble liberté, dans un régime d'égalité économique, assurerait promptement à notre pays une prospérité qu'aucun autre ne pourrait égaler. Avec des capitaux privés, sans aucun appui de l'Etat, vous avez réussi à fabriquer et à vendre de l'essence de synthèse par les usines de la Société Courrières-Kuhlmann. De même, dès la mise au point de l'industrie correspondante, vous réalisez la fabrication de tous les dérivés de l'éthylène.

## DISCOURS DE M. RAYMOND BERR.

*Un précurseur, Frédéric Kuhlmann.* — Avant de jeter avec vous un coup d'œil sur le merveilleux essor de la chimie appliquée, je voudrais, précisément, évoquer le souvenir d'un de ses précurseurs français qui, voici cent ans, posa les bases de deux grandes fabrications : l'acide sulfurique de contact et la synthèse des nitrates.

Né à Colmar en 1803, Frédéric Kuhlmann fut désigné, par son maître

(1) Voir aussi, de M. Raymond BERR, *L'évolution de l'industrie des engrais chimiques*, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* de juin 1930, p. 483-515.

(2) Le texte de cette communication a été reproduit dans le *Bulletin* de novembre 1933, p. 565-572.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Vauquelin, pour occuper, à l'âge de 21 ans, la chaire de chimie que venait de fonder la Municipalité de Lille; son discours inaugural prit pour thème une pensée qui demeure encore d'actualité : « L'industrie, qui féconde le travail et la science, qui sert de guide à l'industrie, sont les plus sûrs appuis de l'ordre, de la puissance et du bonheur publics. »

Devant la difficulté qu'éprouvaient les industriels de la région du Nord à se procurer leurs matières premières, Kuhlmann, avec l'aide de commanditaires frappés de son érudition et de son sens pratique, fonda, en 1825, une société au capital de 200 000 fr pour la fabrication de l'acide sulfurique. Esprit curieux, enthousiaste, possédant toute la science chimique de son époque, et préoccupé d'en découvrir toutes les applications possibles, Kuhlmann ne cessa, sa vie durant, et tout en gérant son affaire, de poursuivre d'innombrables recherches dans tous les domaines de la chimie appliquée.

La fabrication directe des acides sulfuriques à hauts titres et des acides fumants, que l'on obtenait par des moyens coûteux, préoccupait beaucoup les chimistes de ce temps. Dès 1831, Peregrin Philipps, avait breveté, en Angleterre, l'emploi de l'éponge de platine pour l'oxydation catalytique de l'anhydride sulfureux.

Kuhlmann, reprenant la question, déposa, le 25 octobre 1838, une demande de brevet sur le même objet, dans laquelle il décrit avec précision les différents types d'appareillage qui lui paraissent propres à conduire la réaction; ses suggestions, pour le refroidissement des gaz de la combustion du soufre, leur épuration, la présentation du catalyseur, le choix de son support, l'aménagement des caisses de catalyse, la condensation des acides, portent en germe la plupart des dispositifs qui sont encore en usage.

Il s'empressa de réaliser ses conceptions; mais, au bout de quelques mois, l'activité de son catalyseur diminua, parce qu'il ne possédait ni les moyens d'épurer parfaitement ses gaz, ni la connaissance des curieuses propriétés physiques des acides concentrés. Sous le bénéfice de l'antériorité scientifique de Philipps, on peut affirmer que Kuhlmann fut le premier fabricant d'acide de contact et qu'il mérite d'être regardé comme le précurseur d'une industrie fondamentale, qui s'épanouit 50 ans plus tard, lorsque les besoins de la fabrication de l'indigo synthétique, provoquant les mémorables travaux de Knietsch et les patientes recherches de la Badische Anilin-und Soda-Fabrik, aboutirent à la production en grandes masses de l'acide concentré.

Quelques jours plus tard, le 31 octobre 1838, Kuhlmann prenait un brevet sur l'oxydation catalytique de l'ammoniaque en acide nitrique. C'est en cherchant à approfondir les phénomènes de la nitrification qu'il fut conduit à ces mémorables expériences.

Se refusant à admettre que les apports d'azote fussent, dans la nature, en toutes circonstances, justifiés par la décomposition des matières organiques azotées, il supposait que, sous l'influence des corps poreux, l'azote et l'oxygène de l'air, grâce à la présence de l'eau, pouvaient s'unir et se porter sur de petites quantités d'ammoniaque, pour former du nitrate d'ammoniaque, lequel, par double décomposition avec les carbonates du sol, donnait des nitrates de chaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou de magnésie, en régénérant l'ammoniaque. L'eau et l'ammoniaque servaient ainsi de véhicules pour fixer l'azote de l'air. Il imaginait cependant que la destruction des matières organiques, azotées ou non, pouvait libérer de l'hydrogène naissant, capable de s'unir directement à l'azote de l'air, en engendrant de l'ammoniac; ce dernier lui paraissait à son tour pouvoir, sous certaines influences, s'oxyder en acide nitrique, et concourir largement à la formation des nitrates.

Ses expériences portèrent donc à la fois sur l'oxydation de l'ammoniac, au moyen de la mousse de platine, et sur la production de l'ammoniac à partir de ses éléments. Les premières furent couronnées de succès. Les secondes échouèrent, jusqu'à ce que leur auteur eût l'idée de mettre en présence les éléments à l'état naissant; en faisant passer, sur son éponge de platine, des vapeurs d'acide nitrique, en présence d'un excès d'hydrogène, il obtenait, par réduction, de l'azote naissant, qui se combinait à l'hydrogène pour donner de l'ammoniac.

On sait comment ce problème fut repris, au début du XX^e^ siècle, par Henry Le Chatelier, en recourant aux hautes pressions, conformément aux principes qui portent son nom; un accident stupide, dû à l'introduction fortuite d'air dans son appareil, le détourna de la poursuite d'essais dangereux, et c'est au professeur Haber, aidé de l'ingénieur Bosch, qu'est due, à la veille de la grande guerre, la mise au point industrielle de cette synthèse, qui devait ouvrir de si larges perspectives.

Si le prix de la matière première ne permit pas à Kuhlmann de monter la fabrication des nitrates synthétiques, il mesura cependant toute l'importance de sa découverte; dans un mémoire présenté à la Société des Sciences, à Lille, il écrivait ces lignes vraiment prophétiques : « Si, dans les circonstances actuelles, la transformation de l'ammoniaque en acide nitrique, au moyen de l'éponge de platine et de l'air, ne présente pas l'économie convenable, il peut arriver des moments où cette transformation deviendra possible sous le rapport économique; l'on peut dire avec assurance que la connaissance des faits consignés dans ce travail est de nature à rassurer complètement le Gouvernement sur les difficultés et même l'impossibilité de se procurer du salpêtre en quantité suffisante, dans le cas d'une guerre maritime, et à faire modifier le mode d'approvisionnement de salpêtre pour les besoins de l'État, dicté jusqu'alors par une sage prévision de l'avenir. »

Hanté par le problème de la fertilisation des terres, il entreprit, au cours des années suivantes, sur ses propriétés de Loos, près de Lille, des essais sur l'emploi du sulfate d'ammoniaque et du nitrate de soude. « Nous sommes bien près, écrit-il en 1844, de l'époque où le prix du sulfate d'ammoniaque aura permis l'emploi de ce sel dans l'agriculture, pour les récoltes les moins chères.... Quant au nitrate de soude, j'ai démontré que nous sommes déjà aujourd'hui bien près de la limite où les récoltes permettront de couvrir entièrement la dépense. Ce résultat est dû, en grande partie, à une mesure qui vient d'être prise par le Gouvernement, et que j'avais vivement sollicitée auprès de M. le Directeur général des Douanes, dans l'intérêt de l'agriculture, en me fondant sur les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

résultats de mes expériences. » Il s'agissait de la réduction du droit de douane. Il persévéra dans sa campagne antifiscale, fit intervenir les Conseils généraux de l'Agriculture et du Commerce, et obtint finalement, en 1846, l'admission en franchise du nitrate agricole, qui n'a jamais été rapportée depuis. Ainsi Kuhlmann apparaît, sans conteste, comme l'initiateur de l'industrie des nitrates synthétiques et comme le précurseur de l'emploi des engrais azotés.

Cet industriel, qui eut le rare privilège de demeurer homme de science, posséda au plus haut degré le sens social et, dans l'ordre des relations avec les ouvriers ou des institutions de prévoyance, devança largement son époque.

La génération qui assiste à l'épanouissement prodigieux des conceptions de Kuhlmann se devait, me semble-t-il, de rappeler, à l'occasion du centenaire de ses découvertes, ce que lui doivent l'industrie et l'agriculture de notre pays.

Vous me permettrez de ne pas quitter cette figure attachante sans rappeler la mémoire de son petit-fils, Donat Agache, dont la magnifique énergie, servie par une vaste intelligence, parvint à reconstituer, sur des bases élargies, la création du grand-père, anéantie par la grande guerre, et dont la foi inébranlable contribua puissamment, au plus fort de la tourmente, à doter la France d'une industrie indépendante des matières colorantes.

*L'acide sulfurique.* — Que sont devenues, après un siècle, ces fabrications dont je viens de conter la naissance?

L'acide sulfurique a vu ses débouchés se multiplier et s'accroître au point que sa consommation est, pour les grands pays, une mesure de leur activité; il demeure, et de loin, le principal agent de solubilisation des phosphates naturels; il fixe une grande partie de l'azote agricole; il est resté l'intermédiaire nécessaire de la plupart des transformations organiques, dans la production des matières colorantes et des explosifs; il intervient dans la préparation des fibres artificielles dérivant de la viscose, qui lui a ouvert, surtout dans les pays autarciques, d'énormes débouchés. En bref, l'âge de l'acide sulfurique n'est pas révolu, et la France, en pleine crise, produit 1 100 000 t par an de monohydrate.

Depuis 1838, la fabrication de l'acide sulfurique a fait des progrès considérables; les procédés des chambres et de contact ont lutté côte à côte, accusant des perfectionnements progressifs, qui les ont conduits à des unités de grande capacité, produisant couramment 100 t d'acide monohydrate par jour. La production, dans les grandes nations industrielles, est justiciable, à raison de un tiers ou de la moitié, du procédé de contact, dont l'emprise paraît devoir s'accuser avec le temps. Les méthodes de grillage des sulfures métalliques ont évolué rapidement; les fours mécaniques à étages ont vu, depuis le début du XX$^{e}$ siècle, s'accroître leur capacité journalière, et, tout récemment, les fours tubulaires, du type des cimenteries, ont montré, malgré leur simplicité, leur aptitude à traiter ces minerais, à raison de 100 t par jour. L'épuration des gaz, dans des champs électriques de 50 000 à 60 000 V, est devenue banale depuis vingt ans.

Bien loin, malgré tous ces progrès, d'être stabilisée, cette vieille industrie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

voit, dans le présent, se poser des problèmes inattendus. Les méthodes de flottation des minerais complexes ont fait apparaître des pyrites ou des blendes très fines, dont le grillage peut s'effectuer exactement comme la combustion du charbon pulvérisé. Il existe déjà dans le monde quelques installations de ce genre; elles paraissent susceptibles de se multiplier rapidement, malgré que, comme les fours tournants, elles bousculent bien des idées acquises.

Du côté des minerais, le remplacement des sulfures métalliques par le sulfate de chaux naturel est à l'ordre du jour. L'anhydrite ou le gypse, traités dans un four tournant, en présence de charbon et de silice, dégagent de l'anhydride sulfureux et laissent, comme résidu, un clinker propre à la préparation du ciment. L'énormité des installations, la conjugaison de deux industries hétérogènes, la charge des transports sur des matières premières de faible valeur ne rendent viable ce procédé, en économie libérale, que dans des conditions géographiques exceptionnelles. L'extraction du soufre du sulfate de chaux demeure, cependant, d'actualité; son intérêt est accru par les bouleversements monétaires, les tendances autarciques et le souci de la défense nationale.

*L'ammoniac et les nitrates de synthèse.* — L'industrie de l'ammoniac et des nitrates de synthèse date, nous l'avons dit, d'un quart de siècle, mais, en dehors de l'Allemagne, elle n'a pris son grand développement que depuis quinze ans. Son apparition a ouvert à la technique des voies inédites.

Le recours, pour la combinaison de l'azote et de l'hydrogène, à de hautes pressions, atteignant, dans certains procédés, 1 000 atm, a conduit à créer un appareillage entièrement nouveau et auquel les progrès de la métallurgie ont vite conféré une grande sécurité. Compresseurs, tubes de synthèse accomplissent leur silencieux travail avec une apparente facilité; l'épuration des gaz a été poussée si loin, avec des tolérances d'impuretés inférieures à quelques fractions de millionièmes, que les catalyseurs assurent sans fatigue de bons rendements pendant des années. C'est la possession de cet appareillage qui a permis d'aborder les réactions d'hydrogénation sous pression, comme la synthèse de l'alcool méthylique ou la transformation du charbon en essence.

A l'occasion de la synthèse de l'ammoniac, s'est encore posé un problème d'une immense importance, qui domine la nouvelle industrie chimique, la production économique de grandes quantités d'hydrogène. La multiplicité des solutions données à ce problème témoigne de la diversité des aspects de l'industrie moderne.

L'électrolyse de l'eau, même dans des cellules d'excellent rendement, n'est applicable que dans les régions d'énergie extrêmement bon marché. La Norvège est du nombre. Témoins, les électrolyseurs de Rjukan, disposés sur les six étages d'un énorme building, débitant par heure 25 000 $m^3$ du précieux gaz, dans la solitude des hautes montagnes.

Une grande partie de l'hydrogène est, aujourd'hui, puisée dans le gaz des fours à coke, qui en contient 50 à 60 p. 100 de son volume; des procédés de frac-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tionnement purement physiques, en séparant, par liquéfaction, tous les constituants, isolent l'hydrogène le plus réfractaire, qui bout à — 253°, soit 20° K. A la plupart des grandes cokeries françaises se sont accolées, depuis quinze ans, des usines d'ammoniaque qui, après avoir enlevé tout l'hydrogène des gaz de carbonisation, restituent un gaz résiduaire enrichi, correspondant — la coïncidence vaut d'être notée — aux calories requises pour le chauffage de la batterie.

Mais la plus grande masse de l'hydrogène consommé dans le monde provient du gaz à l'eau (40 p. 100 H ; 50 p. 100 CO) qui, selon l'expression consacrée, est ensuite converti par la vapeur d'eau, en présence d'un catalyseur. L'oxyde de carbone fixe l'oxygène de l'eau et libère son propre volume d'hydrogène.

On a également souvent recours au méthane, ou aux gaz qui en contiennent, pour obtenir des gaz riches en hydrogène : la vapeur d'eau à haute température dégage trois volumes d'hydrogène par volume de méthane.

Ce court aperçu montre le champ surprenant que ces réactions entre les gaz industriels et la vapeur d'eau viennent d'ouvrir aux chimistes.

Quant à l'azote, cet invité de marque, sa préparation est si facile que, pour un peu, elle serait passée sous silence. Il est toujours emprunté à l'air ; lorsque l'hydrogène est puisé dans l'eau ou le gaz de cokerie, l'azote est préparé par liquéfaction de l'air et distillation fractionnée, grâce à l'écart de 10 degrés environ entre son point d'ébullition et celui de l'oxygène. Dans le procédé du gaz à l'eau, il provient de l'air nécessaire, dans les périodes de soufflage, au réchauffage du gazogène ; et l'on peut dire, dans ce cas, qu'il est gratuit.

La production d'ammoniaque synthétique dans le monde dépasse 2 350 000 t et la consommation d'engrais azotés $16 \times 10^6$ t. Le choix d'un support économique et convenable, pour ces énormes masses d'azote, a fait naître, voici 10 ans, de graves préoccupations, aujourd'hui dissipées.

D'une part, l'agriculture s'est montrée fidèle à la forme purement ammoniacale et, notamment, au sulfate d'ammoniaque, dont le déclin, prévu, ne s'est pas réalisé ; dans certaines circonstances, le sulfate de chaux permet, avec économie, de fixer l'ammoniaque, et la production se partage entre le gypse et l'acide sulfurique. La recherche d'un support gratuit a mené au phosphate d'ammoniaque, corps remarquable, dont la concentration équivaut à quatre fois son poids des anciens engrais, sulfate d'ammoniaque et superphosphate. Sa production se développe rapidement pour la préparation d'engrais composés à haute teneur et a suscité de remarquables progrès dans la fabrication de l'acide phosphorique par voie chimique, thermique ou électrique.

Le passage de l'ammoniaque à l'acide nitrique a été rendu singulièrement aisé par l'usage de très fins tissus de platine, comportant 3 600 mailles au centimètre carré et au travers desquels l'oxydation s'effectue en moins de 1/500 sec ; la découverte des aciers inoxydables a magistralement résolu la technique de la condensation et de la circulation des acides.

A l'ancienne et unique forme nitrique du nitrate de soude, dont la part, dans la consommation mondiale d'azote est tombée de 75 p. 100 au début du siècle à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moins de 10 p. 100, se sont largement substitués les nitrates de chaux et, depuis peu d'années, le nitrate d'ammoniaque, auxquels différents artifices d'enrobage ont ôté le défaut d'hygroscopicité qui s'opposait à son emploi.

Les nitrates artificiels, dont tous les pays possèdent les matières premières, air, eau, énergie, réduisent chaque année l'importance relative du nitrate naturel et assurent progressivement l'indépendance de chaque peuple en matière agricole. Je ne crois pas que l'on doive regretter l'époque où les voiliers sillonnaient les mers pour apporter, en quantités mesurées et à hauts prix, le précieux fertilisant aux nations les plus riches; ne vaut-il pas mieux que les hommes, grâce à la science, se procurent, sous leur propre ciel et dans leur propre sol, le moyen de féconder leur terre et de garantir leur subsistance?

Le nitrate de soude a conservé une certaine faveur, grâce à l'ancienneté de son introduction. L'obligation de recourir au carbonate de soude a rendu jusqu'ici sa synthèse onéreuse et, par suite, assez lent le remplacement du produit naturel; mais les chimistes viennent de réussir à permuter le nitrate de chaux en nitrate de soude, par le passage alterné de solutions de nitrate de chaux et de chlorure de sodium sur des zéolites. Depuis 1937, la fabrication en masse du nitrate de soude, à l'aide de l'eau de mer, est une réalité, étonnante mais tangible.

LES CARBURANTS ARTIFICIELS. — La technique des hautes pressions et la production massive de l'hydrogène ont rendu possible l'accès aux carburants artificiels.

*L'alcool méthylique de synthèse.* — La synthèse de l'alcool méthylique, par la soudure d'une molécule d'oxyde de carbone et deux molécules d'hydrogène, fut une révélation. Elle marqua l'écroulement définitif de la frontière, déjà branlante, qui séparait la chimie minérale de la chimie organique; elle a été suivie d'un grand nombre de processus analogues qui, partant des matières minérales les plus simples, aboutissent à des produits complexes, considérés naguère comme de nature organique.

La synthèse de l'alcool fut, évidemment, poursuivie, à l'origine, en vue d'applications purement chimiques; son prix n'est plus que le vingtième de celui de l'ancien alcool provenant de la distillation du bois et a permis d'asseoir la fabrication des matières plastiques à base de formol, qui dérive lui-même aisément de l'alcool méthylique par oxydation catalytique. Mais on s'est vite aperçu qu'il constituait un excellent carburant. Notre éminent collègue, M. l'Inspecteur général Dumanois, a conclu, dès son apparition, que l'alcool méthylique pouvait remplacer l'essence, à raison de 1,5 l pour 1 l d'essence; il possède, avec un indice d'octane de 135, un remarquable pouvoir antidétonant et peut être utilisé, soit pour la préparation des supercarburants, grâce à un tiers solvant, benzol ou alcool éthylique, soit pour l'injection directe dans les gaz d'admission, dont il relève de 50 p. 100 l'indice d'octane. Les pays autarciques l'ont compris et ont poussé à l'accroissement de sa production, qui se chiffre, à l'étranger, par dizaines ou centaines de mille tonnes.

En France, des préventions, d'un ordre très particulier, se sont longtemps opposées à sa diffusion, et c'est en 1938 seulement que les règlements adminis-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tratifs ont généralisé son emploi. Mais il a le fâcheux privilège d'être un alcool et doit acquitter un impôt égal à 30 p. 100 de son prix de vente; une telle surcharge demeure inexplicable depuis que notre gouvernement s'est résolu, avec raison, à exonérer de toutes taxes les carburants de synthèse.

L'abaissement du prix de l'alcool méthylique permet d'aborder la fabrication d'explosifs puissants, le pentaérythrite et l'exogène, découverts à la fin du XIX^e^ siècle, et d'un grand intérêt militaire, parce que leur préparation fait exclusivement appel à des matières premières nationales, de disponibilités illimitées.

*L'hydrogénation de la houille.* — La liquéfaction du charbon par hydrogénation est due à Berthelot, qui a fait connaître, dès 1867, une « méthode universelle pour réduire et saturer d'hydrogène les composés organiques ». « Par cette méthode écrit-il, un composé organique quelconque peut être transformé dans un carbure d'hydrogène, renfermant d'ordinaire la même quantité de carbone.... La méthode se vérifie sans rencontrer d'exception. Elle s'applique même aux matières noires, telles que l'humine, la houille, le charbon de bois, matières que l'on est habitué à regarder comme placées en dehors du domaine des réactions régulières. » Et Berthelot de préciser qu'il évalue à une centaine d'atmosphères la pression développée dans ses essais.

Ces quelques lignes portent, en germe, toutes les applications de l'hydrogénation aux combustibles solides ou liquides. En vérité, la transposition de ces idées sur le plan industriel ne fut tentée que quarante-cinq ans plus tard, par Bergius, qui, en 1912, réussit, au prix de coûteux efforts, à hydrogéner le charbon, en marche continue, sous pression; mais il n'obtint qu'un liquide complexe, reflet de toute la chimie organique, d'où l'on ne pouvait extraire qu'une faible proportion d'essence.

C'est en 1927 que fut effectuée, en Allemagne, sur une grande échelle, la transformation du charbon en essence. Le succès fut dû, cette fois, non seulement à l'expérience antérieusement acquise dans le domaine des hautes pressions, mais surtout à la division de l'opération en deux phases et à l'emploi de catalyseurs spécifiques, capables d'orienter les réactions d'hydrogénation vers la formation de carbures assez légers pour constituer l'essence. Le procédé paraît extrêmement souple; le réglage des différents facteurs, pression, température, catalyseurs, permet de l'adapter au traitement des diverses qualités de combustibles solides. Il s'applique aisément aux combustibles liquides, goudrons de houille, fractions lourdes du pétrole ou résidus des opérations de craquage. C'est précisément cette extrême souplesse qui a aussitôt attiré l'attention de l'industrie du pétrole sur les nouvelles méthodes d'hydrogénation.

La distillation, puis le craquage, fournissent des quantités croissantes d'essence, mais ont le désavantage de provoquer la formation de gaz incondensables et de résidus lourds, encombrants, voire même de coke en excessive proportion. L'hydrogénation, en saturant les hydrocarbures qui se polymérisent au cours du craquage, a donné le moyen de transformer intégralement les fractions lourdes en produits de faibles poids moléculaires, qui sont le propre de l'essence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La production allemande d'essence d'hydrogénation s'accroît avec rapidité, pour dépasser aujourd'hui $1 \times 10^6$ t annuelles. En y ajoutant la production de 300 000 t d'essence Fischer et de 600 000 à 700 000 t d'alcool éthylique, d'alcool méthylique et de benzol, nos voisins parviennent à couvrir, en carburants indigènes, 60 p. 100 de leurs besoins. L'usine anglaise de Billingham, conçue pour 150 000 t par an, est exploitée depuis 1935. A l'exception de deux usines expérimentales françaises, il n'existe pas d'autres intallations en Europe, qui transforment en essence les combustibles solides.

Si les opérations d'hydrogénation peuvent être schématisées de façon simple, leur application aux combustibles solides est d'une technique ardue. L'unité de production économique est de l'ordre de 60 000 t d'essence par an et correspond à des investissements énormes, qui se situent entre 300 et 400 millions, devant lesquels reculent même les gouvernements. Et cependant, ces méthodes nouvelles, appliquées soit au charbon, soit au pétrole, sont réputées produire, grâce à la conservation de la structure cyclique, voire même aromatique, des essences antidétonantes, précieuses pour l'aviation.

Le procédé Pott-Broche, dont la réalisation industrielle se place au début de 1938, peut être classé parmi les méthodes du même type; il soumet à l'hydrogénation, sous forte pression, le produit du lessivage de la houille par différents solvants organiques.

*La synthèse Fischer.* — Ce sont encore des Français, Sabatier et Senderens, qui ont créé la seconde méthode qui mène aux carburants de synthèse; elle se résume en ces simples mots, empruntés à une conférence faite par M. Sabatier en 1922, devant l'Académie des Sciences de Stockholm : « Sur du nickel récemment réduit, maintenu à température convenable (entre 150 et 200°), on dirige les vapeurs de la substance, en même temps qu'un excès d'hydrogène. » Nos compatriotes réussirent, vers 1902, à transformer l'oxyde de carbone en méthane, à la pression atmosphérique, en activant le nickel par l'alumine. Ils frôlèrent ainsi la synthèse des carburants par hydrogénation de l'oxyde de carbone, qui fut reprise, en 1925, par Fischer et Tropsch, à l'aide de catalyseurs différents, moins actifs, à base de cobalt.

Dix ans de recherches systématiques, dirigées, d'une part, vers l'épuration parfaite des composés sulfurés que renferment les gaz industriels; d'autre part, vers des catalyseurs susceptibles de former la plus forte proportion d'hydrocarbures liquides, ont abouti, en 1935, à la mise au point industrielle d'un procédé d'une simplicité surprenante. Le simple passage, à la pression atmosphérique, à 190°, sur un catalyseur convenable, d'un gaz enrichi en hydrogène, de manière à opposer deux molécules de ce gaz à une molécule d'oxyde de carbone, transforme ces gaz élémentaires, les plus simples de la chimie, en un nombre incalculable d'hydrocarbures, appartenant surtout à la série du méthane et de l'éthylène.

La nature chimique des produits lourds de la catalyse Fischer les rend propres à la fabrication des huiles de graissage. Certaines fractions sont facilement transformées en acides gras par l'oxygène de l'air, en présence d'un catalyseur, et ces acides, par saponification, donnent à leur tour d'excellents savons. C'est ainsi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'on a pu annoncer récemment dans la presse la construction, en Allemagne, de deux usines d'une capacité annuelle de 60 000 t de savons de charbon.

L'hydrogénation, à haute température, et sous pression, de ces acides gras, conduit à des alcools dont la molécule renferme jusqu'à 12 atomes de carbone, comparables à ceux qui sont issus des acides gras des huiles animales et végétales. Les dérivés sulfonés de ces alcools ont pris récemment une grande extension comme détergents ou agents de mouillage et d'émulsion. Enfin, la condensation de ces acides gras avec la glycérine peut mener aux corps gras alimentaires artificiels.

L'industrie allemande, s'emparant du procédé Fischer, a fait, en trois ans, surgir de nombreuses usines, d'une capacité totale de production voisine de 300 000 t par an. Le procédé est encore jeune, mais ses possibilités restent considérables. Si les propriétés antidétonantes de l'essence Fischer doivent encore être améliorées, ce qui paraît possible par des artifices d'une grande simplicité, le gas oil recueilli, au cours de la même réaction, est d'une qualité remarquable.

Ne quittons pas ce complexe d'industries sans noter le caractère universel acquis, au cours des récentes années, par ce mélange si particulier, issu du gaz à l'eau, et accolant deux volumes d'hydrogène à un volume d'oxyde de carbone. Sa teneur en hydrogène l'assimile au gaz de cokerie, pour la préparation de l'hydrogène pur et la synthèse de l'ammoniaque. Sa composition le rend apte indifféremment à la synthèse de l'alcool méthylique et à celle des carburants ou des corps gras.

*L'aspect économique et militaire du problème des carburants artificiels.* — C'est avec scepticisme que les hommes de science et le grand public ont vu poindre cette vaste conception des carburants de synthèse. Les arguments les plus généralement opposés à sa réalisation étaient l'impossibilité évidente de produire un carburant quelconque au prix du produit naturel et la protection considérable qu'il fallait accorder à ce genre de fabrication pour la rendre viable. Les mieux informés ajoutaient, non sans raison, que les pays importateurs de combustibles ne retireraient aucun avantage de la transformation coûteuse de 4 à 5 kg de charbon en 1 kg d'essence. Puis, le soutien pesant, accordé par le gouvernement allemand à cette industrie, a donné à réfléchir et l'on s'est rendu compte qu'à bref délai, nos voisins parviendraient à tirer de leur sol la totalité de leurs besoins en combustibles liquides.

Je n'insiste pas sur les avantages militaires d'une pareille indépendance, peut-être chèrement payée par l'ensemble de l'économie nationale ; mais c'est là le procès de l'autarcie, qui reste ouvert, sans qu'il soit permis de conclure aux bienfaits ou aux méfaits d'une expérience gigantesque, jamais entreprise avec des moyens comparables à ceux de la science moderne, et qui n'a pas atteint son terme.

La question qui se pose est beaucoup plus réaliste. Est-il permis à une grande nation, lorsque ses puissants voisins développent, avec des moyens inégalés, une technique aussi nouvelle, de ne pas l'implanter chez elle, alors qu'elle intéresse sa défense nationale, dans le cas, même problématique, où la liberté des mers

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

serait mal assurée, sa monnaie, si le malheur des temps la conduisait au contrôle des devises, et, enfin, son potentiel industriel, par les incidences déjà entrevues sur nombre d'activités? Tout en maintenant notre politique des carburants sur le plan de l'économie libérale, ce dont nous devons le louer, notre gouvernement a pensé, qu'à l'image de la Grande-Bretagne, il se devait d'aider, dans une mesure raisonnable, la naissance en France d'une industrie des carburants de synthèse.

La protection douanière actuelle sera-t-elle suffisante pour susciter la création d'une industrie des carburants? En fait, une seule usine existe sur notre territoire qui, depuis 1937, vive au bénéfice de la protection douanière.

Sans doute, les secousses imprimées, pendant de longs mois, à l'économie française, se sont-elles opposées à des initiatives qui entraînent des risques d'autant plus sérieux qu'ils ne peuvent être courus qu'avec d'énormes capitaux. Mais il faut signaler, et ce sera, sur ce point, ma conclusion, que le rapport du prix du kilogramme de coke métallurgique au prix du litre d'essence à la pompe est de 2 à 13 en France et de 1 à 20 en Allemagne. Ces simples chiffres doivent être médités, par l'industrie, qui hésite à s'engager, et par les Pouvoirs publics, anxieux de doter notre pays d'un outillage minimum d'hydrogénation.

*Le rêve de Berthelot.* — Nous voici parvenus bien loin des premiers travaux de Kuhlmann et, cependant, ne trouvez-vous pas prodigieux l'enchaînement des idées et des faits qui nous ont amenés de ces essais de laboratoire aux réalisations de la chimie contemporaine qui, dans le domaine des engrais et des carburants artificiels, exercent, par leur caractère massif, la plus grande influence sur l'économie, la politique et la défense nationale des Etats? Ce sont certes là les plus éclatantes conquêtes de la chimie industrielle, mais ce ne sont ni les seules ni les plus variées. Elle domine à ce point tous les instants de notre vie qu'il est aussi impossible d'en tracer les contours que d'assigner des limites à l'activité humaine. Tout au plus peut-on prétendre à soulever le voile sur quelques tendances plus curieuses ou plus récentes, prises comme exemples de sa puissance constructive. L'une des plus sensibles a été l'établissement, à l'ancienne frontière de la chimie minérale et de la chimie organique, d'un grand nombre de fabrications qui, avec un décalage de soixante ans, ont matérialisé les idées de Berthelot. « Dans l'ordre de la synthèse organique, écrit l'illustre savant, le point essentiel réside dans la formation des premiers termes, au moyen des éléments, c'est-à-dire dans celle des carbures d'hydrogène et des alcools. A mesure que l'on s'élève à des composés plus compliqués, les réactions deviennent plus faciles et plus variées, et les ressources de la synthèse augmentent à chaque pas nouveau. »

De fait, les étonnantes constructions synthétiques de la chimie des matières colorantes, qui se poursuivent encore de nos jours, ont été édifiées depuis 1860, et si de nouvelles couleurs, plus résistantes, plus solides, ont été découvertes, en vue de leur adaptation à tous les textiles ou matériaux naturels ou artificiels, je ne crois pas que ces recherches aient surpassé la découverte de l'alizarine en 1868 et de l'indigo en 1878. Par contre, c'est depuis 20 ans seulement que l'industrie élabore les dérivés des carbures d'hydrogène les plus simples, l'éthylène et l'acétylène.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*La chimie de l'éthylène.* — L'éthylène et ses homologues supérieurs (propylènes, butylènes, amylènes, hexylènes) se rencontrent, en proportions variables, dans les gaz de cokerie et de craquage des pétroles, dans les gaz naturels et dans les produits gazeux de la synthèse Fischer. La soudure d'une molécule d'éthylène et d'une molécule d'eau donne assez aisément une molécule d'alcool éthylique; c'est ainsi que des fabriques d'alcool sont souvent annexées aux usines d'ammoniaque. De même, les Américains ont fixé les carbures supérieurs des gaz de craquage ou des gaz naturels sous forme d'alcools, largement utilisés en parfumerie et comme solvants.

La chimie de l'éthylène et de ses homologues a suivi bien d'autres voies que la production des alcools. L'une des plus fructueuses conduit à l'oxyde d'éthylène, qu'on peut se figurer comme résultant de l'union d'une molécule d'éthylène et d'un atome d'oxygène. Ce corps jouit de propriétés réactives exceptionnelles. Par addition d'une molécule d'eau, il donne le glycol, susceptible de remplacer, dans un grand nombre de ses emplois, la glycérine naturelle. C'est un liquide de choix pour les radiateurs d'automobiles et surtout d'aviation. Sa nitration donne un explosif équivalent à la nitroglycérine.

L'oxyde d'éthylène s'accole aisément à l'ammoniaque pour former des éthanolamines qui, dès leur apparition, ont trouvé des applications variées. Elles se combinent aux acides gras pour former des savons délicats qui sont recherchés par l'industrie textile. Elles entrent dans la préparation des fards, dont toutes les classes de la société font, de nos jours, une si grande consommation. Ce sont aussi, grâce à leurs propriétés de moyenne basicité, de remarquables agents d'épuration des gaz. L'oxyde d'éthylène fixe non moins avidement les alcools pour donner des éthers du glycol qui, sous le nom de cellosolves, sont très appréciés comme dissolvants de la nitrocellulose, des gommes et des résines, ou comme agents d'extraction des huiles essentielles.

La liste est extrêmement longue des combinaisons de ce genre, qui sont devenues des produits commerciaux. Si l'on remarque que les homologues supérieurs de l'éthylène (propylène, butylène) et leurs nombreux isomères donnent lieu, chacun, à une chaîne de réactions analogues, pour aboutir, le plus souvent, à des produits qui trouvent des applications, on peut concevoir l'extraordinaire floraison de fabrications qui peut découler de l'imagination des chimistes. Une seule grande société américaine, qui s'est fait une spécialité de la chimie de l'éthylène, met sur le marché 120 000 t par an de ces dérivés. Je me hâte d'ajouter que la comparaison de l'industrie automobile des deux pays, qui est la grande consommatrice de tels solvants, n'autorise à concevoir en France qu'un marché infiniment plus restreint.

L'éthylène se prête encore, par condensation sur le benzène, suivie d'une déshydrogénation, à la fabrication du styrolène et de ses polymères, de poids moléculaires supérieurs à 500 000, matières plastiques utilisées depuis peu, en raison de leurs propriétés diélectriques, dans l'enrobage des câbles électriques de haute fréquence, et en mélange avec certains caoutchoucs artificiels. De même, l'acide acrylique, produit d'addition de l'éthylène et de l'acide carbonique,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conduit, après polymérisation, aux résines métacryliques, matières organiques transparentes qui servent à préparer les verres de sécurité, couramment utilisés dans l'automobile et l'aviation.

*La chimie de l'acétylène.* — C'est encore Berthelot qui, le premier, chanta l'hymne à la gloire de l'acétylène. « C'est aujourd'hui, disait-il en 1876, la base la plus simple et la plus démonstrative de la synthèse organique. En effet, l'acétylène n'est pas un être isolé, mais il produit à son tour, par des transformations immédiates, une multitude d'autres composés. Le rôle qu'il joue dans la synthèse s'explique non seulement par la simplicité de sa composition, mais aussi par cette circonstance qu'il est formé avec absorption de chaleur depuis les éléments : il renferme dès lors un excès d'énergie, qui se dépense à mesure dans la formation des autres combinaisons : tel est l'un des principaux secrets de la synthèse. »

Un intervalle d'un demi-siècle a encore séparé les travaux de Berthelot de la naissance des industries chimiques dérivées de l'acétylène. Mises à part les applications de ce gaz pour l'éclairage et la soudure autogène, c'est en 1910 que parut le premier brevet sur la fabrication synthétique de l'aldéhyde acétique, par la soudure d'une molécule d'acétylène et d'une molécule d'eau. La guerre donna, dans tous les pays, une vive impulsion à ces recherches, qui aboutirent à un faisceau d'industries très variées. Laissant de côté la chloruration de l'acétylène, qui donne, avec le trichloréthylène, un solvant ininflammable, aujourd'hui très répandu, on peut distinguer trois classes d'applications.

L'aldéhyde, obtenu par hydratation de l'acétylène, se polymérise en métaldéhyde; sous le nom de « méta », ce polymère est un combustible de voyage apprécié, et un destructeur bien connu des limaces. Sous l'action de catalyseurs, d'autres arrangements de l'édifice moléculaire transforment l'aldéhyde, soit en acétate d'éthyle, soit en un corps que nous verrons reparaître : l'aldol; celui-ci peut, par déshydratation suivie d'hydrogénation, aboutir à l'alcool butylique normal, solvant des laques et des vernis modernes, de sérieuse importance.

Un second groupe de réactions permet de souder à l'aldéhyde, soit un atome d'hydrogène, soit un atome d'oxygène pour passer à l'alcool éthylique ou à l'acide acétique. Cet acide acétique de synthèse a trouvé, grâce à sa pureté et à son bas prix de revient, des emplois considérables. Les éthers résultant de sa combinaison avec les alcools servent de solvants, de parfums, de médicaments. Mais c'est surtout l'anhydride acétique qui, conjointement avec l'acide, donne, avec la cellulose, des combinaisons solubles dont le filage ou le laminage produit ces superbes fils de rayonne à l'acétate, ces plaques minces et plastiques qui ont recouvert le Palais de l'Aviation à la dernière Exposition, ou ces films qui ont l'avantage d'être ininflammables.

L'anhydride acétique est encore la base de médicaments extrêmement répandus, comme l'aspirine et la phénacétine. Son dérivé chloré intervient dans la fabrication de l'indigo synthétique qui demeure, grâce notamment à l'esprit traditionnaliste des Chinois, le colorant du plus fort tonnage. L'oxydation de l'acide acétique conduit à l'acétone, solvant qui a permis le transport de l'acéty-



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lène; cette réaction a, d'ailleurs, été détrônée, depuis quelques années, par la décomposition catalytique directe de l'alcool, ou même d'un mélange d'acétylène ou de vapeur d'eau. De l'acétone, on peut, par fixation d'hydrogène, préparer l'alcool isopropylique, dont l'éther jouit de propriétés antidétonantes qui viennent de le mettre à l'ordre du jour des carburants d'aviation.

Une troisième catégorie de réactions a conduit, dans les dernières années, au départ de l'acétylène, à une classe de matières plastiques de grand avenir. Il s'agit des dérivés vinyliques qu'on peut, en gros, s'imaginer comme des produits d'addition de l'acétylène avec les acides acétique et chlorhydrique. Ces dérivés se polymérisent aisément, en résines vitreuses, propres à la fabrication d'articles moulés en feuilles et tuyaux, d'isolants et de vernis.

LES CAOUTCHOUCS ARTIFICIELS. — L'acétylène nous fait entrer, de plain-pied, dans la toute nouvelle industrie du caoutchouc artificiel. Le caoutchouc naturel provient d'un arbre dont la croissance demande cinq années pour entrer en production; la difficulté d'ajuster, avec une telle anticipation, la production aux besoins du marché, rend inévitables de vives fluctuations du prix de vente. D'autre part, l'arbre ne peut croître que sous les tropiques; les approvisionnements des pays industriels peuvent être entravés par la guerre, quand ce n'est pas par les troubles monétaires. Ces circonstances expliquent l'effort déployé pour fabriquer, en tous pays, un produit artificiel de valeur constante. Quelle que soit la raison pour laquelle l'arbre produit le caoutchouc, ce n'est certainement pas dans le dessein de satisfaire les besoins de l'industrie moderne; il n'est donc pas surprenant que le caoutchouc naturel possède rarement les caractéristiques idéales requises pour un emploi déterminé.

La chimie a, aujourd'hui, la prétention de livrer une matière première artificielle douée d'une telle série de propriétés que les manufacturiers peuvent choisir celles qui leur conviennent le mieux. C'est pendant la guerre que fut montée en Allemagne la première fabrication de caoutchouc synthétique, le diméthyl-butadiène, qui fut choisi, moins à cause de ses qualités ou de son prix de revient, que de la possibilité d'en produire rapidement. Depuis lors, les Allemands ont, systématiquement, exploré le vaste champ que leurs travaux avaient mis à jour et, poussés par la politique autarcique de leur gouvernement, ont érigé, en 1937, une première fabrique de « Buna », dont la capacité avec ses 2 000 t mensuelles, couvre déjà le tiers de leurs besoins. Les Russes qui avaient contribué, depuis le début du siècle, à éclairer nos connaissances sur la constitution du caoutchouc, ont monté récemment plusieurs usines. C'est la production du butadiène que visent les procédés employés dans ces deux pays.

Les Allemands, partant de l'acétylène, le transforment, par la voie connue, en aldéhyde, puis en aldol; une hydrogénation, puis une déshydratation catalytique fournissent le butadiène. Les Russes trouvent leur matière première dans l'alcool de grains ou de pommes de terre, et le convertissent, en passant par l'aldéhyde, par le même cycle de transformations.

Le butadiène existe aussi dans les gaz de craquage du pétrole, mais sous une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

forme si diluée que sa séparation semble devoir être trop onéreuse. La question de savoir s'il convient de prendre, comme point de départ du caoutchouc artificiel, l'acétylène ou l'alcool naturel, dépend évidemment de l'économie nationale. Par un singulier paradoxe, un hectare planté d'hévéas fournit annuellement 360 kg de caoutchouc naturel, tandis qu'un hectare de pommes de terre alimente une production double de produit artificiel.

Les Américains sont également parvenus, par un autre chemin, de l'acétylène, à une matière très analogue au caoutchouc. La polymérisation catalytique de l'acétylène, par un nouvel aménagement des liaisons internes, peut donner un carbure, le vinylacétylène, qui s'accole à l'acide chlorhydrique, sous le nom de chloroprène, qui n'est autre que le butadiène chloré. Le butadiène, gaz facilement liquéfiable, ou le chloroprène liquide, doivent être soumis à des opérations délicates de polymérisation, pour mériter le nom de caoutchouc artificiel. Les méthodes sont encore assez empiriques, quoique les conditions mêmes dans lesquelles chemine la polymérisation aient une influence certaine sur la nature des polymères et, par suite, leurs propriétés.

Les caoutchoucs dérivés du chloroprène sont fabriqués, depuis quelques années, en Amérique et, depuis 1937, en Angleterre, sous le nom de « duprène » ou « néoprène ». Malgré leur prix très élevé, ils ont déjà trouvé des débouchés sensibles. Les caoutchoucs artificiels possèdent, en effet, l'aspect, l'élasticité, la force des caoutchoucs naturels, mais ils présentent, à d'autres points de vue, des qualités supérieures. Ils résistent, notamment, beaucoup mieux à l'abrasion, à la chaleur, à la lumière, à l'ozone, et, surtout, aux huiles de pétrole et aux différents solvants. Leur prix de revient est alourdi par le prix de la matière première et la médiocrité du rendement composé de ses transformations successives.

La production de l'acétylène par d'autres sources que le carbure de calcium est d'actualité. Les recherches prennent leur point d'appui dans la décomposition du méthane, sous pression réduite, inférieure à 1/10 atm, soit par l'arc électrique, soit par combustion partielle, très rapide, de l'ordre de 1/10 000 sec. Il faut, de toute manière, consentir une consommation d'énergie importante, de sorte que l'avantage de ces méthodes sur la décomposition du carbure paraît surtout devoir dépendre des conditions locales.

Actuellement, ce sont les qualités particulières des produits obtenus qui, seules, justifient, pour des usages spéciaux, l'emploi, pur ou en mélange avec le produit naturel, de ces caoutchoucs artificiels dont le prix de vente est un multiple, probablement le quadruple, de celui du produit naturel. N'oublions pas, cependant, que le prix de la matière première, dans la manufacture d'objets finis, intervient moins qu'on le pense communément. C'est ainsi qu'en Allemagne, le pneumatique vendu 60 marks incorpore une valeur de caoutchouc de 4 marks ou de 8 marks, selon qu'il est fabriqué avec du produit naturel ou du Buna.

La synthèse des nitrates s'est révélée économiquement bienfaisante, puisqu'elle a donné au monde des fertilisants que la nature lui dispensait parcimonieusement.

L'essence synthétique, sans pouvoir lutter contre le produit naturel, aussi longtemps que l'abondance de ce dernier le laissera aux bas prix actuels, prétend

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vivre, à l'abri du droit de douane qu'une impérieuse nécessité a forcé tous les États à instituer.

Les caoutchoucs artificiels ne peuvent, de toute évidence, se substituer actuellement aux produits naturels que dans les pays autarciques, et grâce à une aide substantielle. Mais, comme pour l'essence, la question reste posée aux pays d'économie libérale, de juger s'il n'est pas très dangereux pour eux de laisser s'implanter et se perfectionner chez leurs voisins des procédés aussi nouveaux et aussi complexes, sans en posséder également la technique, dans l'éventualité tragique de la coupure des communications maritimes. La France, dont les magnifiques possessions d'Indochine couvrent les besoins de caoutchouc, se doit cependant, lorsque les applications des produits artificiels seront mieux définies, de faire face elle-même à leur fabrication, de manière à pouvoir la porter au niveau convenable, en cas de danger national.

Le rêve de Berthelot, apercevant dans l'acétylène le germe d'innombrables synthèses, est donc réalisé.

LA CATALYSE ET LA POLYMÉRISATION. — Mais vous avez senti qu'à chaque pas intervient la notion de catalyse et de polymérisation. C'est Berzélius qui donna, en 1835, le nom de force catalytique à la cause des phénomènes de contact; il fut vivement critiqué par Liebig, qui n'apercevait pas, disait-il, « la moindre raison pour créer une nouvelle force par un nouveau mot qui n'explique pas davantage le phénomène ». Si le mot a fait fortune, le mécanisme de la catalyse, un siècle plus tard, n'est pas encore élucidé. D'après les théories modernes, appuyées sur la connaissance de la structure de la matière, la qualité de la surface des catalyseurs jouerait le plus grand rôle. La rugosité de ces surfaces, à l'échelle invisible des infiniment petits, la disposition en flèche de certains atomes, faciliteraient la formation de certains composés temporaires, instables, qui, selon l'expression de Sabatier, « servent d'échelons à la réaction, en déterminent le sens ou en accélèrent la vitesse ». Nous avons vu également apparaître cette extraordinaire faculté que possèdent, sous diverses influences physiques ou catalytiques, les dérivés de l'éthylène ou de l'acétylène de se polymériser, c'est-à-dire de réunir plusieurs molécules identiques ou appartenant, du moins, à une série homologue. Les plus récents moyens d'investigation de la physique et, plus particulièrement, l'examen des spectres de diffraction de rayons X et des spectres de diffusion Raman, ont aidé à pénétrer le mystère de ces édifices invisibles et si compliqués.

Les difficultés à vaincre pour atteindre à la connaissance parfaite de ces substances tiennent à la parenté des éléments qui les composent et à la grandeur de leur poids moléculaire; ceux-ci se chiffrent fréquemment par dizaines ou par centaines de mille unités et leur détermination n'est pas justiciable des méthodes habituelles. De telles densités moléculaires atténuent les différences des propriétés physiques et rendent malaisée, sinon impossible, la séparation des constituants. Fort heureusement, l'empirisme a dépassé la théorie et c'est par grandes masses que se préparent, assez simplement, à partir de leurs constituants, les nouvelles matières. A côté des récentes résines de pure polymérisation, dérivant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'éthylène et de l'acétylène, les produits de condensation du formol, avec les phénols ou l'urée, de l'anhydride phtalique avec la glycérine, et tant d'autres, se répandent chaque jour davantage, à l'état de poudres, pour la manufacture d'objets moulés ou de résines solubles, constituant des vernis et peintures.

LA CHIMIE DU PÉTROLE ET LES ANTIDÉTONANTS. — Ce sont encore les phénomènes de polymérisation et d'hydrogénation, avec ou sans intervention de catalyseurs, qui ont, depuis peu, provoqué, dans l'industrie du pétrole, une véritable révolution, dont les échos nous parviennent actuellement des États-Unis. La transformation des hydrocarbures gazeux en essence et la fabrication de carburants à indices d'octane très élevés, sont les deux objectifs, partiellement connexes, des nouvelles méthodes. La polymérisation, c'est-à-dire le chauffage des gaz, dans des conditions précises de pression et de température, les convertit en essence, dont l'indice d'octane est de 80.

On sait que les Américains furent vite conduits à classer les essences selon leur indice d'octane, par comparaison avec les effets produits, dans un moteur déterminé, par des mélanges d'un carbure pur, réputé indétonant, l'isooctane, dont l'indice est, par définition, de 100, avec un autre carbure pur, l'heptane, qui jouit de la propriété inverse. L'automobile, et surtout l'aviation, exigent des carburants à indice élevé, qui permettent, par l'augmentation du taux de compression, d'améliorer le rendement thermique des moteurs et de diminuer la consommation par cheval-heure, sans donner lieu à des phénomènes de choc et de surpression. L'augmentation de l'indice d'octane permet encore, en maintenant le même taux de compression, d'accroître la pression d'admission et, par suite, le rendement du moteur. C'est à ce point de vue, en permettant l'utilisation, à toutes altitudes, des surcompresseurs, que les hauts indices intéressent le plus l'aviation; le passage de l'indice de 85 à 100 améliore le rendement de 30 p. 100, avec toutes ses conséquences pour le rayon d'action de l'avion.

La chimie est, ici, venue à l'aide des mécaniciens, en leur proposant deux solutions : d'une part, des substances à haut indice, dont le mélange avec des essences de base élève l'indice d'octane, à peu près suivant la règle des mélanges; — d'autre part, un corps très particulier, le plomb tétraéthyle, dont des quantités infimes suffisent à relever fortement l'indice d'une essence quelconque. Ces deux solutions sont, d'ailleurs, compatibles, et ajoutent leurs effets. Les deux substances, dont la production est déjà entreprise, sont l'éther isopropylique et l'isooctane, toutes deux d'indice 100.

Ces corps se préparent en isolant, dans les gaz de craquage, par une distillation serrée, les fractions qui renferment respectivement les carbures à 3 atomes de carbone, du type éthane-éthylène, et les carbures à 4 atomes, du type butane-butylène. Ces fabrications, purement chimiques, ne sont pas simples (on connaît 18 isooctanes isomères) et ne trouvent une base suffisante de matières premières que dans les grandes raffineries américaines. Ce ne sont pas, nous l'avons vu à l'occasion de la chimie de l'éthylène ou du caoutchouc, les seuls processus chimiques qui prolongent et complètent désormais l'industrie du pétrole. Parmi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les transformations à l'étude, il faut mentionner la déshydrogénation catalytique des carbures saturés, en carbures aromatiques, dont les disponibilités, limitées dans le goudron de houille, rendent d'un puissant intérêt militaire l'extraction des essences paraffiniques.

La solution du plomb tétraéthyle est du domaine des contes de fées. C'est en 1860 que fut, semble-t-il, préparé, pour la première fois, le plomb tétraéthyle, au cours de recherches purement spéculatives sur les composés organométalliques du plomb. Pendant 60 ans le silence se fit autour de ce corps, lorsque tout à coup, en 1922, un chimiste américain, Thomas Midgley, qui travaillait pour le compte de la General Motors, signale que son addition, à très faible dose, aux carburants, empêche les phénomènes de cognement. Dès 1923, l'inventeur a l'idée de dissoudre le plomb tétraéthyle dans le bromure d'éthylène, afin d'éliminer le plomb mis en liberté sous forme d'halogénures, qui sont assez tendres pour ne pas rayer les cylindres, et suffisamment volatils pour être entraînés par les gaz de la combustion. Depuis 15 ans, bien que le mécanisme de son action antidétonante n'ait pas été élucidé, l' « ethyl fluid » a fait le tour du monde et aucun autre antidétonant organométallique n'a montré, et de très loin, ses qualités. Ce roi des antidétonants remonte l'indice d'octane de tous les mélanges quels qu'ils soient.

Aux États-Unis, la fabrication du plomb tétraéthyle est devenue, en peu d'années, une très grande industrie, qui a élaboré, en 1938, 40 000 t d'un composé qui, 15 ans auparavant, était une curiosité de laboratoire.

Un problème aigu s'est posé pour l'alimentation en brome d'une fabrication qui en absorbe beaucoup plus que le monde entier n'en produisait jusqu'à sa naissance. Il a fallu, pour y faire face, apprendre à extraire directement le brome de l'eau de mer, sans aucune concentration préalable; c'est là, entre beaucoup d'autres, une des incidences singulières de la soif d'octanes sur un des plus anciens secteurs de la vieille industrie inorganique. Comme toutes les histoires tenant du merveilleux, celle de l'ethyl fluid eut une suite. Son inventeur, Thomas Midgley, fut un jour prié, par l'ingénieur en chef du « Frigidaire », de lui procurer une substance dont le point d'ébullition se situât entre 0° et — 40°, qui ne fût ni toxique ni inflammable, caractéristiques impérieusement commandées par la généralisation du conditionnement de l'air des immeubles.

L'heureux chercheur s'empara des tables existantes, classa les corps d'après leur toxicité et leur inflammabilité et acquit la conviction, après avoir éliminé tous les composés déjà connus, que, seuls, certains dérivés du fluor demeuraient possibles. Si extraordinaire que parut l'idée de trouver un composé du fluor qui ne fût pas toxique, Midgley l'accepta, et fut conduit à tenter la synthèse du dichlorodifluorométhane (ou fréon). En quelques jours, l'industrie du froid était virtuellement transformée, et l'Amérique fabrique aujourd'hui des centaines de tonnes de ce produit paradoxal, qui renferme 90 p. 100 de chlore et de fluor, les plus agressifs des corps simples, et qui demeure, cependant, inoffensif.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Quelques statistiques.* — Je ne voudrais pas que cette intrusion rapide dans quelques secteurs de l'immense complexe des industries chimiques laissât l'impression que les autres sont demeurés stationnaires.

Avec l'acide sulfurique, la soude, le chlore, vieux routiers de la chimie, ne cessent de voir leurs procédés s'améliorer et leur production s'accroître, tant les nouvelles inudstries requièrent de nouveaux réactifs. C'est à eux, en particulier, que l'industrie des fibres artificielles, dérivées de la viscose, a recours pour convertir la pâte de bois en textiles. La production mondiale des fibres artificielles, dont la viscose représente environ 90 p. 100, n'a cessé de monter, à une allure vertigineuse, pour atteindre 100 000 t en 1926, dépasser 300 000 en 1933 et approcher de 600 000 t en 1936. La comparaison de ce chiffre avec la production mondiale de coton ($6 \times 10^6$ t), de laine (1 600 000 t) et de soie (50 000 t) marquerait déjà l'extraordinaire emprise de ces fibres artificielles.

Mais l'inquiétude des éleveurs et des planteurs se justifie davantage, depuis que la viscose ne se borne pas à imiter la soie, mais se répand en fibres à brins courts, très bon marché, qui se substituent à la laine et au coton. La montée de ces schappes artificielles dans les pays autarciques, Allemagne, Italie, Japon, se fait suivant une courbe exponentielle.

L'Italie fabriquait, en 1930, 30 000 t de rayonne; en 1937, elle ajoute, à 43 000 t de ce textile, 69 000 t de shappe, soit 112 000 t de fibres. En Allemagne, où la production de rayonne est de 60 000 t environ, la schappe passe de 20 000 t en 1935, à 100 000 t en 1937 et, probablement, 150 000 t en 1938. Ce pays couvre 40 p. 100 de ses besoins textiles en produits synthétiques. Pareille production a conduit à des réductions de prix de revient telles que les fibres artificielles substituées au coton dépassent seulement de 20 p. 100 le prix du produit naturel, et que celles de meilleure qualité, destinées au mélange avec la laine, coûtent 30 p. 100 de moins que celle-ci. Ces légères différences sont encore estompées, dans la vente du tissu fini, par l'incorporation d'une part prépondérante de main-d'œuvre.

La France fait, au total, 30 000 t par an de fibres de viscose.

Si l'on veut bien se souvenir que l'élaboration de 1 kg de viscose absorbe 2 kg d'acide sulfurique à 60° B. et 1,2 kg de soude, que la soude résulte, bien souvent, de l'électrolyse du sel, en même temps que le chlore, je vous laisse le soin de tirer certaines déductions sur la corrélation du développement de la viscose avec les fabrications d'acide sulfurique et de chlore.

L'électrochimie n'a pas, non plus, dans les récentes années, connu de bouleversements; les espoirs un moment fondés sur son intervention dans la production des engrais ne se sont pas concrétisés; à part certaines réalisations limitées, c'est bien plutôt l'emploi des métaux légers qui a donné à ce genre d'industrie une vive impulsion. L'accroissement rapide de la production mondiale de l'aluminium, qui passe de 20 000 t en 1934 à 490 000 t en 1937, l'apparition du magnésium, du glucinium et du lithium, mesurent l'essor des métaux légers. Bien que nous touchions ici, comme pour les textiles artificiels, à une industrie qui, chimique par sa base, appartient, du point de vue de l'élaboration et de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'emploi de la matière, à un autre domaine, il est bon d'insister sur l'effort inouï de nos voisins. Alors qu'en 1928 l'Allemagne produisait un peu plus de 30 000 t d'aluminium, et l'Italie environ 3 000, en 1937, ces deux pays alignent respectivement 127 000 et 23 000 tonnes.

La France, avec 34 500 t, dépasse relativement peu sa production de 1928. Au point de vue de la consommation, la France se place, en Europe, au quatrième rang, derrière l'Allemagne (132 000 t), l'Angleterre (49 000), la Russie (47 000); avec 28 000 t, elle devance à peine l'Italie (26 000 t) et ne peut se comparer en égard à sa population, avec la Suisse (13 000 t).

Conclusion. — Le rappel, entre tant d'autres, de ces brutales statistiques rejoint, vous le sentez, les graves préoccupations dont mon prédécesseur vous faisait part l'an dernier; il serait souhaitable qu'elles fussent connues de tous nos compatriotes et méditées par ceux qui font métier de conduire l'opinion. Elles sont singulièrement éloquentes, dans leur sécheresse, et passent bien au-dessus des idéologies, qui se flattent de construire dans l'absolu, alors qu'à côté de nous la réalité s'inscrit en vertigineux graphiques.

L'objectivité oblige à dire que la politique autarcique s'appuie avant tout sur la chimie et les possibilités indéfinies qu'elle offre pour les produits de remplacement, mais que tout pas nouveau accompli dans cette voie implique un accroissement de la fabrication des produits chimiques de base, qui renforce l'activité de paix et le potentiel de guerre. C'est une réalité encore que les fabrications d'armement les plus considérables absorbent beaucoup plus de main-d'œuvre que de matières premières. Peu de gens, en dehors de nos milieux, mesurent cette évidence que le tonnage d'acier appelé, en temps de paix, pour la construction des cuirassés, des canons et des chars d'assaut, est, quelle que soit l'ampleur du programme, peu de chose en comparaison de celui qu'absorbe la consommation civile, notamment la construction. Par contre, le seul fait, pour un grand pays, d'obtenir, sur son territoire, une grande part sinon la totalité de son azote, de son essence, de son caoutchouc, de ses textiles, de ses métaux, confère à l'ensemble de ses industries chimiques un surcroît formidable d'activité permanente, pour l'élaboration des biens de consommation renouvelables.

Est-ce trop demander que, sans épouser des principes d'économie, dont notre esprit critique a, dès longtemps, discerné les dangers, nous en appréciions au moins les conséquences et que, pour ne pas accroître une disparité peu rassurante, nous utilisions à sa pleine puissance un outillage demeuré souvent stationnaire en face de l'envol de nos voisins? Les exemples auxquels je me suis arrêté, emportent, il me semble, la conviction qu'un des caractères les plus frappants du complexe chimique est l'interdépendance de toutes ses branches. Aussi, ce ne sont pas des mesures de protection fragmentaires, capables de favoriser temporairement quelques rameaux, qui assureront la vitalité de l'arbre; c'est la volonté bien arrêtée d'appliquer avec ténacité quelques idées directrices, qui pourra seule maintenir et accroître avec mesure le potentiel de ces industries.

Que l'industrie chimique ait, comme les autres, été atteinte par le malaise

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

social et que ses progrès en aient été ralentis, qu'elle ploie, comme elles, sous le fardeau fiscal, ce sont des constatations dont le caractère fâcheux n'exclut pas la répétition. Dans son rapport sur l'état de l'industrie chimique dans notre pays en 1900, l'illustre professeur Haller, analysant les causes qui influaient, à l'époque, sur son développement, pouvait déjà écrire : « Nos charges excessives, constamment en progression..., la dangereuse manie de vouloir transformer notre pays en une sorte de laboratoire expérimental, destiné à faire l'essai de réformes, parfois louables en soi, mais dont la plupart sont, à l'heure actuelle, incompatibles avec la concurrence que nos producteurs sont obligés de soutenir avec l'étranger, les difficultés sans cesse croissantes que rencontrent nos chefs d'industrie avec leur personnel ouvrier, que des esprits imprévoyants rendent indisciplinés en les gavant d'idées chimériques à force d'être généreuses, la cherté de la main-d'œuvre et le renchérissement des matières premières qui en résulte... sont des motifs suffisants à ce malaise dont souffre toute notre industrie. »

Ce ne sont donc pas les incidences de l'évolution sociale ou financière de notre pays qui me paraissent les plus préoccupantes. C'est plutôt l'hésitation de notre politique économique, qui tend à fixer le niveau de nos industries chimiques trop en dessous de celui de nos voisins. Je reconnais qu'un pays épris de liberté hésite à se lancer dans l'autarcie. Mais devons-nous fatalement exercer un choix exclusif entre deux politiques, ou, comme j'ai essayé de l'esquisser à plusieurs reprises, ne pouvons-nous prendre certaines assurances, soit en nous refusant à d'inutiles importations, soit en garantissant la vie, au moins pour un volume limité, à quelques productions dont la technique est un élément de progrès et de sécurité? Ce n'est pas, ce me semble, appeler l'État au secours, mais, au contraire, lui demander de tracer, dans l'intérêt supérieur de la nation, les cadres à l'intérieur desquels il appartiendra à l'industrie de faire son devoir.

Un autre caractère, que vous n'aurez pas manqué de remarquer, réside dans la rapidité surprenante de l'évolution de la nouvelle industrie chimique; toute réaction, tout procédé est transposé du laboratoire à l'atelier, grâce aux facilités qu'offrent les nouveaux matériaux métallurgiques, céramiques ou même synthétiques, et déverse aussitôt des tonnages que ne limitent pas les matières premières, puisque celles-ci sont les plus répandues que l'homme ait à sa portée. Des corps regardés, pendant des décades, comme des curiosités, acquièrent subitement une telle importance qu'ils apportent le trouble dans les fabrications les mieux assises. Enfin, pour un même corps, les applications les plus diverses et les plus étendues se font jour tout à coup.

Cette évolution tumultueuse, qui impose la transformation accélérée de l'outillage, fait de la chimie une grande consommatrice de capitaux; elle ne peut se résoudre, sous peine de mort, à la cadence d'amortissement des industries qui ont pour elles la pérennité; la durée de vie des produits, des procédés, des outillages chimiques sont rigoureusement imprévisibles. Parmi les moyens dont dispose l'État pour aider, sous le régime de la liberté, ces

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

industries si fragiles, l'un des plus efficaces est l'application de règles fiscales, assez larges et assez souples, aux amortissements de ses différentes branches.

Vous aurez, enfin, senti que la chimie industrielle s'apparente à toutes les sciences et à toutes les techniques; elle emprunte constamment à la physique de nouvelles méthodes d'analyse et d'examen. Les radiations de toutes longueurs d'ondes viennent, chaque jour davantage, au secours du chimiste; les spectres de rayons X et d'électrons lui servent de guide dans le choix des catalyseurs et l'aident à déceler les défauts des métaux. Les spectres de diffusion de Raman, découverts en 1928, les techniques récentes des spectres d'absorption infra-rouges et ultra-violets lui apportent leur concours pour l'étude de l'architecture des corps organiques et le contrôle de leur pureté.

De la métallurgie et, plus généralement, de toutes les industries qui produisent des matériaux, la chimie attend les éléments d'un outillage résistant aux attaques et aux corrosions. Dans ses aspects massifs, elle met à contribution l'art de la construction la plus audacieuse et de la mécanique la plus ingénieuse. Elle est une grande consommatrice d'électricité et de vapeur et pousse à l'extrême l'économie et la combinaison de ces fluides.

Pour la mise en œuvre de tant de concours et de ressources si variées, il lui faut des cadres nombreux et instruits. Ils ne sauraient faire défaut dans le pays de Kuhlmann, de Berthelot, de Le Chatelier, de Sabatier, de Georges Claude, qui sont à l'origine ou sur la route de l'épopée de la chimie industrielle. Passionnante par sa diversité, attachante par ses difficultés même, l'industrie chimique requiert trois qualités primordiales : l'érudition, l'imagination et la mesure.

Les connaissances scientifiques s'acquièrent dans les écoles d'abord, et s'entretiennent ensuite tout le long de la vie d'ingénieur. Elles sont aujourd'hui si multiples que leur enseignement doit constituer la partie fondamentale du séjour dans les écoles. La technologie, la législation, même sociale, l'économique s'apprennent très vite, au contact des choses et des hommes. C'est dans la jeunesse qu'il faut assimiler l'essentiel de la science de son époque, sous peine de ne jamais pouvoir, plus tard, en suivre les rapides progrès.

L'imagination et la mesure sont, en partie, des qualités innées. Mais de fortes disciplines classiques les développent et, sous réserve qu'elle reste orientée vers la science pure et ses applications très vivantes, la formation des ingénieurs et des chimistes n'est pas de nature à tarir ces qualités précieuses, sources de tous les progrès, à l'atelier comme au laboratoire. « Dans l'étude des sciences, disait Berthelot, il faut se garder également des affirmations téméraires et des déclarations prématurées d'impuissance. Il ne faut point restreindre *a priori* la portée des connaissances futures dans le cercle étroit des connaissances actuelles ni, surtout, poser des bornes absolues qui n'expriment autre chose que notre ignorance présente. Combien de fois les bornes ont été renversées, les limites dépassées! »

Ces lignes du savant dont les travaux ont le plus influé sur la tendance présente de l'industrie peuvent servir de Credo à ses chefs, comme à ses collaborateurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LE TOUR DE FRANCE DE LA LUMIÈRE

par M. Jean MAISONNEUVE, *licencié ès sciences, chef-adjoint du Service des Développements techniques de la Compagnie des Lampes.*

Le « Tour de France de la Lumière » est l'une des formes que la Compagnie des Lampes a voulu donner à sa participation à l'Exposition internationale de 1937. Le but que l'on se proposait était de créer, à travers les provinces françaises, et aussi en Afrique du Nord, des fêtes de la lumière, répliques de celles dont la capitale devait être le théâtre pendant la durée de l'Exposition, et, en même temps, de faire, sur une vaste échelle, une propagande efficace pour l'éclairage électrique. Comme il s'agissait de la plus large décentralisation, ce Tour de France se devait de n'omettre, autant que possible, aucune localité importante ni aucun monument intéressant, même isolé, susceptible de donner lieu à une belle manifestation.

Une première évaluation permit d'acquérir la certitude qu'un tel but ne serait atteint qu'au prix de l'étude et de la mise au point d'un programme d'illuminations, échelonnées sur une durée de 6 mois, d'au moins 450 monuments ou sites répartis dans toutes les régions de la France métropolitaine et nord-africaine. On devrait, par suite, effectuer quotidiennement de deux à trois installations d'éclairage en des points fort éloignés les uns des autres. De plus, dans une même région, l'intervalle de temps entre deux illuminations consécutives devait être nécessairement réduit à deux ou trois jours au maximum. Ces considérations dictaient la solution à apporter au problème du transport du matériel d'éclairage : diviser le territoire en plusieurs régions et constituer des convois automobiles affectés à chacune d'entre elles. Cinq convois ont été reconnus indispensables.

Chacun d'eux a été formé d'un camion chargé du matériel d'illumination et d'une remorque supportant un groupe électrogène. On avait prévu, en effet, que dans beaucoup de cas l'alimentation des foyers lumineux ne pourrait être commodément réalisée en utilisant le courant des réseaux : le branchement d'une puissance de 40 à 50 kW sur un secteur, en particulier sur un secteur rural, exige la plupart du temps l'installation d'une ligne spéciale, partant d'un transformateur éloigné. L'utilisation de cette ligne pendant quelques heures ne justifierait pas les travaux importants que nécessite son établissement.

Le personnel se composait d'un chef de convoi et de deux chauffeurs-mécaniciens-électriciens. En raison des horaires assez tendus résultant de l'organisation des circuits, le chef de convoi ne disposait, le plus souvent, que de quelques heures pour préparer son illumination, et, bien entendu, il n'était pas question de procéder, suivant la coutume, à des essais préalables : chaque illumination durant deux heures environ, l'éclairage devait être, dès le début, parfaitement au point. Ces conditions très particulières ont rendu nécessaire ainsi que nous allons le voir la mise au point d'un matériel nouveau et de méthodes originales.

*Matériel d'éclairage.* — Le groupe électrogène était constitué par un moteur à essence de 90 ch, type choisi en raison de sa légèreté, accouplé à une géné-

(1) Conférence faite en séance publique du Conseil le 29 octobre 1938.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ratrice à courant continu de 220 V donnant en service normal une puissance de 45 kW. Le poids de la remorque était ainsi de 7 t environ. C'est dans le but de réduire le poids des câbles conducteurs, chargés sur le camion tracteur, qu'on a choisi la tension de 220 V, bien que l'efficacité lumineuse des lampes à incandescence soit plus grande en 115 V et que leurs filaments soient moins fragiles.



Fig. 1. — Groupe de projecteurs légers pour illuminations temporaires.

L'alimentation était assurée par des câbles sous caoutchouc à la fois souples et très robustes, munis de fiches de raccordement à serrage énergique. Le chargement d'un camion comprenait :

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | câbles | de | 35 | mm² | et de | 25 m de longueur, soit. . | 475 m |
| 15 | — | | 5 | — | 10 | — — . . | 150 — |
| 10 | — | | 5 | — | 5 | — — . . | 50 — |
| | | | | | | Total. . . . . | 675 m |

2 boîtes de jonction à 7 départs ;
5 — 2 —

La limitation du nombre, du poids et de l'encombrement des appareils

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'éclairage, également chargés sur le camion, était de première importance. On a dû, par suite, étudier et construire des projecteurs d'un type nouveau, à la fois légers et assez puissants pour donner des éclairements suffisants avec un petit nombre d'appareils. Destinés à des installations volantes effectuées rapidement par un personnel réduit, ces projecteurs devaient être, en outre, d'une manipulation aisée.

On s'est arrêté au modèle représenté sur la figure 1. Ce projecteur se compose de trois parties : un réflecteur parabolique en alliage d'aluminium inoxydable, poli intérieurement, prolongé par une cheminée cylindrique; — une calotte porte-lampe, coulissant à frottement lâche à l'intérieur de la cheminée et pouvant être solidement bloquée à la position déterminée après réglage; — un support tripode en acier cadmié, se pliant comme un pied d'appareil photographique. L'ensemble monté est d'un poids de 13 kg environ. La hauteur et l'orientation du réflecteur peuvent être, bien entendu, modifiées à volonté et instantanément.

Pendant le transport, les réflecteurs étaient empilés par 10 autour d'un manchon cylindrique garni de feutre. Quant aux calottes porte-lampe, elles voyageaient, munies de leur lampe dans des caisses à alvéoles, ce qui simplifiait les manœuvres de montage. Particularité intéressante, les lampes pouvaient être centrées à l'avance dans leurs calottes amovibles, sans être montées dans les projecteurs, et cela au moyen d'une cheminée auxiliaire. Toutes les calottes étant interchangeables il en résultait qu'une fois terminé le montage des projecteurs, les lampes se trouvaient automatiquement centrées sans tâtonnement ni perte de temps.

Les lampes utilisées étaient de deux types : lampe Mazda de 3 kW pour projection, à filament plan suivant l'axe de la lampe, à ampoule demi-argentée du côté du culot; — lampe Mazda de 1 500 W, normale, à ampoule demi-argentée du côté du culot et dépolie à la partie antérieure. Ces dernières, placées dans le projecteur décrit ci-dessus, donnent un faisceau diffus d'une ouverture de 100° environ. Elles sont destinées à l'éclairage à distance rapprochée (une vingtaine de mètres au maximum). Les lampes de projection de 3 kW, au contraire, permettent d'obtenir un faisceau assez peu ouvert, et par suite, de placer les projecteurs loin des surfaces à illuminer.

La figure 2 donne les caractéristiques du projecteur équipé d'une lampe de 3 kW, 220 V.

On remarquera que l'intensité lumineuse dans la direction de l'axe atteint, en réglage intensif, 1 240 000 bougies, alors que les projecteurs généralement en service pour les illuminations de monuments sont munis de lampes du type normal de 1 000 à 1 500 W et donnent, avec ces dernières, une intensité lumineuse dans l'axe de l'ordre de 100 000 bougies pour une ouverture de faisceau de 15°. Ces sources lumineuses de forte puissance donnent, avec un nombre d'appareils relativement restreint, des éclairements convenables, et cela dans des conditions où, en employant des projecteurs du type courant, il aurait fallu multiplier les foyers

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lumineux, c'est-à-dire augmenter l'encombrement du matériel transporté et la complication des installations.

En fait, la durée de l'installation électrique variait, bien entendu, suivant les lieux. Cependant, on a pu noter que le montage d'une vingtaine de projecteurs

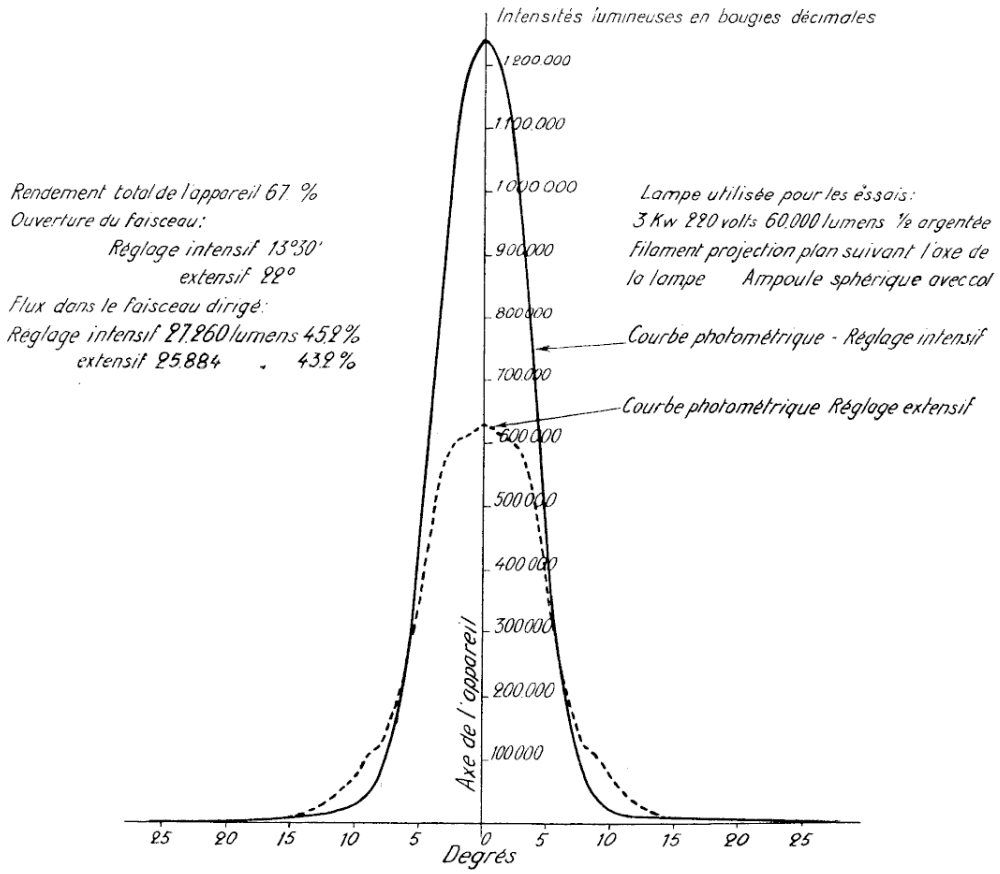



Fig. 2. — Caractéristiques de projecteurs équipés d'une lampe de 3 kW, 220 V.

et leur raccordement à la génératrice s'effectuaient dans un temps extrêmement réduit, inférieur à deux heures en moyenne. C'est dire que le matériel choisi répondait exactement aux qualités de maniabilité qu'on exigeait de lui. Mais, avant de procéder à cette installation, le chef de convoi avait à en effectuer le plan, et, là encore, il fallait aller vite.

*Préparation de l'éclairage.* — Chaque monument ou site figurant au programme du Tour de France de la Lumière avait fait l'objet, à l'époque de la prospection, d'un avant-projet comportant : le repérage, sur un plan, des empla-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cements possibles pour le groupe électrogène et pour les projecteurs ; — des photographies et des croquis cotés, donnant la superficie des surfaces à éclairer, — l'indication de la teinte de ces surfaces, des effets particuliers à obtenir et de la luminosité de l'ambiance.

Cet avant-projet était, bien entendu, remis au chef de convoi. Arrivé sur place et ayant enregistré les avis et desiderata des autorités locales, celui-ci pouvait, par suite, dans un délai très court, fixer définitivement les emplacements de ses véhicules et de ses projecteurs, déterminer la répartition des foyers lumineux suivant leur puissance et choisir les ouvertures de faisceaux en fonction de la portée et des éclairements à produire sur les différentes parties du monument.

Nous avons vu que, grâce à un dispositif de réglage préalable, les lampes se trouvaient, après le montage, automatiquement centrées dans les projecteurs. Il restait à mettre ces derniers en direction, et cela de jour. A cet effet, chaque appareil était muni d'un œilleton de visée permettant de repérer l'intersection de l'axe du projecteur et de la surface à éclairer. Dès lors, il était facile d'orienter les appareils de façon qu'au moment de la mise des lampes sous tension, chaque faisceau lumineux couvrît à peu près la zone qui lui était impartie. Par ce procédé, de très légères rectifications dans l'orientation des projecteurs suffisaient à créer les jeux d'ombre et de lumière qu'on désirait obtenir.

*Effets recherchés.* — Ces effets dépendaient de la nature des monuments ou des sites, ainsi que nous allons le voir en examinant les photographies d'un certain nombre de réalisations caractéristiques.

Lorsqu'il s'agissait, par exemple, de surfaces présentant un développement important, l'emploi de projecteurs à très forte intensité lumineuse dans l'axe des faisceaux (c'est-à-dire de 1 200 000 bougies environ) permettait d'utiliser un nombre relativement réduit d'appareils placés à grande distance, ce qui simplifiait beaucoup l'installation. Citons à titre d'exemple : la rade de Collioure, où l'on a demandé aux appareils une portée de 350 m ; — l'entrée du port de La Rochelle ; — le château de Pierrefonds (l'un des groupes de projecteurs illuminait toute une façade à une distance de 220 m) ; — la Cité de Carcassonne : 25 des appareils étaient placés sur un toit distant de 180 m des remparts ; — le Château de Chambord (fig. 3).

Au point de vue de la direction à donner aux rayons lumineux, il y avait intérêt à rechercher des angles d'incidence assez grands, variant de 30 à 60°. On sait, en effet, que l'aspect d'un monument illuminé varie beaucoup suivant la position relative des foyers lumineux et de l'observateur. Si ce dernier est placé derrière les projecteurs, c'est-à-dire s'il regarde dans la direction même des rayons lumineux, les différentes surfaces lui apparaissent sans ombre, et le monument lui semble plat. C'est ce que montrent des photographies prises avec un appareil placé en direction de la lumière (château de Saint-Germain-en-Laye, Meillant). L'œil, ou l'appareil photographique, enregistrent d'autant mieux les reliefs que la ligne moyenne de visée fait un angle plus grand avec la direction générale des rayons lumineux. On doit donc étudier l'éclairage d'une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

façade en fonction de la position qu'occuperont la plupart des spectateurs observant cette façade. C'est d'ailleurs une règle qu'il n'est pas toujours aisé d'appliquer, car l'état des lieux impose souvent l'emplacement des projecteurs. Pendant le Tour de France, on s'est toujours efforcé d'en tenir compte dans la mesure du possible. Pour cette raison, on a cherché à éclairer les façades des monuments, surtout lorsqu'elles présentaient peu de relief, de telle manière que la valeur moyenne des angles d'incidence des rayons lumineux sur les surfaces à éclairer fût assez grande. Dans ces conditions, pour les spectateurs placés face au monument, et c'est le plus grand nombre, les aspérités, même peu saillantes, de la façade

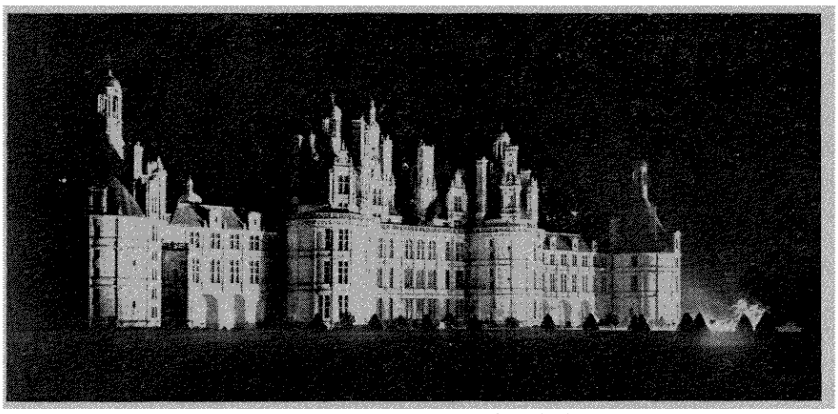


*Photo L. Borremans, à Cachan (Seine).*

Fig. 3. — Château de Chambord.

donnent lieu à des ombres propres et portées qui mettent heureusement en valeur chaque détail. L'éclairement diminuant lorsque l'angle d'incidence augmente, la recherche de tels effets directionnels avec un petit nombre de projecteurs ne serait pas possible sans l'utilisation de fortes puissances unitaires.

Voici quelques exemples des résultats obtenus : Façades à reliefs assez accusés : cathédrale d'Amiens et église Notre-Dame-la-Grande de Poitiers ; cathédrales de Troyes (fig. 4) et de Beauvais ; église de Mantes ; basilique de Vézelay ; — Façades à reliefs peu accusés : palais ducal de Nevers, cathédrale de Lyon, église de Vitry-le-François.

On peut même obtenir des effets curieux en exagérant le procédé, comme on l'a fait pour l'un des côtés du château de Sully pris d'enfilade par un seul projecteur, et pour une aile du château de Meillant. Toutefois, si l'on redoute que les ombres créées par un éclairage « latéral » ne soient trop brutales, il est aisé de les adoucir en plaçant à proximité de la façade quelques projecteurs diffusants.

Il n'est pas sans intérêt de noter qu'un éclairage convenablement dirigé parvient à donner au monument un aspect analogue à celui qu'il a sous la lumière solaire. C'est ainsi qu'à première vue, il est difficile d'affirmer que les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

photographies des portails de Reims ou du « Gros Horloge » de Rouen, ne sont pas prises de jour.

En étudiant l'orientation et la répartition des appareils intensifs, extensifs et diffusants, l'éclairagiste peut, à son gré, jouer avec les taches de lumière et les zones d'ombre, de façon à créer des effets variés : effets de silhouette, de contraste,

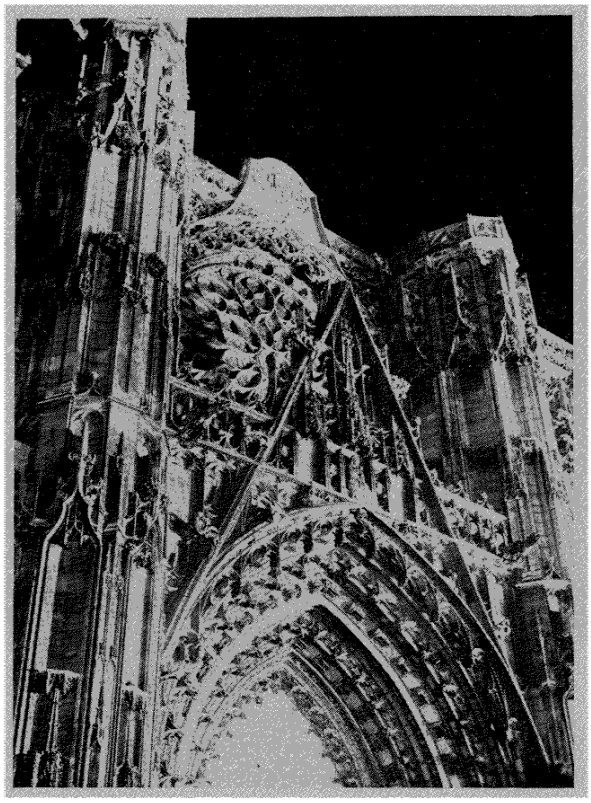


Fig. 4. — Façade de la cathédrale de Troyes.

mise en valeur d'un détail architectural. Des exemples sont donnés par la cathédrale de Laon, le château d'Anet, l'abbaye de Noirlac (fig. 5), le tympan de la basilique de Vézelay.

Les reflets dans l'eau, l'illumination des frondaisons complètent heureusement les jeux de la lumière sur la pierre. C'est le cas pour les châteaux de Chantilly, d'Argenton, de Montrésor, de Chaumont et de Versailles [1].

(1) Voir au sujet des *Essais d'éclairage extérieur du château de Versailles*, le *Bulletin* de mai 1936 p. 340-343; 3 fig.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les éclairements réalisés sur les façades, au cours de ces illuminations, ont varié entre une cinquantaine de lux, dans le cas le plus favorable d'une façade claire placée dans une ambiance sombre, et 150 lux environ dans le cas d'une façade sombre et d'une ambiance assez lumineuse. Les puissances électriques mises en jeu par unité de surface illuminée allaient de 10 à 30 W/m², suivant les cas. Chaque convoi automobile, disposant d'une puissance de 45 kW, suffisait à l'éclairage d'une façade de 100 m de longueur sur 25 mètres de hauteur, ayant

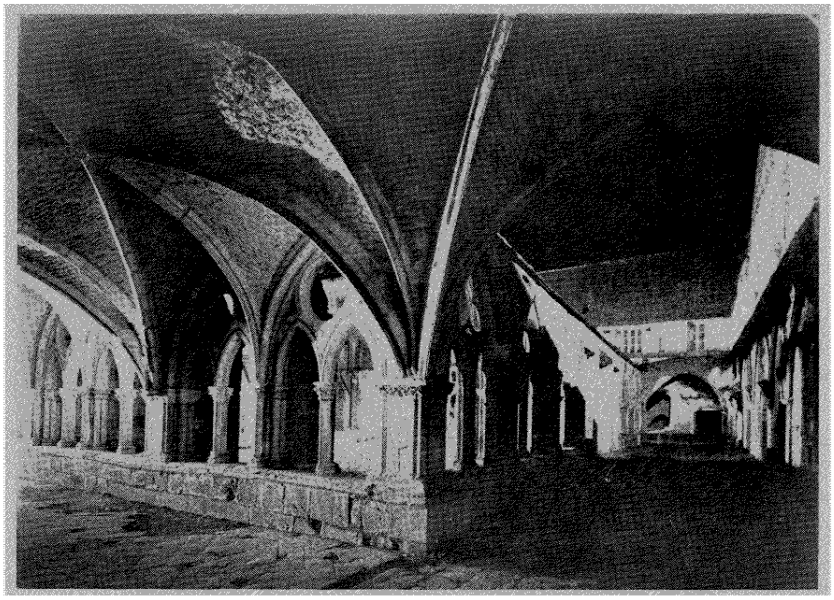


*Photo L. Borremans, à Cachan (Seine).*

Fig. 5. — Cloître de l'abbaye de Noirlac.

un facteur de réflexion de valeur moyenne. C'est dire qu'au cours des 483 illuminations du Tour de France, la surface « utile » d'un grand nombre de monuments a pu être mise en valeur par un seul convoi. Toutefois, pour certains éclairages, on a jugé nécessaire de disposer d'une puissance d'appoint et cela pour diverses raisons : les matériaux ayant un facteur de réflexion particulièrement faible (ardoises du château d'Angers, pierre volcanique de la cathédrale de Clermont-Ferrand), monuments ou sites de très grandes dimensions comme la cité de Carcasonne et le mont Saint-Michel (fig. 6) ; ou bien, on désirait réaliser un ensemble lumineux par l'éclairage de deux monuments voisins : cathédrale et palais ducal de Nevers ; enfin, dans certaines villes, l'organisation des fêtes de la lumière comportait l'illumination de plusieurs monuments ou parcs.

Citons les fêtes qui ont eu lieu à Nîmes, où deux convois étaient réunis pour contribuer à l'éclairage simultané des Arènes, de la Maison Carrée et du Jardin de la Fontaine. Dans ces occasions, le Tour de France de la Lumière a trouvé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

auprès des sociétés distributrices de courant une aide précieuse pour la réalisation des installations et l'alimentation des projecteurs supplémentaires.

*Conclusions.* — Si l'on veut tirer des enseignements de cette tournée d'illuminations, on peut noter, du point de vue technique, la confirmation de l'intérêt que présente l'emploi d'un nombre assez restreint de projecteurs relativement puissants. Le rendement de l'installation étant notablement amélioré, il est possible, soit de rechercher des effets directionnels souvent intéressants, soit

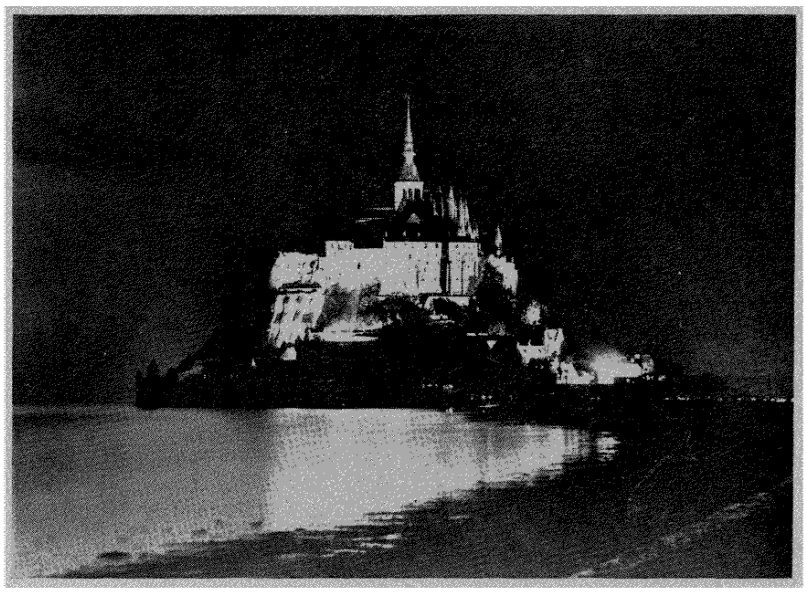


Fig. 6. — Le Mont Saint-Michel.

d'illuminer de loin des sites peu accessibles, et cela sans qu'on soit entraîné à une multiplication excessive des foyers lumineux. Des foules nombreuses, dont le total a été évalué à 4 millions de personnes, se sont déplacées à l'occasion de ces fêtes de la lumière et ont marqué l'intérêt qu'elles y prenaient. Par suite, certaines municipalités et des syndicats d'initiative ont été convaincus de l'efficacité de ce moyen de propagande touristique. De plus, il est permis de penser qu'une telle mise en valeur des monuments et des sites a contribué à développer dans le public le goût de la lumière, condition indispensable, non seulement au développement et au perfectionnement des procédés d'illuminations par projecteurs, mais aussi à l'amélioration de l'éclairage des locaux d'habitation, des bureaux, des magasins, des ateliers. Cette contribution du Tour de France de la Lumière à la campagne, activement poursuivie, en faveur d'un meilleur éclairage, n'en serait certainement pas le résultat le moins digne d'intérêt.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DISCUSSION

M. Brigelot. — Quelles ont été les conséquences du Tour de France de la Lumière? Y a-t-il des municipalités ou des syndicats d'initiative qui aient retenu ce mode d'éclairage pour leurs monuments?

M. Maisonneuve. — Des municipalités l'ont retenu pour de futures manifestations ou fêtes, mais, en général, d'une courte durée, quelques jours au plus; il leur a semblé, en effet, que des illuminations temporaires suffiraient, étant donnée la mobilité de notre équipement, quitte à employer un plus grand nombre de projecteurs et à faire appel à une distribution locale pour éclairer plusieurs monuments ou sites en même temps. Quelques municipalités, mais en plus petit nombre, se proposent d'illuminer régulièrement un ou plusieurs monuments, quelquefois à tour de rôle, pendant une certaine période de l'année, et suivant une formule analogue à celle qui est adoptée, par exemple, pour les grandes eaux de Versailles. D'une façon générale, on préfère les illuminations temporaires à un éclairage permanent.

M. Maurice Garnier. — Le matériel spécialement mis au point pour le Tour de France de la Lumière a-t-il été conservé?

M. Maisonneuve. — Oui, car, comme je viens de le dire, il est fort probable qu'il sera utilisé de nouveau.

M. Valckenaer. — Quelles sont les dimensions et la puissance des projecteurs?

M. Maisonneuve. — Les dimensions sont les suivantes : diamètre, 56 cm; — profondeur, 60 cm. Le texte de ma communication donnera tous les renseignements sur la puissance lumineuse de l'appareil muni de lampes de 1 500 W ou de 3 kW.

M. Brigelot. — Pourquoi a-t-on choisi un alliage d'aluminium pour constituer les projecteurs?

M. Maisonneuve. — Afin d'avoir des appareils légers, malgré leur grande puissance. De plus, les réflecteurs en aluminium utilisés ont un bon facteur de réflexion et sont moins fragiles que les miroirs argentés.

M. Maurice Garnier. — Pour l'arc de Triomphe de l'Étoile à Paris, la lampe la plus utilisée est celle de 1 000 W. Pourquoi avez-vous adopté des puissances beaucoup plus élevées?

M. Maisonneuve. — Pour avoir une forte puissance lumineuse avec un nombre réduit de projecteurs.

M. Fressinet. — Dans l'éclairage par projecteurs, certains effets de lumière me paraissent devoir être évités, car ils risqueraient de dénaturer par trop l'aspect que le maître d'œuvre a voulu donner au monument.

M. Maisonneuve. — Sans doute, et c'est ce que l'on reproche quelquefois à ce mode d'éclairage; en revanche, de nombreuses personnes pensent qu'en ne respectant pas l'éclairage astral, tel que le maître d'œuvre l'a voulu, on obtient des effets nouveaux, qui peuvent avoir leur intérêt, par exemple mettre en valeur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des parties modelées, des moulures, qui n'apparaissent que rarement ou faiblement avec l'éclairage de jour. On peut obtenir aussi des silhouettes qui sont quelquefois exceptionnelles ou impossibles avec l'éclairage naturel. Tout cela est affaire de goût personnel; l'attrait du nouveau joue aussi son rôle. D'ailleurs, dans certains cas, nous avons pu ou voulu obtenir aussi un éclairage comparable à celui qu'on a le jour dans les meilleures conditions. L'éclairage artificiel donne en effet de très nombreuses possibilités.

M. Maurice GARNIER. — Quelle est la vie des lampes de 3 kW du type « projection »?

M. MAISONNEUVE. — Leur durée moyenne est de 300 heures.

M. E. LEMAIRE. — Par qui ont été prises les photographies que vous avez projetées?

M. MAISONNEUVE. — La plupart par des photographes professionnels, soit venus de Paris, soit habitant la localité. Un petit nombre de ces documeuts sont dus à des chefs de convoi.

M. Y. — La lumière réfléchie par les monuments illuminés est-elle plus favorable que la lumière du jour à la prise de vues photographiques?

M. MAISONNEUVE. — C'est une lumière beaucoup moins actinique que celle du soleil. De plus, l'éclairement des surfaces illuminées artificiellement est notablement inférieur à l'éclairement diurne. Par suite, les temps de pose sont nécessairement plus longs que pour les prises de vues de jour. Le cas n'est pas le même ici que pour les prises de vues cinématographiques, pour lesquelles on dispose d'un éclairement artificiel considérable, ce qui permet les instantanés. Cela n'empêche d'ailleurs nullement les photographes habiles d'obtenir d'excellents clichés de monuments éclairés par projecteurs.

M. FRESSINET, *vice-président*. — Au nom de notre Société, je remercie très vivement M. Maisonneuve de son intéressante conférence et des explications complémentaires qu'il nous a données. On ne peut que féliciter la Compagnie des Lampes pour l'initiative heureuse qu'elle a prise de vouloir nous faire mieux connaître les monuments si nombreux et si remarquables de « la belle France » et de nous les avoir présentés sous des aspects nouveaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# REMPLACEMENT DU MATÉRIEL ET DE L'OUTILLAGE

par M. B. LÉON-DUFOUR, *Secrétaire général de la Confédération générale du Patronat français.*

Le fonctionnement régulier d'une industrie quelconque comporte à dates périodiques plus ou moins éloignées suivant leur nature le remplacement ou renouvellement des installations diverses.

Laissant de côté l'aspect technique de cette question, je voudrais insister ici sur son aspect juridique et surtout fiscal; c'est le problème de l'amortissement.

Il n'est pas nouveau dans son principe; la comptabilité a toujours prévu que, soit par voie d'inscription au passif, soit par voie de diminution à l'actif, le bilan devait enregistrer une nature spéciale de provisions destinées à faire face au dépérissement dans le présent, et au renouvellement dans l'avenir. Dès que notre fiscalité en 1917 fut fondée sur la notion de bénéfice, et par conséquent celle de bilan, elle dut admettre que l'impôt direct ne devait pas porter sur les amortissements; et chaque année un pourcentage (10 p. 100 de la valeur de chaque élément d'actif amortissable, 20 p. 100 pour certains éléments spéciaux) est prélevé, en franchise d'impôt.

Mais de quelle valeur s'agit-il ? Administrativement (et les tribunaux avaient sanctionné cette interprétation) du prix de revient initial : nombre fixe et pour ainsi dire figé dans le passé. Si une machine, un matériel dure 30 ans, et a coûté 20.000 fr en 1913, les événements ont pu se précipiter, le franc a pu baisser de valeur à l'intérieur (c'est-à-dire les prix intérieurs monter) ou à l'extérieur (c'est-à-dire le change s'effondrer); des dévaluations officielles, des stabilisations, des « décrochages de l'or » se produire: des révolutions industrielles ou commerciales ont pu renchérir le prix d'une machine identique à celle de 1913 : peu importe : c'est toujours sur le prix de 1913 que se calcule l'amortissement.

L'industriel est donc pris dans un dilemme : ou conserver dans son bilan des éléments d'actif d'une valeur très inférieure à la valeur réelle; ou réévaluer une machine à son prix réel de remplacement, mais payer l'impôt cédulaire sur les provisions constituées à cette échelle nouvelle.

En 1930, après que le franc eut perdu officiellement les 4/5 de sa valeur d'avant guerre, la Direction générale des Contributions élabora un système de provisions à admettre en franchise fiscale comme supplément des amortissements normaux; mais les coefficients de calcul étaient fondés uniquement sur le cours du dollar; de plus, il s'agissait d'une simple faveur accordée par voie de circulaire administrative. L'industrie ne fit qu'un usage restreint du texte de la circulaire.

La question se posait de nouveau après la crise financière et monétaire qu'a traversée la France ces dernières années. La Confédération générale du Patronat

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

français (C. G. P. F.) la soumit au Ministre en avril 1938. Elle lui fit ressortir la nécessité de prendre des mesures pour permettre le renouvellement du matériel. Mais elle ne demandait pas le retour à la circulaire de 1930.

D'une part, en effet, le Conseil d'État n'en avait jamais admis la légalité; d'autre part, il avait l'inconvénient d'évoquer le principe de la « réévaluation des bilans », notion dont les conséquences pouvaient réagir de façon fort diverse sur les rapports des entreprises avec leurs créanciers, leurs débiteurs, leurs actionnaires et le fisc lui-même.

Enfin, la hausse des prix constatée actuellement n'a pas comme seule origine les variations du change, et il y a entre ces deux phénomènes économiques des réactions réciproques qui rendent insuffisante la considération du cours du dollar.

Il apparaissait à la C. G. P. F. que la notion du prix de remplacement était en réalité la principale à considérer; qu'il fallait avant tout permettre aux entreprises de conserver leur potentiel de production en remplaçant les éléments usagés sans être pénalisées par la législation fiscale.

Elle demandait donc au Ministre d'étudier un texte officiel qui autoriserait des provisions supplémentaires à admettre en franchise d'impôt.

Le décret-loi du 2 mai 1938 tint compte de cette demande et posa le principe de cette réforme dans les termes suivants : « Les conditions dans lesquelles les « provisions constituées pour le renouvellement de l'outillage et du matériel « peuvent être admises en déduction en sus des amortissements normaux sont « déterminées par décret. »

Ce décret d'application n'a été définitivement approuvé par le Ministre que le 13 février 1939, c'est-à-dire quelques semaines avant les dates des déclarations fiscales. Nous nous bornerons à exposer les principes de cette réglementation.

1° *Calcul de la valeur de remplacement.* — Le décret n'a pris ni la valeur réelle de remplacement ni la valeur obtenue en appliquant les cours du change aux prix de revient. Il sera tenu compte de la valeur de renouvellement de l'outillage et du matériel, valeur déterminée forfaitairement d'après les indices caractéristiques du niveau des prix de gros pendant l'exercice au cours duquel les éléments à amortir ont été acquis, d'une part, et, l'exercice au cours duquel ces éléments sont renouvelés, d'autre part.

Dans ce but, les entreprises pourront constituer, en sus des amortissements normaux, des provisions correspondant à la différence entre le prix de revient et la valeur de renouvellement.

2° *Exemptions fiscales.* — Il y a deux impôts à considérer :

L'impôt sur les bénéfices non distribués (taux de 4,32, actuellement) ne sera perçu dans aucun cas sur ces provisions supplémentaires.

Quant à l'impôt principal (sur les bénéfices eux-mêmes; taux de 16 p. 100 plus 2 p. 100 actuellement) il faut distinguer :

Pour l'outillage ou le matériel acquis après le 31 décembre 1938, les provisions qui seront échelonnées sur le même nombre d'années que l'amortissement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

normal seront constituées en franchise d'impôt et devront être utilisées dans un délai maximum de 3 ans à partir du moment où elles atteignent un chiffre suffisant pour parfaire la différence entre la valeur de remplacement et le prix de revient. A défaut d'emploi dans ce délai, les provisions seraient rapportées au bénéfice imposable.

Pour l'outillage et le matériel existant au 1er janvier dernier, les provisions ne seront pas affranchies au moment de leur constitution de l'impôt de 16 p. 100. C'est seulement quand l'entreprise renouvellera l'outillage correspondant qu'elle aura droit, dans la limite du montant de la provision, de déduire de son bénéfice une somme égale à la différence entre le prix de revient des nouvelles installations et celui de l'outillage ou du matériel remplacé. Si le montant de cette déduction excède le bénéfice imposable de l'exercice, le surplus constituera un déficit reportable selon les règles habituelles.

Cette différence de régime entre le matériel ancien et le matériel nouveau est certes regrettable; elle est contraire à l'esprit du décret-loi, car les amortissements *normaux* sont admis immédiatement en déduction de l'impôt, et tous les amortissements supplémentaires devraient l'être aussi. On peut douter en outre que, du point de vue de l'économie nationale, le texte en question corresponde aux circonstances actuelles.

Le but à atteindre est une reprise rapide des industries possédant un outillage vétuste. Or, le régime instauré ne bénéficiera qu'aux entreprises qui en ont le moins besoin, c'est-à-dire celles qui, dotées de réserves ou de trésoreries importantes, pourront remplacer dès maintenant des matériels coûteux. Les affaires défavorisées, et singulièrement les petites et moyennes, qui n'ont point de trésorerie, se verront privées d'un allègement fiscal immédiat.

Si le Ministère a adopté ce régime moins favorable pour les outillages anciens, c'est, évidemment, qu'il a craint une moins-value trop considérable de l'impôt sur les bénéfices commerciaux. Les industriels en grand nombre et pour des sommes importantes se seraient empressés de constituer des provisions en exemption de droits. Le système auquel s'est arrêté le Gouvernement revient à rembourser aux entreprises l'impôt qu'elles auront avancé; le mot de remboursement n'est d'ailleurs tout à fait exact que si le taux de l'impôt n'a pas varié entre l'année de la provision et l'année du remplacement.

Sous la réserve ci-dessus, dans l'ensemble, les décrets du 2 mai 1938 et du 13 février 1939 ont apporté dans notre législation fiscale une innovation heureuse et très importante. Les textes montrent que le Gouvernement comprend la nécessité de mettre en harmonie la fiscalité, la science comptable et la technique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT)*

## Les caractéristiques à prescrire pour la sécurité des conducteurs électriques.

[DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT, PRISE DANS SA SÉANCE DU 30 JANVIER 1939.

La Société anonyme « Le Conducteur électrique blindé incombustible », 54, avenue Marceau, Paris (VIII[e]) a déposé à l'IRCAT, le 6 janvier 1939, un dossier qui a été inscrit sous le n° 34.

Ce dossier est relatif à son câble le *Pyroténax*.

Les fils et câbles *Pyroténax* se composent d'un ou plusieurs conducteurs isolés entre eux et par rapport à la gaine métallique formant enveloppe, au moyen d'un isolant réfractaire pulvérulent comprimé.

Le métal employé est le cuivre; l'isolant est un oxyde de magnésie stable.

L'ébauche ainsi constituée est soumise à un certain nombre d'allongements successifs par étirage et de recuits, comme s'il s'agissait d'une barre homogène.

L'isolant, qui, pendant cette opération est soumis à une compression très élevée, se comporte, lorsqu'on déforme le câble, comme un corps plastique et conserve sa continuité après déformation, gardant en même temps ses qualités électriques et mécaniques. Les fils conducteurs restent parfaitement centrés.

Le câble *Pyroténax* a été expérimenté par l'Office national des Inventions de Bellevue le 14 mai 1936[1].

Les qualités électriques du câble *Pyroténax* sont égales à celles de tous les câbles existants.

Les qualités mécaniques sont, par sa constitution même, très supérieures à celles de tous les câbles existants, malgré un encombrement moindre.

Il est insensible à l'action des pressions externes très élevées.

Il est incombustible et ne peut être détruit que dans les conditions de fusion du cuivre lui-même.

Son étanchéité est parfaite; mais la magnésie étant perméable à l'humidité, elle exige naturellement un appareillage spécial d'embouts étanches, connexions, boîtes de jonction, interrupteurs, etc.

(*) Reconnu par décision ministérielle du 10 novembre 1937. Siège social, 31, rue d'Ulm Paris (V[e]).

(1) La figure 1 montre comment il s'est comporté aux essais mécaniques auxquels il a été soumis.

La figure 2 indique à quelles intensités de courant correspond une élévation de température de 40 degrés de l'enveloppe extérieure sur l'atmosphère ambiante, et cela, en régime permanent, tant pour les câbles unifilaires que multifilaires.

Les figures 3 à 6 représentent les divers organes associés à l'emploi du câble *Pyroténax*, et la figure 7, une de ses applications.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il a fait objet des brevets français nos 773 788 : — 776 904 : — 783 159 : — et 783 182.

Ces brevets ont été pris dans 19 pays étrangers et les droits de licence, jus-

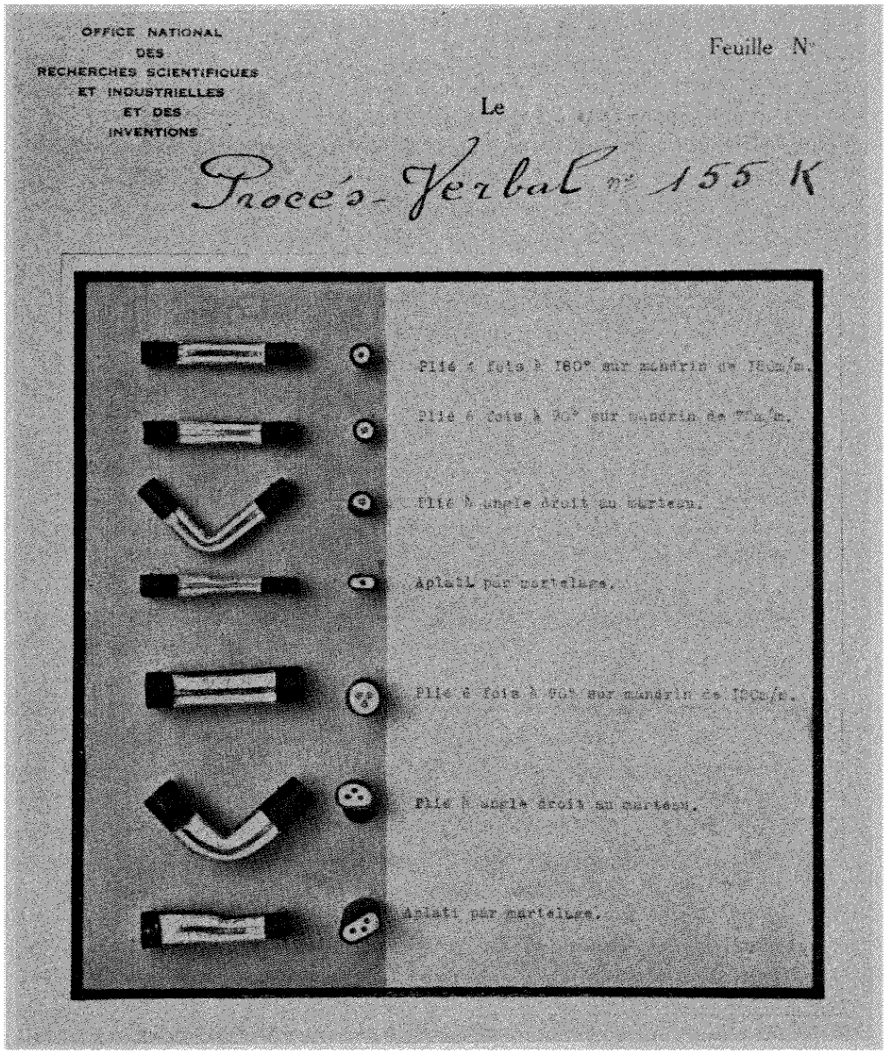



Fig. 1. — Procès-verbal (n° 155 K du 14 mai 1936) des essais mécaniques effectués sur le câble Pyroténax par l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions.

qu'ici cédés : en Allemagne (Metallgesellschaft), en Angleterre (Pyrotenax Limited), en Italie (Société Pirelli) et en Suisse (Société Berthoud-Borel). Il est actuellement employé dans la Marine nationale, la Marine marchande,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'Armée, les Chemins de fer, les bâtiments civils (Palais du Louvre) et les Monuments historiques.

Il ne coûte, installé, que 10 à 15 p. 100 de plus que les installations sous tube d'acier.

Ce câble constitue un progrès considérable dans la technique des câbles élec-

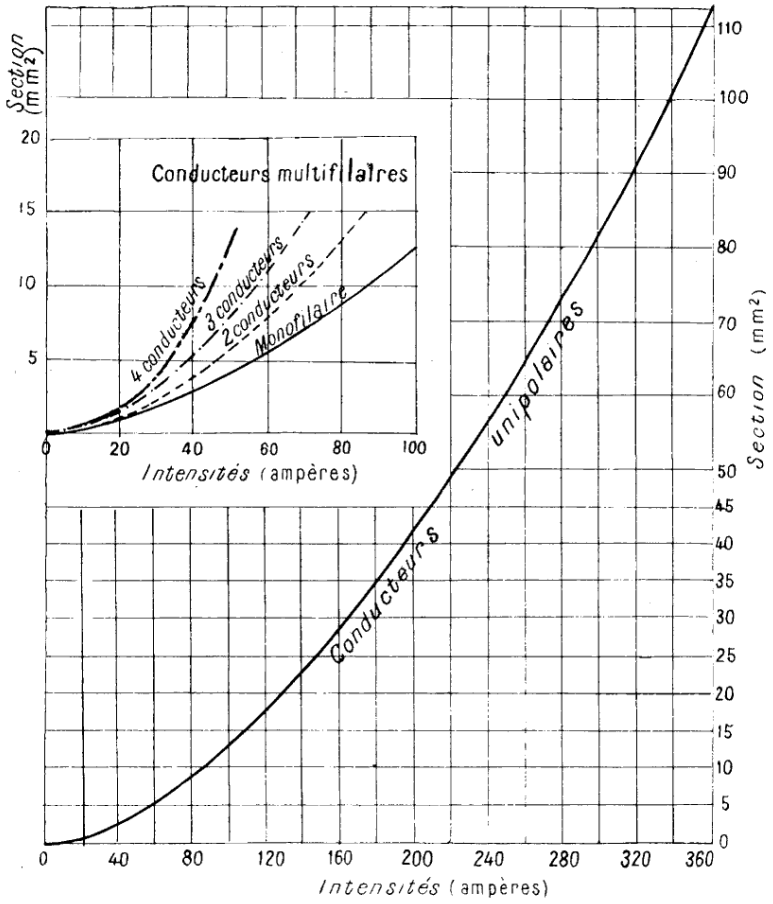



Fig. 2. — CÂBLE PYROTÉNAX : 1° *Conducteurs unipolaires* : Intensités correspondant à un échauffement de l'enveloppe extérieure du conducteur de 40 degrés par rapport à l'atmosphère ambiante en régime permanent; — 2° *Conducteurs unifilaires et multifilaires.*

triques. Il ne constitue pas un progrès moindre au point de vue artistique, car il se présente sous la forme de tubes de cuivre rouge poli, qu'il est loisible de laisser apparent, d'utiliser dans la décoration, tous les organes de suspension, de jonction, d'allumage, etc., pouvant donner lieu à des recherches décoratives. La nécessité de préparer à l'atelier, en vue d'un aspect parfait, un circuit électrique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

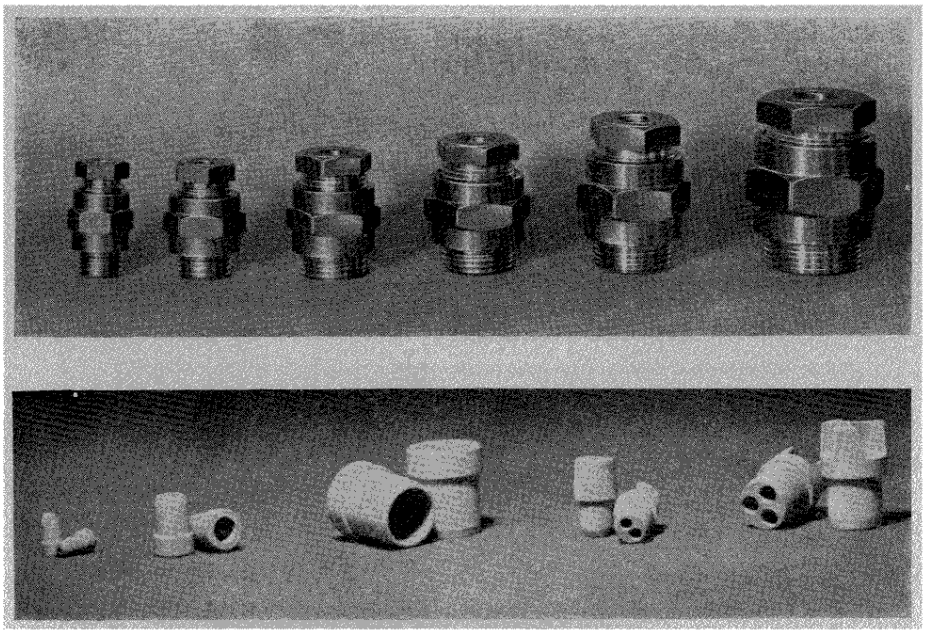


Fig. 3. — CÂBLE PYROTÉNAX : en haut : Bouchons à presse-étoupe; — en bas, Embouts.

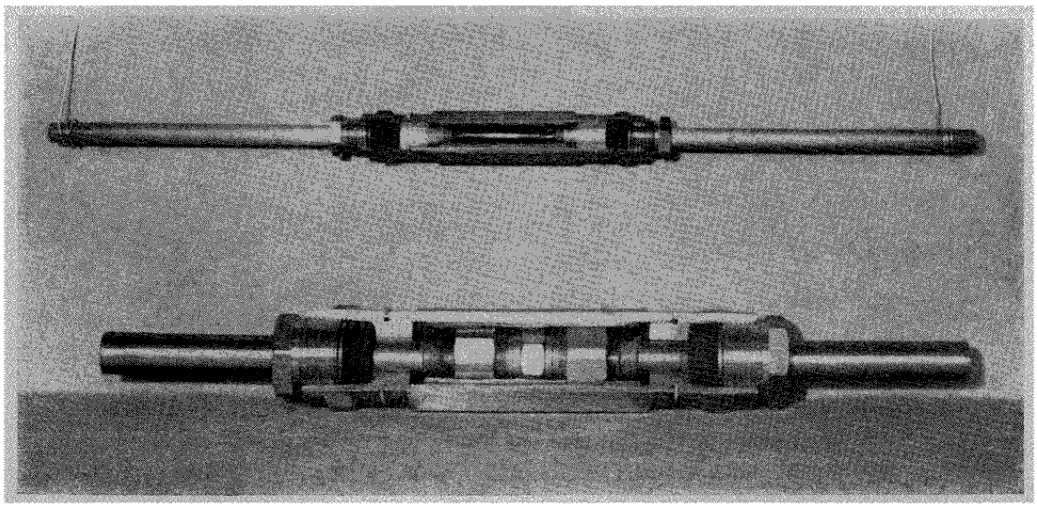


Fig. 4. — CÂBLE PYROTÉNAX : Jonctions étanches.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

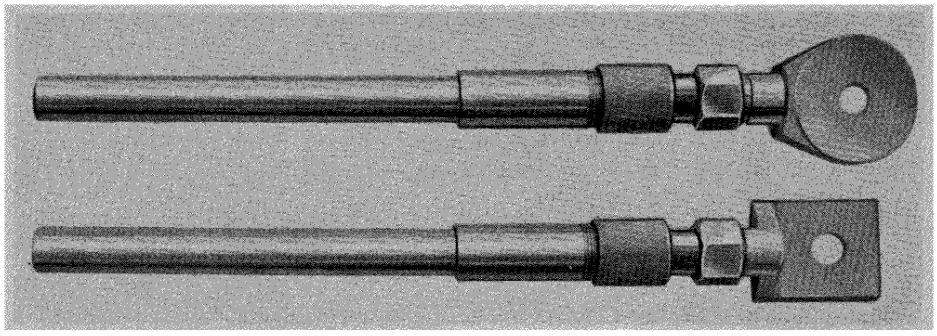


Fig. 5. — CÂBLE PYROTÉNAX : Extrémités terminées par une cosse à serrage concentrique.

comme on prépare une menuiserie métallique, ne fera qu'améliorer les méthodes de travail, depuis le projet jusqu'à la réalisation.

Fabriqué actuellement par la Société Alsacienne de Constructions mécaniques, prochainement par les Tréfileries et Laminoirs du Havre et par la Compagnie générale d'Electricité, il ne fait l'objet d'aucun monopole.

C'est pourquoi ses qualités caractéristiques devraient être inscrites dans les séries, les cahiers des charges, et l'emploi de conducteurs présentant des caractéristiques analogues minimums conseillé à toutes les administrations, ce qui ne peut qu'inciter les inventeurs à chercher et à réaliser de nouveaux progrès.

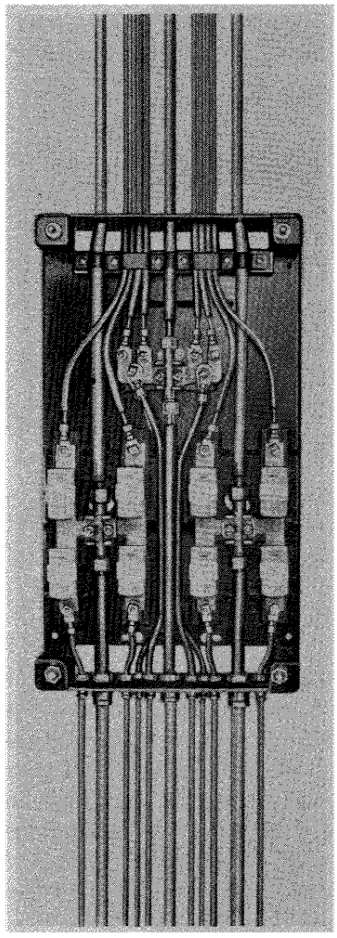


Fig. 6. — CÂBLE PYROTÉNAX : Coffret de branchement sur colonne montante pour 8 abonnés.

### CARACTÉRISTIQUES A IMPOSER AUX CÂBLES ÉLECTRIQUES.

*a*) Les conducteurs et leurs supports doivent avoir une résistance mécanique suffisante pour exclure tout danger de rupture, de relâchement ou de chute des fils ou de destruction par les rongeurs. Les conducteurs établis à l'extérieur des bâtiments devront toujours se trouver à l'abri de tout contact fortuit;

*b*) Les conducteurs des circuits de sécurité ne devront être exécutés qu'avec des conduc-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

teurs isolés spécialement, dont le type sera agréé par un laboratoire officiel, qui devra soumettre les échantillons-types à la température de 800° pendant une demi-heure.

Cet essai sera fait en disposant le conducteur en essai dans l'axe de la flamme d'un brûleur à gaz et air, du genre Méker, sans pression d'air, brûlant bleu.

Le brûleur devra avoir, à la sortie, un diamètre égal ou supérieur à 3 fois le

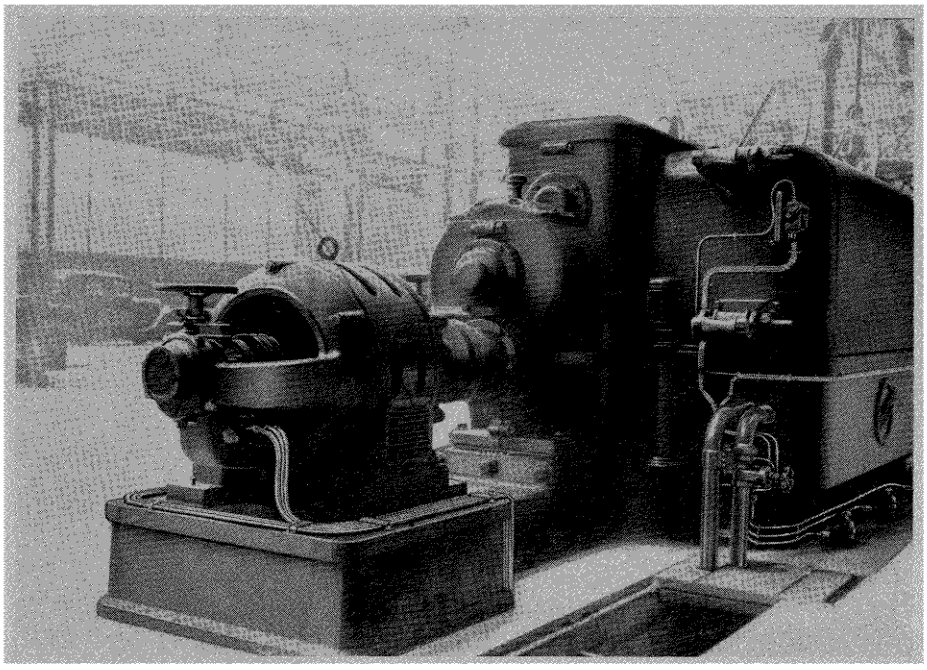


Fig. 7.
Équipement, au moyen du câble Pyroténax, d'une commande électrique de laminoirs.

diamètre de l'enveloppe extérieure qui protège les conducteurs : tube, gaine métallique, de façon que le conducteur soit entouré complètement par les flammes.

Le conducteur sera placé dans la région de chauffage maximum de la flamme sortant du brûleur. Il y sera maintenu durant 30 minutes ;

*c*) L'isolement kilométrique des conducteurs sur tourets devra être supérieur à 2 000 mégohms par kilomètre à la température normale ;

*d*) Les conducteurs devront pouvoir supporter pendant 60 minutes des densités de courant égales à 3 fois celles qui correspondent aux courbes d'intensité ci-jointes (fig. 2), admissibles en fonction des sections ;

*e*) Ces installations devront pouvoir résister pendant 24 heures aux projections d'eau et de liquides extincteurs généralement quelconques sans diminution de la résistance d'isolement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

### SÉANCE PUBLIQUE DU 19 JANVIER 1939

Présidence de M. Marcel MAGNE, *nouveau président.*

La séance est ouverte à 17 h. 30 m.

M. MAGNE, *président*, prononce le discours suivant :

C'est un devoir douloureux pour votre nouveau président que d'avoir à vous annoncer la mort de deux de nos meilleurs et plus éminents collègues : Lucien DELLOYE, vice-président de la Compagnie de Saint-Gobain, et Paul SÉJOURNÉ, membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Nos collègues ont établi des notices nécrologiques sur ces deux illustres membres dont nous déplorons la perte, et je m'excuse de ne pas vous les lire parce que leur carrière fut tellement bien remplie que le résumé qu'en donnent ces notices serait encore trop long pour notre séance ; d'autre part, je ne voudrais pas en lire des extraits ; vous les verrez imprimées dans notre *Bulletin* et vous les lirez certainement avec la même piété que je l'ai fait moi-même.

Qu'il me suffise de dire que Delloye était un homme excellent qui, entré à la Compagnie de Saint-Gobain presque aussitôt en sortant de l'École centrale, y a passé toute sa vie à aimer le verre : il l'a aimé dans son laboratoire, comme industriel, comme Français. Il s'est occupé des accords internationaux, et c'est grâce à lui que la France tient dans le monde une des meilleures places, sinon la première, pour les industries du verre.

Quant à Séjourné, il a su, au siècle du métal, rénover la construction des grands ponts de pierre, ce qui pouvait paraître un paradoxe. Lui aussi a aimé la matière qu'il mettait en œuvre, et c'est dans la tradition héritée des architectes des cathédrales qu'il a repris le principe des arcs indépendants.

En trouvant des solutions plus économiques, plus élastiques, plus faciles à tailler et à construire que celles données par la stéréotomie des voûtes biaises, il est arrivé à faire une architecture si légère qu'on l'a nommé le poète de la pierre, qualificatif qui s'applique admirablement à son œuvre.

Le rapprochement de ces deux noms est, à mon avis, tout à fait évocateur : il symbolise parfaitement notre Société par le fait même que ces deux hommes si éminents, qui disparaissent presque ensemble, ont fait des choses totalement différentes.

Notre Société — il y en a peut-être qui ne se souviennent plus qu'elle date de 1801 — a traversé tous les régimes, comme Chaptal son premier président, et,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comme lui, elle a été utile à tous parce qu'elle a toujours servi la prospérité française : elle l'a servie en encourageant l'invention, elle l'a servie par son rôle social, en récompensant le travail des plus modestes ouvriers comme des ingénieurs les plus éminents.

Elle a fait quelque chose de plus et c'est cela qu'évoque le rapprochement des deux noms de Delloye et de Séjourné. Ses fondateurs ont eu une conception géniale qui nous paraît toute simple aujourd'hui : celle de considérer que la prospérité nationale était une et qu'il fallait coordonner toutes les activités qui y contribuent. De là la création de nos six comités techniques, unissant toutes les forces productrices de la nation.

C'est peut-être parce qu'elle se rappelait ma foi dans cette conception que notre Société m'a fait le grand honneur de me demander d'être son président.

Pour ma part, en effet, j'ai toujours lutté pour l'union de l'art et des techniques, parce que l'art ne peut rien sans les techniques qui lui permettent de s'exprimer, et parce que les techniques ne remplissent pas tout leur but si elles ne s'appliquent pas à des conceptions artistiques.

Ce fut la première idée de ma vie: c'est à la Société d'Encouragement et à mon bon ami Pierre Larivière que je dois d'avoir commencé à élargir mon horizon quand, en 1916, il profita de ma convalescence consécutive à une blessure de guerre pour me demander de faire pour le *Bulletin* de la Société une étude sur « La guerre et l'avenir de nos industries d'art ».

Ce fut alors la première fois que je me plongeai dans la Statistique des Douanes et que je trouvai cette étude singulièrement intéressante.

C'est pourquoi je me suis si fort passionné à préparer et à organiser, avec mon ami l'éminent homme d'état Fernand David, l'Exposition de 1925 dans l'esprit d'union que la guerre avait développé; et je vous assure que c'est une des satisfactions de ma vie de me dire qu'en 1922 le déficit de la balance commerciale était de trois milliards tandis que l'année 1925 apportait un bénéfice de deux milliards sans que l'Exposition eût coûté un sou ni à l'État ni à la Ville de Paris. Hélas! l'égoïsme reprenant le dessus, l'année de l'Exposition de 1937 a marqué le record des déficits : 18 milliards!

Vous connaissez l'effort de redressement entrepris depuis quelques mois et je crois que nous avons cette année un déficit encore effrayant, mais moins effrayant que celui de 1937.

Ce que je trouve encourageant, c'est d'avoir lu cette semaine, à deux jours de distance, d'une part le Ministre de l'Éducation nationale disant au Haut Comité de Coordination des Recherches scientifiques : « Quant à l'industrie de notre pays, « il vous faudra rechercher avant toute chose à la rendre indépendante... les acti- « vités nationales qui ne s'appuient pas sur un effort permanent d'invention et de « création sont appelées, soit à disparaître, soit à passer sous le contrôle de « l'étranger... ».

D'autre part, le Ministre du Commerce, disait, au banquet de l'Union des Industries exportatrices : « Pour que la France soit forte et respectée, il faut

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« qu'elle produise par ses propres moyens et par ceux de son empire de quoi « satisfaire à ses besoins essentiels. »

Je crois que c'est la vérité, qu'il faut avoir la préoccupation constante des chiffres que je vous ai dits tout à l'heure. C'est autour de cela que doivent graviter tous nos efforts pour l'industrie, non plus seulement nationale, mais impériale.

Notre Société, représentant cette coordination des forces nationales que je vous rappelais, est admirablement placée pour faire le recensement indispensable de tout ce qui constitue notre richesse et doit constituer notre supériorité, en même temps que notre moyen de pression pour obtenir des accords de compensation avec les pays qui importent chez nous certaines matières indispensables.

Je suis persuadé que si la Société d'Encouragement intensifie son action dans ce sens, encourageant l'invention comme elle l'a toujours fait, faisant le recensement de tout ce qu'il y a à favoriser, soutenir et développer, et donnant une grande publicité à ces choses-là, elle fera une très belle œuvre; car si la publicité peut devenir une réclame de mauvais aloi pour des produits médiocres, elle peut, s'appliquant à une production vraiment digne de notre pays, être très honorable pour les noms que nous portons tous.

Faire comme un palmarès de la belle production française est une œuvre à laquelle je convie mes collègues et vous tous avec une confiance totale dans le résultat.

Je suis optimiste, mais je ne crois pas à la chance; je crois qu'on organise la chance.

Est présenté pour devenir membre de la Société et admis séance tenante :

M. CHATEAU (Maurice), directeur technique de studios cinématographiques, 26, rue de la Chaise, Paris (7e), présenté par M. Portevin.

M. MAGNE, *président*. — Notre collègue du Conseil depuis 1900, M. WALCKENAER, membre ordinaire de notre Société depuis 1895, et actuellement président de notre Comité des Arts mécaniques, s'est fait inscrire comme membre à vie et nous a versé 1.000 fr.

Nous le remercions chaleureusement de la nouvelle preuve d'intérêt qu'il porte ainsi à notre Société.

Notre collègue du Conseil et mon collègue du Conservatoire national des Arts et Métiers, M. GUILLET, directeur de l'École centrale, vient d'être élevé à la dignité de grand officier de la Légion d'honneur. Vous en êtes certainement aussi heureux que moi-même, car vous connaissez l'activité magnifique de notre collègue Guillet; j'y ajoute un sentiment de plus, n'oubliant pas que Guillet a succédé, dans la chaire du Conservatoire, à



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mon oncle Le Verrier, qui l'avait choisi pour son suppléant, si vives étaient pour lui son estime et son affection.

M. Raymond BERR, Ingénieur au Corps des Mines, administrateur délégué des Établissements Kuhlmann, membre de notre Comité des Arts chimiques, a été élu président de la Société des Ingénieurs civils de France pour l'année 1939.

J'adresse à nos deux collègues du Conseil les félications de la Société d'Encouragement.

M. F. BLONDEL, vice-président de notre Société, membre du Comité de Commerce, a représenté la Société d'Encouragement à la Commémoration du Centenaire de la Photographie, célébrée le 7 janvier dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, en présence de M. Albert Lebrun, président de la République [1].

La Société L'AIR LIQUIDE a versé 200 fr pour sa cotisation de l'année 1939; la COMPAGNIE DES FORGES DE CHÂTILLON-COMMENTRY ET NEUVES-MAISONS a versé 180 fr; M. Jean HAVILAND, à Limoges, a versé 100 fr; M. MICHEL-SCHMIDT, membre honoraire du Conseil, a versé 200 fr pour le *Bulletin*.

Conformément au désir exprimé par nos collègues, tout ou partie de ces sommes sera porté au compte de notre *Bulletin*, un des postes le plus lourdement chargés de notre budget.

Je les remercie de majorer le prix de leur cotisation pour nous faciliter notre travail, qui n'est pas toujours facile.

Notre collègue du Comité des Arts mécaniques, M. Joseph PERNOLLET, a fait don à notre *Bibliothèque* de cinq ouvrages d'une grande valeur documentaire. Le général Jean-Baptiste DUMAS, membre de la Société, lui a donné depuis plusieurs mois un nombre considérable d'ouvrages ou documents provenant de la bibliothèque de son grand-père, le chimiste Jean-Baptiste Dumas, qui fut un des premiers présidents de la Société d'Encouragement. Notre *Bibliothèque* ne les possédait pas; ils vont donc l'enrichir; leur indexation pour mise au catalogue est en cours.

Je remercie chaleureusement tous ces généreux donateurs de la marque d'intérêt qu'ils donnent à notre Société.

Je m'excuse auprès de notre conférencier, M. Labarthe, d'avoir été un peu long avant de vous donner le plaisir de l'entendre.

(1) Voir le compte rendu de cette cérémonie dans le *Bulletin* de janvier-février 1939, p. 127-138.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Labarthe va vous parler de l'injection d'essence dans les moteurs à combustion interne.

M. André Labarthe a commencé sa carrière à la Sorbonne auprès de Kœnigs, de qui, il a été chef des travaux (Chaire de Mécanique appliquée, dirigée d'abord par M. Kœnigs puis par M. Béghin). La science et ses applications ont, pour lui, marché de pair dès le début. Il est bien connu pour les travaux, déjà nombreux et remarquables, qu'il a menés à bonne fin. Il est l'inventeur d'un manographe utilisant les oscillateurs électriques, qu'il a décrit dans sa thèse de doctorat sur *Les nouvelles méthodes de mesures mécaniques* (1936)[1]. Depuis, il a organisé le Centre des Recherches scientifiques appliquées et est devenu le directeur du Groupe des Laboratoires de Bellevue. Actuellement, il est directeur de la Station d'Essais et d'Expériences techniques de l'Office national des Combustibles liquides, et collaborateur scientifique du Ministère de l'Air.

C'est M. Labarthe qui, par une conférence retentissante, faite le 14 janvier 1936 à la Société des Ingénieurs de l'Automobile, a lancé le mouvement tendant à rappeler que l'inventeur, malheureux et méconnu, du cycle à quatre temps est un Français, Beau de Rochas, et non l'Allemand Otto. Ce fut le point de départ de plusieurs manifestations, dont une, organisée le 14 mai 1938 par la Société d'Encouragement, le seul organisme qui eût reconnu en son temps la valeur de l'invention et eût apporté une aide morale et matérielle à l'inventeur. Une plaque commémorative apposée dans l'hôtel de la Société rappelle l'événement. Je félicite et remercie M. Labarthe de cette heureuse initiative.

Je le félicite aussi d'avoir apporté sa compétence technique dans le milieu politique. C'est une chose indispensable. C'est pour cela que je vous rappelais que notre Société avait traversé tous les régimes et qu'elle avait été utile à tous, parce qu'elle n'avait jamais fait de politique. Mais ce n'est pas faire de la politique que de renseigner le Gouvernement sur les solutions techniques : c'est simplement apporter sa contribution à la bonne gestion des affaires publiques.

M. André Labarthe, docteur ès sciences, directeur du Groupe des Laboratoires de Bellevue, fait une communication sur *L'injection d'essence dans les moteurs à combustion interne.*

(1) Cette thèse a été publiée en 1936, sous le n° 96 des *Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ces dernières années on a proposé, et on semble y avoir en partie réussi aux États-Unis et en Allemagne, de remplacer, dans les moteurs à explosion, la carburation par gicleur et aspiration, par une injection sous pression au moyen d'une pompe, d'une façon analogue à ce qu'on fait dans le Diesel. Il y a à cela de nombreux avantages qui sont évidents, mais précieux surtout pour les moteurs d'aviation, pour lesquels, d'ailleurs, les carburateurs sont devenus beaucoup trop compliqués; mais la réalisation de cette injection est extrêmement difficile.

Il résulte des premiers essais faits en France depuis 1937 que le bénéfice porte sur : la possibilité d'obtenir, facilement et sans retard sensible, le dosage optimum correspondant à une altitude, à une vitesse et à une charge données ou imposées; l'égalité de remplissage et de richesse dans tous les cylindres; une plus grande souplesse du moteur et la facilité des reprises; l'absence de givrage sans réchauffement, ce qui évite les retours de flamme et le risque d'incendie; la suppression des détonations et la possibilité d'augmenter le taux de compression; la plus grande légèreté, d'où une augmentation de la puissance massique et totale (de 10 à 20 p. 100) et une moindre consommation spécifique. E. L.

M. Magne remercie M. Labarthe de son remarquable exposé.

La séance est levée à 19 h.

---

## SÉANCE PUBLIQUE DU 23 FÉVRIER 1939

Présidence de M. Marcel Magne, *président.*

La séance est ouverte à 17 h. 30 m.

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

M. Bouis (Marcel), ancien élève de l'École normale, docteur ès sciences, agrégé de l'Université, directeur de la Société commerciale du Chlore et de la Société d'Exploitation de l'Usine de Boussens, 82, rue de la Faisanderie, Paris (16e), présenté par MM. A. Alby et G. Painvin;

M. Jacobson (Max) (✠, ✠), Ingénieur des Arts et Manufactures, licencié en droit, professeur à l'École centrale, conseiller du Commerce extérieur, 26, avenue Foch, Paris (16e), présenté par M. Léon Guillet;

M. Jacobson (Alfred) (C. ✠, ✠), Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien président de la Société des Ingénieurs civils, 30, avenue de Villiers, Paris (17e), présenté par Léon Guillet;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. CALLANDREAU (Édouard) (✻, ✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, docteur ès sciences mathématiques, professeur à l'École centrale, chef de service aux Établissements Schneider et Cie, expert au Tribunal civil, arbitre-rapporteur au Tribunal de Commerce, 1, boulevard Edgar-Quinet, Paris (14e) présenté par M. Léon Guillet;

M. DANTY-LAFRANCE (✻), professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, maître de conférences à l'École centrale, 45, rue de Pétrograd, Paris (8e), présenté par M. Léon Guillet;

M. VIGNEROT (Maurice) (O. ✻, ✻, C. ✻), Ingénieur en chef du Génie rural, membre du Conseil supérieur d'Hygiène publique de France, collaborateur principal de la Carte géologique de France, 16, rue de la Procession, Paris (15e), présenté par M. Rolley;

M. LE COËNT (Albert) (✻), administrateur-directeur de l'Office central de Chauffe rationnelle, 5, rue Michel-Ange, Paris (16e), présenté par le Commandant Rouch;

M. MAILLARD (Frédéric) (✻) ancien élève de l'École polytechnique, Ingénieur-docteur, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, 48, rue des Écoles, Paris (5e), présenté par M. Magne.

La SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'ENTREPRISES et la SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE GÉRANCE ET D'EXPLOITATION, déjà membres ordinaires de notre Société, se sont fait inscrire comme membres perpétuels. M. Magne les remercie de la nouvelle preuve d'intérêt que ces deux sociétés portent ainsi à la Société d'Encouragement.

La Société d'Encouragement a été représentée par son président aux manifestations suivantes :

le 21 janvier, au Banquet annuel organisé par la Chambre syndicale de l'Acétylène et de la Soudure autogène et la Société des Ingénieurs-Soudeurs, présidé par M. Caquot, membre de l'Institut et de notre Comité des Constructions et des Beaux-Arts. M. P. Lacroix, M. Gandillon, M. Magne, M. Luc, directeur général de l'Enseignement technique, et M. Caquot ont pris la parole [1];

le 21 janvier, au Bal de l'Association des Ingénieurs agronomes, auquel assistait M. Albert Lebrun, président de la République;

le 4 février, au Banquet annuel de l'Association française des Techni-

(1) On trouvera, dans un prochain *Bulletin*, le compte rendu de cette réunion.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ciens du Pétrole, sous la présidence de M. de Monzie, ministre des Travaux publics. M. BLONDEL, vice-président de la Société, membre du Comité de Commerce y assistait aussi. Des discours ont été prononcés : par M. Huré, président de l'Association des Techniciens du Pétrole, par M. Magne, M. J. André, le général Serrigny et M. de Monzie[1];

le 11 février, au Bal annuel de l'Association des Anciens Elèves de l'École de Physique et de Chimie industrielles de la ville de Paris, auquel assistaient M. le Président de la République et M. le Ministre du Commerce;

le 18 février, au Bal annuel de la Société des Anciens Élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers, auquel assistait M. le Ministre de l'Éducation nationale.

La Société d'Encouragement a été représentée aussi :

le 22 février, par M. SCHRIBAUX, membre de l'Institut, vice-président de la Société, membre du Comité d'Agriculture, à la séance solennelle de distribution des récompenses de l'Académie d'Agriculture de France[2];

par M. WALCKENAER, vice-président de la Société, président du Comité des Arts mécaniques, à la cérémonie qui a eu lieu le 25 janvier, au Muséum national d'Histoire nationale, pour célébrer le centenaire de la création, au Muséum, de la chaire de physique, qui a été illustrée de père en fils par des membres de la famille Becquerel : Antoine (1788-1878), à partir de 1838; Edmond (1820-1892), membre de l'Académie des Sciences, président de la Société d'Encouragement de 1885 à 1888, à partir de 1878; Henri (1852-1908), membre de l'Académie des Sciences, à partir de 1892 (c'est lui qui découvrit la radioactivité); Jean, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, titulaire actuel de la chaire. La cérémonie a eu lieu en présence de M. Albert Lebrun, président de la République. Des discours ont été prononcés par MM. Louis GERMAIN, directeur du Muséum; André LÉAUTÉ, professeur à l'École polytechnique; Jean BECQUEREL et M. Jean ZAY, ministre de l'Éducation nationale.

M. WALCKENAER, vice-président de la Société, président du Comité des Arts mécaniques, a été nommé membre de la Commission du Conseil général des Ponts et Chaussées, chargée d'étudier les essais auxquels

(1) On trouvera, dans un prochain *Bulletin*, le compte rendu de cette réunion.
(2) On trouvera, dans un prochain *Bulletin*, le compte rendu de cette réunion.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

doivent être soumis les aciers utilisés par l'Administration des Ponts et Chaussées dans ses travaux.

M. MAGNE, *président*. — J'ai aussi le plaisir de vous annoncer que notre collègue du Conseil, M. DUBRISAY, membre du Comité des Arts chimiques, a été promu commandeur de la Légion d'honneur, et que M. BLONDEL, vice-président de la Société, membre du Comité de Commerce, a été élu président de la Société française de Minéralogie pour l'année 1939.

J'adresse les très vives félicitations de notre Société à ces trois collègues.

Deux dons importants ont été faits récemment à notre *Bibliothèque*, soit directement par un de ses habitués, soit par l'entremise d'un autre habitué, M. ARPIN. Ce sont : 1° six ouvrages, dont M. A. STHEGENS est l'auteur : *La pratique du modelage mécanique; Le toupillage; Perçage et mortaisage du bois; Dégauchissage et rabotage du bois; Manuel de la scierie*; *Pour l'artisan du bois*; 2° dons de M. Georges LEFÈVRE : *Le blé : production, industries de transformation* et *Dix ans de travaux du Comité central du Blé et du Pain. (Essai d'économie agricole rationnelle.)*

J'adresse à ces généreux donateurs les très vifs remerciements de notre Société.

Je donne maintenant la parole à notre collègue, M. Dumanois, qui va vous présenter notre conférencier, M. Combes.

M. DUMANOIS. — M. Combes que vous allez entendre est Ingénieur au Corps de l'Aéronautique; il est chargé des essais de moteurs à l'Établissement d'Expériences techniques de Chalais-Meudon, qui dépend du Ministère de l'Air.

Il y a deux manières de savoir : celle qui est purement livresque, celle qui s'acquiert par l'expérience associée à une forte discipline. M. Combes possède les deux. Les essais qu'il exécute ne sont pas chose commode : la constatation des faits peut n'être pas toujours conforme à la théorie ; ils peuvent même la contredire, et alors, il faut quelquefois lever cette contradiction.

M. Combes poursuit sa tâche depuis deux ans, et il la poursuit avec une ténacité que j'admire : chaque fois que j'ai besoin de renseignements précis, je les demande à M. Combes et je les reçois dans un temps très court. Je me demande comment il fait, car, par mesure d'économie, le personnel a été très réduit.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J'ajoute que ces essais et expériences ne vont pas sans quelque risque : M. Combes se trouvait aux côtés de M. Serruys quand une bouteille de gaz comprimé a explosé : M. Serruys a eu les deux mains coupées; un éclat a passé à quelques centimètres de la tête de M. Combes, qui a été blessé à la face.

Depuis deux ans, il a accumulé par ses essais une somme considérable de renseignements sur les moteurs d'aviation, et, par conséquent, nul n'est plus qualifié que lui pour parler de cette question.

M. Raymond Combes, Ingénieur au Corps de l'Aéronautique, chef de la Section d'Essais de Moteurs de l'Établissement d'Expériences techniques de Chalais-Meudon, fait une communication sur *L'amélioration du moteur d'aviation vue d'un laboratoire d'essais.*

Dans ces dernières années, les progrès des moteurs d'aviation ont été très grands : on a beaucoup augmenté la puissance par cylindrée; la consommation spécifique a été très abaissée et l'endurance augmentée dans des proportions remarquables, d'où des performances et records récents particulièrement intéressants.

Pour le moteur, les raisons principales des progrès récents sont, de l'avis de M. Combes : 1° le problème à résoudre, mieux posé aux constructeurs de moteurs par les acheteurs éventuels; — 2° l'intérêt porté au problème de l'évacuation des calories; 3° les carburants.

Les Américains ont été les premiers à mettre en évidence les caractéristiques fondamentales du moteur d'aviation autres que les caractéristiques de construction : *a*) puissance au décollage d'un avion, très courte; *b*) puissance en montée, d'une durée plus importante mais limitée, avec consommation spécifique réalisable dans ces conditions; *c*) consommation en croisière, puissance réalisable dans ces conditions avec grande endurance.

Les caractéristiques ainsi posées ont permis d'accroître considérablement les puissances au décollage et d'abaisser les consommations en croisière.

Les progrès dans l'évacuation des calories ont surtout permis d'accroître les puissances en montée.

Quant aux carburants, ils ont permis un bond dans l'ensemble des caractéristiques du moteur.

A l'heure actuelle, on trouve une tendance à la recherche de formes nouvelles permettant d'augmenter le nombre de cylindres, mais M. Combes pense que l'on n'a pas encore tiré le maximum des formes actuelles. Les améliorations possibles devront porter surtout :

1° Sur l'alimentation, actuellement très compliquée et donnant lieu à de nombreuses pertes de charges inutiles : *a*) amélioration du rendement des compresseurs, ne dépassant guère actuellement 0,6, et meilleure adaptation au fonction-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nement du moteur, notamment par l'utilisation de plusieurs vitesses (procédé actuellement susceptible, par le choix approprié du compresseur, de donner un rendement convenable dans tous les cas de fonctionnement du moteur); dans un avenir plus lointain, utilisation des turbo-compresseurs; *b*) la généralisation du dispositif d'injection d'essence dans la chambre de combustion (voir la communication de M. Labarthe faite le 19 janvier, p. 199 du présent *Bulletin*); *c*) la suppression des soupapes; *d*) l'amélioration du dessin des tubulures, une solution particulièrement satisfaisante au premier abord étant celle du moteur sans soupapes à injection dans la chambre de combustion;

2° Sur le cylindre, pour l'évacuation des calories, avec étude particulièrement poussée des circulations des liquides et d'air de refroidissement. Sur ce point, nous nous sommes quelque peu laissé distancer par les étrangers; mais des études comme celles de M. Mercier montrent que nous pouvons espérer beaucoup d'une collaboration étroite entre les avionneurs, les fabricants de moteurs et les techniciens de l'aérodynamique;

3° Sur les carburants. L'augmentation de l'indice d'octane permet bien d'augmenter le taux de compression et le taux de suralimentation, mais, des essais exécutés à Chalais-Meudon sur un moteur C. F. R. suralimenté ont montré qu'au point de vue de la puissance, pour une essence donnée et à égalité de détonation, il est plus avantageux d'avoir un taux de compression relativement faible et un taux de suralimentation élevé. Si donc l'on veut avoir, sur un même moteur, une consommation spécifique faible et une puissance au décollage et en montée élevée, on devra choisir le meilleur compromis, pour ce carburant, entre le taux de compression et le taux de suralimentation.

Ce compromis étant choisi, dans la plupart des cas, ce n'est pas nécessairement avec le carburant précédemment employé ou des carburants d'indice d'octane aussi ou plus élevé que l'on obtiendra les consommations spécifiques les plus basses en croisière. Des recherches extrêmement intéressantes pourront être entreprises dans cette voie lorsque l'on disposera de monocylindres en vraie grandeur; d'où l'intérêt de l'emploi de deux carburants, l'un pour le décollage et la montée, l'autre pour la croisière.

Il résulte de cet examen que, mis à part le moteur sans soupapes de la Société anglaise Bristol et les compresseurs à deux vitesses, il n'y a pas d'innovations radicales dans les moteurs actuels : le succès des dernières performances résulte de la conjugaison de perfectionnements apportés à des dispositifs déjà connus; les progrès les plus désirables dans un avenir prochain paraissent devoir porter sur le refroidissement et les carburants.

E. L.

M. Magne, *président*. — Vous venez d'entendre la conférence si intéressante et si précise de M. Combes; je pense que sa discussion doit être ouverte par M. Dumanois, plus qualifié que moi pour la diriger.

M. Dumanois. — Je ne suis pas étonné que personne ne demande des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

explications complémentaires à M. Combes : il a été véritablement lumineux.

M. MAGNE, *président.* — Je ne puis être que très heureux de cette unanimité. Je remercie M. Combes d'avoir été aussi clair sur une question extrêmement intéressante, mais fort compliquée.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

---

## COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 17 JANVIER 1939)

### L'art moderne dans les monuments historiques.

Le Comité des Constructions et des Beaux-Arts, dans sa séance du 17 janvier 1939, a pris connaissance du vœu suivant, émis par la Société de l'Art appliqué aux Métiers, reconnue d'utilité publique, dans son assemblée générale du 22 décembre 1938 :

VŒU.

« La Société de l'Art appliqué aux Métiers,

considérant que toute cathédrale, toute église ancienne est une partie de l'histoire vivante de l'art français, grâce aux embellissements, voire même aux transformations, aux adjonctions et aux agrandissements qui, de siècle en siècle, chacun caractérisant le style de son époque, se sont harmonisés avec l'œuvre primitive et ont contribué à son achèvement,

proteste contre la campagne d'une certaine partie de la presse qui prétendrait interdire à l'art moderne de prendre la place à laquelle il a droit dans cette collaboration intime qui a fait la tradition française même;

fait confiance au goût des hautes personnalités qui dirigent en France les destinées de l'art et celles de l'Église pour maintenir cette tradition. »

Le Comité des Constructions et des Beaux-Arts, estimant que le vitrail est actuellement une de nos industries d'art qui, par son évolution et son activité modernes, se maintient dans le monde et fait honneur à la France, s'associe à ce vœu.

---

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 28 FÉVRIER 1939)

### Les derniers décrets mettront-ils fin au marasme du bâtiment?

par M. Lucien BECHMANN, *membre du Conseil.*

Malgré les nuages qui assombrissent l'horizon, il s'est produit, depuis novembre dernier, un effort vers le développement de la production en France. Mais l'industrie du bâtiment ne présente encore aucun symptôme de reprise. Comme elle subit toujours les crises avec un certain décalage, on peut penser que, frappée la dernière, elle repartira après les autres. Encore faudrait-il des bases de départ favorables.

Si l'on prend 100 comme symbole de l'activité de la construction en 1913, un maximum a été atteint en 1930 avec l'indice 137. La décroissance, légère en 1931,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

commença à se manifester surtout en 1932 pour continuer à peu près régulièrement jusqu'à la fin de 1937, où l'indice 49 était enregistré. Depuis lors, la courbe de production est restée sensiblement à ce niveau.

N'oublions pas qu'en période normale, c'est dans l'entretien et la construction des habitations que le bâtiment trouvait les trois quarts de son chiffre d'affaires. Cette catégorie de travaux a été atteinte d'une paralysie quasi totale et si l'indice n'est pas tombé au dessous de 49, c'est grâce à l'augmentation des travaux financés par l'État et les collectivités, et notamment grâce à l'Exposition de 1937. Cette activité, ruineuse pour les finances publiques, ne pouvait continuer dans les circonstances actuelles, et l'une des premières mesures prises par le nouveau Ministre des Finances est venue y mettre un frein. C'est donc aujourd'hui, par la reprise des travaux particuliers, que le bâtiment doit se relever.

Toute une série de dispositions, dont le début remonte au mois d'août 1937, ont été prises en vue d'encourager la construction : bonifications d'intérêts, exonérations ou réductions d'impôts, de droits d'enregistrement, etc. Mais l'effet a été jusqu'à présent minime : l'indice était de 51 en octobre 1938 et ne semble guère avoir varié depuis.

Les nouvelles dispositions de « détente fiscale » parues au *Journal Officiel* du 4 février dernier, pour favoriser les investissements dans l'industrie, ne pourront intéresser qu'indirectement le bâtiment. Le développement des moyens de production, s'il répond à l'invite, peut entraîner l'édification de constructions commerciales ou industrielles, peut-être même la création de logements ouvriers.

On peut espérer que ces travaux viendront remplacer la source tarie des travaux d'État, mais il semble bien que seule la reprise de la construction d'habitations permettrait de remonter la pente. Il est indiscutable que de tels travaux sont nécessaires : les taudis néfastes pullulent; les îlots insalubres sont repérés, condamnés; des milliers de familles attendent de pouvoir trouver des logements sains. Il y a aussi bien des immeubles, encore capables de servir qui, privés de tout entretien depuis des années, réclament impérieusement de grosses réparations et des modernisations.

Tous ces travaux d'initiative privée ont été rendus impossibles parce qu'une politique aveugle a accablé les propriétaires. Les loyers sont encore artificiellement maintenus pour tous les logements d'avant guerre au coefficient 3 ou 4, alors que les travaux sont au coefficient 10 et que les immeubles sont écrasés d'impôts. Aussi a-t-on vu s'effondrer la valeur vénale de la propriété immobilière et, aujourd'hui, la construction d'immeubles, malgré les quelques mesures prises pour l'encourager, se présente comme une opération bien hasardeuse.

C'est le retour au droit commun pour les loyers et un revirement de l'opinion vis-à-vis de la propriété immobilière qui seront surtout susceptibles de ramener la confiance et de permettre un mouvement de reprise de quelque envergure dans l'industrie du bâtiment.

### ADDENDUM

Depuis la rédaction de la note ci-dessus de nouveaux décrets ont paru, le 1er mars, au *Journal Officiel*. Ces décrets diminuent les droits qui grèvent les prêts hypothécaires, exonèrent totalement de droits la première mutation par vente ou succession des immeubles qui seront construits en 1939 et 1940 et réduit au quart ces droits pour ceux qui seront construits et vendus avant 1955.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les sociétés immobilières, pour les immeubles qu'elles construiront à partir de mars 1939, se voient temporairement exonérées d'impôt sur les bénéfices dans les conditions mêmes où ces immeubles se trouvent déjà exonérés d'impôt foncier.

Des dégrèvements encouragent les particuliers qui exécuteront à bref délai d'importantes réparations à leurs immeubles. Des réductions de droits facilitent la vente d'immeubles commerciaux et industriels et tout spécialement les usines en chômage que l'acquéreur remettra en activité avant un an.

Saluons dans ces mesures la volonté qui les anime. Plus encore que les avantages matériels qu'elles apportent c'est l'impression qu'elles créent qui sera bienfaisante.

Il importe que les propriétaires se sentent reconnus et protégés comme d'utiles éléments de l'activité productrice, qu'on leur fasse oublier les années pendant lesquelles ils furent traités en parias, taillables et corvéables à merci. Alors, ils respireront un air nouveau et reprendront confiance. Et lorsque le Gouvernement aura pris les premières mesures montrant qu'il a compris la nécessité du retour rapide au droit commun pour les loyers et qu'il a la force d'en convaincre le pays, on verra l'industrie du bâtiment reprendre progressivement son activité normale.

## COMITÉ D'AGRICULTURE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 1er FÉVRIER 1939)

### Conséquences de la diversité des exploitations agricoles françaises

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

Comment se posent les questions agricoles aux différents points de vue technique, économique et social?

Il convient de remarquer tout d'abord les différences profondes entre les milieux agricoles et industriels; la conséquence en est que, quand on a voulu appliquer purement et simplement en agriculture des solutions qui avaient réussi dans l'industrie, presque invariablement on a enregistré des échecs.

Au point de vue technique, par exemple, la spécialisation et la standardisation des machines se posent tout différemment. Si, dans une industrie, un type de machine est reconnu supérieur à d'autres, un métier à tisser, une machine-outil, on l'adoptera dans toutes les usines; en agriculture, c'est la machine qu'il faut adapter au milieu, et ce milieu varie, du tout au tout, avec l'étendue des champs, la nature des terres, avec les forces dont dispose l'exploitant agricole, etc. De là, la variété des types de chacun de nos instruments agricoles, charrues, semoirs, moissonneuses et batteuses, qui déconcerte souvent les visiteurs non informés de nos expositions de machines agricoles.

Au point de vue social, l'application des lois sur les assurances sociales et sur les allocations familiales a rencontré, suivant les genres d'exploitations agricoles, un accueil très différent, et, cependant, force avait été de reconnaître qu'une législation spéciale devait être envisagée pour l'agriculture; mais la souplesse nécessaire lui a manqué pour s'adapter à la diversité des exploitations agricoles que l'on rencontre en France, et qui est précisément une des caractéristiques de notre pays.

Dans les exploitations agricoles de l'Ile-de-France, de la Brie, du Valois, du Soissonnais, du Vexin, les assurances sociales et les allocations familiales sont appliquées; les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ouvriers agricoles, français ou étrangers, qu'emploient les fermes de 100 à 300 ha de ces régions, ont rarement une attache directe à la terre; ce sont des salariés et ils le resteront: exceptionnellement, ils deviendront des exploitants agricoles pour leur propre compte. Au contraire, dans la majorité de nos exploitations agricoles françaises de faible étendue, de 10 à 30 ha, le chef d'exploitation prend une part directe à tous les travaux, et s'il se fait aider par un ou deux domestiques, en attendant que ses enfants puissent le faire, ces domestiques sont presque toujours des fils de cultivateurs voisins, qui ne sont des salariés agricoles que momentanément et avant de pouvoir s'établir à leur compte dans une exploitation. Les assurances sociales ne les intéressent pas; quant aux allocations familiales, le père de famille ne comprend pas qu'il doive verser des cotisations pour un domestique qui n'en profitera pas parce que célibataire, alors que lui en aurait le plus grand besoin pour élever ses propres enfants. Sans doute des décrets-lois de l'été dernier ont eu pour but de remédier à une telle situation; mais, tant qu'on ne laissera pas à la législation la souplesse nécessaire pour s'appliquer à la diversité des exploitations françaises, on risque de rencontrer toujours les mêmes difficultés.

## COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 9 FÉVRIER 1939.)

### Le matériel de forage « rotary » à grande profondeur,

par M. Charles BIHOREAU, *membre du Conseil.*

Le forage peut être exécuté soit par battage avec un outil tranchant, soit par rodage au moyen d'un trépan animé d'un mouvement de rotation. Dans le premier cas, l'installation comporte un balancier dont une extrémité supporte l'outil d'attaque, l'autre recevant le mouvement du moteur: la suspension de l'outil d'attaque est assurée par tiges (système canadien, Raky, etc.) ou par câble (pensylvanien).

Dans le deuxième cas (système rotary), le trépan est suspendu à l'extrémité d'une colonne de tiges animées d'un mouvement de rotation par l'intermédiaire d'une table commandée elle-même par une transmission. Les tiges, qui sont raccordées les unes aux autres au fur et à mesure de l'avancement du forage, sont creuses afin de permettre une circulation d'eau boueuse.

Celle-ci est injectée à l'intérieur des tiges et remonte à la surface dans l'intervalle compris entre ces dernières et les parois du trou. Le courant d'eau facilite l'attaque du terrain par le trépan et entraîne avec lui les parcelles de roches désagrégées. La pression exercée par cette colonne d'eau boueuse s'oppose en outre, dans une certaine mesure, à l'éboulement des parois du trou de sonde.

C'est le système rotary qui est adopté universellement à l'heure actuelle pour les forages au pétrole parce qu'il a une vitesse d'avancement considérable et qu'il peut atteindre des profondeurs plus grandes que les autres appareils.

Les forages de recherche du pétrole dans le monde entraînent chaque année de nouveaux records de profondeur. Depuis la création de cette industrie par le colonel DRAKE jusqu'en 1931, c'est-à-dire pendant 70 ans environ, aucun puits n'avait atteint la profondeur de 10.000 pieds (3.000 m). De 1931 à 1936 le nombre de sondes ayant dépassé ce niveau se chiffre par quelques unités chaque année. En 1937 et 1938,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

41 et 145 puits ont été respectivement poussés au-delà de 3.000 m. A l'heure actuelle, c'est un total de 211 puits qui ont été forés à ces grandes profondeurs, et on estime qu'en 1939 un nombre égal de sondes sera exécuté en une seule année. Le record appartient jusqu'ici à la Californie, où on est descendu à 15.004 pieds (4.500 m) dans la sonde $KCLA_2$, de la Continental Oil Cie. Ce puits tient également la seconde place parmi les sondes productives à grande profondeur, sa mise en exploitation ayant été effectuée à 13.100 pieds (3.930 m).

Cette tendance nouvelle de l'industrie est en relation directe avec les perfectionnements apportés ces dernières années à la technique du forage et au matériel qu'elle utilise.

**Matériel de forage « rotary » à grande profondeur.** — MACHINERIE ET ÉQUIPEMENT DE SURFACE. — *Force motrice.* — *a*) Vapeur. — Bien que l'usage des moteurs Diesel et de l'électricité soit devenu tout à fait courant, la vapeur reste cependant le moyen le plus répandu pour produire la force motrice nécessaire à un sondage. La vapeur offre en effet le maximum de souplesse : elle est en général adoptée chaque fois que le coût du combustible ou de l'approvisionnement en eau ne dépasse pas une certaine limite. Les machines à vapeur ont l'avantage d'être très robustes et leurs frais d'entretien sont pratiquement nuls.

Le rendement de ces engins a été du reste très sensiblement amélioré ces dernières années par l'adjonction de surchauffeurs aux batteries de chaudières et par la récupération de la vapeur détendue au moyen de condenseurs. En outre les chaudières et les tuyauteries sont maintenant convenablement calorifugées.

On emploie en général 4 chaudières du type « locomobile » de 100 à 125 ch chacune, fournissant de la vapeur à 17 kg/cm², surchauffée à 300°.

Les machines sont ordinairement du type horizontal, à deux cylindres $12 \times 12$ ou $14 \times 14$ pouces.

*b*) Moteurs Diesel. — L'emploi des moteurs à combustion est surtout répandu, en dehors des États-Unis, dans les chantiers où le ravitaillement en combustible et en eau est d'un prix de revient élevé. Deux ou trois moteurs de 200/250 ch sont utilisés l'un pour le treuil, un autre pour les pompes et, éventuellement, un troisième comme engin de secours.

Les différents organes de la machinerie sont actionnés par l'intermédiaire d'une ou plusieurs transmissions permettant la marche à vide des moteurs et le renversement du sens de rotation. Le point le plus délicat de ces transmissions est la réalisation d'un embrayage souple et robuste pouvant résister à de nombreuses manœuvres. Sur les appareils en service en France la commande de cet embrayage et de l'inverseur de marche est effectuée au moyen d'un servo-frein très sensible ne nécessitant presqu'aucun effort du maître-sondeur.

Les Diesel sont en général du type marin à cylindres verticaux, à deux ou à quatre temps, à simple effet et tournant à des vitesses de l'ordre de 600 t/min. Leur poids est d'environ une dizaine de tonnes. Le combustible utilisé est, soit du gas oil, soit du fuel oil domestique.

*c*) Électricité. — Cette énergie s'emploie sous deux formes différentes :

1° On utilise les lignes de distribution de force passant au voisinage de la sonde. Un transformateur abaisse le courant à la tension d'utilisation des moteurs, qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont, en général, au nombre de quatre, un pour le treuil, un pour la table et un pour chacune des pompes à boue :

2° L'électricité est produite par un groupe de moteurs Diesel couplés sur des génératrices à courant continu. L'emploi de ce courant est bien préférable au courant alternatif, dont les courbes de variation de puissance présentent des caractéristiques moins désirables. Les frais élevés de premier établissement entraînés par ce système limitent son emploi, sauf dans le cas du forage de plusieurs sondes dans un rayon de peu d'étendue.

*Chevalements.* — Conçus en aciers spéciaux, alliant la légèreté à la robustesse, les derricks modernes ont des hauteurs standard de 37, 41 et 54 m. Ils reposent en général sur une substructure portant, à environ 3 m du sol, le plancher de la tour, de façon à supprimer le caveau qui servait autrefois à loger les dispositifs de retenue et de sécurité des colonnes de tubes.

*Les pompes à boue.* — Ce sont des organes très importants dans une installation de sondage, où la circulation de boue joue un rôle considérable dans la rapidité de l'avancement et la sécurité du forage. Les pompes à boue sont du type horizontal à deux cylindres double effet. Leur pression maximum de travail est de l'ordre de 200 atm. Les chemises sont amovibles et de diamètre variable. Un jeu de pistons de différentes dimensions permet d'adapter le débit et la pression aux diverses conditions du forage. Les dimensions les plus courantes sont celles de 159, 165 et 171 mm pour l'alésage des cylindres. La course varie entre 400 et 500 mm.

Deux types sont utilisés : les pompes à vapeur et les pompes à transmission mécanique, qui exigent un moteur indépendant. Même lorsqu'on dispose de vapeur sur la sonde, on tend de plus en plus à utiliser les pompes du second type en raison de leur meilleur rendement mécanique et en dépit de leur prix d'achat, qui est très supérieur. Les conduits d'aspiration et de refoulement ont en général des dimensions respectives de 250 et 105 mm.

Les pompes à vapeur ont l'avantage de se prêter à un bon couplage en série et sont installées de façon à pouvoir travailler, soit dans ce premier régime, soit en parallèle.

*Treuils de levage.* — Les treuils de rotary à grande puissance sont aujourd'hui du type unitaire et indépendants de la tour, ce qui supprime une partie des vibrations transmises par liaison mécanique. A 4 vitesses ou davantage, si la force motrice est fournie par des moteurs Diesel, ils comportent 3 arbres tournant dans des paliers oscillants. Les chaînes et tous les organes de transmission sont complètement enfermés dans des carters.

La manipulation de colonnes de tubes, de plus en plus lourdes, et la hauteur accrue des derricks modernes entraînent la nécessité de loger sur le tambour du treuil une grande longueur de câble. Ses dimensions doivent s'adapter à cette évolution ainsi du reste que les bandages de frein. L'usure de ces derniers a été considérablement diminuée par l'adoption du frein hydraulique Parkersburg, qui impose une vitesse limite réglable à la descente du train de tiges.

Signalons aussi, sur les treuils modernes, l'introduction de systèmes de refroidissement des jantes du frein ordinaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Mouffles et crochets de levage.* — Le moufle de levage se compose du palan mobile à 6 poulies et du bloc couronne, permettant le mouflage à 10 brins pour la manipulation des colonnes pesant plus de 100 t. L'emploi de poulies à large diamètre a pour but de réduire l'usure du câble. Sur les appareils les plus lourds le moufle et le crochet sont calculés pour résister à une charge de 300 t.

*Têtes d'injection.* — Cet appareil est destiné à relier le flexible d'injection à la tige carrée d'entraînement de la garniture. Il doit pouvoir supporter le poids total maximum des tiges à des vitesses de rotation de plus en plus élevées et assurer une étanchéité parfaite aux fortes pressions.

*Tables de rotation.* — Les tables actuelles ont une ouverture centrale de 70 cm, permettant le passage des plus larges colonnes. Des fourrures spéciales servent à loger les coins d'entraînement et de retenue de la tige carrée et les différents coins de retenue de la garniture et des tubes. Elle est entraînée par une chaîne à rouleaux de 76 mm, par l'intermédiaire du treuil ou, mieux, directement par un moteur spécial placé sous le plancher du derrick. Cette dernière disposition présente de grands avantages : rendement accrû par suite d'une meilleure sélection du moteur, dégagement de la table, marche plus silencieuse, usure réduite du treuil, etc.... Un constructeur préfère placer le moteur sur le plancher, ce qui supprime la transmission par chaîne.

*Câbles de forage.* — Résistance et souplesse imposée par les dimensions réduites du chevalement, telles sont les qualités essentielles d'un bon câble de forage. Les diamètres couramment utilisés sont ceux de 28,5 et 31,7 mm. La composition adoptée généralement est le « flexible seal », comportant : 6 torons de 25 fils, une âme centrale en acier ou en chanvre. L'enroulement est le plus souvent régulier, quelquefois du type « Lang ». Les fils sont, soit en acier clair d'une résistance moyense de 180 kg/mm$^2$, soit en aciers spéciaux. La charge de rupture d'un tel câble de 28,5 mm de diamètre est d'environ 50 t.

*Appareils de mesure et de contrôle.* — Le forage à grande profondeur exige des moyens de contrôle très précis des principaux facteurs intervenant dans la conduite des opérations.

Il est indispensable que le maître-sondeur connaisse a chaque instant : le poids appliqué sur le trépan pendant le forage, les variations de tension susceptibles de se produire pendant la descente ou la remontée des tiges, la pression de la boue de circulation. Ces indications lui sont données par l'appareil enregistreur Martin-Decker.

Le contrôle de la boue de forage, dont les caractéristiques physiques sont soigneusement maintenues entre des limites données, variables d'ailleurs suivant les circonstances, s'effectue à intervalles réguliers et rapprochés par des mesures de densité, de viscosité et des propriétés de filtration. Des appareils ont été spécialement étudiés à cet effet. Enfin, des enregistreurs de cordée permettent à l'ingénieur de suivre après coup tous les mouvements du tambour du treuil. Ces graphiques, joints à ceux de l'indicateur de poids, rendent compte de la plupart des opérations exécutées par le maître-sondeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Tamis vibrants.* — L'installation de circulation de boue comprend toujours un tamis vibrant, destiné à débarrasser la boue des débris de roche qu'elle entraîne à la surface.

OUTILLAGE. — *Garnitures.* — Les tiges de forage ont en général une longueur moyenne de 8,20 m. Elles sont réunies au moyen de manchons spéciaux (tool joints), vissés sur les tiges et réunis entre eux au moyen d'un filetage conique à large pas. Ces tool joints doivent pouvoir supporter de nombreux vissages et dévissages ; ils sont fabriqués en acier spécial, très résistant, et sont traités thermiquement par un procédé dont l'application est très délicate. Certains constructeurs ont éliminé ces tool joints ou, plutôt, les incorporent à la tige elle-même, dont les extrémités sont filetées d'emblée au profil voulu et traitées thermiquement.

Les tiges de forage sont laminées sans soudure dans des ronds d'acier grade « D » ayant une résistance à la traction de 66 kg/mm². Les extrémités sont surépaissies par refoulement, afin d'augmenter la section au voisinage des joints.

*Trépans.* — Il existe une grande variété de trépans. Les plus usités sont toutefois les trépans à cônes ou à rouleaux, pour les formations dures, et les trépans en queue de poisson ou à lames multiples, pour les formations tendres.

*Outils spéciaux.* — Parmi ceux-ci les plus nouveaux sont : l'appareil à prise de carottes par l'intérieur des tiges de forage (Robishaw core bit), qui évite la remontée de la garniture, et les appareils à essayer la production des couches perméables (sand tester), qui permettent de les isoler et de les mettre en communication avec l'atmosphère sans descendre le tubage.

CONCLUSIONS. — Les appareils de forage rotary à grande profondeur sont arrivés à l'heure actuelle à un haut degré de perfection. Il n'est pas imprudent d'affirmer que d'ici quelques années la limite des profondeurs atteintes par les forages dépassera 6 000 m.

En même temps que s'étend la limite d'investigation des sondages, leur rapidité d'avancement croît, elle aussi, dans des proportions notables. Il n'a fallu que 285 jours à la Continental Oil Co pour descendre à 4 500 m et deux mois seulement pour traverser les 3 000 premiers mètres. Ce sont là vitesses courantes aux États-Unis pour les puits d'exploitation, où les terrains se prêtent particulièrement bien d'ailleurs à des avancements rapides. En revanche, le prix de ce matériel est très élevé et l'équipement complet d'un gros rotary revient aujourd'hui en France à 10 millions de francs environ sans les colonnes de tubes.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## ACADÉMIE DES SCIENCES (*)

*Séance du 3 janvier 1939.*

Présidence de M. A. BÉHAL, *nouveau président.*

**Les espèces, variétés et hybrides de cotonniers, spécialement les Cotonniers d'origine asiatique cultivés en Afrique tropicale,** par M. Auguste CHEVALIER. — Depuis 40 ans, la Grande-Bretagne, la France et la Belgique cherchent à développer la culture des cotonniers en Afrique tropicale. Le problème est complexe, en raison de la variété des climats, de la diversité des formes de *Gossypium* cultivées, originaires d'Asie ou d'Amérique, et qui se croisent très facilement entre elles. Le problème des espèces et hybrides qu'il convient de cultiver dans chaque région d'Afrique n'est pas résolu; mais l'auteur a constaté que les plants américains à 26 chromosomes, aujourd'hui tropicaux et subtropicaux, sont ceux sur lesquels en Afrique, on peut fonder des espoirs; ils fournissent déjà de remarquables résultats.

**Influence de l'altitude sur la biologie de la pomme de terre,** par M. E. MIÈGE. — L'étude de cette influence a été poursuivie, tant en France qu'à l'étranger, et par l'auteur, au Maroc. Les six variétés expérimentées ont fait l'objet de cultures continues ou alternées, en plaine et en montagne. Les récoltes ont été conservées d'une plantation à l'autre, sur place, en altitude (cave) ou sur le littoral (en sable sec stérilisé ou en frigidaire à 3°-5°). La culture et la conservation en altitude permettent d'accroître la vitalité et la productivité des pommes de terre, surtout si on emploie le froid artificiel.

**Rôle de la transpiration et de l'anhydride carbonique dans l'étiologie de la chlorose calcaire.** Note de M. J.-L. VIDAL, présentée par M. E. Schribaux. — La chlorose des plantes cultivées en terre calcaire a pour cause fondamentale la carence, dans les tissus malades, non de fer total mais de fer soluble; mais la présence d'anhydride carbonique dans le sol en est un autre facteur, car il est nécessaire à la dissolution du carbonate de chaux qui insolubilise le fer. Une transpiration intense est un troisième facteur, qui, quoique secondaire, déclenche souvent la chlorose.

*Séance du 9 janvier 1939.*

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

**Procédé de mesure de la vitesse du front d'un jet gazeux,** par M. OLEG YADOFF. — Même si cette vitesse est très grande, on peut la mesurer directement au moyen d'un dispositif simple, dont l'emploi convient particulièrement bien aux jets hypersoniques à front discontinu.

**Application de la méthode conductimétrique au dosage simultané de l'acide molybdique et de l'ammoniaque dans les molybdates ammoniacaux,** par Mme SOUBAREW-CHATELAIN. — Sur la courbe résistance-teneur en NaOH, $n$ 10, ajoutée à une solution de molybdates ammoniacaux (courbe obtenue au moyen d'un pont de Wheatstone alimenté par un oscillateur à lampe), la neutralisation complète et la libération de AmOH sont indiquées par des points anguleux et par des portions de droite entre deux points anguleux; leur position permet de doser exactement $MoO^3$ et $NH^4$.

**Nouveau type de cellule photoélectrique,** Note de M. G. DÉCHÊNE, présentée par M. Fabry. — HgO est comprimé sur une épaisseur de 2 à 3 mm à l'extrémité d'un tube en ébonite. L'anode, transparente et semi-conductrice, qui y est serrée fortement, est obtenue en immergeant une lame de cellophane dans une solution étendue de $SO^4H^2$ qu'on laisse sécher. La cathode est en mercure. Cette cellule, de construction simple et peu coûteuse, se prête mal aux mesures quantitatives, mais bien aux usages qualitatifs dans le visible et l'ultra-violet.

**Détermination des températures de congélation et des points d'ébullition, à pression réduite, des mélanges d'éthylglycol et d'eau,** par MM. R. DELAPLACE et Ch. BÉCHARD. — L'étude du délicat problème du refroidissement des moteurs d'aviation de grande puissance a conduit les auteurs à mesurer d'une façon très précise le point de congélation de ces mélanges (de — 12°5, pour 100 d'éthylglycol, à — 38° pour 81,8 p. 100), et leur point d'ébullition à 760 mm et à des pressions correspondant aux altitudes de 2 000, 5 000 et 8 000 m.

**Évolution dans l'air sec, l'eau et le vide, de la fragilité de décapage de l'acier extra-doux recuit.** Note de M. P. BASTIEN, présentée par M. Guillet. — Cette fragilité est provoquée par la diffusion, dans le métal, d'une fraction de l'hydrogène dégagé. La fragilité avant et après décapage a été mesurée par le nombre de pliages alternés de fils de $d = 2$ mm. Dans un milieu donné, la diminution de fragilité, ou récupération, est d'autant plus lente que le décapage a été plus long, et elle est plus rapide dans l'eau que dans l'air. Par séjour à l'air, après dégazage partiel dans le vide, elle se poursuit rapidement.

**Déshydrogénation catalytique au moyen du nickel Raney ou ordinaire,** par MM. L. PALFRAY

(*) Les comptes rendus sont en vente chez Gauthier-Villars, éditeur, 55, quai des Grands-Augustins, Paris (VIe).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et S. SABETAY. — Le nickel est spécialement un catalyseur d'hydrogénation. Le nickel Raney, de structure particulière et qui est un hydrure de nickel, a une activité catalytique très variée. Les auteurs montrent que le nickel préparé de diverses manières peut fonctionner comme catalyseur de déshydrogénation très actif, notamment vis-à-vis des alcools secondaires, sans qu'il soit nécessaire d'invoquer une action secondaire sur l'eau.

**La répartition des points de chute de la foudre dans le Gers**, par M. C. DAUZÈRE. — Dans la partie occidentale de ce département, zone très foudroyée, la ligne des points de chute coïncide à peu près avec celle qui sépare les mollasses miocènes marines des mollasses continentales dites de l'Armagnac, ce qui confirme l'influence de la constitution géologique du sol sur la foudre.

**Verres correcteurs pour les opérés de la cataracte.** Note de M. A. POLACK présentée par M. Fabry. — Le cristallin absorbant les radiations ultraviolettes, l'œil opéré de la cataracte est plus perméable à ces radiations que l'œil normal, d'où, souvent, à la longue, après l'opération, une diminution de l'acuité visuelle. Les verres au cérium pur, débarrassé de didyme (qui a l'inconvénient d'absorber les radiations jaunes, sur lesquelles se fait la mise au point de l'image rétinienne) sont vraiment correcteurs, parce que, non seulement ils corrigent les défauts de réfraction, mais aussi parce qu'ils ramènent le spectre de transmission à celui de l'œil normal.

**La genèse des gisements de fer de la rive droite du Fleuve Rouge (Tonkin)**, par M. J. HOFFET. — Ces gisements s'échelonnent, depuis Laokay jusqu'à Yenbay. L'examen en lames minces à surfaces polies provenant des quatre gisements dont les affleurements sont reconnus ont montré qu'ils ont la même origine, mais sont à des états d'évolution différents, liés à la topographie. La ligne de minerais de fer s'étend sur 80 km, ce qui indique qu'il y a au Tonkin une grande réserve de fer; leur exploitation se présente dans des conditions favorables.

*Séance du 16 janvier 1939.*

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

**Réalisation d'un générateur à haute tension et à grand débit.** Note de M. A. RASKIN, présentée par M. Fabry. — Le générateur du type Pauthenier comporte : 4 ioniseurs à raison d'un dans chaque canalisation parcourue par la poussière et alimentés par un générateur de courant continu à 20.000 V; une petite commutatrice de 200 W, actionnée par un moteur; un transformateur de 110-20.000 V, et un redresseur de haute tension à contact tournant. L'appareil construit fournit $800 \times 10^{-6}$ A sous 400.000 V; il fonctionne parfaitement, sans vibration.

**Propriétés de la phtaléine du phénol vitreuse.** Note de M. E. RENCKER, présentée par M. Fabry. — Préparé à l'état vitreux par son refroidissement brusque à l'état fondu, ce corps, comme le verre d'anhydride borique, possède qualitativement les mêmes propriétés physiques que certains verres d'optique et tous les composés définis ou mélanges vitreux.

**Influence du pH des solutions acides sur l'évolution, en fonction du temps, de la fragilité de décapage de l'acier extra-doux recuit.** Note de M. Paul BASTIEN, présentée par M. Guillet. — L'auteur a étudié la variation après décapage de la capacité de déformations de l'acier extra-doux dans des milieux de même nature que les solutions de décapage. Il a opéré dans le domaine des fragilités pour lesquelles les phénomènes sont réversibles en milieu aqueux et noté l'apparition et la disparition de cette fragilité. L'évolution de la fragilité de décapage est conditionnée par les variations du pH en fonction du temps, qui mesure les ions hydrogène dans la couche adsorbée; par suite, elle dépend de tous les facteurs influençant l'adsorption et notamment des impuretés du milieu où est plongé l'acier.

**Les amalgames de nickel**, par MM. J. BOUGAULT, E. CATTELAIN et P. CHABRIER. — Quoique le nickel ne se combine pas avec le mercure, on peut préparer des amalgames de nickel par trois voies indirectes qui ont en commun la présence constante d'hydrogène naissant; aussi, pour les obtenir, suffit-il d'attaquer le nickel par une très petite quantité d'un acide fort dilué en présence de mercure. Il s'agit d'une action catalytique. Fraîchement préparés, ces amalgames sont d'un blanc brillant; peu à peu, ils se ternissent à l'air par oxydation. Ils sont attirables par l'aimant.

**Surface piézométrique d'une nappe aquifère alimentant un nombre quelconque de puits artésiens**, par M. R. HUMERY. — Si on considère un premier puits jaillissant, la surface piézométrique qu'il détermine devrait jouer pour un nouveau puits le rôle de la surface hydrostatique initiale, à condition qu'au point considéré la vitesse de l'eau soit négligeable, et ainsi, la baisse provoquée par le nouveau puits devrait s'ajouter à la première. Dans la couche artésienne de sables verts du bassin de Paris, la vitesse de l'eau à 1 km du puits, bien que réduite à 1 mm/h, n'est pas négligeable. L'analyse du phénomène conduit à des cal-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

culs inextricables; en faisant des hypothèses simplificatrices, on peut calculer le niveau piézométrique d'un champ artésien en un point quelconque. Cette méthode conduit à une erreur inférieure à 50 cm pour une charge hydrostatique d'une centaine de mètres.

**Mesure de la conductibilité et de l'ionisation de l'air dans les Alpes**, par M. J. Moussigt. — La conductibilité de l'air dépend de l'origine des masses d'air qui baignent la région des observations; elle varie beaucoup lors du passage des systèmes nuageux : elle augmente quand passe le front des systèmes non orageux et d'autant plus que la perturbation est plus grande; si le système est orageux, la hausse est à peine sensible. Le minimum est atteint par beau temps dans l'air polaire maritime, le maximum dans l'air tropical ou dans l'air polaire maritime du corps des systèmes nuageux.

*Séance du 23 janvier 1939.*

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

**Espèces, variétés et hybrides de cotonniers d'Amérique actuellement cultivés en Afrique tropicale; leur amélioration**, par M. A. Chevalier. — Les cotonniers d'Afrique proviennent de graines d'Amérique; les diverses sortes se sont répandues rapidement dans toute l'Afrique noire, et sont souvent devenues subspontanées, d'où une répartition des espèces cultivées qui se confond plus ou moins avec les zones végétales et climatiques. Les cotonniers américains cultivés appartiennent à trois groupes botaniques conventionnels qui s'hybrident facilement, de sorte qu'ils sont rarement purs. De cela résulte qu'il y a de grandes difficultés à faire produire à nos colonies d'Afrique tropicale une partie du coton nécessaire à notre industrie. La solution du problème exige une organisation scientifique stable qui renseignera les services agricoles coloniaux.

**Mesure de la réaction d'un jet gazeux par la pression qu'il exerce sur un disque**, par M. V. Platoff. — Cette pression, si le jet est perpendiculaire au disque, peut être supérieure de 10 p. 100 à la réaction du fluide sur le réservoir émettant le jet. L'auteur a tracé la courbe de correction à apporter quand on remplace la mesure directe de la réaction d'un jet par la mesure de la pression exercée par ce jet sur un disque, ce qui est souvent plus simple.

**Améliorations réalisées dans la définition des longueurs représentées par les étalons internationaux et dans la comparaison de ces longueurs.** Note de MM. A. Pérard et Ch. Volet, présentée par M. Fabry. — Ayant reconnu les défauts de 3 règles métriques, le Bureau international des Poids et Mesures fut autorisé en 1935, par le Comité international, à retracer 2 de ces 3 étalons, à en réformer un et à retracer deux nouveaux prototypes. On a assuré un poli spéculaire irréprochable, la qualité des traits et modifié le comparateur Brunner, qui a reçu notamment des microscopes nouveaux (à retournement pour diminuer l'équation personnelle) dont le grossissement a été ainsi porté de 60 à 124. Pour la comparaison, on se sert du Mètre international et de son dernier témoin qu'on a extraits de leur caveau; on leur compare les étalons à bouts, dont la précision a été accrue grâce à la production d'interférences lumineuses, qui évite tout contact.

**Influence de la trempe sur la densité des verres borosodiques**, par MM. Foëx. — L'accroissement de volume spécifique de ces verres, après trempe, est fonction de leur teneur en alcali. C'est $B^2O^3$ pur qui subit la plus forte variation (2,82 p. 100). La différence décroît ensuite avec la teneur en alcali jusqu'au verre à 21 p. 100 $Na^2O$; puis elle reste à peu près constante. Il résulte de ces mesures que l'organisation moléculaire des verres normaux est différente de celle des verres trempés.

**La corrosion des assemblages soudés d'alliages légers.** Note de MM. J. Cournot et M. Baudrand, présentée par M. Guillet (Étude demandée par le Service de Recherches de l'Aéronautique). — La corrosion des 4 tôles en 3 alliages légers (deux soudures homogènes et deux hétérogènes) est moindre quand elles sont soudées électriquement par points que par soudure oxyacétylénique. Elle est plus grande au joint, surtout sans régénération, d'où la nécessité de celle-ci quand elle est possible.

**Étude minéralogique de la Côte française des Somalis**, par M. E. A. de La Rüe. — En 1937-1938, l'auteur a trouvé des minéraux non encore signalés, parmi lesquels : des zéolites dans les basaltes; la calcédoine, l'agate, l'opale, l'améthyste et le jaspe; la kalinite (alun potassique); une chalcocite (sur 500 m dans la vallée d'Ororei) à Cu = 8,80 p. 100 et Au = 0,6 g/t; un minerai de manganèse au mont Boura.

**Formation et fonctionnement des pièges de champignons prédateurs de nématodes**, par MM. J. Comandon et P. De Fonbrune. — Les champignons, isolés de la terre de jardin de l'Institut Pasteur de Garches, ont été cultivés sur milieu gélosé additionné d'avoine et d'extrait de malt. L'étude a été faite par micromanipulation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et cinématographie[1]. Les pièges, dont le mécanisme a été déterminé, sont des types garroteurs, gluants ou collants. Ils ne se forment en abondance que si la culture contient certains nématodes ou une substance extraite d'un milieu où vivent ces vers. Les vers capturés sont tués puis complètement envahis par le mycélium des champignons qui se nourrit de leur substance; la digestion s'achève en 48 heures environ.

*Séance du 30 janvier 1939.*

Présidence de M. G. PERRIER.

**L'avenir de la culture cotonnière dans nos possessions et l'organisation des recherches scientifiques sur cette culture**, par M. A. CHEVALIER. — La France importe par an 300 000 t de fibre de coton valant environ 3 milliards. Leur travail occupe 250 000 ouvriers. Nos colonies devraient nous fournir une bonne part de ce coton. S'il n'en est rien, la faute en incombe à la Métropole, qui n'a pas encore su organiser sa production. Nos réalisations sont insignifiantes par rapport à celles de l'Empire britannique, du Brésil, de l'URSS, du Pérou, de l'Argentine, du Japon, de la Chine et du Congo belge. Nos colonies, après 30 ans d'essais, ne produisent encore que 13 634 t de coton, moins de 5 p. 100 de nos besoins. L'auteur montre dans quelle voie doivent être organisés nos travaux et recherches.

**Caractères des erreurs affectant les nivellements**, par M. J. VIGNAL. — En présence du désaccord existant entre les erreurs des nivellements et les lois de Gauss, M. Lallemand avait émis des hypothèses sur les erreurs qui affectent les nivellements; et elles ont servi de base de 1912 à 1936 à toutes les formules proposées depuis pour l'évaluation de la précision des nivellements et admises internationalement. L'auteur propose de conserver les trois premières hypothèses et d'en ajouter une nouvelle. On peut ainsi caractériser la précision globale d'une méthode de nivellement par un coefficient unique, l'erreur probable totale par kilomètre.

**Nature et stabilité de quelques cémentites spéciales.** Note de MM. A. PORTEVIN, P. BASTIEN et L. GUILLET fils, présentée par M. Guillet. — Les auteurs ont mesuré l'influence de B, Co, Ce, Ti, Cr, Mn, Mo, Tu sur les cémentites des fontes par la variation des points de Curie. Leurs pouvoirs graphitisant et trempant dépendent de nombreux facteurs.

(1) Voir, au sujet de cette technique, dans le *Bulletin* de mai-juin-juillet 1938, p. 271-284, *Nouveaux appareils de micromanipulation*, par M. P. DE FONBRUNE.

**La combustion des mélanges d'hydrocarbures. Mélanges de décahydronaphtalène et de tétrahydronaphtalène.** Note de MM. P. DUMANOIS, G. RETENAUER et M. PRETTRE, présentée par M. Émile Jouguet. — Le but des travaux, dont les premiers résultats sont ici résumés, est de définir les variations de l'oxydation et de l'inflammation spontanée des mélanges d'hydrocarbures en fonction de leur composition. Les deux carbures examinés s'oxydent suivant deux mécanismes distincts, selon que la température est inférieure ou supérieure à 300°. Mais le premier de ces mécanismes ne provoque l'inflammation que pour la décaline. Les recherches sur le système oxygène-azote-décaline-tétraline montrent que les mélanges les plus pauvres en combustible ne s'enflamment au-dessous de 300° que s'ils contiennent une certaine quantité de décaline, et qu'ils sont indifférents à la présence de la tétraline, qui n'agit pas alors sur l'inflammabilité. A la limite inférieure, une inflammation devient possible quand un nombre suffisant de chaînes prennent naissance dans le mélange réactionnel en un temps donné. Mais la concentration en combustible limite supérieure de l'inflammation au-dessous de 300° varie très peu avec la composition du combustible. Le tétrahydronaphtalène participe donc à la propagation des chaînes auxquelles seul le décahydronaphtalène donne naissance.

**Application du nickel de Raney à l'hydrogénation de quelques acides à noyau furanique**, par MM. R. PAUL et G. HILLY. — On peut considérer le nickel de Raney comme le meilleur catalyseur dont on dispose actuellement pour l'hydrogénation des doubles liaisons du noyau furanique. E. L.

---

## ASSOCIATION COLONIES-SCIENCES

(16, rue de la Paix, Paris, II).

*Séance du 27 janvier 1939.*

**La situation en Tunisie et dans le Sud-Algérien. La défense de l'Empire**, par M. L. LAMOUREUX, député, ancien ministre, président de l'Association Colonies-Sciences. — Le conférencier expose les constatations réconfortantes qu'il a pu faire, au triple point de vue politique, économique et militaire, au cours d'un voyage qu'il vient d'effectuer en Tunisie et en Algérie.

Les populations indigènes, qui ont suivi attentivement certains événements de Libye, sont résolument hostiles aux prétentions italiennes et font preuve d'un complet loyalisme.

M. MORARD, président de la Chambre de Com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

merce d'Alger et de la région économique d'Algérie, demande que l'Algérie soit mise en état, en cas de conflit, de pourvoir à ses propres besoins et insiste sur la nécessité de rapides communications avec l'Afrique occidentale française. Le vœu suivant est émis :

*Vœu.*

« L'Association Colonies-Sciences, considérant que la meilleure réponse à certaines revendications étrangères concernant nos territoires d'outre-mer consiste dans l'organisation adéquate de ceux-ci, tant sur le plan de la production que sur le plan de la défense nationale,

Émet le vœu que le gouvernement français :

1° Utilise tous les moyens que la recherche scientifique peut mettre à sa disposition pour accroître la production de nos territoires d'outre-mer et qu'il renforce à cet effet l'action et l'autorité des services techniques qualifiés;

2° Prépare, suivant une méthode scientifique, nos territoires d'outre-mer à l'éventualité d'un conflit international (nourriture et protection des populations locales, organisation de la mobilisation civile, de la défense économique, des transports par mer et par eau, sécurité des radio-communications, etc.):

3° Refuse de s'engager dans toutes transactions dont le sol français, qu'il s'agisse du sol métropolitain ou du sol d'outre-mer, puisse faire les frais ou qui ait pour résultat d'amoindrir la souveraineté française sur une parcelle de celui-ci.

M. M.-C.

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE

(19, rue Blanche, Paris, IX$^e$).

*Séance du 13 janvier 1939.*

Présidence de M. A CAQUOT, *président sortant,* puis de M. Raymond BERR, *nouveau président.*

Cette séance a été consacrée à la transmission des pouvoirs présidentiels de M. Caquot à M. Berr (Voir à la p. 152 du présent *Bulletin* le texte *in extenso* de la partie technique du discours d'usage, prononcé par M. R. BERR sur *L'essor de la chimie industrielle de Frédéric Kuhlmann à Berthelot*).

*Séances des 27 janvier et 10 février 1939.*

organisées en commun
avec la Société française des Mécaniciens
et l'Association française des Techniciens du Pétrole.

Présidence de M. Raymond BERR, *président de la Société des Ingénieurs civils de France,*

de M. DUMANOIS, *président de la Société française des Mécaniciens,*

et de M. HURÉ, *président de l'Association française des Techniciens du Pétrole.*

**L'industrie du pétrole dans le monde**, par M. Ernest MERCIER, président de la Compagnie française des Pétroles et de la Compagnie française de Raffinage. — La production mondiale du pétrole en 1938 ($271 \times 10^6$ t) a été inférieure à celle de 1937 ($281 \times 10^6$ t). Le total des réserves est le même. Celles qui sont à moins de 2 000 m disparaissent rapidement, et on doit forer de plus en plus profondément; le record en 1938 (4 546 m) appartient à la Continental Oil Co, en Californie.

Les progrès récents dans le forage sont : le perfectionnement des appareils; la substitution de la soudure au filetage pour les tubes; le développement du carottage thermométrique (méthode Schlumberger); l'emploi de méthodes nouvelles de forage directionnel.

Il ne faut pas compter sur les méthodes synthétiques et l'hydrogénation des combustibles solides pour compenser l'insuffisance des ressources naturelles reconnues. L'hydrogénation des liquides bruts et le craquage paraissent pouvoir fournir des carburants et des lubrifiants de choix pour l'aviation.

**L'industrie du raffinage du pétrole et sa récente évolution en France**, par M. X. NORMAND, directeur de la Société de Raffinage des Huiles de Pétroles. — Aujourd'hui, le raffineur s'efforce d'obtenir, à partir de n'importe quel pétrole brut, des produits finis de qualité égale, sinon supérieure, à ceux qu'il ne pouvait extraire autrefois que de certains grands crus célèbres.

Le nombre considérable des dérivés du pétrole et des qualités demandées à chacun d'eux nécessite des opérations de raffinage nombreuses et variées :

*a*) La *distillation fractionnée*, qui fournit des « coupes » d'hydrocarbures pouvant recevoir la même utilisation;

*b*) Les *transformations moléculaires* de ces coupes, en vue d'obtenir des quantités supplémentaires d'essence ou d'améliorer leur indice d'octane (craquage, reforming, polymérisation et hydrogénation);

*c*) L'*épuration* des produits obtenus en *b*), qui en élimine les impuretés nuisibles et complète leurs caractéristiques commerciales.

Ces opérations ont souvent été rendues continues. Grâce à de nouveaux alliages l'industrie peut pratiquer facilement le craquage, la pyrolyse et la polymérisation. L'utilisation des terres adsorbantes et de réactifs faciles à régénérer facilite l'épuration des essences de craquage et l'emploi de solvants sélectifs facilite l'épuration des huiles de graissage.

Les 15 raffineries françaises ont un outillage perfectionné et peuvent obtenir, à partir des pétroles bruts originaires de toutes les parties du monde, tous les produits de qualité demandés. Elles traitent annuellement plus de $6 \times 10^6$ t de pétrole brut.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**Les combustibles liquides, but essentiel de l'industrie du pétrole**, par M. P. DUMANOIS, Inspecteur général de l'Enseignement et des Recherches aéronautiques. — L'évolution du raffinage des pétroles a été, et est encore, conditionnée par les besoins du marché en produits dérivés. Elle a d'abord visé la production du pétrole lampant, puis celle de l'essence. Pour satisfaire aux besoins de l'automobile, il a fallu recourir au craquage thermique, qui évolue vers le craquage hydrogénant et l'hydrogénation des combustibles lourds.

L'essence d'automobile, la plus demandée, doit avoir comme qualités principales : la présence de produits légers; l'absence de produits lourds; l'homogénéité; la résistance à la détonation, mesurée, assez empiriquement, par l'indice d'octane. A chaque moteur correspond un carburant optimum qui n'a pas nécessairement l'indice d'octane le plus élevé. L'essence d'aviation doit être plus légère, contenir moins de produits lourds et être plus antidétonante, c'est-à-dire posséder un indice élevé. La méthode C. F. R., adoptée pour mesurer l'indice sur les moteurs d'automobile, ne convient pas pour les moteurs d'aviation quand l'indice dépasse 86. Une nouvelle méthode serait à étudier.

Les carburants pour moteurs Diesel doivent posséder : la résistance à la cokéfaction et la rapidité d'allumage, évaluée par l'indice de cétène, en relation avec l'indice d'octane. Pour chaque moteur, il y a aussi un indice de cétène optimum.

**Les combustibles, les huiles de graissage et les brais, du point de vue du producteur et du consommateur**, par M. Jacques ANDRÉ, président de la Chambre syndicale des Importateurs d'Huiles minérales de Graissage. — Le prix de revient du raffinage en France est supérieur à celui des pays producteurs de pétrole. Notre industrie du raffinage a donc besoin d'une protection. Elle n'a pu prospérer que par l'application des lois de 1928, dues, en partie, à M. Pineau. Elles prévoient surtout les nécessités de la défense nationale. Les raffineurs français eurent à résoudre les difficultés résultant de : l'impossibilité d'exporter; de la nécessité de travailler avec un nombre restreint de qualités différentes d'huiles brutes; de l'obligation d'adapter la production des dérivés à la consommation du marché intérieur. Les ingénieurs formés à l'École de Strasbourg contribuèrent et contribuent à les résoudre.

Le pétrole fournit près de 8 milliards au Trésor. Les divers combustibles liquides ont été soumis à de grandes variations de taxes : fuel oils, 38,39 fr/t en 1937, 99,05 fr/t en 1938; gas oils, 41,50 fr/t en 1933, 789,49 fr/t en 1938.

**Distillation, craquage, reforming. Grandes unités combinées**, par M. MINARD, directeur technique de la Compagnie française de Raffinage. — Au début de ce siècle, la distillation du brut, qui visait l'obtention du seul pétrole lampant, était discontinue. On en tirait 12 p. 100 d'essence et 60 p. 100 de lampant. En 1920, on obtenait 26 p. 100 d'essence et 10 p. 100 de lampant sans qu'aucun procédé de transformation fût employé. Depuis dix ans, on procède à une distillation ou à une prédistillation à 760 mm, sous vide ou sous pression; le fractionnement est poussé et on pratique la stabilisation et le dégazolinage. Le craquage, qui remonte à 1913, a fourni 43 p. 100 d'essence en 1937.

Dans le reforming, on craque les essences de distillation ou la fraction gazeuse qui est polymérisée en essence. Le craquage, de discontinu, est devenu continu; c'est la formation de coke qui limite la durée des cycles. On commence à construire des appareils combinant la distillation et le craquage. Tel sera celui que la Compagnie française de Raffinage construit aux Martignes; ce sera le plus grand d'Europe : on y traitera 500 000 t de brut de l'Irak. Ses particularités sont décrites.

**Les synthèses chimiques dans l'industrie du pétrole**, par M. Jacques BARBIÈRE, Ingénieur militaire des Poudres. — Les exigences de l'aviation ont provoqué la création aux États-Unis d'unités d'hydrogénation et de polymérisation. On en construit aussi en Europe. Par hydrogénation des polymères des oléfines des gaz de craquage on obtient des carburants antidétonants (isooctane). On envisage la combinaison des oléfines avec les hydrocarbures saturés à chaînes ramifiées. Les hydrocarbures saturés pourront sans doute être aussi transformés en aromatiques (benzène, toluène, xylènes). Le plomb tétraéthyle, qui remonte l'indice d'octane, est fabriqué en grand par la Du Pont de Nemours (E.-U.). Les Établissements Kuhlmann construisent pour notre Service des Poudres une usine où son procédé sera appliqué.

**La formation des cadres d'ingénieurs et la recherche scientifique appliquée au pétrole**, par M. H. WEISS, directeur de l'École nationale supérieure des Combustibles liquides de Strasbourg. — Cette école, créée de toutes pièces en 1925, fonctionne d'après les principes posés par H. Le Chatelier : emploi de la méthode expérimentale, travaux de recherches scientifiques sur programme; 300 élèves diplômés, géologues, foreurs, chimistes et ingénieurs en sont déjà sortis. En principe, elle laisse l'étude des problèmes techniques aux laboratoires industriels. Il y a quelquefois désaccord entre ceux-ci et les laboratoires scientifiques. Il faudra coordonner leurs efforts pour résoudre certains grands problèmes d'une nécessité urgente.

**Conclusion**, par M. L. PINEAU, directeur de l'Office national des Combustibles liquides (ONCL).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— Les progrès récents de l'industrie pétrolière dans tous les domaines sont vertigineux aux États-Unis. La France s'équipe dans le même sens : prospection des gisements par les nouvelles méthodes; forages, en France et aux colonies, jusqu'à 3 000 m; traitements et raffinages améliorés; application des nouveaux procédés de craquage, de reforming, d'hydrogénation et de polymérisation catalytiques. Depuis 20 ans, on prédit l'épuisement prochain des gîtes pétrolifères, mais on en découvre toujours de nouveaux, soit à de plus grandes profondeurs, soit dans des régions non encore prospectées. Les prix de revient s'équilibreront et s'abaisseront grâce à une meilleure utilisation du brut, à la coordination et à la concentration des moyens techniques, intellectuels et financiers; mais les laboratoires apparaissent déjà insuffisants pour résoudre toutes les questions posées. Il nous faudra acquérir de nouveaux gisements, discipliner et rationaliser nos moyens de traitement et mettre fin au particularisme des entreprises françaises de pétrole pour progresser aussi vite que l'industrie mondiale du pétrole. E. L.

## SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

(44, rue de Rennes, Paris, VI[e]).

*Séance du 20 janvier 1939.*

Présidence de M. L. Brillouin, *président sortant*, puis de M. P. Chevenard, *nouveau président.*

**La diffusion moléculaire de la lumière au voisinage du rayon directement transmis.** Note de M. M. Vacher, présentée par M. J. Cabannes. — L'effet Plotnikov, ainsi appelé depuis la publication de ses recherches avec Šplait (*Physik. Zeit.* 31, 369, 1930) sur ce qu'ils avaient observé dans la diffusion de la lumière monochromatique par les liquides, était attribué à l'existence de molécules géantes dans les liquides étudiés. M. Vacher a repris ces expériences en évitant des causes d'erreurs pouvant faire douter de la réalité du phénomène (pureté optique des masses transparentes, lumière strictement monochromatique, définition du pinceau de lumière excitatrice, élimination de toute lumière réfléchie ou diffusée). Le phénomène n'apparaît pas.

**Changements d'états sous très hautes pressions. Solidification des liquides,** par M. James Basset. — Par l'action d'une pression croissante (jusqu'à 20 t/cm² le cas échéant) et en maintenant la pression et la température constantes, à 18° on solidifie la tétraline ou tétrahydrure de naphtalène $C^6H^4(CH^2.CH^2)^2$ sous 3 200 kg/cm². La contraction est de 4,47 p. 100; l'augmentation d'énergie interne est de 3,13 cal/kg. Le phénomène est réversible.

**Réalisation expérimentale de la fusion du graphite sous une pression d'argon de 11 500 kg/cm²,** par M. James Basset. — On a opéré sur un bâtonnet de graphite ($d = 1{,}5$ mm; $l = 15$ mm) chauffé par un courant électrique. Les coordonnées critiques du point triple sont voisines de 4 000° K et 170 kg/cm². Au-dessous de cette pression, il y a sublimation; au-dessus, les trois états existent simultanément. La densité du liquide est 2,25 à 4 t/cm². En se solidifiant le liquide cristallise en graphite. E. L.

## SOCIÉTÉ DE CHIMIE INDUSTRIELLE

(28, rue Saint-Dominique, Paris, VII[e]).

*Séance du 1[er] février 1939.*

**La fabrication simultanée et intensive de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique concencentré,** par M. Salsas Serra. — Dans un appareil composé d'un glover et d'une série de tours, on introduit dans la première tour des vapeurs nitreuses à peine oxydées provenant de la condensation d'ammoniac, comme dans le procédé habituel. On fait circuler dans le même sens de l'acide sulfurique ayant une densité d'environ 1,75 et du gaz sulfureux produit par la combustion de soufre ou de pyrite. On recueille à la dernière tour de l'acide sulfurique contenant 4 à 5 p. 100 de $N^2O^3$, que l'on dénitre dans une colonne chauffée à la vapeur. L'acide sulfurique obtenu est envoyé sur le glover où il se dénitrifie et se concentre à 60° B. Les oxydes de l'azote libérés dans la colonne de dénitration sont additionnés de l'air strictement nécessaire à leur oxydation et envoyés dans une série de tours arrosées méthodiquement et dont on soutire de l'acide nitrique à 65 p. 100 de $NO^3H$. On peut aussi liquéfier ces oxydes de l'azote et, suivant un procédé connu, les oxyder pour obtenir de l'acide nitrique à 98 p. 100.

En marche normale ce procédé donne deux parties de $SO^4H^2$ pour une partie de $NO^3H$, mais on peut concevoir des dispositions pour obtenir des proportions différentes et même annuler l'une des deux productions suivant des procédés déjà connus.

Une usine a été construite à Vado Ligure (Italie) pour la production journalière de 40 t d'acide sulfurique $SO^4H^2$ et 20 t d'acide nitrique $NO^3H$.

S. S.

*L'agent général, gérant.*

E. LEMAIRE.

Imprimé en France par BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'INJECTION D'ESSENCE DANS LES MOTEURS A COMBUSTION INTERNE.(*)

par M. A. LABARTHE, *docteur ès sciences, directeur de la Station d'Essais et d'Expériences techniques de l'Office national des Combustibles liquides, directeur du Groupe des Laboratoires de Bellevue.*

Dans les moteurs à carburation préalable, le mélange du combustible et du comburant se fait par entraînement du combustible débité par un ou plusieurs gicleurs dans le courant d'air aspiré par le moteur. La tuyauterie d'aspiration du moteur contient un mélange constitué par un brouillard et des vapeurs de combustible. Dans le cas de l'injection, le combustible est injecté sous pression dans le comburant, soit avant (injection externe) soit après (injection interne) son entrée dans le cylindre.

L'injection d'essence dans les moteurs à explosion a déjà été essayée depuis longtemps. L'une des premières réalisations a été faite par M. LEVAVASSEUR, à la fin du siècle dernier, sur le moteur de son avion *Antoinette*. A cette époque, le carburateur était encore très rudimentaire et le système d'injection d'essence proposé par cet inventeur donnait alors plus de souplesse et de sécurité au moteur.

Aujourd'hui, malgré les grands perfectionnements apportés aux carburateurs, ceux-ci ne réalisent pas toujours le dosage correct du mélange carburé dans toutes les conditions de marche. Afin d'obtenir le dosage optimum dans toute la gamme des vitesses, à toutes les altitudes et afin de permettre des accélérations de régime, le carburateur s'est sans cesse perfectionné par l'adjonction continue d'un nombre de plus en plus élevé d'organes supplémentaires destinés à corriger les lois d'écoulement du liquide et de l'air en fonction de ces différents facteurs. L'injection d'essence permettra de résoudre plus simplement ce problème essentiel.

Quelle que soit la perfection du carburateur, par le fait même qu'une tuyauterie à une ou plusieurs branches le relie aux divers cylindres dont il assure l'alimentation, des inégalités de remplissage et de richesse des divers cylindres sont difficilement évitées.

Actuellement la richesse varie entre les cylindres d'un moteur d'aviation de 10 p. 100 en moyenne, et, dans les cas très défavorables, de 22 p. 100. Cette variation est très irrégulière, et un même cylindre peut devenir plus ou moins riche que les autres suivant les conditions de marche. Ces inégalités, plus accusées dans le cas des moteurs sans compresseur, sont loin d'être négligeables pour les moteurs à compresseur. Voici quelques exemples de mesures de richesse obtenues par l'analyse des gaz d'échappement :

*Hispano* 6 cylindres en ligne, 3 carburateurs, 250 ch : Écarts atteignant

(*) Conférence faite par l'auteur en séance publique du Conseil, le 19 janvier 1939.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

21 p. 100 entre deux cylindres alimentés par le même carburateur; écarts supérieurs à 10 p. 100 très fréquents.

*Hispano* 12 cylindres en V (12 N, 12 Y etc.), 6 carburateurs : Écarts atteignant 22 p. 100 entre deux cylindres alimentés par le même carburateur; Écarts supérieurs à 10 p. 100 fréquents.

*Renault Bengali* 6 cylindres en ligne, à compresseur, un carburateur aspiré : écarts atteignant 22 p. 100; écarts supérieurs à 10 p. 100 très peu fréquents; écarts entre 5 et 10 p. 100 peu fréquents.

Ces inégalités sont dues à ce que les chemins d'aspiration d'air pour les différents cylindres ne sont pas identiques. Dans le cas de l'injection d'essence il est possible d'ajuster mécaniquement les pompes avec beaucoup de précision; la richesse ne dépendra plus des conditions d'aspiration.

Une carburation correcte est exigée pour une gamme de vitesses et de charges étendue, et, dans le cas de moteurs d'aviation, pour des conditions d'admission variables avec l'altitude; elle ne peut être réalisée que par des carburateurs encombrants et lourds.

Pour obtenir au moyen d'une pompe la quantité voulue de combustible injecté, il suffira de déplacer la manette de débits; tous les appareils destinés à opérer automatiquement des variations de débit avec la vitesse, la charge, la pression d'admission, etc., agiront sur cette manette.

Pour les fortes reprises, le carburateur ne fournit pas assez rapidement la richesse voulue, et l'on est amené à prévoir une pompe de reprise. La pompe d'injection présente beaucoup moins d'inertie et suit avec plus de fidélité les variations de régime du moteur.

La suppression de la buse et du papillon du carburateur augmente considérablement le coefficient de remplissage, surtout pour des vitesses de rotation élevées. Le maximum de la courbe de puissance en fonction de la vitesse se déplace vers les grandes vitesses. Les gains de puissance varient entre 10 et 20 p. 100. Comme en aéronautique on adopte des régimes de plus en plus élevés, rendus possibles par l'utilisation des hélices à pas variable et des réducteurs à deux vitesses, ce gain caractérisant l'injection devient en conséquence très appréciable.

L'injection d'essence écarte en outre les risques de givrage (le réchauffement d'air devient inutile) et d'incendie par retour de flamme, causes de si nombreux accidents d'aviation.

***

Les essais faits en Amérique portent surtout, du moins à notre connaissance, sur l'injection externe, c'est-à-dire dans la tuyauterie d'admission.

A la réunion annuelle en 1935 de la S.A.E, M. CAMPBELL a annoncé que l'Air Corps avait décidé de remplacer les carburateurs par des systèmes d'injection dans la tuyauterie d'aspiration, sur tous les avions monomoteurs. Non seulement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la manœuvrabilité s'en trouvait améliorée, mais encore a-t-on enregistré un gain de puissance et une économie de combustible intéressants, sans parler de la sécurité. L'appareil d'injection a été étudié par M. CHANDLER, de la Marvin Carburator Co.

L'injection interne, c'est-à-dire directement dans le cylindre, nous semble présenter plus d'avantages que l'injection externe, quoique plus difficile à réaliser.

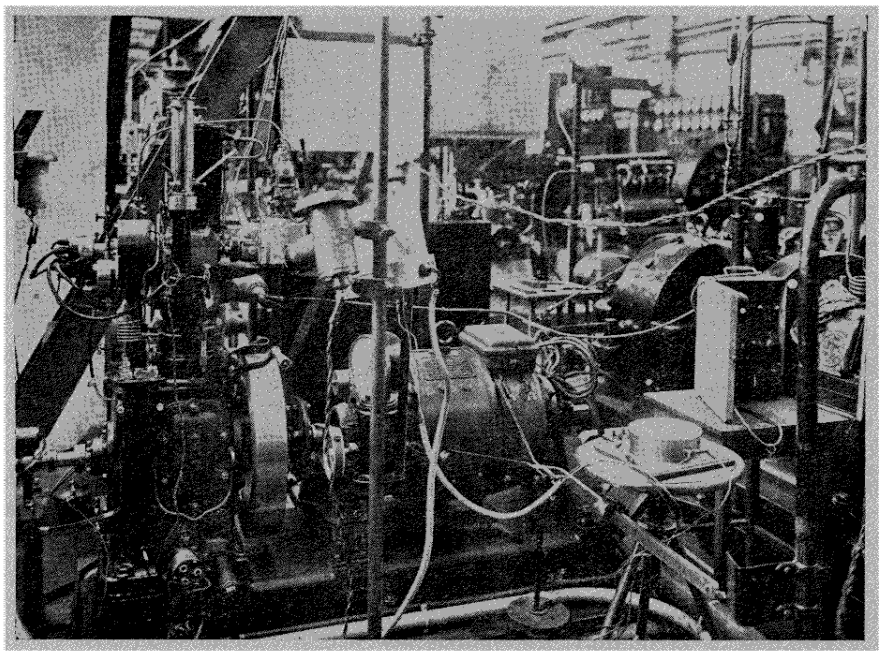


Fig. 1. — Le banc d'essais d'injection d'essence de la Station d'Essais et d'Expériences techniques.

Nous connaissons actuellement deux réalisations de moteurs d'aviation à injection interne d'essence. L'une est américaine et l'autre allemande.

Celle-ci est le moteur *Jumo 211*, dérivé du *Jumo 210*, moteur assez ancien que l'on a pu voir au Salon de l'Aviation. C'est un moteur en V inversé, qui développe 1 200 ch et donne des consommations de 200 à 220 g/ch.h. L'alimentation en combustible est assurée par une pompe 12 cylindres en V, de sorte qu'une seule came actionne les pistons de deux éléments de pompe. Pour éviter les grippages, la lubrification du piston de pompe se fait sous pression.

Des essais d'injection interne sont en cours pour l'Arsenal de l'Aéronautique à la Station nationale de Recherches et d'Expériences techniques de l'Office national des Combustibles liquides.

Nous avons commencé les essais d'injection interne d'essence au début de l'année 1937 sur un moteur Ricardo à taux de compression variable, muni d'une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

culasse spéciale. La température de l'eau de réfrigération du moteur est constante, celle de l'huile et celle de l'air aspiré peuvent être réglées à l'aide de réchauffeurs. Le moteur est freiné par une dynamo-dynamométrique. Deux manographes photo-cathodiques donnent constamment le diagramme pression-volume ou pression-temps et l'évolution de la pression dans la tuyauterie d'injection. Un couple thermoélectrique mesure la température des gaz d'échappement et un analyseur de gaz Bonnier permet de connaître la richesse. Pour les essais comparatifs, carburation préalable - injection interne, nous réglons la richesse et l'avance à l'allumage pour le maximum de puissance, toutes choses égales d'ailleurs.

Dans le cas de l'injection dans la phase d'admission, les gains de pression moyenne efficace proviennent d'un meilleur remplissage. Ceux de consommation sont probablement dus à un meilleur rendement, à une combustion plus favorable. Avec une culasse plate, nous avons trouvé que la puissance est maximum lorsque l'injection a lieu vers le milieu de la courbe d'aspiration [1] et la consommation minimum lorsque l'injection commence au début de la course d'aspiration. Ces faits sont difficiles à expliquer. Les essais ont été effectués sur un moteur Ricardo à taux de compression variable, et les comparaisons avec la carburation préalable ont été faites pour le même taux de compression, la même richesse et dans des conditions identiques de température d'huile, d'eau et d'air aspiré. La pompe à combustible, simple pompe Bosch pour moteur Diesel, avait été rodée de manière à augmenter les jeux entre le piston et le cylindre, et on ajoutait 5 p. 100 d'huile de graissage à l'essence. Depuis, une pompe spéciale, permettant de comprimer l'essence pure à de hautes pressions, a été mise au point.

Le moteur à injection d'essence est plus souple que le moteur à carburation préalable; ses qualités de reprise sont meilleures. Le réglage se fait uniquement par variation de la quantité de combustible injectée, l'admission d'air restant toujours ouverte en grand, sauf peut-être pour les démarrages.

Si l'on injecte pendant la phase de compression et si l'on allume lorsque la quantité injectée est encore très faible, d'une part, la montée de la pression sera plus lente, d'autre part, l'essence s'enflammera très peu de temps après sa sortie de l'injecteur, de sorte que toutes les réactions chimiques de préoxydation seront éliminées. Or, il semble que la détonation dépende en grande partie de ces réactions lentes, dont la vitesse est une fonction exponentielle du temps, ainsi que l'a montré M. PRETTRE [2].

On pourra donc augmenter le taux de compression sans risque de détonation. Par ailleurs, pour les mélanges pauvres, - les plus détonants - il sera peut-être possible de réaliser la carburation uniquement dans le voisinage immédiat de

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, du 3 mai 1937, p. 1316,

(2) La vitesse de réaction est donnée par la formule $W = A(e^{\varphi t} - 1)$ où $e$ est la base des logarithmes népériens, $t$, le temps, A et $\varphi$, des constantes; $\varphi$ dépend des conditions d'expérience et est proportionnel au carré de la pression.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'injecteur et d'obtenir ainsi un « mélange stratifié », c'est-à-dire un mélange où la richesse n'est pas homogène dans tout le volume de gaz. L' « end gas », volume de gaz que le frond de flamme atteint en dernier et qui est fortement comprimé, sera alors de l'air pur et ne pourra pas créer de détonation par brusque inflammation.

Il semble donc intéressant de rapprocher le plus possible le début de l'injection et l'instant d'allumage par étincelle. Le problème est très ardu, car il s'agit d'adapter le jet à la chambre de combustion de façon à obtenir une combustion sans excès d'air de la totalité du combustible. Ce problème est analogue à celui posé par le moteur Diesel, mais avec cette différence que le point d'allumage est fixe. Les bougies doivent se trouver dans des zones telles que les vapeurs d'essence y parviennent rapidement, que la richesse y soit convenable et que le jet d'essence n'y risque pas de laver les électrodes, et ceci à tous les régimes.

Mais le principal avantage de l'injection interne d'essence pendant la phase de compression est la possibilité d'introduire une phase de balayage par air frais à la fin de l'échappement. On assurera ainsi une évacuation complète des gaz brûlés. On pourra refroidir efficacement les parties les plus chaudes du piston et de la chambre en dirigeant convenablement les filets d'air. En outre, la température de la soupape d'échappement se trouvera abaissée. La suralimentation du moteur pourra ainsi être réalisée sans fatigue thermique supplémentaire.

Le moteur à essence à deux temps très répandu avec aspiration dans le carter pourra être réalisé ainsi sans gaspillage de combustible avec un maximum de simplicité et de légèreté des organes.

D'autre part, la suralimentation par turbo-soufflante d'échappement deviendra plus facile à réaliser, car le problème métallurgique du comportement des aubes aux hautes températures ne se posera plus puisque la température des gaz d'échappement sera plus basse, les taux de compression pouvant être augmentés.

On pourra alors réaliser un moteur à deux temps suralimenté par turbo-soufflante d'échappement, solution qui nous paraît être véritablement celle de l'avenir.

L'augmentation de puissance massique, la légèreté, l'accroissement de puissance et la diminution de consommation spécifique donnent ainsi à cette solution des avantages certains qu'il convient d'exploiter rapidement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'AMÉLIORATION DES MOTEURS D'AVIATION VUE D'UN LABORATOIRE D'ESSAIS(*)

par M. Raymond COMBES, *Ingénieur au Corps de l'Aéronautique, chef de la Section d'Essais de Moteurs de l'Établissement d'Expériences techniques de Chalais-Meudon.*

*Introduction.* — Les progrès réalisés ces dernières années sur les moteurs d'aviation sont connus : les puissances ont été augmentées dans une proportion considérable pour une cylindrée donnée; les consommations ont été abaissées et les endurances n'en sont pas moins remarquables, au contraire. Vous savez quelles en sont les répercussions sur les performances et les records. Vous pouvez voir dans les journaux quotidiens, et même en première page, les récits parfois passionnants des réussites et des échecs. Je ne citerai que deux réussites parmi les plus frappantes :

1° Le foudroyant tour du monde de juillet dernier, effectué par Howard Hughes, et d'une régularité telle que le prestige de cet exploit ne fut pas toujours apprécié à sa juste valeur. Songeons qu'il y a à peine plus de dix ans, Lindbergh accomplissait la première traversée New York-Paris et mettait deux fois plus de temps que Hughes pour accomplir ce qui n'était que la première étape de ce dernier. Son avion était un *Lockheed 14* bi-moteur de transport, muni de Wright Cyclone de 9 cylindres à refroidissement direct, dont la puissance était de 1 100 ch environ au décollage et 900 ch environ en altitude. Le trajet comprenait 24 300 km, qui ont été parcourus en 72 heures de vol, soit 340 km/h environ et un temps total d'un peu plus de 91 heures avec six arrêts;

2° Le voyage effectué en novembre d'Ismaïlia à Port-Darwin par les avions anglais *Wickers Wellesley* munis du moteur Bristol Pegasus (moteurs à soupapes) de 9 cylindres à refroidissement direct, dont la puissance atteignait 1 000 ch au décollage et 800 ch environ en altitude. Le trajet, de 11 500 km environ, a été parcouru en 48 heures.

Ces deux performances sont à mon avis parmi les plus caractéristiques de cette dernière année. Elles montrent d'une manière éloquente les possibilités permises : par l'élévation temporaire de la puissance au décollage, par la bonne tenue dans les conditions très dures de la montée, par l'abaissement de la consommation spécifique en croisière. Je ne veux pas prétendre que tout le mérite revient au moteur, et je laisse la part qui lui revient à la cellule.

Toute réussite provient d'une harmonie de qualités, et vous savez de quelle réunion d'impondérables et de nuances subtiles elle peut être constituée. Ne prenons pas parti et disons qu'une bonne part revient au moteur.

D'où viennent ces progrès? Comment peut-on en espérer d'autres dans un avenir prochain? Tels sont les points sur lesquels j'essaierai de vous donner le

(*) Communication faite par l'auteur en séance publique du Conseil le 23 février 1939.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

point de vue d'un expérimentateur, point de vue un peu étroit, je m'en excuse. Je vous parlerai surtout de choses sur lesquelles j'ai pu réfléchir quelque peu durant les trois années que je viens de passer à la Section d'Essais de Moteurs de Chalais-Meudon.

Je suis tenu, d'autre part, à une grande réserve, et je m'en excuse aussi : la question des moteurs est pour nous une question brûlante. Vous connaissez nos achats à l'étranger, et les commentaires qui ont été faits et sont faits encore à ce sujet. Je ferai donc le moins de personnalité possible et resterai sur le terrain des idées générales.

*Le problème du moteur d'aviation.* — Voyons d'abord comment se pose le problème du moteur d'aviation à grande puissance et grand rendement. Quelles sont ses caractéristiques fondamentales?

Dans le cas le plus général, l'avion doit décoller d'un terrain dont les dimensions ne sont pas illimitées; que ce soit pour un avion rapide, dont la surface portante est relativement faible, que ce soit pour un avion de bombardement ou un avion de transport, dont la charge utile plus la charge de combustible caractérisent certaines possibilités d'utilisation, l'intérêt d'une surpuissance à l'envol d'une durée relativement courte apparaît incontestable.

La durée étant courte, le facteur consommation importe peu pour ne pas dire pas du tout; il s'agit simplement de tout mettre en œuvre pour que le moteur tienne.

Après avoir décollé, l'avion doit monter à son altitude de vol; que ce soit pour un avion de chasse, dont les temps de montée sont des caractéristiques extrêmement importantes, que ce soit pour un avion de bombardement ou un avion de transport lourdement chargé, la puissance élevée est absolument nécessaire, mais elle doit être d'une durée relativement importante et dans des conditions de fonctionnement particulièrement dures au point de vue refroidissement.

La durée étant relativement importante, la consommation n'est plus un facteur négligeable. Il s'agit dans ce cas d'obtenir le meilleur compromis entre la tenue du moteur, la puissance élevée et la faible consommation spécifique, ceci pour une durée de fonctionnement relativement importante mais encore très limitée. Pour certaines catégories d'avions, un autre problème se pose, celui de la vitesse élevée en palier. A notre avis, il ne diffère pas essentiellement du précédent, car la traînée devant être aussi faible que possible, l'air utilisé pour le refroidissement est réduit au minimum, d'où mêmes conditions très dures de fonctionnement.

Enfin, l'altitude de vol atteinte, l'avion doit croiser, sauf pour l'avion de chasse dont les évolutions ressemblent fort peu à du vol de croisière; pour la plupart des autres, et notamment pour les avions de bombardement et les avions de transport, les caractéristiques de ce vol ont une très grande importance. Elles peuvent augmenter leur rayon d'action ou leur charge utile à caractéristiques de décollage et de montée égales, et ceci dans des proportions considérables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elles ne peuvent résulter que d'un compromis entre la puissance pour obtenir tout de même une vitesse élevée, la tenue du moteur pour obtenir une bonne endurance et la consommation spécifique. Les cas particuliers diversifient l'importance relative des divers facteurs; généralement, c'est le chiffre de consommation spécifique qui saute aux yeux.

Ensuite, l'avion n'a plus qu'à descendre et se poser; c'est un problème de cellule et non de moteur. En résumé, outre les caractéristiques de construction (cylindrée, poids, maître-couple, etc.), les caractéristiques suivantes nous paraissent fondamentales :

1° Puissance au décollage. Durée maximum très courte;

2° Puissance en montée. Consommation minimum réalisable dans ces conditions. Durée maximum importante mais limitée;

3° Consommation en croisière. Puissance maximum réalisable dans ces conditions. Grande endurance.

*Raisons des derniers progrès.* — Le problème ainsi posé, quelles sont les raisons des progrès de ces dernières années? Sont-ils dus à des innovations hardies? Non, simplement, à notre avis, aux trois raisons principales suivantes :

1° Le problème à résoudre a été posé plus correctement aux constructeurs de moteurs par les acheteurs éventuels, ceci par des conditions de réception se rapprochant davantage de l'utilisation pratique;

2° Les constructeurs de moteurs se sont intéressés comme les avionneurs au problème de l'évacuation des calories, devenu de plus en plus difficile au fur et à mesure de l'augmentation de la puissance volumique des moteurs;

3° Les carburants, que nous mettons un peu à part, bien qu'on ne saurait séparer complètement le moteur du combustible qu'il utilise.

La première raison a permis l'augmentation des puissances de décollage par augmentation de la pression d'admission et, par suite, en tirant un meilleur parti de l'utilisation actuelle des compresseurs à entraînement mécanique.

Lorsque les essais en surcharge n'étaient pas prévus par courtes périodes, les puissances correspondantes atteignaient rarement 10 p. 100 de plus que les puissances nominales; actuellement, des gains de 20 p. 100 ne sont pas rares. En effet, en diminuant la durée de fonctionnement en surcharge, on a pu, pour un refroidissement donné, tenir cette durée à des pressions d'admission plus élevées sans que les températures atteignent des valeurs dangereuses ou demeurent assez longtemps à des valeurs susceptibles d'être dangereuses. De plus, la durée étant courte, on a pu utiliser au mieux les fortes richesses pour refroidir la masse en combustion et aussi les vitesses de rotation élevées. Nous avons mesuré à l'analyseur Bonnier des richesses de 1,6.

Elle a permis encore les faibles consommations spécifiques en croisière, en diminuant la puissance maximum à laquelle ces faibles consommations devaient être obtenues.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Très souvent, lorsqu'on parle d'un moteur, on dit c'est un moteur de tant de chevaux et qui consomme tant; malheureusement, trop souvent, ce sont deux caractéristiques ne se produisant pas en même temps et on ne spécifie pas toujours les conditions dans lesquelles on peut les obtenir. C'est lorsque la notion de puissance maximum en croisière a été introduite que les consommations spécifiques ont pu s'abaisser aux valeurs actuelles. Vous savez qu'à une constante près, pour un carburant donné, le rendement d'un moteur est l'inverse de sa consommation spécifique; tout ce qui est susceptible de diminuer les pertes de calories inutiles doit donc permettre de l'abaisser. On a commencé par abaisser la richesse, mais on a bien vite rencontré divers obstacles : les irrégularités de richesse et l'apparition du phénomène de choc dans les cylindres les plus pauvres ou les moins bien refroidis.

La deuxième raison de progrès, l'amélioration du refroidissement, est alors intervenue et a permis d'abaisser encore la richesse en repoussant l'apparition du phénomène de choc. De plus, la constatation des irrégularités de richesse a fait naître une lutte opiniâtre qui, d'ailleurs, est loin d'être terminée.

Après l'abaissement de richesse, sont venues les causes de pertes de charge inutiles, notamment par le volet du compresseur; mais, là, nous sommes en pleine lutte et nous y reviendrons tout à l'heure.

Nous avons vu déjà l'influence du refroidissement sur le décollage et le vol de croisière, mais là où son influence est absolument prédominante, c'est sur les caractéristiques de montée. A cause de la durée, il est moins facile que pour le décollage de gaspiller de l'essence pour faciliter l'évacuation des calories au contact de la masse même en combustion; il n'existe qu'un moyen, le refroidissement par l'air ambiant, qu'il agisse directement au contact des cylindres et des carters ou par l'intermédiaire de liquides, eau, éthyl-glycol ou huiles. Ce problème de l'évacuation des calories inutilisées a été longtemps en France un problème assez dédaigné par les constructeurs de moteurs.

Pour les moteurs à refroidissement indirect complet, le constructeur de moteurs se bornait à faire passer aux liquides les calories et laissait le reste aux constructeurs de radiateurs et aux avionneurs. Ces derniers, surtout préoccupés de performances et par conséquent de traînée, n'ont pas toujours résolu le problème au mieux des nécessités de fonctionnement correct du moteur. Les conséquences n'ont pas été aussi graves que pour les moteurs à refroidissement direct, où les grippages, par suite de températures exagérées, ont sévi d'une manière systématique à tel point que, pour certains moteurs, on ne dépassait guère des pressions d'admission bien inférieures à la pression d'admission nominale.

Pour ces moteurs, on s'efforçait d'avoir un refroidissement correct au banc d'essais, et on laissait ensuite les constructeurs d'avions s'arranger comme ils le pouvaient, ce qu'ils ont fait d'ailleurs souvent d'une manière tout à fait remarquable, comme l'a montré brillament l'étude de M. Mercier sur les capotages.

A l'étranger, et notamment en Amérique, ce problème, de toute première importance par les gains de puissance volumique qu'il est susceptible d'entraîner, a été

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

poussé surtout pour le moteur à refroidissement direct à un point inconnu ailleurs. Ces études ont porté sur les ailettes, les chicanes, les déflecteurs d'air de toute sorte, les capotages, sur les moyens de faire passer une plus grande quantité de chaleur à l'huile tout en uniformisant le plus possible les températures dans toutes les parties du moteur, ailettes dyssymétriques par exemple. C'est pourquoi les résultats qu'ils ont obtenus sont si remarquables. Actuellement, on a compris à peu près dans tous les pays qu'il fallait absolument que les constructeurs de moteurs, les aérodynamiciens et les constructeurs d'avions unissent leurs efforts

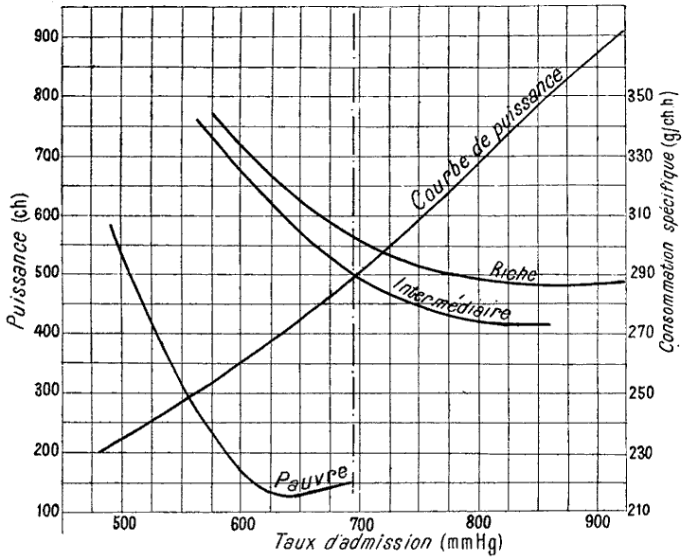



Fig. 1. — Moteur freiné par une hélice-frein à pas fixe.

Richesse moyenne dans les conditions d'essais { riche; 1,55 / intermédiaire; 1,48 / pauvre; 1,1 } mesurée à l'analyseur chimique.

pour parvenir à des résultats intéressants, et je vous montrerai tout à l'heure quelques faces de cet effort.

La troisième raison est une raison en dehors du moteur proprement dit; nous y reviendrons tout à l'heure en étudiant les améliorations possibles.

Avant d'aller plus loin, je voudrais vous montrer comment les Américains, qui ont été les premiers à mettre en évidence les caractéristiques fondamentales du moteur d'aviation, ont pu établir un carburateur donnant par commande d'une simple manette à trois positions, les trois cas de fonctionnement que nous avons cités. Je vous en donne rapidement le principe.

Le carburateur du type aspiré est muni d'une manche d'admission sur laquelle se trouvent deux volets commandés par le limiteur d'admission. Le papillon est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

commandé mécaniquement et uniquement par la manette des gaz. La manette à trois positions permet d'agir au moyen de la pression d'huile, à la fois sur les gicleurs, au nombre de quatre, et sur le limiteur d'admission. A la position décollage, les volets de la manche d'admission sont ouverts en grand, tous les gicleurs débitent : nous avons la richesse maximum et nous pouvons réaliser la pression d'admission que nous désirons uniquement par action sur la manette des gaz. A la position de la montée, le limiteur entre en action et maintient constante la pression dans la manche d'admission, un des gicleurs est obturé. Vous voyez la limitation de la puissance de montée ainsi que celle de la richesse réalisable dans ces conditions. A la position de croisière, le limiteur accroît son action et maintient constante la pression dans la manche d'admission à une valeur bien inférieure à la première, un deuxième gicleur est obturé. Vous avez la consommation de croisière et la puissance maximum réalisable dans ces conditions.

Vous pouvez voir aussi que vous avez, pour une vitesse de rotation donnée, deux altitudes de rétablissement, l'une pour la montée, l'autre pour la croisière, et que, jusqu'à l'altitude de rétablissement, ce carburateur ne nécessite pas l'emploi de la correction altimétrique; d'où gicleurs avec pulvérisation optimum (fig. 1).

Réalisations. — Quels sont les types de moteurs actuels possédant à un degré élevé les caractéristiques fondamentales dont nous venons de parler? Ce sont :

1° Les moteurs en étoile à refroidissement direct de 9 cylindres en une rangée (Wright) ou des 14 à 18 cylindres en deux rangées (Wright-Pratt et Whitney, Gnôme et Rhône), dont les puissances dépassent les 1 500 ch au décollage; — Les moteurs en V 12 cylindres refroidis par liquide (Rolls-Royce-Hispano-Allison), dont les puissances dépassent les 1 200 ch. Les consommations spécifiques minima étant de l'ordre de 200 g/ch. h pour des puissances environ moitié. Il y a actuellement une recherche encore tâtonnante de formes nouvelles en vue d'augmenter le nombre des cylindres.

Quelle sera la forme de l'avenir? Une tendance très nette se manifeste pour ne pas augmenter la longueur des moteurs malgré l'avantage que cela pourrait présenter au point de vue traînée. La principale raison, à mon avis, en est l'obstacle présenté par la longueur des arbres vilebrequins. Nous avons vu au Salon un moteur Hispano en H; des moteurs en X, en W également ont été conçus, soit à air, soit à eau. La Société de Construction de Moteurs étudie un moteur de 4 rangées d'étoiles de 6 cylindres à refroidissement par eau. Mais je pense que, malgré les progrès réalisés ces dernières années, nous n'avons pas tiré encore le maximum des formes actuelles. Le rendement, notamment, peut être amélioré en diminuant le plus possible toutes les causes de pertes de calories inutiles : pertes de charges, rendement du compresseur, meilleure utilisation de ceux-ci, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## AMÉLIORATIONS POSSIBLES.

*Alimentation.* — Lorsqu'on regarde un moteur d'aviation, ce qui frappe d'abord c'est la complication du trajet de l'air pour arriver jusqu'à la chambre de combustion, véritable labyrinthe parsemé d'obstacles. Vous y trouvez toujours, quel que soit leur ordre :

1° Le compresseur, que vous êtes étonné peut-être de voir classer dans la catégorie des obstacles ; nous verrons tout à l'heure pourquoi ;

2° Le carburateur avec son volet ou son boisseau, ses tuyauteries, etc. ;

3° La soupape d'admission, et, pour réunir tous ces organes,

Des tuyauteries, dont le tracé n'est pas toujours à l'abri de toute critique.

*Compresseurs.* — Tous les moteurs de grande puissance sont, à l'heure actuelle, munis de compresseurs qui fournissent au moteur une quantité d'air supérieure à celle qu'il pourrait normalement absorber par ses propres moyens. Ils sont généralement utilisés de la manière suivante : entraînés mécaniquement par le moteur, ils sont vannés chaque fois que le régime auquel ils tournent leur permettrait de fournir un poids d'air supérieur aux besoins du moteur. Vous voyez pourquoi je parlais d'obstacles tout à l'heure, et vous voyez aussi les absorptions de puissance inutiles, absorption se transformant d'ailleurs en chaleur, élevant la température d'admission et contribuant par là à abaisser la puissance du moteur.

Il y a donc deux problèmes à étudier dans les compresseurs : 1° L'augmentation de leur rendement ; 2° La meilleure adaptation sur moteur, la solution idéale étant d'avoir, pour chaque débit d'air nécessaire au moteur, un compresseur fonctionnant à rendement optimum.

Nous avons essayé à Chalais-Meudon un certain nombre de compresseurs sur un banc d'essais assez rustique. Ce banc comprend essentiellement : un moteur à explosion servant d'entraînement du compresseur, un mesureur de couple Farman-Poincaré, une tuyauterie d'aspiration munie d'un diaphragme permettant de mesurer les débits et d'une vanne pour mise en dépression à l'aspiration, et, enfin, une tuyauterie de refoulement, munie également d'une vanne permettant de régler la pression de refoulement. Présentant divers inconvénients que vous pouvez concevoir et que nous allons éliminer dès cette année, nous avons pu tout de même étudier un certain nombre de compresseurs provenant des moteurs en étoile et des moteurs en ligne parmi les plus courants. Les rendements les meilleurs que nous ayons trouvés sont de l'ordre de 0,6, ce qui n'est pas précisément très brillant.

Des études ont été entreprises pour augmenter ces rendements. Je signalerai les patients et fructueux travaux de MM. Planiol et Szydlowski, dont nous avons essayé une réalisation sur un moteur 12 Y et ceux de la Compagnie électro-mécanique, dont nous avons essayé une réalisation à la fois à notre banc d'essais et sur un moteur Hispano 12 Y.

Les rendements atteignent actuellement des valeurs voisines de 0,8 et, à en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

juger par les rendements atteints par les turbines, on peut encore espérer mieux; mais le rendement n'est pas tout : les circonstances dans lesquelles le compresseur est utilisé avec son rendement maximum sont réduites au vannage nul et à la vitesse de rotation optima. Actuellement, vous les avez, chaque fois que la vitesse d'entraînement du compresseur fournit un débit d'air supérieur aux besoins du moteur, on produit à l'entrée du compresseur une perte de charge dissipant dans une détente isotherme sans travail extérieur entre la pression en amont du vannage et la pression en aval l'énergie interne du fluide.

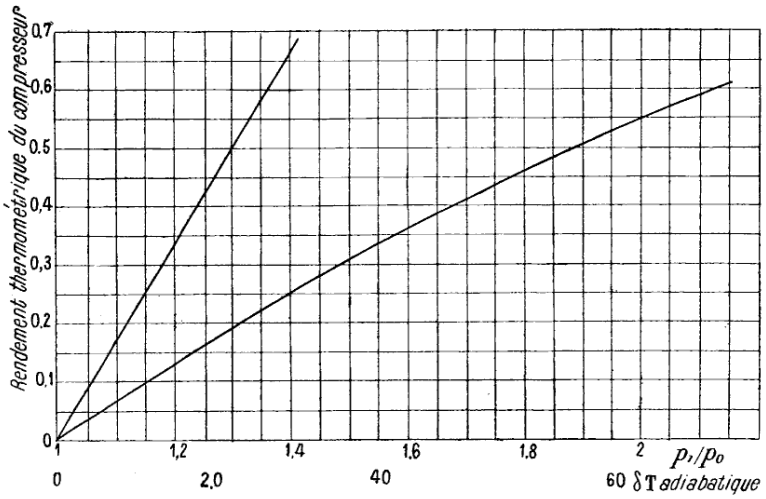



Fig. 2. — Courbes à débit constant correspondant à deux vitesses d'entraînement pour un compresseur dont le débit est réglé par vannage à l'aspiration.

Diverses réalisations se sont attaquées ces dernières années au problème de l'adaptation du compresseur au moteur, en vue d'obtenir toujours un rendement convenable, mais, pour la plupart, elles ne le résolvent qu'assez mal. Je citerai : les compresseurs débrayables, les compresseurs à plusieurs étages dont certains débrayables, les compresseurs à plusieurs vitesses.

Les compresseurs débrayables permettent de supprimer pratiquement le compresseur chaque fois qu'il est inutile et par conséquent nuisible. C'est un progrès intéressant pour les vols de croisière à faible altitude; mais, pour tous les autres cas, les inconvénients sont les mêmes.

Les compresseurs à plusieurs étages permettent de mieux adapter encore la puissance absorbée aux besoins du moteur; mais ils sont encombrants et ne doivent pas avoir de trop mauvais rendements pour être intéressants.

Les compresseurs à plusieurs vitesses paraissent actuellement susceptibles, par un choix convenable du compresseur auquel les plusieurs vitesses seront appliquées, de donner une solution pratiquement satisfaisante du problème.

Voici par exemple (fig. 2) les courbes donnant au sol, pour deux vitesses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de rotation, les rendements d'un compresseur vanné en fonction du taux de compression. Vous pouvez voir les rendements extrêmement faibles que l'on a usuellement dans le fonctionnement au sol. Vous pouvez voir également les avantages que l'on peut espérer, en entraînant ce compresseur, à deux vitesses différentes, pour une vitesse de rotation du moteur : dans d'assez larges limites de variation du taux de compression, on pourra maintenir un rendement acceptable. MM. Planiol et Szydlowski ont pensé utiliser la détente, habituellement sans travail extérieur et isotherme, pour produire un travail dans une turbine, travail entraînant un abaissement de la température d'admission et pouvant venir en déduction du travail d'entraînement du compresseur par le moteur. Leur réalisation a fait l'objet de conférences par M. Planiol et d'articles dans diverses publications. Je ne m'étendrai donc pas; je vous montrerai seulement sur les courbes que voici l'intérêt que présentent les deux vitesses dans l'utilisation d'un tel compresseur (fig. 3). Elles permettraient, par la juxtaposition de dispositifs actuellement connus, de maintenir le rendement sensiblement constant sur une zone extrêmement étendue. Une autre réalisation intéressante est celle de la Compagnie électro-mécanique. Voici la forme des courbes que nous avons obtenues avec ce compresseur pour deux vitesses de rotation, en maintenant la pression de refoulement constante et en faisant varier la pression d'aspiration (fig. 4). Elles diffèrent des précédentes par les débits qui ne sont pas constants.

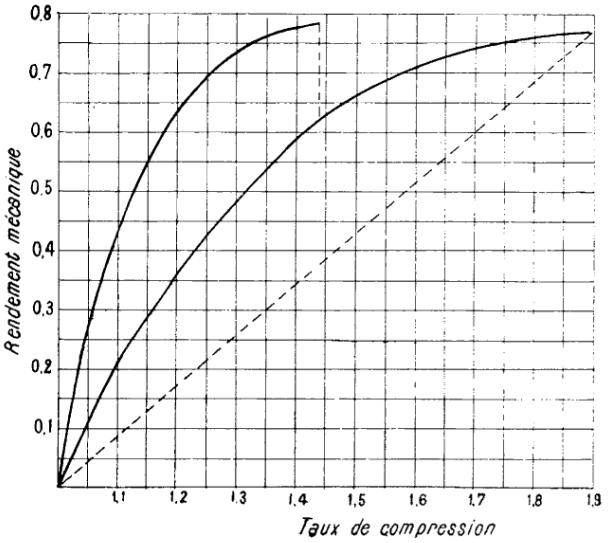



Fig. 3. — Courbes à débit constant correspondant à deux vitesses d'entraînement pour le compresseur réglable Planiol-Szydlowski dont le débit est réglé par orientation de volets à l'aspiration.

La forme de ces courbes montre la perte que l'on ferait sur le rendement en utilisant un tel compresseur en le vannant à l'aspiration pour maintenir son débit constant. Aussi a-t-on eu l'idée de l'utiliser en conservant son rendement thermométrique. On produit simplement sur le refoulement un partage de l'air; celui qui est nécessaire au moteur est envoyé au moteur, et l'autre, purement et simplement dans l'atmosphère; mais, si le rendement thermométrique est conservé, il n'en est pas de même du rendement mécanique. Néanmoins, le gain obtenu sur le rendement thermométrique se traduit par une température d'admission dans le moteur plus basse sans que la puissance absorbée par le com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

presseur devienne prohibitive. Ainsi, à 2 360 tours sur un moteur Hispano 12 Y, par vannage à l'aspiration, nous avons relevé les chiffres suivants :

Par vannage à l'aspiration : $t_a$ 16° t après compresseur $= t_1$, Pression après compresseur 882. Puissance $W_1$.

Par partage de l'air au refoulement : $t_a$ 23°, t après compresseur $= t_2$, pression après compresseur 874. Puissance $W_2$. On constate que $t_1 - t_2 = 50°$ environ et que $W_2 - W_1 = 50$ ch environ.

Il ne faudrait pas déduire de là qu'un tel procédé est excellent pour tous les

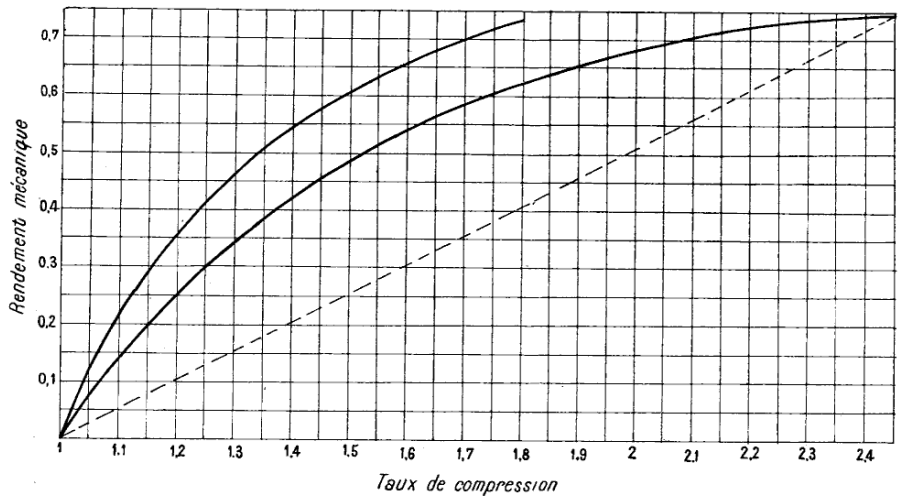



Fig. 4. — Courbes à débit maximum correspondant à deux vitesses d'entraînement pour le compresseur de la Compagnie électro-mécanique (en pointillé, courbe à débit constant par vannage à l'aspiration.)

compresseurs, et, par exemple, nous revenons à un compresseur analogue à celui monté habituellement sur les moteurs 12 Y, et, si nous traçons, non plus les courbes à débit continu, mais les courbes analogues à celles tracées pour le compresseur de la Compagnie électromécanique, nous avons des courbes assez semblables à celles à débit constant, le gain à espérer par un tel procédé sur le rendement thermométrique sera faible ; en revanche, la perte sur le rendement mécanique sera considérable. Sur moteur, nous aurons bien une température d'admission plus basse que par l'utilisation actuelle du compresseur ; mais, par contre, la puissance absorbée sera plus élevée, et dans des proportions telles que la puissance du moteur sera moins élevée encore que par le procédé normal. Ce compresseur prévu pour deux vitesses de rotation et avec son utilisation par partage de l'air pourra également être intéressant avant le stade du compresseur à vitesse variable.

Voici maintenant les gains à espérer ; ils dépendent de nombreux facteurs : utilisation du compresseur, altitude de rétablissement, etc. ; les chiffres indiqués

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sont des ordres de grandeur dans les conditions moyennes de fonctionnement des moteurs actuels.

Pour une même pression d'admission, les gains possibles proviennent de deux facteurs :

1° Gain de puissance de l'ensemble moteur-compresseur, par suite de la moindre absorption de puissance du compresseur;

2° Gain de puissance provenant de l'abaissement de la température d'admission.

*Puissance de décollage.* — Les compresseurs actuels sont utilisés assez près de leur rendement optimum, le vannage étant relativement faible pour ce cas de fonctionnement. Les gains à espérer proviendront surtout de l'augmentation du rendement. Pour une augmentation de 0,6 à 0,8, on peut espérer des gains voisins de 6 p. 100 pour les moteurs actuels.

*Puissance de montée. Consommation.* — C'est dans ce cas que les gains seront les plus intéressants; ils proviendront à la fois de l'amélioration du rendement et de la meilleure adaptation au fonctionnement du moteur. En montée, on peut espérer, au voisinage du sol, avoir des gains de puissance de l'ordre de 20 p. 100 et de consommation spécifique environ moitié pour une même pression d'admission. Ces gains iront en s'amenuisaut jusqu'à l'altitude de rétablissement, où ils seront de l'ordre de ceux obtenus pour le décollage pour la même augmentation de rendement du compresseur, soit 6 p. 100 environ pour la puissance, et la moitié pour la consommation spécifique.

*Consommation de croisière. Puissance.* — Les gains proviendront de la meilleure adaptation du compresseur et de l'amélioration du rendement, où ils seront du même ordre que pour la puissance de montée.

D'autres gains seront réalisés par suite de l'augmentation possible, pour un carburant donné, de la pression d'admission permise par l'abaissement de la température d'admission. Des essais systématiques montreront seuls de quel ordre ils pourront être.

Vous voyez ainsi l'importance relative des divers facteurs d'amélioration du compresseur et les possibilités d'avenir lorsque, par une meilleure collaboration entre les constructeurs de moteurs et les techniciens du compresseur, le problème de l'adaptation du compresseur au moteur sera résolu d'une manière plus satisfaisante qu'il ne l'est actuellement.

Je me suis étendu un peu longuement peut-être sur cette question; mais je crois qu'on n'insistera jamais assez sur les gains importants que l'on peut obtenir dès maintenant dans cette voie.

Pour le turbo-compresseur au contraire, je serai bref. Les températures élevées des gaz d'échappement, dépassant les 1 000° au voisinage de la soupape, n'ont pas permis jusqu'à présent, malgré les progrès réalisés dans la métallurgie des métaux résistants aux travaux dans une atmosphère à haute température, d'obtenir des résultats dans cette voie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je ne veux pas dire que cette solution présente moins d'intérêt que celle du compresseur à entraînement mécanique : bien au contraire, un turbo-compresseur sera très préférable à un compresseur à entraînement mécanique; mais les progrès à espérer de ce côté, s'ils sont éminemment souhaitables, apparaisssent d'un avenir plus lointain. Peut-être aurons-nous l'occasion d'y revenir un jour. Il paraît cependant qu'un avion d'altitude de Boeing, bombardier quadri-moteur, serait muni d'un turbo-compresseur, l'air d'alimentation étant en outre refroidi avant d'aller au carburateur.

*Carburateur.* — Après le compresseur, le carburateur. M. Labarthe, dans sa remarquable communication du mois dernier sur le problème de l'injection d'essence, vous a montré les inconvénients : givrage, perte de charge, irrégularités de répartition du mélange, etc., et les avantages que l'on peut espérer de l'injection directe du combustible dans la chambre de combustion. Je me bornerai donc à vous signaler quelques petits perfectionnements intéressants du point de vue de l'amélioration des caractéristiques du moteur : le remplacement du volet actuel par des dispositifs de vannage plus aérodynamiques; la pulvérisation du combustible mieux assurée par réchauffage, lorsque cela peut être avantageux.

*Soupape.* — La soupape d'admission est à la fois la cause d'une perte de charge et d'une limitation de la vitesse de rotation du moteur. La perte de charge peut être diminuée par l'augmentation du diamètre ou du nombre et par l'amélioration des dessins des tubulures. Si cette amélioration n'a d'autre obstacle que le fait qu'elle ne peut pas être poursuivie indéfiniment, les autres rencontrent des obstacles mécaniques : les dimensions de fond de cylindre et la complication du mécanisme de commande. Les grandes soupapes nécessitent de grandes levées, d'où difficulté pour la tenue des ressorts aux grandes vitesses de rotation du moteur. La disposition quadri-soupapes, avec deux soupapes d'admission, ne permet pas une bien grande diminution de la perte de charge pour la complication mécanique qu'elle entraîne.

Le meilleur compromis paraît encore le fond de cylindre en forme de demi-sphère avec deux soupapes inclinées, surtout pour les moteurs à refroidissement direct. Cette solution n'est qu'un compromis, et si l'on pense à tous les inconvénients présentés par les soupapes d'échappement fonctionnant à très haute température, déformation, ruptures, etc., on ne peut qu'appeler de tous ses vœux la solution sans soupapes, dont la Société anglaise Bristol s'est brillamment acquis un quasi-monopole.

Quelques mots d'historique montreront bien la difficulté du problème.

Né en Amérique vers 1905-1908 avec les travaux de Knight, le moteur sans soupape était à double chemise de distribution et destiné, bien entendu, à l'automobile. Cette industrie ne s'y étant pas intéressée outre mesure, les études furent reprises par la Société anglaise Daimler, qui obtint quelques résultats remarquables pour l'époque. Presque en même temps, vers 1909, un ingénieur écossais, Burt, et un ingénieur canadien, de Collun, déposèrent des brevets traitant le



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

problème du sans soupape à chemise unique. Un accord intervint, et une première réalisation fut faite en Angleterre juste avant la guerre; mais, dès la guerre, l'étude de cette question fut abandonnée.

Après la guerre, Panhard construisit un moteur de 500 ch à chemise double, qui fut essayé à Chalais-Meudon et dont la mise au point fut abandonnée.

En Angleterre, à la suite d'une communication de Ricardo, montrant les avantages du moteur sans soupape, la Société Bristol commença à s'y intéresser; c'était en 1926; vous avez pu voir au dernier Salon le chemin parcouru depuis par cette société aux prix de patients efforts.

Dans une communication faite en Amérique à la Society of Automotive Engineers et parue dans le *S. A. B. Journal* de septembre 1930, Fedden ne proposa pas moins de 19 avantages pour le moteur sans soupape. De la discussion particulièrement intéressante qui suivit, très peu demeurèrent incontestés. A notre avis, le plus important est l'amélioration du remplissage et, corrélativement, de l'évacuation des gaz brûlés avec possibilité de balayage quasi complet de la chambre de combustion. De cet avantage, on peut penser que le dispositif d'injection d'essence dans la chambre de combustion saura tirer le maximum de résultats.

Dans un moteur sans soupape à injection d'essence, l'injecteur pourra être placé au centre et la turbulence pourra être réglée, pour ainsi dire à la demande, par un croisement approprié de l'admission et de l'échappement. De plus, les obstacles sur l'admission seront réduits au minimum : seul le compresseur subsistera, et nous avons vu quelle amélioration on pouvait attendre de ce côté. Seul, l'avenir pourra nous dire si cette solution particulièrement satisfaisante au premier abord se développera.

*Tuyauteries.* — Je vous ai dit au début quel labyrinthe devait suivre l'air avant d'arriver au moteur ; je ne vous ai parlé jusqu'à présent que des obstacles sans vous parler des inconvénients provenant des tuyauteries elles-mêmes. Si l'on mesure les pressions le long des tuyauteries d'admission d'un moteur, on s'aperçoit qu'il n'existe pas deux cylindres d'un moteur multicylindre recevant la même quantité d'air. Sur un moteur en V à refroidissement par eau, nous avons mesuré, sur les deux collecteurs de refoulement du compresseur, des différences de pression de l'ordre de 20 mm de mercure, pouvant monter sur certains moteurs jusqu'à plus de 50 mm. Cette différence est influencée par la position du volet du compresseur, ne s'annulant d'ailleurs pas pour l'ouverture totale. Lorsque vous avez en outre sur le trajet de l'air de nombreux carburateurs à papillons synchronisés, vous voyez où cela peut mener à l'entrée du cylindre.

Nous avons mesuré également avec le maximètre de M. Rethel la pression maximum sur ce même type de moteur; elle oscille entre 41 et 51 kg/cm² pour les minimums et 51 et 75 kg/cm² pour les maximums pour un taux de compression de 7, une pression d'admission de 820. M. Labarthe vous a cité le mois dernier des chiffres éloquents sur la diversité de richesse des gaz combus-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tibles allant dans chaque cylindre; vous voyez que la diversité de remplissage n'est pas non plus négligeable.

Je crois qu'on a tenu compte trop souvent jusqu'à présent de la forme générale du moteur et de son montage sur avion sans se soucier outre mesure des répercussions sur le fonctionnement : irrégularités de richesse et de dosage en poids de l'air, pertes de charge inutiles, température d'admission par exemple. Là aussi, il y a un compromis à faire dont le moteur pourra tirer un utile parti.

*Cylindre.* — Le mélange carburé arrive maintenant dans le cylindre; la forme intérieure et extérieure de la chambre de combustion dépend de nombreux facteurs (soupapes, taux de compression, refroidissement, etc.) Nous avons vu déjà qu'au point de vue soupapes, la meilleure forme nous paraissait être la demi-sphère avec deux soupapes inclinées.

Le choix du taux de compression est imposé par d'autres considérations que l'étude du cylindre proprement dit; lorsqu'il est assez élevé, la forme en demi-sphère convient assez bien pour la chambre de combustion et, si le piston remonte encore trop haut, il suffit de laisser sur le fond de piston deux légers évidements pour les soupapes.

Mais l'action la plus importante sur le dessin du cylindre provient du problème de l'évacuation des calories : les pertes thermiques du moteur sont considérables : le rendement, à l'heure actuelle, ne dépasse guère 30 p. 100 dans les meilleures conditions, et, même en admettant que vers les puissances élevées on puisse atteindre de telles valeurs, et nous en sommes loin, toute élévation de puissance qui ne sera pas due à une élévation du rendement augmentera les calories à évacuer (à moins que l'essence ne soit pas effectivement brûlée, bien entendu).

En France, cette question commence à prendre sa véritable importance avec la mise en œuvre de monocylindres vraie grandeur, aussi bien à refroidissement par eau, pour l'étude de la circulation d'eau autour de la chambre de combustion, le refroidissement au voisinage des soupapes d'échappement, la meilleure disposition de celle-ci, etc., qu'à refroidissement par air, pour l'étude des ailettes, chicanes et déflecteurs de toutes sortes; avec la construction de souffleries de grandes dimensions, pour les essais de moteurs monocylindres munis d'hélices, les essais de radiateurs et de capotages, et, enfin, avec les études de moteurs sur avions.

J'ouvre ici une parenthèse, pour signaler cette chose remarquable qu'il n'existe pas en France (du moins à ma connaissance) de constructeurs de moteurs possédant une section d'essais en vol avec pilotes et avions pour terminer le cycle normal des essais de moteurs : monocylindres, multicylindres, essais au banc, essais en vol, Je crois qu'il faut le regretter; bien des tâtonnements de la part des constructeurs d'avions pourraient être ainsi évités.

Pour les moteurs à refroidissement par liquides, je crois que c'est dans l'uniformisation des températures, et notamment dans la lutte contre les points chauds aux abords des soupapes d'échappement, qu'il faut porter ses efforts, puis dans la circulation de l'eau dans l'ensemble moteur-radiateur, et enfin, dans l'étude de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ce dernier pour obtenir avec une quantité d'air faible le refroidissement nécessaire. Ces études doivent être conduites en collaboration par les techniciens du moteur, les spécialistes de l'aérodynamique et les constructeurs d'avions. D'ailleurs, dans les essais de moteurs, les normes françaises ne séparent plus le moteur de son radiateur.

Pour les moteurs à refroidissement par l'air directement, il faut également s'efforcer à rendre les températures plus homogènes (problème plus difficile peut-

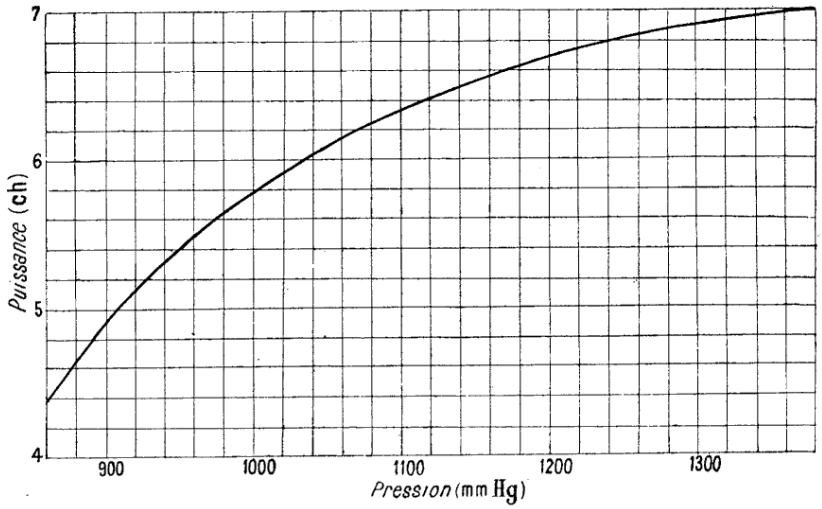



Fig. 5. — Courbe donnant, en fonction de la pression dans la cuve de suralimentation du moteur C. F. R., les puissances maximums réalisables en faisant varier le taux de compression, l'avance à l'allumage, à détonation étant sensiblement constante.

être que dans le cas précédent) au moyen de déflecteurs et de chicanes ou même d'ailettes dyssymétriques de plus grande surface au voisinage de la soupape d'échappement et au moyen de capotages bien étudiés, pour obtenir le résultat désiré sur multicylindres avec le minimum de traînée possible. Vous connaissez les travaux de M. Mercier sur cette question et les résultats remarquables auxquels il est parvenu sur des moteurs assez mal refroidis par eux-mêmes; aussi, je ne doute pas que, malgré les résultats obtenus par les Américains, véritables spécialistes de ce type de moteur, nous n'arrivions pas à obtenir de meilleurs résultats que ces derniers par une meilleure collaboration encore plus désirable que pour le type de moteur précédent, entre les constructeurs de moteurs, les aérodynamiciens et les constructeurs d'avions.

Le refroidissement peut d'ailleurs être amélioré par passage d'une plus grande quantité de chaleur à l'huile de graissage; mais il faut se méfier des élévations locales de température; il y a là un problème de circulation qui n'a pas été encore assez approfondi à ma connaissance.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CARBURANT. — L'amélioration du refroidissement influe sur le choix du taux de compression et, par là encore, sur la forme de la chambre de combustion. Mais un autre facteur, et d'une considérable importance, agit sur le choix du taux de compression et du taux de suralimentation : c'est le carburant destiné à être employé sur le moteur.

Les essais que nous avons exécutés sur un petit moteur C. F. R. suralimenté, il résulte qu'il est plus avantageux *au point de vue puissance*, pour une essence donnée et à égalité de détonation, d'avoir un taux de compression relativement faible et un taux de suralimentation relativement élevé.

Le carburant employé était à 77 d'indice d'octane, la vitesse de rotation du moteur était de 900 t/min, la température d'admission de 70°; les variables étaient le taux de compression, le taux de suralimentation et l'avance à l'allumage. Nous avons tracé la courbe donnant, en fonction de la pression dans la cuve de suralimentation, la puissance maximum réalisable par variation du taux de compression et de l'avance à l'allumage à détonation sensiblement constante (puissance mesurée moins la puissance nécessaire à la compression de l'air utilisé en supposant un rendement 0,5 du compresseur) (fig. 5 et 6). Pour une intensité de détonation donnée, la puissance maximum était obtenue à un taux de compression décroissant au fur et à mesure de l'augmentation de taux de suralimentation. Comme, d'autre part, il convient d'avoir un taux de compression élevé pour avoir un rendement thermodynamique convenable, vous voyez que pour ce carburant, dans les conditions d'expérimentation, le choix aurait pu se porter sur un taux de compression de 5,5 à 6 et en pression de 1 000 mm Hg environ.

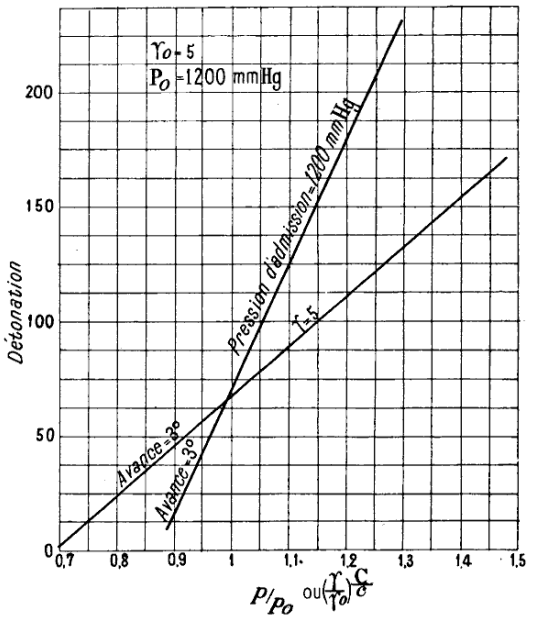



Fig. 6. — Variation de la détonation en fonction de $p/p_0$ ou de $\left(\frac{\gamma}{\gamma_0}\right)^{\frac{c}{c}}$ pour une même avance à l'allumage.

Sur le monocylindre vraie grandeur de telles études pourront être effectuées dans les conditions de refroidissement les plus dures et permettront, pour un carburant donné, de choisir au mieux le taux de compression et le taux de suralimentation. C'est d'ailleurs de cette manière que l'on utilisera au mieux les propriétés des carburants.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai déjà été amené à vous parler des phénomènes de choc; certains carburants possèdent les propriétés de retarder l'apparition des phénomènes de choc lorsqu'on fait varier les caractéristiques susceptibles de les produire : refroidissement du moteur, température d'admission, pression d'admission, taux de compression, etc.; ce sont les carburants à haut pouvoir antidétonant. Les carburants sont classés dans une échelle par comparaison *dans des conditions bien déterminées* avec des mélanges de deux corps purs, l'un à haut pouvoir antidétonant, l'iso-octane, l'autre à faible pouvoir antidétonant, l'heptane. La proportion en pour 100 d'iso-octane du mélange équivalent à un carburant dans ces conditions donne l'indice d'octane de ce carburant. Dans ces conditions d'essais intervient principalement le taux de compression, le carburant à haut pouvoir antidétonant permettant de fonctionner à un taux de compression plus élevé pour la même intensité de détonation. Les essais que nous avons exécutés ont montré que si l'on fait intervenir dans les conditions d'essais le taux de suralimentation, les résultats sont sensiblement les mêmes. Il est à remarquer que les conditions d'essais des carburants ne tiennent à peu près pas compte de la richesse : elles spécifient seulement que celle-ci doit correspondre au maximum de détonation. Il n'est pas sûr, dans ces conditions, que le carburant à haut pouvoir antidétonant choisi soit très intéressant au point de vue consommation spécifique. Le taux de compression ayant été élevé au maximum admissible pour obtenir des puissances de décollage et de montée intéressantes par suralimentation, il n'est pas certain qu'à ce taux de compression, nous obtenions avec ce carburant des consommations spécifiques très basses. Si l'on trace pour ce taux de compression la courbe donnant les consommations spécifiques en fonction de la richesse à régime et puissance constants pour divers carburants, on obtiendra sensiblement la même courbe pour des carburants d'indice d'octane très divers. Les consommations spécifiques auxquelles on pourra marcher avec sécurité avec ces divers carburants donneront une échelle qui, *a priori*, n'est pas forcément celle des indices d'octane. Des études pourront, je crois, être entreprises avec fruit dans cette voie.

Pour un moteur donné, les gains à espérer par l'utilisation de carburant à haut pouvoir antidétonant, à condition d'adapter le taux de compression et le taux de suralimentation, peuvent être considérables : Pratt et Whitney, sans changer le taux de compression, annoncent un de ces moteurs pour : 1 200 ch au décollage et 1 065 ch en montée, avec du 100 d'octane, et 1 065 ch au décollage et 900 ch en montée, avec du 87 d'octane.

Les consommations spécifiques en croisière seraient respectivement : 215 g/ch.h à 650 ch avec du 87 d'octane et 201 g/ch.h, à la même puissance, avec du 100 d'octane.

Étant donné le prix et la difficulté d'avoir en quantités considérables des carburants à haut pouvoir anditédonant, étant donné aussi que notre expérience montrera peut-être que le meilleur carburant pour le décollage n'est pas forcément le meilleur pour la croisière et que, d'ailleurs, actuellement, le gain obtenu

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur la consommation en croisière, sauf cas particuliers, n'est pas toujours suffisant pour en tirer un parti intéressant, les dispositifs permettant d'utiliser deux carburants méritent d'être signalés. Telles sont les vannes commandées automatiquement par la pression d'admission et permettant de passer, à partir d'une certaine valeur de celle-ci, du carburant de croisière au carburant de décollage et de montée ; tels sont aussi les dispositifs à double carburation permettant d'apporter automatiquement au carburant de croisière, à partir d'une certaine pression d'admission, un appoint de corps très antidétonant en quantité croissante jusqu'à la pression d'admission de décollage, formant en outre enrichisseur.

Conclusion. — A part le dispositif sans soupape du Bristol et le compresseur à deux vitesses, d'ailleurs non complètement généralisé, il n'y a aucune innovation dans les moteurs courants actuels. J'espère très sincèrement vous avoir montré quelques-unes de celles qui sont souhaitables dans un avenir prochain, ainsi que les progrès encore susceptibles d'être accomplis, notamment sur le refroidissement et les carburants. Je serais très heureux si des laboratoires bien outillés, et dont les efforts ne seraient pas dispersés par une tâche journalière astreignante, pouvaient, par l'étude des quelques problèmes que j'ai évoqués et aussi de nombreux autres que j'ai laissés dans l'ombre, contribuer à servir notre aviation et notre pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## LUCIEN DELLOYE (1856-1938)
### Ingénieur des Arts et Manufactures, membre du Conseil de la Société d'Encouragement.

Lucien Delloye était né à Paris le 24 juin 1856; peu de temps après sa sortie de l'École centrale des Arts et Manufactures, en 1878, il entra, en 1881, à la Compagnie de Saint-Gobin, Chauny et Cirey, où il a accompli toute sa carrière, comme d'ailleurs de nombreux jeunes ingénieurs diplômés des grandes écoles qui sont entrés dans cette Société. Il débuta à l'usine de Chauny, où il s'occupa en 1881 du polissage des glaces. Appelé à établir un atelier de polissage à Stolberg, il créa une machine à polir sur plateforme dont l'emploi s'est généralisé, et qui compte encore parmi les types les meilleurs de ceux qui sont actuellement en usage. Cet appareil, accouplé aux plateformes à polir déjà existantes, réalise le douci-poli rotatif.

Après avoir édifié de nouveaux ateliers à Waldhof, près de Mannhein, et construit de toutes pièces une glacerie à Pise, en Italie, il fut nommé directeur adjoint des Glaceries de Saint-Gobain, en 1896, puis directeur de ces glaceries, en 1903, à la mort de son prédécesseur M. Biver. Lucien Delloye a occupé ce poste jusqu'en ces dernières années; il était devenu administrateur de la Compagnie de Saint-Gobain en 1933, vice-président en 1936. Obligé, par raison de santé, de renoncer à la vie active, il avait été nommé vice-président honoraire, ce qui donna lieu à une cérémonie touchante organisée par tous ceux qui étaient ou avaient été sous ses ordres.

Rappelons quelle est l'extraordinaire activité de notre regretté collègue. Sous son habile direction, la production des Glaceries de Saint-Gobain doubla de 1904 à 1914, et, à la veille de la guerre, la Société comptait 13 glaceries réparties en France, Belgique, Hollande, Allemagne, Autriche-Hongrie, Italie et Espagne.

Sous son impulsion, la verrerie d'optique fit de très grands progrès et la production française put entrer en concurrence avec les meilleures production d'Iéna. Les problèmes les plus difficiles ont été résolus dans ce domaine et dans celui de la fabrication du verre pyrex et de la silice fondue.

Pendant la guerre de 1914-1918, toutes les usines françaises de Saint-Gobain, sauf une, étaient en pays occupé par l'ennemi; pour répondre aux besoins de la défense nationale, et notamment des Services géographiques de l'Armée, qui réclamaient des verres et des cristaux spéciaux, notamment ceux qu'on utilise dans les laboratoires et en optique de précision, Delloye réussit à satisfaire ces besoins en intensifiant et en multipliant les productions de la seule usine qui pouvait alors fonctionner, celle de Montluçon. Au lendemain de l'armistice, il reconstruisit, en les rajeunissant et en les perfectionnant, toutes les usines qui avaient été détruites.

A cette époque également, il élargit considérablement le rayon d'action de la Société de Saint-Gobain, en lui faisant prendre des participations dans de nombreuses affaires de verre à vitres, de flaconnage, de bouteillerie, de gobeleterie, où les méthodes scientifiques et techniques assurèrent à Saint-Gobain la première place et une influence incontestée, et cela, en France et à l'étranger.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au lendemain de la guerre, Lucien Delloye prit aussi une part prépondérante à la reconstitution de la Convention internationale des Glaceries, de Bruxelles, dont il fut dès lors et jusqu'à sa mort le président infiniment apprécié et respecté, assurant ainsi à la France, dans l'industrie européenne du verre, une place éminente et une influence qui, pour être discrète, fut pourtant, à certaines heures, extraordinaire. Il est peu de pays en Europe dans lesquels la France n'ait pas eu, grâce à lui, la première place dans l'industrie du verre.

Président du Comptoir de Vente des Glaces de France jusqu'à sa récente dissolution, il fut nommé membre du Comité directeur de l'Institut d'Optique pure et appliquée; vice-président de la Chambre de Commerce française des Provinces rhénanes; administrateur de la Société pour la Défense des Intérêts français en pays ennemi; membre du Comité d'Entente franco-belge.

En 1918-1919, il présida l'Association amicale des Anciens Élèves de l'École centrale, et, en 1924, la Société des Ingénieurs civils de France. Il était officier de la Légion d'honneur et titulaire de nombreux ordres étrangers. C'étaient la bienveillance de notre collègue et la grande sympathie qu'il inspirait à tous ceux qui l'approchaient qui l'appelèrent à présider, à une époque difficile, l'Association amicale des Anciens Élèves de l'École centrale; il y rendit les plus grands services à ses jeunes camarades.

Lucien Delloye était entré au Conseil de la Société d'Encouragement en 1912, comme membre du Comité des Arts chimiques[1]. Les multiples tâches qu'il eut à remplir pendant et après la guerre l'obligèrent à suspendre en grande partie sa collaboration; cependant, il continuait à donner son concours à la Société toutes les fois qu'en raison de sa compétence on le lui demandait.

Lucien Delloye était certainement le type accompli de ces savants industriels convaincus de la nécessité d'utiliser les ressources toujours nouvelles que la science offre à l'industrie pour la faire progresser. Pour améliorer les fabrications, il avait organisé un laboratoire scientifique qui permet les recherches les plus variées sur les matériaux réfractaires, les types de verres destinés aux applications spéciales, et d'élucider tous les problèmes posés par la clientèle.

Delloye fut aussi un homme d'affaires remarquable, voyant grand et loin, et que n'arrêtait aucune difficulté. La guerre devait lui en créer de considérables; il les vainquit toutes; et il est à peu près certain que son aménité, sa bienveillance, sa finesse, sa large compréhension des situations les plus délicates, l'esprit de justice et d'équité qu'il sut toujours apporter dans le règlement des conflits industriels internationaux qu'il eut à arbitrer ou à liquider, enfin l'accent de conviction qu'il mettait à rallier ses collaborateurs à ses idées, contribuèrent à ses victoires. C'est une grande, noble et belle figure qui disparaît.

Il laisse derrière lui de nombreux élèves, qui ont hérité de lui ses éminentes

(1) Lors de son entrée au Conseil de la Société d'Encouragement, il fit, le 11 avril 1913, une conférence sur *La fabrication mécanique du verre à vitres* (Voir le *Bulletin* de mai 1913, p. 740-742). Membre du Conseil supérieur de Rédaction du périodique *Le Génie civil*, il y donna, en 1930, une étude sur les progrès de la verrerie depuis 1881, qui a paru dans le numéro spécial de ce périodique qui commémore le cinquantenaire de sa fondation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qualités techniques, industrielles et sociales, et qui continuent son œuvre.

Les obsèques de notre très regretté collègue, décédé le 25 décembre, ont eu lieu le 28 décembre, en l'église Saint-François de Sales; à l'issue de la cérémonie religieuse, des discours retraçant sa belle carrière et rendant hommage à ses mérites ont été prononcés par : M. le baron Hély d'Oissel, président du Conseil d'administration de la Compagnie de Saint-Gobain, au nom de cette Compagnie; M. Serruys, au nom de la Convention internationale des Glaceries; son collègue du Conseil de la Société d'Encouragement, M. Guillet, directeur de l'École centrale, ancien président de la Société des anciens élèves de cette École et de la Société des Ingénieurs civils, au nom de ces deux Sociétés. L'inhumation a eu lieu au nouveau cimetière de Neuilly-sur-Seine. M. E. L.

*Discours prononcé par M. Léon Guillet, membre de l'Institut et du Conseil de la Société d'Encouragement, aux obsèques de M. L. Delloye.*

Dans un sentiment de profonde tristesse et de précieuse amitié brisée, j'apporte, devant le cercueil du président Delloye, les suprêmes hommages de l'École centrale des Arts et Manufactures, de l'Association amicale de ses Anciens Elèves, de la Société d'Encouragement et de la Société des Ingénieurs civils de France.

Combien nous sommes fiers de notre éminent camarade, du rôle magnifique qu'il a joué dans l'industrie française et aussi dans l'industrie mondiale! Combien nous admirions en lui toutes ces belles qualités qui font les grands chefs : une droiture et une honnêteté absolues, une culture générale remarquable, une ardeur au travail qui ne s'est jamais démentie, un esprit de finesse particulièrement accusé.

Comment s'étonner qu'il fût appelé en trois reprises à siéger au Conseil de l'École dont il était sorti en 1878 dans les tout premiers de sa promotion. Durant dix-huit années, directeurs, collègues et commissions puisèrent leurs meilleures directives dans ses sages avis.

Il présida l'Association de nos Anciens Elèves en 1918 et en 1919 et, dans une cérémonie solennelle en Sorbonne, en présence du président Raymond Poincaré, des ministres Clémentel, Loucheur, Claveille, de M. Albert Lebrun, de M. Tardieu, il accueillit et nos camarades alsaciens et les Centraux revenant du front.

En 1924, la Société des Ingénieurs civils de France, voulant témoigner sa sympathie et son admiration au grand maître-verrier, lui confia sa présidence. En lui remettant les rênes, je pouvais justement lui dire : « Ce n'est pas seulement la grande Compagnie « de Saint-Gobain, ce n'est pas seulement l'industrie verrière, c'est le pays tout entier « qui doit vous être reconnaissant de votre puissante et féconde activité. »

Et voici que s'est tue la voix qui nous était si chère, que s'est éteint ce grand Français, qui nous était si sympathique. Du moins nous restera le souvenir de l'homme de bien, du camarade aimable, de l'ami sûr. L'Ecole centrale le gardera pieusement.

Que ses enfants trouvent quelque consolation dans la sympathie si profonde qui entourait leur père et qui, aujourd'hui, se porte tristement vers eux.

Mon cher Président, mon cher Ami, qu'il me soit encore donné d'exprimer la reconnaissance émue de l'Ecole Centrale et de la Société des Ingénieurs civils de France au grand ingénieur qui les a honorés. Durant bien des années, votre bel exemple sera donné aux jeunes promotions de Centraux. Jouissez maintenant de cette paix promise aux hommes de bonne volonté, à ceux qui traversent la vie dans le labeur, l'honnêteté et la bonté.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## PAUL SÉJOURNÉ (1851-1939)

### membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, membre du Conseil de la Société d'Encouragement.

M. Paul Séjourné était né à Orléans le 21 décembre 1851. Entré à l'École polytechnique en 1871, il était Ingénieur des Ponts et Chaussées en 1877; il fut alors envoyé à Mende et chargé, pour le compte de l'État, de la construction de trois ponts de chemin de fer, sur la ligne de Montauban à Castres, ceux de Castelet, de Lavaur et Antoinette. Dès ces premiers ouvrages, il montre la maîtrise qui devait illustrer son nom. Ces trois ouvrages, d'une technique et d'une hardiesse rares pour l'époque, frappent encore par leur beauté architecturale.

Puis, il continue à apporter des formes et des modes d'exécution nouveaux, qui furent souvent imités en France, en Italie, en Allemagne. Tels sont les trois ponts qu'il exécuta, de 1882 à 1884, pour les Chemins de fer du Midi, sur les rivières de l'Ariège et de l'Agout.

Il s'attacha ensuite à utiliser, mieux qu'on ne l'avait fait avant lui, les matériaux de construction des ponts, en réduisant la voûte à deux anneaux latéraux, relativement étroits, en maçonnerie ordinaire, sur lesquels s'appuie un tablier, généralement aujourd'hui en béton armé.

Il résulte de cette disposition une économie très importante dans le cube des matériaux à employer, puisque se trouvent ainsi supprimés tous ceux qui seraient mal utilisés entre les deux anneaux et entre les piles; pour le travail de construction lui-même, on réduit le cintre en bois à la largeur de l'un des anneaux et on le transporte ensuite sur la place du second, au lieu d'avoir à construire un très large cintre pour supporter la voûte entière. Les deux anneaux peuvent être fondés à des niveaux différents si le relief des rives rocheuses le commande. Si le pont est biais, il suffit d'établir un décrochement convenable entre les deux anneaux, de manière à remplacer les complications du pont biais par un pont droit avec ses deux anneaux extérieurs. Ce mode de construction, appelé depuis système Séjourné, a reçu de nombreuses applications tant à l'étranger qu'en France.

C'est sur ce principe des deux anneaux jumelés que M. Séjourné construisit, à Luxembourg, le pont Adolphe (1899-1902) sur la Pétrusse, dont la portée est de 85 m, le premier du genre, et, plus tard, à Toulouse, le pont des Amidonniers sur la Garonne (1904-1907). L'écartement entre les deux anneaux est de 6 m dans le premier de ces ponts, ce qui donne une largeur totale de 16 m pour l'ouvrage, et de 10 m dans le second. L'économie totale a été, dans le premier de 16 p. 100, et, dans l'autre, de 26 p. 100. Ces ouvrages, comme les précédents, sont intéressants au point de vue de l'aspect.

Le viaduc de Fontpédrouze qu'il construisit ensuite (1906-1908) sur la ligne de Villefranche à Bourg-Madame (Pyrénées-Orientales) est plus remarquable encore; il franchit une vallée profonde de 65 m. On a jeté sur ce creux une ogive de 30 m de hauteur et appuyé sur elle des piles semblables à celles qui sont posées sur les rochers, à sa droite et à sa gauche. L'effet architectural est tel que de loin, le viaduc donne l'impression d'une dentelle tant il paraît léger.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On doit à M. Séjourné un progrès considérable, non seulement dans la construction des cintres de bois, mais aussi dans celles des voûtes.

Des fissures se produisant fréquemment aux reins des voûtes et aux points fixes du cintre, Séjourné a laissé des joints secs qu'il faisait bourrer, lorsque la voûte était achevée, au moyen d'un mortier à peine humecté d'eau. On arrive ainsi à lui faire exercer des pressions atteignant 16 kg/cm². Ce système des clavages multiples a fourni des résultats excellents.

M. Séjourné a été, de 1901 jusqu'en 1925, à l'École nationale des Ponts et Chaussées, professeur du cours spécial de ponts en maçonnerie. Il a publié, de 1912 à 1916, sous le titre *Grandes Voûtes*, la matière de son enseignement, en y ajoutant les détails utiles. Cet ouvrage comprend 6 magnifiques volumes in-4°, ornés de gravures et photographies, ainsi que des renseignements précis et utiles pour les constructeurs. Membre du Comité supérieur de Rédaction du journal *Le Génie Civil*, dans le numéro spécial paru en 1930, pour commémorer le cinquantenaire de la fondation de ce périodique, il a aussi donné un mémoire important intitulé : *Progrès depuis 50 ans dans l'art de projeter et d'exécuter de grandes voûtes en maçonnerie.*

En récompense des progrès qu'il avait introduits dans l'art des constructions, M. Séjourné fut nommé chevalier de la Légion d'honneur en 1886, officier en 1903, et, depuis, commandeur et enfin grand officier. Il obtint, en 1883 et 1884, la médaille d'or des *Annales des Ponts et Chaussées* pour ses mémoires sur les voûtes. Il reçut, de l'Académie des Sciences, en 1918, le prix Caméré. En 1906, la commission d'ingénieurs chargée d'examiner les titres des candidats, lui décerna, à l'unanimité, le prix quinquennal de 10 000 fr institué par l'Inspecteur général Rouville pour récompenser l'ingénieur des Ponts et Chaussées auteur du travail le plus remarquable. Ce fut la première attribution faite de ce prix. Le rapport, extrêmement élogieux, du président de la Commission, M. l'Inspecteur général Mengin-Lecreul, fut approuvé dans ses conclusions à l'unanimité par le Conseil général des Ponts et Chaussées, qui confirma ainsi le choix de la Commission.

Ce fut en souvenir de ses beaux travaux personnels, de son enseignement remarquable à l'École des Ponts et Chaussées, enfin à l'occasion de sa participation à la défense nationale pendant la guerre, que M. Séjourné, malgré sa situation d'ingénieur en congé en dehors des services de l'État, fut élevé, à titre exceptionnel, par décret du 7 août 1919, au grade d'Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

En qualité d'Ingénieur en chef des lignes nouvelles à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, M. Séjourné a dirigé la construction de la fameuse ligne de Nice à Coni, qui donna lieu à tant de difficultés de tous ordres[1]. Les ouvrages d'art de cette ligne, notamment les viaducs de Saorge et de Scarassoui, portent la trace de ses directives. Certaines parties, le souterrain de Braus notamment,

(1) On trouvera le résumé de la communication, faite par M. Séjourné sur les difficultés de construction de cette ligne, dans le *Bulletin* de décembre 1929, p. 872-874. Voir aussi, du même auteur, dans le *Bulletin* de mars 1930, p. 244-246, *La ligne de chemin de fer de Casablanca à Marrakech et le transport des phosphates marocains.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ont nécessité des recherches spéciales par suite de l'action destructive des eaux chargées du sulfate de chaux constituant le terrain et de l'impossibilité de passer ailleurs. La Compagnie P.-L.-M. lui avait décerné aussi un titre exceptionnel, celui de Directeur de la Construction.

M. Séjourné avait été élu académicien libre par l'Académie des Sciences en 1924, et notre Société lui avait décerné sa grande médaille annuelle en 1929. Il était docteur *honoris causa* de l'Université de Lwow (Pologne), membre d'honneur de l'Association des Ingénieurs de Liége et de la Société scientifique de l'Université de Bruxelles, commandeur de l'ordre du Grand-Duché de Luxembourg.

Quand l'Office général du Bâtiment et des Travaux publics, union des fédérations et groupements français d'architectes et d'entrepreneurs pour l'étude des questions intéressant le bâtiment et les travaux publics, décida, en 1929, la création du Bureau Securitas, destiné à enrayer les accidents de bâtiments qui avaient ému l'opinion publique, il offrit à M. Séjourné la présidence de ce bureau.

Comme constructeur de ponts, M. Séjourné a été un novateur et un chef d'école : il fut le successeur direct des grands bâtisseurs de cathédrales et d'abbayes qu'étaient les moines du Moyen Age, dont il s'inspirait, compte tenu des besoins nouveaux et des ressources nouvelles que les progrès de la technique mettent à notre disposition. Sa première préoccupation, disait-il, quand on admirait devant lui l'élégance et la légèreté de ses ouvrages, c'était de réaliser une œuvre d'art, s'harmonisant avec son cadre : les moyens de la réaliser ne venaient qu'ensuite, et il les trouvait toujours. « Il n'y a rien d'impossible, ajoutait-il, il suffit de chercher. »

On a cru pendant plusieurs siècles qu'il serait désormais impossible d'égaler les grands constructeurs d'ouvrages en pierre d'autrefois; puis, quand apparurent les grands ouvrages métalliques et surtout le béton armé, on crut qu'ils porteraient un coup mortel à la grande construction en pierre. Séjourné la rénova et surpassa ceux qu'on croyait inimitables. La réputation de Séjourné était grande parmi tous les ingénieurs des ponts et chaussées du monde entier. On l'y avait surnommé « le poète de la pierre ».

Les obsèques de M. Paul Séjourné ont été célébrées le 18 janvier en l'église Notre-Dame-des-Champs. Des discours ont été prononcés par le duc de Gramont, au nom de l'Académie des Sciences, et par M. Suquet, directeur de l'École nationale des Ponts et Chaussées.

L'inhumation a eu lieu au cimetière de Montmartre, à Paris.

Un autre deuil devait frapper quatre jours plus tard la famille de notre regretté collègue : Madame Séjourné, sa fidèle compagne, qui l'avait soigné avec le plus grand dévouement pendant ces dernières années et l'avait vu s'acheminer lentement et sans espoir vers la mort, succombait à son tour. La Société d'Encouragement adresse aux enfants si éprouvés de M. et Mme Séjourné l'expression de sa très vive sympathie. E. L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LA RÉGLEMENTATION ACTUELLE DES PRIX (*)

par M. René ARNAUD, *Directeur des Études économiques à la Confédération générale du Patronat français.*

Un des décrets-lois du 12 novembre dernier a réformé assez profondément la réglementation des prix de vente.

Depuis le 1er juillet 1937, toute majoration de prix, quelle qu'elle fût, dans le gros ou dans le détail, était interdite sauf autorisation préalable. Cette autorisation devait être demandée, selon le cas, soit dans le cadre du département, au Comité départemental de Surveillance des Prix, soit au Comité national de Surveillance des Prix qui siège à Paris.

*Suppression de l'autorisation préalable pour les majorations des prix de gros. — Le décret du 12 novembre 1938 a libéré de l'autorisation préalable les majorations des prix de gros des produits industriels.* On a constaté en effet qu'un contrôle trop strict du prix de gros aboutit bien souvent à paralyser les entreprises. Il arrivait que des demandes justifiées d'autorisation fussent refusées ou ne fussent accordées qu'après un trop long délai : on comprend que, plutôt que de vendre à perte et d'achever de dilapider le peu qui lui restait de son patrimoine, l'industriel préférât renoncer purement et simplement à son exploitation. Ainsi un excès de réglementation aboutissait directement à l'augmentation du chômage et à la baisse du potentiel économique de la France. Le Gouvernement a été heureusement inspiré en comprenant que, si l'on voulait assurer le redressement du pays, il était indispensable de libérer les prix de gros à la production et de ne point subordonner leurs majorations à une autorisation préalable.

*Contrôle* a posteriori *des prix de gros.* — Toutefois, ce serait une erreur de croire que le décret ait supprimé tout contrôle. Il précise, au contraire, que *les majorations des prix de gros des produits industriels demeurent assujetties au contrôle* a posteriori. Si donc, un industriel applique une hausse excessive de prix, il est toujours sujet à être interrogé par le Comité départemental de Surveillance des Prix et peut, éventuellement, être poursuivi devant les tribunaux.

*Maintien de l'autorisation préalable pour ce qu'on appelle les « trusts ».* — En outre, cette libération des prix de gros n'est pas universelle, et il y a lieu ici de redresser certaines opinions tendancieuses qui sont fréquemment soutenues à ce sujet. Des polémistes agitent volontiers l'épouvantail des « trusts » et déclarent que le récent décret du 12 novembre a permis aux « trusts » de majorer librement leurs prix et de prélever des bénéfices abusifs sur le malheureux consommateur. Il est piquant de constater que le décret fait précisément une exception expresse pour les produits de l'industrie — je cite le texte du décret — « dont la vente échappe aux conditions normales de la concurrence », notamment lorsque la vente s'effectue par un organisme central interprofessionnel ou par un comptoir représentant l'ensemble des producteurs, lorsqu'il y a entente entre les producteurs nationaux pour limiter l'offre sur le marché intérieur ou pour fixer un prix minimum, lorsque les producteurs ont obtenu d'un cartel international que le marché national leur soit réservé par priorité, etc.

Effectivement, *un arrêté ministériel du 23 novembre a donné la liste des produits pour lesquels toute majoration du prix de gros demeure soumise à l'autorisation préalable* des

(*) Texte radiodiffusé par le poste Paris P. T. T., le 3 février 1939.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comités de Surveillance des Prix. Il s'agit des chaux et ciments, des charbons, des pétroles, du minerai de fer et des fontes, des produits sidérurgiques, du fer blanc, de l'aluminium, des engrais, des produits pharmaceutiques, des verres à vitres, des fils et tissus de jute, des fils et tissus de rayonne et enfin du papier journal.

C'est donc une contre-vérité manifeste que de prétendre que les organisations qu'on appelle couramment des « trusts », font librement leurs prix, puisque ce sont précisément ces organisations qui doivent obtenir une autorisation préalable avant toute majoration de prix. Si bien que, par exemple, le prix de vente de l'aluminium au consommateur français est nettement *inférieur* au prix de vente à l'étranger; de même les bénéfices réalisés par l'exportation sidérurgique à l'étranger ne vont pas aux producteurs, mais, en fait, aux consommateurs puisqu'on en tient compte pour réduire le prix de vente en France.

*Régime des prix de détail.* — Au contraire, *tous les prix de détail*, quels qu'ils soient, *demeurent soumis à l'autorisation préalable*, à l'exception des fruits, légumes, viandes et autres produits agricoles ou denrées périssables : par conséquent, tous les articles alimentaires de consommation courante sont en dehors de cette réglementation et les prix sont librement fixés par le producteur.

Au surplus, il a été nécessaire, dans la pratique, d'assouplir ce régime qui, appliqué à la lettre, aurait imposé au commerce de détail français une paperasserie considérable qui aurait fini par noyer les Comités de Surveillance des Prix.

*Incorporation sans autorisation préalable de la hausse du prix de gros dans le prix de détail.* — On a donc admis d'abord que le détaillant pouvait appliquer en valeur absolue la hausse du prix de gros du produit qu'il vendait, sans être obligé de demander l'autorisation préalable. Imaginons un commerçant de détail achetant un objet 75 fr et le revendant 100 fr. Si le grossiste devait porter son prix de vente de 75 à 100 fr, le détaillant était autorisé à relever son propre prix de détail de 100 à 125 fr sans demander d'autorisation préalable.

*Autorisation aux détaillants d'appliquer leur pourcentage de bénéfice brut aux diverses hausses du prix de gros.* —Mais on conçoit que, dans bien des cas, cette majoration de prix était insuffisante pour le commerce de détail, qui n'a pas échappé au relèvement général des prix. Le détaillant doit payer plus cher son chauffage, son électricité, ses réparations, ses commis, son téléphone, sa correspondance.

Il serait injuste d'interdire au détaillant toute majoration pour couvrir ses frais généraux alors qu'on autorise la hausse justifiée du fabricant et du grossiste. C'est dans ces conditions qu'*une circulaire* du Comité national de Surveillance des Prix, en date du 31 décembre dernier, *a permis aux détaillants d'appliquer leur pourcentage habituel de bénefice brut aux diverses hausses subies sur le prix d'achat en gros* des marchandises.

Pour reprendre l'exemple de tout à l'heure, si le prix de gros d'une marchandise est porté de 75 à 100 fr, le détaillant qui, revendant à 100 fr, ajoutait au prix de gros une marge de 33 p. 100, peut, sans autorisation préalable, relever son prix, non pas simplement de 100 à 125 fr pour incorporer en valeur absolue la hausse du prix de gros dans le prix de détail, mais bien de 100 à 133 fr, de manière à couvrir la hausse de ses frais généraux.

Le décret a d'ailleurs prévu qu'on pourrait porter remède à tout abus dans ce domaine. En effet, tous les prix de détail demeurant soumis au contrôle *a posteriori*, si, après coup, ce contrôle constate que l'application de la marge commerciale habituelle de bénéfice brut apporte au détaillant un bénéfice hors de proportion avec

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'augmentation effective de ses frais généraux, le Service de Contrôle pourra intervenir et exiger des réductions de prix du détaillant.

Sans doute, nous n'avons pas à redouter pour le moment, de nouvel accident monétaire, mais, si jamais ce devait être le cas, et que l'on vît certains prix de gros augmenter presque de 50 p. 100 du fait de la dépréciation du franc, il est clair que la réserve que nous venons de définir jouerait et que le détaillant ne pourrait pas appliquer sur cette hausse verticale une marge lui assurant un bénéfice excessif.

*La question de la valeur de remplacement.* — Enfin, la même circulaire dont nous venons de parler a tranché également une question qui avait fait l'objet de longs débats depuis juillet 1937 : celle de la *valeur de remplacement*.

Il est de bonne règle commerciale que le commerçant, quand il vend au public, ne se préoccupe pas seulement du prix auquel il a acheté sa marchandise, quelquefois plusieurs mois auparavant, mais du prix auquel il devrait se réapprovisionner: autrement, il est facile de comprendre que le commerçant pourra sans s'en douter courir à sa ruine. On raconte, à cet égard, une histoire devenue classique mais qu'il faut redire puisqu'il n'est pas de démonstration plus frappante de ce que nous avançons. C'est l'histoire d'un cloutier de Nuremberg qui avait le malheur de vendre des clous lors de la chute vertigineuse du mark allemand. Il vendait ses clous sur la base du prix d'achat sans se soucier du prix auquel il devrait se réapprovisionner. Quand son stock fut épuisé et qu'il voulut le remplacer avec les billets froissés qu'il avait amassés dans son tiroir, il ne put racheter sur la base du nouveau cours du mark, du fait de la hausse verticale des prix, que la moitié de son premier stock. Comme il continuait à vendre sur la base de son prix d'achat, sans se soucier du prix de remplacement, il arriva un jour où, avec les trillions de marks que lui avait procurés sa vente, il ne lui fut possible d'acheter qu'un seul clou; l'histoire raconte qu'il se servit de ce clou pour se pendre.

Heureusement, les dépréciations du franc auxquelles nous avons assisté n'ont jamais pris pareille allure; mais il n'en est pas moins vrai qu'en interdisant toute application du prix de remplacement et en poursuivant les commerçants qui se souciaient des conditions de leur réapprovisionnement, on les a considérablement appauvris. J'entends bien qu'on a ainsi freiné singulièrement la hausse des prix, qui eût été certainement plus considérable et plus rapide; mais, du point de vue de l'économie générale, il n'est pas sûr que le remède n'ait pas été pire que le mal en asséchant les trésoreries des entreprises, en les privant de leurs fonds de roulement et en décourageant toute extension et tout investissement nouveaux.

*Moyenne commerciale entre le prix du stock et le prix de réapprovisionnement.* — La circulaire du 31 décembre 1938 ne permet sans doute pas l'application pure et simple de la valeur de remplacement, mais elle admet que *les détaillants fixent désormais leurs prix en établissant les moyennes commerciales entre les prix d'achat des marchandises en stock et le prix de réapprovisionnement.*

Comme on le voit, avec ce nouveau régime, le détaillant et le consommateur se partagent en somme la charge de la hausse alors que cette charge était pratiquement imputée sur le patrimoine du détaillant dans l'ancien régime. Le système est raisonnable et devrait permettre au détaillant de limiter ses pertes sans pratiquer pour cela des hausses excessives à la consommation.

*Étiquetage et affichage des prix.* — Enfin, le nouveau décret du 12 novembre a stipulé que, dans tous les établissements de vente au détail, *les prix devront être indiqués sur les articles vendus ou sur une pancarte afférente à un lot d'objets identiques.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Notons que ce sont les organisations de détaillants elles-mêmes qui ont demandé cette mesure d'assainissement contre quelques détaillants sans scrupules, qui avaient la fâcheuse habitude de fixer leurs prix à leur fantaisie et, si j'ose dire, d'après la tête du client. En outre, pour les denrées alimentaires et les boissons, une affiche générale très apparente dans le magasin doit répéter toutes ces indications en énumérant les produits par ordre alphabétique.

Ces prescriptions, d'ailleurs très raisonnables en principe, ont dû être assouplies sur certains points. On en a exclu d'abord les vêtements ou articles de mode faits sur commande : seuls sont soumis à l'étiquetage les vêtements ou articles de mode de confection vendus tels quels aux clients. De même tous les articles de grand luxe échappent à cette réglementation.

Quant à l'affichage requis dans les magasins d'alimentation, on a dû constater qu'il était impossible dans le cas où plusieurs centaines, voire plusieurs milliers d'articles différents, sont mis en vente dans un même magasin; on se contentera donc dans ce cas-là d'un tableau par rayon de marchandises.

Ajoutons que les denrées ou marchandises vendues directement par le producteur ou son mandataire, par exemple les légumes vendus par les maraîchers, sont exemptées de ce régime d'affichage.

Telle est, dans l'ensemble, la réglementation nouvelle des prix en France. Elle paraît de nature à réduire au minimum les formalités et les entraves pour les industriels et les commerçants tout en permettant à l'administration de prévenir ou de poursuivre des hausses de prix injustifiées.

Il est peut-être encore trop tôt pour juger équitablement ce nouveau régime. On peut du moins espérer que ce *modus vivendi* entre la liberté de l'industrie et du commerce et le contrôle de l'Administration contribuera à faciliter le redressement économique, qui est, aujourd'hui plus que jamais, une nécessité nationale.

## L'AVENIR DE LA CULTURE DU COTONNIER DANS LES COLONIES FRANÇAISES

Lors de la séance du 15 février de l'Académie d'Agriculture, M. A. CHEVALIER, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle, membre de l'Académie des Sciences et du Conseil de la Société d'Encouragement, a fait une importante communication sur cette question, qui avait déjà fait l'objet de trois notes succinctes présentées à l'Académie des Sciences les 3, 23 et 30 janvier[1]. Voici les parties essentielles de cette communication.

La France importe, chaque année 300.000 t de coton-fibre, d'une valeur, au cours actuel des changes, de 3 milliards de francs. Le travail de ce coton fait vivre 250.000 ouvriers. Or, la presque totalité de cette fibre nous vient de l'étranger. En 1937, le déficit de la balance commerciale de notre pays, au point de vue agricole, atteint 14.834 millions, et le coton représente près du quart de cette somme. Nos colonies ne nous fournissent, en effet, qu'une quantité

(1) Voir p. 214, 216 et 217 du *Bulletin* de mars 1939



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

infime de coton, malgré quarante années d'efforts, efforts il est vrai épars, mal coordonnés, et, il faut bien le dire, lamentablement insuffisants et déconcertants par leur improvisation et leur caractère irrégulier.

Nos colonies, malgré plus de 30 années d'essais, ne produisent encore que 20.000 t de coton (mandat du Levant compris) et, ce qui est encore plus surprenant, la moitié seulement de ce coton est importée en France. La production coloniale a été pour 1937-1938 de 3.916 t pour l'Afrique occidentale française (A. O. F.) (dont 585 t pour le Soudan français), 7.939 t pour l'Afrique équatoriale française (A. E. F.) (Oubangui-Chari), 1.800 t pour le Togo et 5.639 t pour les États du Levant. Mais toute la production de ce dernier pays est, soit consommée sur place, soit exportée à l'étranger. L'Algérie et le Maroc, depuis quelques années, ne produisent presque plus de coton. L'Empire nous fournit à peine 4 p. 100 de notre consommation.

Une des raisons de cette déficience, comme l'a montré récemment le Conseil national économique, a été l'absence d'une politique agricole d'ensemble dans le plan impérial. Le coton d'Empire n'a jamais été protégé et ne bénéficie pas d'une prime à la production. Dans les conditions actuelles, il n'est pas payant pour le cultivateur. Aussi, dans son rapport du 31 janvier 1939, la Commission spéciale nommée par Conseil national économique a estimé que, pour orienter la production coloniale vers la culture du coton, il était nécessaire d'établir un système de primes à la production, à la condition, bien entendu, que la fibre soit exportée en France. De cette façon, le cultivateur sera assuré d'un prix de vente rémunérateur et il sera à l'abri des fluctuations de cours pendant la période difficile du début.

Toutefois, et c'est sur quoi insiste M. Chevalier, le système des primes sera très insuffisant pour faire de la plupart de nos colonies des pays producteurs de coton si l'on n'organise pas en même temps les recherches agronomiques et biologiques appliquées à la culture du cotonnier pour l'adapter aux climats si variés et aux possibilités si diverses des régions de notre empire les plus favorables à cette culture.

Ainsi, le problème des espèces, variétés, hybrides qu'il convient de cultiver en chaque région ne reçoit jamais de solution définitive; c'est une pléiade de chercheurs bien orientés et guidés qui serait nécessaire.

Les problèmes essentiellement agronomiques, tels que le choix des sols et le maintien de leur fertilité, les assolements, les fumures, l'emploi des engrais verts, l'époque des semis, demandent aussi un personnel nombreux de chercheurs et d'aides techniques. M. Chevalier passe en revue ce qui a été réalisé dans d'autres pays à cet égard, et il cite : l'Angleterre, qui a dépensé depuis 30 ans plus d'un milliard de francs en recherches appliquées à l'étude et à l'amélioration du cotonnier dans son empire; les puissantes organisations pour l'étude qui existent dans l'Inde, en Égypte, en Russie, au Congo belge, sont également à citer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Finalement, après renvoi de la question à l'examen de ses sections compétentes, l'Académie d'Agriculture, dans sa séance du 1er mars, a adopté le vœu suivant :

*Vœu*

L'Académie d'Agriculture de France, sans méconnaître les efforts antérieurement réalisés, dem nde que des recherches scientifiques coordonnées soient organisées au plus tôt dans toutes les parties de notre empire où la culture du coton paraît possible. La coordination des méthodes et des résultats se ferait en France et, pour éviter toute improvisation, la culture en grand dans une région ne pourrait être entreprise que lorsque les expériences faites sur une échelle suffisante auraient donné des résultats certains et qu'un service de sélection avec des personnes compétentes aurait été organisé pour cette région.

M. Leplae, professeur à l'Université de Louvain, et qui, pendant 23 ans, a eu la charge de la direction du Congo belge au Ministère des Colonies en Belgique, correspondant étranger de l'Académie, assistait à la séance; à la suite de la communication de M. Chevalier, il a présenté des observations sur lesquelles on ne saurait trop appeler l attention.

En 1910, le Congo ne produisait pas de coton du tout; cette année, il en exportera 50.000 t. C'est que, comme l'a indiqué M. Chevalier, la Belgique possède un Institut national pour l'Étude agronomique du Congo qui apporte chaque année une contribution importante à la solution de tous les problèmes agronomiques et biologiques relatifs à cette culture. C'est aussi que l'État belge a su imposer, à ceux qui voulaient cultiver le cotonnier, certaines obligations, reconnues indispensables pour assurer l'avenir de la Colonie. L'indigène doit cultiver, outre le cotonnier, des plantes alimentaires multiples et en quantité assurant une ration alimentaire suffisante. Il est obligé de pratiquer les cultures qui sont indiquées par les autorités territoriales; c'est un régime de cultures éducatives obligatoires, faites par l'indigène, à son profit exclusif, dans ses terres, et dont le commerce ne peut acheter les récoltes qu'à un prix fixé chaque année par le Gouverneur général.

Enfin, au Congo belge, existe un régime spécial pour les usines d'égrenage, celles de décortication du riz, et les usines de fabrication d'huile de palme. Pour chacune d'elles est établie une zone ou cercle d'achat, par exemple un cercle de 40 km de rayon, entourant l'usine, et dans lequel l'usine seule et ses délégués peuvent acheter les récoltes indigènes. La pesée et le paiement, au prix fixé par l'autorité, sont soigneusement contrôlés.

H.H.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

### SÉANCE PUBLIQUE DU 23 MARS 1939

**5e Conférence Carrion.**

Présidence de M. M. MAGNE, *Président.*

La séance est ouverte à 17 h. 30 m. A côté de M. Magne, ont pris place au Bureau : Mme CARRION, le professeur FOURNEAU, de l'Institut Pasteur de Paris, M. CUNY, collaborateur de feu Henri Carrion; MM. SERVONNET et ROLLEY, secrétaires généraux de la Société d'Encouragement, et plusieurs membres de son Conseil. Le Dr Hallion, collaborateur d'Henri Carrion, souffrant, s'était excusé.

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

M. MILDÉ (Charles) (O. ✻), conseiller du Commerce extérieur de la France, industriel, 66, boulevard Pereire, Paris (17e), présenté par M. Magne (*membre à vie*);

M. MONTEIL (Casimir) (C. ✻), professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures et au Conservatoire national des Arts et Métiers, 31, avenue Parmentier, Paris (11e), présenté par MM. Guillet, Magne et Lemaire;

M. OPPENHEIM (René) (✻), Ingénieur en chef honoraire des Ponts et Chaussées, président du Conseil d'administration de la Société Le Carbone-Lorraine, 3, boulevard des Sablons, Neuilly-sur-Seine (Seine), présenté par MM. A. Alby et M. Magne;

M. JEANTET (Paul) (✻), industriel, gérant-fondateur de la Société Paul Jeantet et Cie, à Gennevilliers, 53, avenue Victor Hugo, Paris (16e), présenté par MM. A. Alby et Magne;

le Dr Marius AUDRY, docteur en médecine, membre de l'Académie de Vaucluse, médecin, à Noves (Bouches-du-Rhône), présenté par M. Waton;

M. BERTHOLON (Noël), Ingénieur hydraulicien et électricien, industriel, Les Glycines, Andrézieux (Loire), présenté par MM. Lemaire et Bergeron;

M. FRANÇOIS (Roger), ingénieur, directeur du Centre expérimental des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Carburants végétaux, 7, rue du Grand-Verger, Nancy (Meurthe-et-Moselle), présenté par Mlle François et M. Lemaire.

M. MAGNE, *président*. — Le Marquis de CHASSELOUP-LAUBAT, membre ordinaire de notre Société depuis longtemps, puis membre à vie en 1929, vient de se faire inscrire comme membre perpétuel et nous a versé 2 000 fr. Nous le remercions très vivement de la nouvelle preuve d'intérêt qu'il porte ainsi à notre Société, et son nom sera porté sur la liste des membres bienfaiteurs de notre Société.

La Société d'Encouragement a été représentée le 19 mars par un de ses vice-présidents, M. F. BLONDEL, de notre Comité de Commerce, aux cérémonies organisées par la Société industrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne, à l'occasion de la distribution solennelle des récompenses qu'elle décerne chaque année aux bons collaborateurs de l'industrie, et cela, quel que soit le poste qu'ils y occupent.

La cérémonie était présidée par M. Petsche, député, ancien sous-secrétaire d'État, qui a prononcé un discours dans lequel il a souligné l'énorme effort qu'il reste à accomplir dans notre pays en ce qui concerne l'enseignement technique. Les invités ont visité les divers établissements de la ville où sont professés les cours d'enseignement professionnel dont s'occupe la Société industrielle de Saint-Quentin. On trouvera à la page 275 du présent *Bulletin* un compte rendu détaillé de cette cérémonie, rédigé par M. Blondel, à qui j'adresse mes très vifs remerciements.

La Société industrielle du Nord de la France m'avait convié à sa réunion, tenue à Lille, le 27 février, à l'Institut industriel du Nord. J'y ai fait une communication avec projections sur *Le rôle des arts appliqués dans l'économie nationale.*

Je crois devoir vous signaler que c'est la Société pour la Défense du Commerce et de l'Industrie de Marseille qui organise cette année, du 1er au 4 juin, le Congrès (12e) que l'Union des Sociétés industrielles de France tient tous les deux ans. La Société d'Encouragement fait partie de cette Union, et il est désirable que ses membres participent le plus largement possible à cette manifestation, afin de resserrer davantage les liens qui nous unissent aux Sociétés industrielles; leurs préoccupations et leur activité sont en effet étroitement liées aux nôtres. Vous trouverez dans notre prochain *Bulletin d'Informations* le programme provisoire de ce Congrès,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi que la liste des sujets que l'on désire y voir traiter de préférence à d'autres. Ce sont, naturellement, des sujets de grande actualité.

L'ordre du jour me conduit à donner la parole à M. Tréfouël pour la Conférence Carrion. Je vous rappelle que cette conférence, annuelle, a été fondée, d'accord avec Madame Carrion — que je suis heureux de saluer à mes côtés — et grâce à la générosité de M. Carrion, qui fut un des plus grands bienfaiteurs de notre Société.

Dans les conférences précédentes, M. Cuny, que je remercie à nouveau de son concours, nous a fait tout d'abord parcourir le domaine scientifique des laboratoires de biologie médicale et nous a retracé l'œuvre de Carrion. La conférence de M. Auguste Lumière nous a ouvert, l'année suivante, de saisissantes perspectives sur la thérapeutique de l'avenir. Enfin, en 1937, M. Levaditi nous a initiés aux ultravirus, et, l'année dernière, M. Javillier, aujourd'hui notre collègue du Conseil, nous a conduits dans le domaine passionnant des vitamines.

Les sujets traités dans les conférences Carrion semblent sortir un peu du cadre des occupations ordinaires de notre Société, car ils traitent de thérapeutique et de biologie; mais ce n'est là qu'une apparence. En effet, l'un des buts principaux de notre Société est de faire connaître les exemples les plus caractéristiques des progrès obtenus par l'application de la science à l'étude des problèmes techniques. Nous voulons ainsi répandre le goût de la recherche scientifique dans les usines, dans les bureaux d'études et dans les laboratoires, industriels ou non. La conférence de M. Tréfouël contribuera heureusement à cet effort en nous montrant quelques-uns des plus beaux résultats des recherches scientifiques dans le domaine de la chimiothérapie, thérapeutique relativement récente, mais qui a fait de très grands progrès dans ces dernières années, notamment dans le laboratoire que dirige le professeur Fourneau à l'Institut Pasteur, où travaillent M. Tréfouël, sa femme et plusieurs collaborateurs que je suis heureux de saluer ici ce soir. Ce sont les résultats impressionnants obtenus dans ce laboratoire que M. Tréfouël va nous exposer.

Puisque j'ai la chance d'avoir à mes côtés M. le Professeur Fourneau, je lui serais très reconnaissant de vouloir bien lui-même nous présenter son collaborateur.

M. le professeur Ernest Fourneau, directeur du Laboratoire de Chimie thérapeutique à l'Institut Pasteur. — M. le Président m'a prié de vous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

présenter M. Tréfouël. Cela n'est pas sans m'embarrasser un peu, car notre œuvre est tellement liée que j'ai l'impression de présenter une partie de moi-même. Je puis dire cependant que notre collaboration, qui remonte maintenant à près de vingt ans, s'est faite sans heurts, sans trouble, sans le moindre nuage. Nous avons mis en commun nos mains, notre cerveau, notre cœur.

En 1920, M. Tréfouël me présenta, comme étant sa fiancée, une gracieuse jeune femme blonde, et me demanda si je voyais la possibilité qu'elle pût travailler dans mon laboratoire. Grâce à la bonté de M. Roux, leur vœu fut exaucé. Depuis 1921, M. et Mme Tréfouël travaillent ensemble et ne se sont jamais séparés. Quand l'un est fatigué, l'autre l'est aussi ; quand l'un est malade, ce qui arrive rarement, l'autre n'est pas très sûr d'être bien portant.

M. et Mme Tréfouël ont collaboré à la plupart des découvertes de mon laboratoire et notamment à celles du stovarsol, de l'orsanine et de médicaments antimalariques. M. et Mme Tréfouël, avec un autre de mes assistants, M. Bovet, et avec le Dr Nitti, qui a été aimablement mis à notre disposition par mon collègue, M. Salimbeni, ont découvert les propriétés antistreptococciques de l'aminophénylsulfamide, auquel plus de 2 500 communications ont déjà été consacrées, et qui fera le principal objet de la conférence de M. Tréfouël.

M. et Mme Trefouël sont ainsi de grands bienfaiteurs de l'humanité et, ce qu'il y a de plus surprenant, c'est qu'ils ne s'en doutent même pas.

M. Jacques TRÉFOUËL, Chef de Service à l'Institut Pasteur, fait une communication sur *Le traitement des maladies infectieuses par les remèdes chimiques* et sur les *Résultats acquis en chimiothérapie bactérienne.*

La chimiothérapie, basée d'abord sur l'empirisme, a pris sa forme moderne il y a une trentaine d'années. Elle est devenue une véritable science qui permet de déblayer rapidement un nouveau champ d'action par l'application de règles systématiques dues à la collaboration de savants tels que Ehrlich, le fondateur de la chimiothérapie, Laveran, Nicolle, Mesnil et E. Fourneau.

Les maladies infectieuses sont provoquées par des protozoaires (maladie du sommeil, kala-azar, bouton d'Orient, paludisme, syphilis, pian, sôdoku, fièvre récurrente); des bactéries (tuberculose et toutes les maladies à coccies) et les virus filtrants (grippe, lymphogranulomatose inguinale). Il y a quatre ans, la chimiothérapie ne s'exerçait guère que sur les maladies à protozoaires. Aujourd'hui, elle s'attaque avec succès aux autres. L'étude d'un corps nouveau comporte la recherche et la mesure de son activité thérapeutique, d'une part (dose active)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de sa toxicité DMT, d'autre part, la dose maxima tolérée T C; le quotient DMT/C donne l'indice chimiothérapeutique qui permet de classer les médicaments; il y a évidemment intérêt à ce que ce rapport soit le plus grand possible. On essaye les nouveaux médicaments *in vivo* sur des animaux de plus en plus élevés dans l'échelle animale avant de les essayer sur l'homme.

*Maladies à protozoaires.* — M. Tréfouël, à titre d'exemple, expose les recherches systématiques, les premières du genre en chimiothérapie, qui ont abouti au traitement de la maladie du sommeil par le 205 B-309 F. Les écoles allemande et française ont essayé d'abord les matières colorantes, du genre de celles qui sont employées depuis longtemps en histologie pour l'examen au microscope des coupes d'organes; il est remarquable de noter que la plupart des grandes découvertes en chimiothérapie ont eu pour origine les propriétés microbiennes de colorants, mais qui ne sont presque jamais restés dans la pratique clinique. Avec le trypano rouge, composé azoïque, Ehrlich constata le premier que, parmi des centaines de matières colorantes ne différant que par des détails infimes, une seule tue les parasites dans le corps de l'animal sans le tuer. Il y a donc spécificité d'action pour un des termes de toute une série de composés chimiques.

Nicolle et Mesnil aboutirent aux mêmes conclusions avec le trypano bleu et l'afridol violet, qui sont aussi des azoïques. Mais, si, dans ces trois corps, les groupements azoïques sont fonctionnels de la couleur, ils ne déterminent pas nécessairement les propriétés trypanocides; en effet, le 205 Bayer, très puissant trypanocide, d'indice 200, ne renferme plus le groupement azoïque — N = N —. Fourneau put retrouver la formule du 205 B, tenue secrète par la maison Bayer, et faire breveter en Allemagne le 309 F, identique au 205 B de Bayer.

M. Tréfouël projette un dessin animé qui montre par quelles transformations successives, en partant du noyau naphtalénique, on prépare le 205 B ou 309 F. Le poids moléculaire très élevé de ce corps, 1.400, lui confère la précieuse propriété de diffuser très lentement et de s'éliminer difficilement, de sorte que son action trypanocide persiste chez l'hôte sur qui, par conséquent, il exerce une action à la fois curative et préventive. De plus, il sensibilise à nouveau aux arsenicaux les trypanosomes qui s'y étaient adaptés. Aussi, dans le traitement de la maladie du sommeil, associe-t-on maintenant les dérivés arsenicaux et antimoniés au 205 B - 309 F, ce qui a pour effet de renforcer leur toxicité pour le parasite.

M. Tréfouël parle ensuite des composés arsenicaux, dont les plus connus sont : le 606 d'Ehrlich (As trivalent), spécifique de la syphilis, et les dérivés de l'arsenic pentavalent : l'atoxyl de Nicolle et Mesnil, l'orsanine, ou 270 F, et la tryparsamide des Américains Brown et Miss Pearce, qui sont trypanocides; le stovarsol, ou 190 F, à la fois amébicide et antisyphilitique, la stibamine (Sb trivalent), et les 6 dérivés, où l'antimoine est pentavalent, du Dr Napier (1936), qui sont des spécifiques du kala-azar et du bouton d'Orient.

*Maladies bactériennes.* — On est arrivé très vite à des résultats grâce à l'application, dans ce nouveau domaine, des méthodes qui avaient fait leurs preuves dans la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lutte contre les protozoaires : c'est une véritable révolution qui s'est accomplie depuis 4 ans dans cette voie.

Les Allemands travaillaient depuis une vingtaine d'années dans la voie des colorants azoïques et Domagk publia en 1935 ses premiers résultats expérimentaux avec le prontosil sur la septicémie streptoccique chez la souris. L'étude de ce corps, poursuivie dans les Laboratoires de MM. Fourneau et Salimbeni, conduisit M. et Mme Tréfouël, M. Bovet et le Dr Nitti, de l'Institut Pasteur, à constater que les propriétés bactéricides du prontosil ne sont pas dues au groupement azoïque — N = N —, mais à la présence du noyau p-aminophénylsulfamide, qui est incolore : en effet, dans l'organisme, la fonction azoïque, qui est assez fragile, se scinde en donnant le p-aminophénylsulfamide, ou 1162 F, et le triaminobenzène. La voie des azoïques fut dès lors abandonnée de tous, et les recherches sur le sulfamide se multipliant, on réussit à préparer d'autres dérivés du sulfamide extrêmement bactéricides, comme : le dagenan, ou 693 May-Baker, l'albucid, de Schering, et l'uliron de l'I. G. P.; et enfin des dérivés soufrés extrêmement actifs comme les sulfones, dont le rodilone, ou 1399 F.

La polyvalence d'activité du sulfamide est un fait nouveau; elle s'étend, outre le streptocoque, aux méningocoque, pneumocoque, gonocoque, coli-bacille, bacille de Ducrey (chancre mou), au bacille tuberculeux et à celui de la gangrène gazeuse; aux virus filtrants de la lymphogranulomatose inguinale et du trachome. Les traitements sont différents, à doses fortes ou faibles, selon que le traitement est précoce ou tardif, selon aussi l'espère bactérienne et la virulence de la souche, l'évolution plus ou moins rapide de la maladie et l'état des défenses naturelles du patient.

On peut suivre les effets du traitement par l'analyse des humeurs du patient (sang, urine, liquide céphalorachidien) où le 1162 F se retrouve; son poids moléculaire est en effet relativement petit : il est absorbé facilement par l'intestin et diffuse très rapidement dans tout l'organisme. A l'hôpital Pasteur, le Dr René Martin a sauvé la totalité de ses malades atteints de méningite à streptocoque. E. L.

M. MAGNE, *président*. — Au nom de notre Société, je remercie M. Tréfouël de la remarquable conférence, si intéressante et si claire, malgré son caractère hautement scientifique, qu'il vient de nous faire. Il nous a exposé des travaux dont les résultats sont incontestables, incontestés d'ailleurs, et d'une portée incalculable, puisqu'il s'agit de soulager l'humanité souffrante. Je félicite M. et Mme Tréfouël des magnifiques résultats qu'ils ont obtenus, et je leur exprime notre certitude qu'ils en trouveront d'autres encore et tout aussi beaux. Je remercie vivement Mme Carrion qui, grâce à sa générosité, nous a permis d'entendre de pareilles conférences.

La séance est levée à 19 h. 15 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 12 JANVIER 1939.)

## Décret du 9 décembre 1938 sur les maladies professionnelles

par le Dr Raymond NEVEU, *membre du Conseil.*

La loi du 25 octobre 1919, modifiée par la loi du 1er janvier 1931, qui étendait aux maladies professionnelles la loi de 1898 sur les accidents du travail, prévoyait que les tableaux annexés à ladite loi pourraient être revisés et complétés. Sur la proposition du vice-président du Conseil, chargé des services d'Alsace et de Lorraine et du Ministre du Travail, le Président de la République a signé le 9 décembre 1938 un décret qui a été inséré au *Journal officiel* du 14 décembre.

Désormais, les tableaux 3, 4, 5 et 9 sont remplacés par des tableaux concernant les intoxications par la tétrachloréthane, les benzols, le phosphore, la trichloronaphtaline.

L'article 2 comprend une série de tableaux qui complètent les anciens. Ces tableaux concernent le tétrachlorure de carbone, les dérivés chlorés de l'éthylène, les dérivés nitrés et chloronitrés des hydrocarbures benzéniques, le dinitrophénol, les amines aromatiques, le brai de houille, le sesquisulfure de phosphore et le charbon professionnel.

Voici un résumé succinct et un commentaire de ces différents tableaux.

*Tétrachloréthane.* — Les maladies occasionnées par ce produit sont les ictères, la cirrhose, les polynévrites. Le décret prévoit un délai de responsabilité d'un an. Il est évident que lorsque la préparation, l'emploi et la manipulation se font en appareils rigoureusement clos ou fonctionnant en dépression, on ne saurait envisager la responsabilité de l'employeur. En outre, l'ictère et la cirrhose peuvent avoir d'autres causes; l'alcoolisme notamment, qui, après un temps d'arrêt, est depuis quelques années en progression très inquiétante dans notre pays, est parmi les causes les plus fréquentes.

Il est fort probable que beaucoup d'intoxications imputées par l'ouvrier au tétrachloréthane ne seront pas soumises à réparation. Nous aurons l'occasion d'y revenir dans nos conclusions.

*Benzolisme professionnel.* — Le benzène et ses homologues (toluène et xylènes) peuvent engendrer des maladies dont les symptômes cliniques sont parfaitement connus. Le purpura hémorragique, l'anémie progressive, les syndromes neuro-anémiques, les troubles gastro-intestinaux, le coma et les convulsions. Dans ce tableau auraient pu également figurer les avortements, car nous en connaissons plusieurs cas chez des ouvrières travaillant dans l'héliogravure. Si les précautions étaient rigoureusement prises, ces accidents ne devraient pas se produire. Le décret prévoit un délai de responsabilité d'un an, réduit à 30 jours pour les accidents aigus.

*Phosphorisme professionnel.* — Le phosphore peut donner de la nécrose dont les complications sont très graves. Les travaux industriels qui peuvent provoquer cette intoxication sont les préparations du phosphore blanc, l'épuration du phosphore rouge, les préparations des composés phosphorés à partir du phosphore blanc, la fabrication de bandes à pâte de phosphore blanc pour le rallumage des lampes de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mineur, et, enfin, la fabrication de jouets à détonation avec emploi de phosphore blanc. Le délai de responsabilité est d'un an.

*Dermatoses causées par la trichloronaphtaline.* — Les travaux industriels qui provoquent ces dermatoses sont la préparation du produit et notamment la fabrication des condensateurs électriques. La dermatose est une acné chronique ou récidivante. Le délai de responsabilité est de 30 jours.

*Tétrachlorure de carbone.* — Les ouvriers qui peuvent être intoxiqués sont ceux qui manipulent ce produit dans les ateliers de teinture et de dégraissage, dans les salons de coiffure, ou dans les usines d'appareils extincteurs. Les malades peuvent être atteints d'ictère, de néphrite aiguë ou d'accidents encéphalitiques. Le délai de responsabilité prévu est de 30 jours.

*Dérivés chlorés de l'éthylène.* — Les travaux industriels pouvant provoquer cette intoxication sont la manipulation et l'emploi de ces dérivés dans l'extraction des huiles, le dégraissage des peaux et des cuirs, la préparation de certains vernis et des dissolutions de caoutchouc. Les malades présentent tantôt des affections cutanées chroniques ou récidivantes, tantôt des brûlures, ou encore des accidents encéphalitiques. Le délai de responsabilité est de 30 jours.

*Dérivés nitrés et chloronitrés des hydrocarbures benzéniques.* — La fabrication de ces produits ainsi que des dérivés aminés, la préparation et la manipulation des explosifs peuvent exposer les ouvriers à des intoxications qui se caractérisent par de la cyanose, de l'anémie, de l'ictère ou plutôt du subictère, par des dermites chroniques ou récidivantes. Certains présentent des accidents aigus qui peuvent aller jusqu'au coma, montrant la gravité de ces sortes d'intoxications. Le délai de responsabilité des accidents aigus est de 30 jours, celui des accidents subaigus ou chroniques est d'un an.

*Dinitrophénol.* — Ce corps sert dans la fabrication de certains colorants noirs sulfurés et des explosifs. Les intoxiqués accusent parfois des dermites chroniques, des accidents digestifs avec anorexie, diarrhée, vomissements, de la fièvre, de la cyanose, des troubles pulmonaires.

On possède, fort heureusement, une réaction, dite de Derrien, qui permet de savoir si réellement il s'agit d'intoxication par le dinitrophénol. Elle consiste à rechercher dans les urines la présence d'aminonitrophénol. Rappelons cette réaction. On verse 10 cm³ d'urine dans un tube à essai A; on ajoute 1 cm³ de $H^2SO^4$ à 1/10 et 1 cm³ de nitrite de soude à 0,50 p. 100; on laisse le tout à l'obscurité pendant 10 à 15 min. Dans un tube B, on verse 1,5 cm³ de solution ammoniacale de β-naphtol (5 g/100 cm³ d'AmOH). On verse le contenu du tube A dans B, on agite avec 10 cm³ d'éther.

Si l'éther est coloré en violet, il y a intoxication. La réaction jaune d'or serait sans signification. Pour que la réaction ne soit pas faussée, il est indispensable d'employer une urine de moins de 6 heures et d'éviter l'action de la lumière.

*Amines aromatiques.* — Les intoxications par ces amines sont assez fréquentes. Le dérivé qui nous intéresse le plus, au point de vue maladie professionnelle, est l'aniline, dérivé du benzène obtenu par substitution d'un $AzH^2$ à un des atomes d'hydrogène du noyau. Mais les autres dérivés chlorés, nitrosés, nitrés, sulfonés, ainsi que la phénylhydrazine, la benzidine, les phénylènediamines, les aminophénols et les naphtylamines ont aussi leur importance dans l'hygiène du travail. Ce sont tous des poisons du sang, spécialement de l'hémoglobine et du système nerveux central.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les maladies engendrées sont l'anémie, le subictère, la cyanose, indiquant une intoxication suraiguë ou chronique. Le malade peut présenter aussi des dermites aiguës, de l'eczéma, ou même des lésions vésicales se traduisant par de la cystite, des hématuries, et, parfois des tumeurs carcinomateuses. On voit tous les dangers de cette intoxication. Le diagnostic ne présente pas beaucoup de difficultés quand on connaît la profession exercée par le sujet : l'apparition des phénomènes de cyanose est un symptôme capital, qui met sur la voie du diagnostic.

Les ouvriers exposés à cette maladie sont ceux qui fabriquent de l'aniline ou d'autres amines aromatiques, ceux qui travaillent dans certaines matières colorantes, dans les accélérateurs de vulcanisation du caoutchouc, dans la teinture des fils, tissus, fourrures ou cuirs, ainsi que dans la teinture des cheveux. La prophylaxie consiste, comme toujours, dans l'utilisation d'appareils étanches, et, parfois même, dans certains cas, dans l'emploi de masques filtrants. De toute façon, l'hygiène générale s'impose : bains fréquents, douches obligatoires, lavages fréquents des mains, renouvellement des vêtements souillés.

Le délai de responsabilité est de 30 jours dans les accidents aigus, d'un an dans les intoxications chroniques, et de 5 ans dans les tumeurs de la vessie.

*Brai de houille.* — Il peut provoquer des épithéliomas de la peau, des lésions oculaires, des dermites.

Le Prof. A. Langely [1], Inspecteur général, chef du Service médical du Travail à Bruxelles, a observé sur 298 ouvriers travaillant le brai dans les fabriques d'agglomérés, 109 porteurs de verrues, 13 ulcérations suspectes, deux cas de cancer en évolution et un cas de cancer opéré. Le délai de responsabilité est de 30 jours pour les lésions des yeux et les dermites, et de 5 ans pour les épithéliomas.

*Sesquisulfure de phosphore.* — Les ouvriers qui manipulent ce composé, notamment les allumettiers, sont exposés à des dermatoses. Cependant, on peut dire que le sesquisulfure de phosphore, corps fixe à odeur de soufre, ne contient pas, comme impureté de phosphore blanc, mais parfois du phosphore rouge. Sa toxicité n'est donc pas très grande. Le délai de responsabilité est de 30 jours.

*Charbon professionnel.* — Commune aux hommes et aux animaux, cette maladie est très grave; elle n'est pas d'origine chimique comme toutes les maladies que nous venons de voir, mais microbienne. Elle est due au *Bacillus anthracis*. Les ouvriers exposés sont ceux qui sont en contact avec les animaux atteints d'infection charbonneuse ou avec les cadavres de ces animaux. Il y a donc lieu de distinguer les professions « agricoles », et les professions « industrielles ».

Dans les premières professions, signalons les vétérinaires, les garçons de ferme, les bouchers; dans les secondes, les tanneurs, les ouvriers du textile, les fabricants de brosses, ceux qui travaillent dans les os, les cornes, les peaux et à la fabrication de la colle. En Belgique, les ouvriers les plus atteints sont ceux qui transportent les os concassés dans les fabriques de colle et de gélatine.

Le principal symptôme de l'infection charbonneuse est la pustule maligne, qui s'accompagne de fièvre pouvant atteindre 40°, de troubles digestifs, de délire même.

C'est une maladie très grave, qui peut se terminer par la mort si elle n'est pas traitée

(1) A. Langely, *Les maladies professionnelles donnant droit à réparation légale*, Masson, édit., Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à temps et énergiquement par la sérothérapie. C'est pourquoi dans certaines usines belges on voit des affiches comme celle-ci :

Ouvriers [1],
attention au charbon!
défiez-vous!

Le charbon soigné trop tard peut être mortel.
Le charbon soigné tout de suite guérit toujours.

Pour cette maladie, le délai de responsabilité est de 30 jours.

***

Nous venons d'étudier très rapidement les différents tableaux du décret du 14 décembre 1938: ce décret appelle quelques réflexions.

On peut se demander si son application est aisée, et quels en seront les résultats. Il est évident qu'on ne saurait trop faire pour protéger la santé des ouvriers, et c'est pourquoi ce décret mérite toute notre attention. La grande difficulté réside dans le diagnostic exact. Comme l'a écrit avec raison le Prof. Carozzi : « La tâche du médecin du travail n'est pas aisée, soit que les causes chimiques de dommage se multipliant sans cesse, et, souvent en l'absence de toutes données physiopathologiques, soit que l'état de santé de l'ouvrier passe à celui de malad e presque sans frontière. »

Certes, lorsqu'on examine un ouvrier, on doit toujours, comme le recommandait Ramazzini, lui demander: « Quel est votre métier? » Mais on ne doit pas s'hypnotiser sur le métier exercé. Ainsi, une cirrhose n'est pas fatalement due à une intoxication par le tétrachloréthane, une anémie progressive au benzène : il y a, hélas! bien d'autres causes. Et cela est si vrai que dans les pays où existe une loi sur les maladies professionnelles, le nombre des « réparations » est bien loin de correspondre à celui « des déclarations ».

Nous avons eu la curiosité de consulter certaines statistiques étrangères : nous avons constaté qu'en Allemagne, de 1926 à 1936, sur 36 cas déclarés d'intoxication par le phosphore ou ses composés, deux seulement ont été indemnisés; sur 2.755 cas déclarés d'intoxication par le benzol ou ses homologues, 249 seulement ont donné droit à réparation. Ces quelques chiffres suffisent à nous édifier. Cela ne veut pas dire cependant que la loi soit inutile: bien au contraire, car elle incitera les industriels à être très prudents, à mettre en œuvre toutes les mesures de protection efficaces, comme la manipulation en vase clos, l'aération, la ventilation, le dépoussiérage, l'installation de douches. C'est pourquoi il nous a paru intéressant de commenter, même très brièvement, le nouveau décret sur les maladies professionnelles.

***

Les dispositions du décret du 9 décembre que nous venons de commenter entreront en vigueur six mois après sa publication, c'est-à-dire le 15 juin 1939.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## COMITÉ D'AGRICULTURE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 1er MARS 1939).

### IIIe Journée de la Défense sanitaire des Végétaux (Paris, 20 février 1939).

par M. Paul VAYSSIÈRE, *membre du Conseil.*

Comme en 1937 et en 1938, la Ligue nationale de Lutte contre les Ennemis des Cultures a consacré, au cours du Salon de la Machine agricole, une journée à la mise au point d'un certain nombre de problèmes d'actualité en matière de défense sanitaire des végétaux.

MM. FRANÇOIS et FRON ont exposé la question, si importante pour la grande culture, des *mauvaises herbes*, c'est-à-dire de toutes les plantes qui, dans une culture donnée, sont étrangères à cette culture et en affectent le développement, mais qui sont des convives forcés qui s'installent sans y être invités et ne peuvent vivre qu'en parasites du labeur humain. L'emploi de semences pures est à la base de toute lutte, et il y a lieu de souhaiter la création de services destinés aux recherches biologiques ayant pour but l'élimination des mauvaises herbes.

M. GESLIN a rendu compte des résultats acquis après les journées qui furent consacrées à Livron aux moyens de *lutte contre les gelées printanières.* Il y a encore beaucoup à faire pour protéger économiquement les cultures contre ces accidents météorologiques, tant au point de vue scientifique (seuil de résistance, variétés cultivées) qu'au point de vue pratique (syndicats de défense).

*La lutte contre les ennemis de la conservation des grains* donnerait d'excellents résultats, à l'heure actuelle, selon MM. RÉGNIER et VAYSSIÈRE, si les intéressés voulaient bien s'astreindre à des mesures d'hygiène sociale (lutte contre le rat), ou tenir compte des résultats positifs obtenus par l'emploi de certaines vapeurs toxiques et surtout par la généralisation de l'ensilage hermétique. Ce procédé permet consécutivement la conservation des grains dans le sens le plus large du terme et la protection contre les petits rongeurs, les insectes et les acariens.

De l'exposé de M. PHILIPPONAT, il ressort que le problème des *pulvérisateurs* a encore un grand chemin à parcourir pour que ces appareils soient au point et pour qu'ils donnent entière satisfaction aux usagers. M. LEHOUCHU montre, au contraire, de son côté, comment une *coopérative départementale* peut faire faire un progrès considérable à une production (pomme à couteau dans le département du Gers), grâce à une bonne compréhension de l'organisation de la lutte contre les ennemis des cultures.

Enfin la Journée fut clôturée par une importante communication de M. FRÉDOU sur les réformes ou améliorations à envisager dans *l'organisation administrative, professionnelle et interprofessionnelle de la défense sanitaire des végétaux.* Un vœu fut voté tendant à obtenir des simplifications aux textes législatifs qui réglementent la destruction des parasites des cultures et la constitution des syndicats de défense.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 21 MARS 1939).

### A propos de la crise du bâtiment. Comment revenir au loyer normal? Compensation et « allocations-logement »

par M. Lucien BECHMANN, *membre du Conseil.*

La propriété immobilière est gravement compromise et l'industrie du bâtiment paralysée par le déséquilibre qui existe entre les charges qui accablent les immeubles (spécialement les impôts) et le taux limité des loyers. Il y a le choix entre deux remèdes pour mettre fin à cette situation. Le premier consisterait à supprimer (ou à réduire dans une proportion considérable) les impôts et taxes sur la propriété bâtie, le second à laisser les loyers reprendre leur taux normal.

Le choix entre les deux systèmes n'est pas indifférent. Si l'on adoptait le premier, cela provoquerait une reprise des travaux d'entretien sans stimuler aucunement la construction d'immeubles neufs. Au contraire, l'application de la seconde méthode conduirait à la reprise des constructions neuves aussi bien que des travaux d'entretien. Or, c'est là l'objectif que l'on doit viser pour rendre à l'industrie du bâtiment une activité normale et pour améliorer les conditions néfastes dans lesquelles sont trop souvent logées les classes populaires.

Le peuple de France est-il en état de supporter la hausse des loyers? La réponse est affirmative pour tous les travailleurs dont les salaires ont été portés au niveau du coefficient du prix de la vie et qui n'ont pas plus d'un enfant à leur charge. Par contre il faudrait épargner le surcroît de dépenses : 1° aux travailleurs chargés d'enfants; 2° aux personnes âgées ou infirmes, qui ne peuvent plus travailler, et dont les modestes ressources, rentes, pensions, retraites, n'ont pas été valorisées. On peut envisager d'aider les premiers par des « allocations-logement » et les autres par un système de compensation.

*Les allocations-logement.* — Le principe de ces allocations a été proposé par M. Pierre KULA, Ingénieur des Arts et Manufactures, membre de la Chambre syndicale de Couverture et Plomberie. Son projet, qui ne demande rien à l'État, apporterait une aide efficace aux familles nombreuses et contribuerait, par là-même, à la lutte contre la dénatalité.

Les allocations familiales actuelles ne représentent pas même le surcroît de dépenses de nourriture et de vêtements qu'assument les familles du fait de leurs enfants. Rien n'en est distrait pour le loyer, et les familles nombreuses sont condamnées à vivre dans des logements surpeuplés, donc malsains, qui sont bien souvent des taudis.

Les « allocations-logement », qui seraient à la charge des patrons, viendraient s'ajouter aux allocations familiales et seraient gérées par les mêmes caisses de compensation; *elles ne seraient pas versées à l'ouvrier lui-même, mais au propriétaire*, sous forme de loyer, et cela aux conditions suivantes :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° que l'allocataire consacre de son côté à son loyer un dixième de son revenu annuel;

2° que le logement occupé remplisse toutes les conditions de salubrité en rapport avec l'importance de la famille et le loyer total ainsi payé (partie par l'ouvrier, partie par la caisse);

3° que le logement soit convenablement entretenu;

4° *que la femme reste au foyer.*

Les caisses d'allocations, avec leurs services d'assistantes sociales, seraient parfaitement qualifiées pour exercer le contrôle d'application.

Le projet prévoit une allocation de : 125 fr par mois pour deux enfants; 250 fr pour trois ou quatre enfants; 375 fr pour cinq ou six, etc. Ces sommes annuelles de 1.500, 3.000, 4.500 fr, etc., ajoutées au 1/10 des salaires, permettraient à ces familles d'avoir les logements qu'il leur faut et d'en payer le *loyer normal*, qui rendrait rentables les constructions neuves à édifier pour remplacer les taudis condamnés.

Les calculs, faits d'après les statistiques des industries du bâtiment de la Région parisienne, font ressortir que la charge de ces « allocations-logement » représenterait 2 p. 100 des salaires. Un tel sacrifice n'est-il pas justifié par la nécessité d'améliorer le bien-être et l'hygiène des familles nombreuses qui sont l'avenir du pays? Ce sacrifice serait d'ailleurs rapidement compensé par les effets bienfaisants de la reprise d'activité du bâtiment, puissamment stimulée par une telle mesure.

*Le système de compensation.* — Le moyen préconisé ci-dessus pour aider les travailleurs chargés de famille n'est pas applicable à l'autre catégorie de locataires incapables de supporter des charges nouvelles. Un régime spécial devrait donc être envisagé pour eux. La loi qui mettra fin à la taxation des loyers pourrait maintenir la limitation actuelle en faveur de ces locataires aux ressources non valorisées occupant des logements modestes dans les immeubles d'avant guerre.

Pour éviter que les propriétaires ne refusent de louer à ces privilégiés, il est tout indiqué d'employer le procédé qui a fait ses preuves en matières d'allocations familiales : tous les propriétaires d'immeubles construits avant 1914 seraient tenus de verser à une caisse de compensation une cotisation proportionnelle aux loyers encaissés. Un propriétaire ayant loué à des locataires bénéficiant de la limitation recevrait de la caisse la différence entre les loyers réduits payés par les locataires et les loyers normaux. De cette façon, la charge se trouverait également répartie entre tous les propriétaires, et, comme la proportion des bénéficiaires de loyers limités serait faible, la cotisation ne représenterait qu'une petite partie de l'avantage qu'apporterait aux propriétaires la valorisation des loyers.

Nous avons simplement voulu montrer en présentant une suggestion constructive que le retour au droit commun, condition de la reprise du bâtiment, peut être rendu acceptable pour peu qu'il soit tempéré par quelques mesures d'équité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

* * *

On ne manquera pas d'objecter que la mise en application des « allocations - logement » et de la compensation des loyers soulèverait maintes difficultés. Si on a la volonté d'aboutir on les vaincra sans peine.

Nous venons d'apprendre que les Chambres syndicales du Bâtiment de la Région parisienne et leur caisse de compensation ont pris l'initiative de commencer l'application des « allocations - logement » et qu'un premier immeuble va être construit pour abriter les familles appelées à bénéficier les premières de ces allocations.

Si l'on veut bien se rappeler que les allocations familiales, aujourd'hui généralisées et imposées par la loi, ont pris naissance par l'initiative de quelques industriels grenoblois, qui se sont imposé à eux-mêmes les cotisations nécessaires, il est permis d'espérer que les « allocations - logement » suivront ce bel exemple et ne tarderont pas à se généraliser.

---

## COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 7 MARS 1939.)

### Construction d'un réservoir soudé de grande chaudière à vapeur, timbrée à 100 hpz.

par M. Jean LOUIS, *membre du Conseil.*

Un constructeur français a récemment achevé la construction, pour la Centrale de Sequedin (Nord) de la Compagnie continentale du Gaz, d'une importante chaudière à vapeur timbrée à 100 hpz et devant produire 60 t de vapeur surchauffée à la température de 500°. C'est la première fois qu'un générateur possédant des caractéristiques aussi élevées sera mis en service dans notre pays.

Le constructeur a fait choix de l'assemblage par soudure pour l'exécution du réservoir d'eau et de vapeur du générateur. Une expérience déjà longue a permis à ce constructeur d'adopter en toute sécurité ce procédé de fabrication, et il nous a semblé intéressant de fournir quelques détails sur cette réalisation, dont on ne trouverait l'équivalente qu'aux États-Unis d'Amérique, et à un très petit nombre d'exemplaires.

Le réservoir cylindrique a en effet une longueur hors tout de 8,200 m, un diamètre intérieur de 1,200 m et *une épaisseur de paroi de 78 mm.* Il est constitué par deux demi-viroles et deux fonds emboutis, assemblés par deux soudures longitudinales et deux soudures circulaires. La construction en a été effectuée sous le contrôle de l'Association des Propriétaires d'Appareils à Vapeur du Nord de la France.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les deux tôles formant le corps du réservoir ont été laminées par une aciérie du Nord de la France. Leurs dimensions, à l'état de livraison, étaient de $7{,}450 \times 1{,}910$ m, ce qui, pour une épaisseur de 78 mm, impliquait un poids voisin de 9 t par tôle; la réception aux forges en a été faite conformément à la spécification n° 6 des Associations de Propriétaires d'Appareils à Vapeur pour la nuance A-III (44/52 kg/mm²) et a fourni aux essais les caractéristiques suivantes :

Résistance. . . . . R, de 46.6 à 50,4 kg/mm²
Allongement. . . . . A, de 22 à 27 p. 100.

Pliage à branches parallèles, avec un écartement de deux fois l'épaisseur de la tôle.

Résilience moyenne, 6,6 kgm/cm² sur 12 éprouvettes.

La teneur en carbone de cet acier était de 0,18 p. 100.

Les fonds ont été emboutis à chaud dans des disques de 1,620 m de diamètre et de 72,5 mm d'épaisseur en tôle de la nuance A-II (40/47 kg/mm²) de la spécification n° 6 des Associations de Propriétaires d'Appareils à Vapeur. Les résultats des essais ont donné les valeurs suivantes :

Résistance. . . . . R = 43,9 kg/mm²
Allongement. . . . . A = 30,0 p. 100.

Pliage à branches parallèles avec écartement à une fois l'épaisseur de la tôle.

Le poids de chacun des disques emboutis était supérieur à 1 600 kg.

Les tôles ont été cintrées dans l'usine du constructeur au moyen d'une presse spéciale travaillant à froid sur des génératrices successives, et constituée de deux presses conjuguées, l'une de 900 t et l'autre de 1 200 t. Après cintrage, les tôles constituant les deux demi-viroles ont été normalisées dans un four horizontal à sole mobile.

La soudure d'assemblage des tôles et des fonds se fait dans des gorges en forme d'U ménagées dans les lignes de joints, avec un « talon » dont l'épaisseur est de 3 mm. Après cintrage des tôles, on a donc raboté les bords des demi-viroles à la chanfreineuse; puis on a assemblé les deux demi-viroles au moyen de points de soudure, les deux demi-viroles ne venant en contact que sur les talons de 3 mm d'épaisseur; on mesurera ainsi quelle précision il a fallu observer dans l'exécution du cintrage et dans l'usinage des bords pour l'obtention d'un accostage parfait des demi-viroles. De même, la virole ainsi assemblée devait être réunie aux fonds par soudure; on a donc tourné chaque extrémité de la virole et les bords des fonds emboutis en forme de demi-gorges circulaires, présentant, elles aussi, des talons de 3 mm, sur lesquels s'est fait l'assemblage; la figure 1 montre la virole assemblée prête à être soudée, et, à côté, l'un des fonds embouti et usiné.

Le réservoir complètement assemblé a été ensuite amené sur le banc de soudure automatique. Pendant toute la durée de la soudure, un procédé de chauffage spécial devait maintenir l'ouvrage à température favorable; le dépôt de soudure

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se fait à la machine, par couches successives de 3 mm d'épaisseur environ; pour les soudures longitudinales, la machine à souder se déplace par translation le long de la gorge, à une vitesse réglée; pour les soudures circulaires, l'ouvrage est animé d'un mouvement de rotation devant la machine à souder, fixe cette fois, au droit de la gorge circulaire. Après l'exécution de chaque couche, on enlève soigneusement le laitier formé par l'enrobage des électrodes pour mettre à nu le métal déposé, et on vérifie que le dépôt est d'aspect absolument sain, avant de passer à l'exécution de la couche suivante.

A l'extrémité de chacune des soudures longitudinales et dans le prolongement de celles-ci, on avait fixé sur le réservoir des appendices dits « témoins de sou-

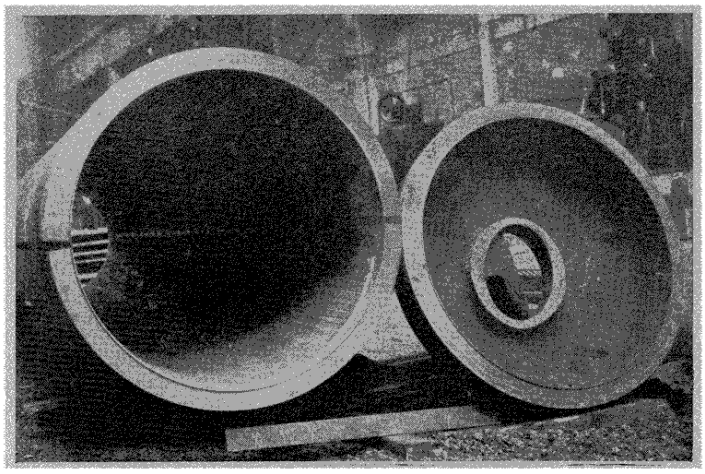


Fig. 1. — Assemblage des demi-viroles et vue intérieure d'un fond.

dure », de 900 mm de longueur, en tôle de mêmes caractéristiques et de même épaisseur que les tôles du réservoir, portant dans leur axe une gorge identique à celles du réservoir, et dans laquelle fut effectuée une même soudure, en même temps que dans les joints longitudinaux. Ces témoins ont servi à vérifier les propriétés des soudures.

Après soudure et avant que ne baissât la température de l'ouvrage qui, comme nous l'avons dit, était chauffé intérieurement, le réservoir a été conduit au four horizontal et a subi un recuit de suppression de tensions à une température de 650°. Le réservoir ainsi stabilisé, et ses témoins avec lui, est ensuite passé au contrôle des soudures. Ce contrôle comporte d'abord l'examen visuel de surface des soudures, l'examen magnétique, qui décèle les défauts superficiels, puis l'examen radiographique, qui donne une image exacte des défauts du joint. Ces examens ont été effectués, ainsi que le traitement thermique d'ailleurs, suivant les normes de la spécification n° 12 des Associations de Propriétaires d'Appareils à Vapeur. Tout défaut de compacité décelé par l'examen direct ou radiographique dont la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dimension est supérieure aux tolérances admises par la spécification, tout manque de fusion, toute crique, sont enlevés par burinage, et la soudure est refaite en ce point, contrôlée à nouveau, jusqu'à complète satisfaction.

Dans le cas particulier, le nombre de couches successives était de 48 pour la virole et de 44 pour les fonds. La figure 2 montre une coupe macrographique de la soudure longitudinale sur laquelle les différentes couches sont perceptibles. La longueur des cordons de soudure successivement déposés est de 1 047 m. Le

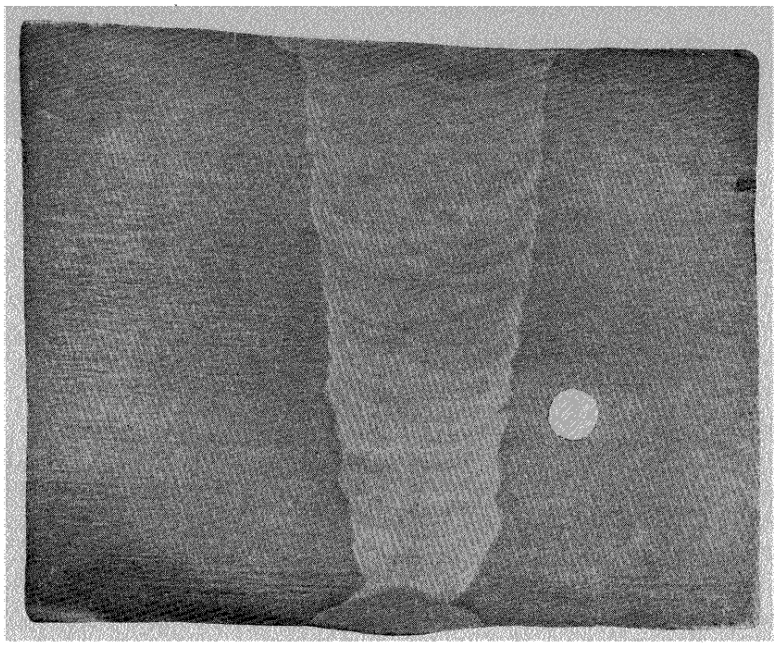


Fig. 2. — Macrographie de la soudure.

poids de métal déposé est de 232 kg. Un unique défaut, décelé par radiographie et constitué par une inclusion de laitier, a nécessité une retouche.

Le réservoir une fois terminé, on a procédé à son contrôle définitif par vérification des cotes, essai des témoins et essai hydraulique.

L'obtention de cotes très voisines des cotes théoriques est d'une réalisation difficile en construction chaudronnée; cette obtention est pourtant d'une importance primordiale, notamment en ce qui concerne l'exactitude de la forme cylindrique pour un ouvrage soumis à des alternances de pressions. C'est pourquoi la spécification n° 12 des Associations de Propriétaires d'Appareils à Vapeur prévoit un contrôle très sévère et des tolérances très limitées qui définissent, sur ce point particulier, l'excellence de l'ouvrage. Dans l'espèce, le respect des cotes était rendu plus difficile par le fait qu'une tôle de l'importance de celles utilisées n'est pas d'une épaisseur constante; au cours du laminage,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le cylindre du laminoir prend une flèche en son milieu et il en résulte une légère surépaisseur de la tôle au centre (ce qui justifie, aux termes de la spécification n° 6 précitée, une tolérance d'épaisseur de 3,5 p. 100 soit 2,7 mm). Malgré cet obstacle, la spécification n° 12 a été satisfaite en tous points. Entre le plus grand et le plus petit des diamètres intérieurs d'une même section, l'écart était de 0,58 p. 100 et entre les diamètres moyens des différentes sections, de 0,3 p. 100, alors que la spécification accorde une tolérance entre diamètres

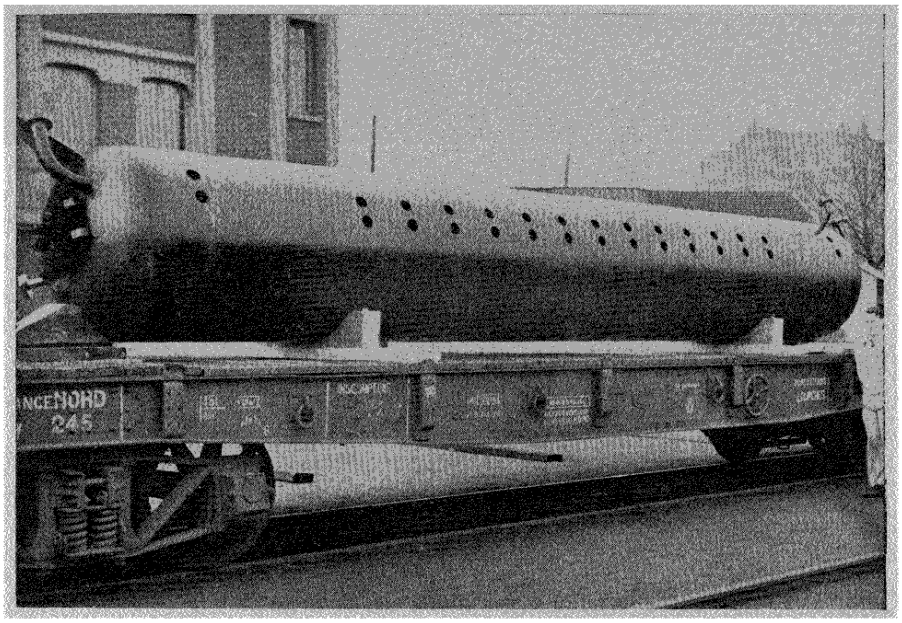


Fig. 3. — Vue du réservoir terminé.

moyens de 2 p. 100. L'irrégularité de forme la plus importante qui fut constatée consistait en un écart maximum de 2,5 mm entre le gabarit théorique (arc de 20°) et la zone de la soudure, alors que la spécification aurait toléré 10 mm pour un ouvrage de cette dimension. Enfin, la flèche, mesurée sur une génératrice entière du cylindre, était de 3 mm, soit 0.4 mm par mètre, alors que la spécification autorise 3 mm par mètre. Une telle précision, jamais encore mise en évidence, permet à la construction chaudronnée et soudée de se comparer à l'exécution des réservoirs forgés sur mandrin et usinés, seuls employés jusqu'alors pour des pressions de cet ordre.

L'essai des témoins a montré que la soudure avait une charge de rupture comprise entre 49,4 et 55,9 kg/mm², avec un allongement compris entre 21 et 28 p. 100. L'essai de traction du joint dans le sens transversal a montré que les éprouvettes cassaient systématiquement dans la tôle et non dans la soudure. Les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pliages, effectués en prenant alternativement pour fibre externe tendue l'une et l'autre face de la soudure, ont permis d'atteindre un allongement de 30 p. 100 de cette fibre externe sans crique. La résilience trouvée dans le témoin (soudure et zone de jonction) a atteint une moyenne de 7.3 kgm/cm² sur 14 éprouvettes.

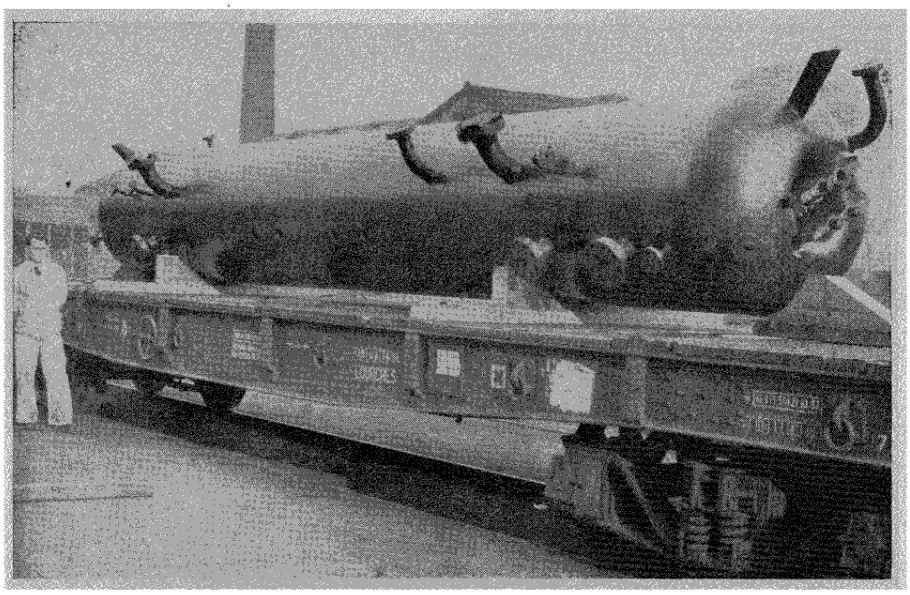


Fig. 4. — Autre vue du réservoir terminé.

tandis que celle de la tôle prise dans le témoin était de 6,12 kgm/cm² (moyenne de 6 éprouvettes). La texture de la soudure a été reconnue satisfaisante, et la densité mesurée a été de 7,82 et 7,83.

Enfin, l'essai hydraulique, effectué en maintenant le réservoir sous pression d'eau à 150 hpz pendant 78 min, avec martelage des soudures au moyen d'un marteau de 6 kg, n'a donné lieu à aucune fuite, suintement ou bruit anormal.

Le réservoir terminé a l'aspect montré par les figures 3 et 4; son poids est de 22 t.

## CHAMBRE SYNDICALE DE L'ACÉTYLÈNE ET DE LA SOUDURE AUTOGÈNE ET SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS SOUDEURS.

### Assemblées générales et banquet annuel, (Paris, 20 et 21 janvier 1939).

La Chambre syndicale de l'Acétylène et de la Soudure autogène et la Société des Ingénieurs Soudeurs tiennent chaque année leur assemblée générale en janvier. Elles sont clôturées par le banquet des organismes de la Soudure, qui obtient toujours un grand succès.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La Société des Ingénieurs Soudeurs tint son assemblée le 20 janvier. La conférence qui suivit et qui avait pour titre *La réglementation en matière de chaudronnerie soudée*, fut présidée par M. P. Rodhain, Inspecteur général des Mines, président de la Commission centrale des Machines à vapeur et des Appareils à pression de gaz (Ministère des Travaux publics). Une autre conférence fut faite par M. A. Mayer, rapporteur de la Commission centrale, qui exposa les vues de la Commission dans l'*Elaboration du projet de réglementation actuellement à l'étude*. M. Couturier fit connaître *Le point de vue des soudeurs*; sa communication fut suivie d'une discussion.

L'assemblée générale de la Chambre syndicale se tint le 21 janvier à 10 h. 30 m. M. Granjon y projeta et commenta des photographies en montrant les divers services et l'activité des organismes centralisés à l'Institut de Soudure autogène.

Un déjeuner, auquel prirent part 210 membres des deux groupements, eut lieu le 21 janvier à l'Hôtel Lutetia, sous la présidence de M. A. Caquot, membre de l'Institut, président des Sociétés nationales de Constructions aéronautiques, membre du Conseil de la Société d'Encouragement. Il avait à ses côtés, outre les présidents et vice-présidents des deux groupements : M. H. Luc, Directeur général de l'Enseignement technique; M. Marcel Magne, président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; M. Raymond Berr, président de la Société des Ingénieurs civils de France, membre du Conseil de la Société d'Encouragement; M. Gandillon, président de la Commission permanente internationale; MM. Walckenaer et P. Rodhain, Inspecteurs généraux des Mines; MM. les Professeurs Heim de Balsac, Lebeau, Portevin; le général Girardeau; M. Dumanois, Inspecteur général de l'Enseignement et des Recherches aéronautiques; MM. Baillaud, Bethenod, Cantacuzène.

A l'issue du déjeuner, M. P. Lacroix salua les invités et montra le développement sans cesse croissant des organismes groupés au 32, du boulevard de la Chapelle. M. Gandillon apporta le salut de la Commission permanente internationale et leva son verre à l'entente internationale dans tous les domaines. M. Marcel Magne exalta le dynamisme des jeunes industries. Puis prirent la parole : M. H. Luc et M. Caquot, qui, après avoir fait l'éloge de la soudure et des organismes qui s'en occupent, exprima de hautes idées sur la paix et la prospérité générale.

A. L.

## SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE SAINT-QUENTIN ET DE L'AISNE

### Distribution solennelle des prix et récompenses. (Saint-Quentin, 19 mars 1939)

Le problème de la formation professionnelle, réelle, pratique, et non pas théorique, des jeunes gens est un des éléments essentiels du redressement de la France. Aussi convient-il de signaler tout spécialement une manifestation telle que celle de la Société industrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne du 19 mars

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dernier, à laquelle avait été conviée la Société d'Encouragement qui s'était fait représenter par un de ses vice-présidents, M. F. BLONDEL.

Les cérémonies étaient présidées par M. PETSCHE, ancien sous-secrétaire d'État, rapporteur du budget de l'Enseignement technique à la Commission des Finances de la Chambre des Députés. Elles comprenaient :

1° La distribution de médailles aux vieux ouvriers de la région et la distribution de prix aux élèves des différents cours et écoles professionnels dont s'occupe la Société industrielle. Cette cérémonie a eu lieu au théâtre de 10 h. à 12 h. 30 m. Elle a été précédée d'un discours de M. RIGOLLOT, président de la Société, et d'un autre discours, fort intéressant, de M. Petsche, qui a présenté une vue d'ensemble de la question de l'enseignement technique en insistant sur la nécessité de le transformer : à l'heure actuelle, cet enseignement technique lui paraît être surtout un enseignement type universitaire, s'adressant à un petit nombre de personnes, alors qu'il faudrait un enseignement essentiellement pratique s'adressant à la masse.

Il nous reste, a dit M. Petsche un énorme effort à accomplir; il est précisé par ce trait : « En face de plus de 200 000 Français, chômeurs et incapables de récupération pour le travail spécialisé, faute de préparation première, la France doit faire appel à plus de 500 000 ouvriers qualifiés de nationalité étrangère. » C'est pourquoi il exalta l'œuvre accomplie par la Société industrielle de Saint-Quentin, qui, sous la conduite de présidents éminents, et notamment de son président actuel, M. RIGOLLOT, et de son vice-président, M. MISSENARD, a su trouver une solution parfaite pour la région, par ses cours ou ses écoles pratiques qui forment plus de 800 jeunes gens ou jeunes filles à la vie réelle du métier, ainsi que purent le constater dans leur visite aux ateliers et aux écoles les nombreuses personnalités assistant à cette cérémonie.

2° Un banquet, également présidé par M. Petsche, à la fin duquel prirent la parole : M. Rigollot, le Maire de Saint-Quentin, un conseiller général, un des députés de Saint-Quentin, M. Petsche et le Sous-Préfet de l'Aisne, représentant le Préfet. L'heure n'est plus aux divergences idéologiques, mais bien à l'union de tous pour la défense et la mobilisation réelle de la France, tel fut le thème que surent défendre les orateurs qui prirent la parole pour remercier et féliciter la Société industrielle et ses dirigeants de ses très beaux résultats et de sa magnifique activité dans le domaine de la formation artisanale, ménagère et professionnelle;

3° Une visite des établissements d'enseignement de la Société industrielle ainsi que d'une exposition des travaux de leurs élèves qui avait été organisée dans les locaux de la Société industrielle. Les visites ont terminé la journée.

On trouvera le palmarès des récompenses décernées à la Bibliothèque de la Société d'Encouragement sous la cote : Pièce 14.179. F. B.

*L'agent général, gérant*, E. LEMAIRE.

Imprimé en France par BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LE TRAITEMENT DES MALADIES INFECTIEUSES PAR LES REMÈDES CHIMIQUES. RÉSULTATS ACQUIS EN CHIMIOTHÉRAPIE ANTIBACTÉRIENNE (*)

par M. Jacques TRÉFOUËL, *Chef de Service à l'Institut Pasteur.*

MONSIEUR LE PRÉSIDENT, MADAME, MESDAMES ET MESSIEURS,

Permettez-moi, tout d'abord, de remercier le Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale qui m'a fait le grand honneur de me demander de faire devant vous la 5e conférence Carrion.

Nous avons à envisager ensemble un vaste problème : le traitement des maladies microbiennes par les remèdes chimiques. Je ne puis, dans le court laps de temps dont je dispose, vous donner un compte rendu complet des acquisitions réalisées depuis une trentaine d'années dans ce domaine. Je voudrais surtout vous donner une idée de ce que sont les méthodes de recherches dans cette nouvelle branche de la médecine et vous montrer comment la chimiothérapie, basée tout d'abord sur l'empirisme, est devenue une véritable science qui permet de déblayer rapidement un nouveau champ d'action par l'application de règles systématiques dues à la collaboration de savants au premier rang desquels se placent Ehrlich, le véritable fondateur de la chimiothérapie, Laveran, Nicolle, Mesnil et mon maître, Ernest Fourneau, chef du Service de Chimiothérapie de l'Institut Pasteur.

CLASSEMENT DES MALADIES INFECTIEUSES. — On classe les maladies infectieuses en trois grands groupes, d'après le germe qui les provoque. Le germe, ou microbe, est : un protozoaire; une bactérie; un virus filtrant. Les *protozoaires*, ainsi que l'indique leur nom, appartiennent au règne animal; ce sont les plus primitifs des animaux, êtres unicellulaires, constitués essentiellement par une masse protoplasmique et un noyau présidant à la multiplication asexuée. Parmi les protozoaires se rangent par exemple : les *amibes*, les *trypanosomes*, agents de la maladie du sommeil, voisins des *leishmanies*, qui provoquent les leishmanioses telles que le kala-azar, le bouton d'Orient, enfin, l'*hématozoaire* du paludisme.

A côté de ces maladies des pays chauds, d'autres maladies des pays tempérés, par cela même plus familières aux Européens, sont également provoquées par des protozoaires et en premier lieu les *spirochétoses* telles que la syphilis, dont l'équivalent frappe aussi les noirs sous le nom de pian. Le sôdoku, la spirochétose ictérohémorragique, la fièvre récurrente sont encore d'autres exemples de maladies des pays chauds provoquées par des *spirochètes*.

Tous ces protozoaires ne sont pas équivalents au point de vue de l'organisation cellulaire; les spirochètes sont les plus rudimentaires de ces représentants et se

(*) 5e Conférence Carrion, faite par l'auteur en séance publique du Conseil, le 23 mars 1939. Voir le compte rendu de cette séance dans le *Bulletin* d'avril, p. 256.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rapprochent des *bactéries*, deuxième type d'agents infectieux, appartenant cette fois plutôt au règne végétal, et dont les plus connus sont les : *streptocoques*, *méningocoques*, *pneumocoques*, *gonocoques*, *colibacille*, *bacille de Koch*.

Enfin, le dernier groupe de germes infectants, les *virus filtrants* passent à travers les filtres en porcelaine, échappent à toute observation et n'ont pu encore être décelés au microscope. Ce sont, par exemple, l'agent de la grippe, de la lymphogranulomatose inguinale ou maladie de Nicolas-Favre.

Cette classification correspondait, il y a quatre ans encore, à des réactions nettement différentes vis-à-vis de l'action médicamenteuse : tandis que les protozoaires étaient relativement sensibles à certains remèdes chimiques, ni les bactéries ni les virus filtrants ne se laissaient influencer par eux, du moins lorsque l'attaque était dirigée chez l'hôte infecté, c'est-à-dire lorsqu'on avait recours à l'action *in vivo*, par opposition à l'essai *in vitro*, poursuivi sur le germe isolé, ou en cultures. Vous verrez tout à l'heure que les barrières s'effacent peu à peu, que la chimiothérapie s'attaque maintenant avec autant de bonheur aux bactéries qu'aux protozoaires, *in vivo* comme *in vitro*, et que certains virus filtrants eux-mêmes sont touchés par des armes purement chimiques. Vous remarquerez que les corps doués de propriétés antibactériennes possèdent une structure chimique très simple, qu'ils étaient entre les mains des chimistes depuis longtemps et que leur essai ne fut différé que par suite d'erreurs profondes dans la conception des propriétés requises pour un antiseptique interne : l'idéal semblait de trouver un corps chimique extrêmement bactéricide *in vitro* (tel le sublimé par exemple, qui entrave le développement des germes dans les cultures à des doses infimes), et qui serait capable d'agir de la même manière sur la bactérie dans le corps de l'animal. Mais les brillants antiseptiques *in vitro* sont, *in vivo*, ou bien très toxiques pour l'hôte lui-même, ou bien ils se fixent sur les cellules et sont ce qu'Ehrlich appelait plus organotropes que parasitotropes.

De plus, ils risquent de créer certaines interférences, de gêner les réactions naturelles de défense de l'organisme, qui jouent, dans les maladies bactériennes, un rôle si important que leur seule intervention suffit quelquefois à assurer la guérison. Tandis qu'un sérum, un vaccin, agissent dans le même sens que l'organisme, le sublimé, par exemple, ne fait qu'accélérer la mort de l'animal, affaibli encore par l'action toxique du corps chimique.

Loin de moi l'idée qu'il ne faille pas faire d'essais *in vitro*. Ils sont au contraire indispensables pour tenter notamment de comprendre le mode d'action d'un médicament dont l'activité aura été reconnue par les essais *in vivo*. Mais, en fait, ce sont les essais *in vivo* seuls qui ont permis la véritable recherche systématique d'antibactériens chimiques ; ils sont de date relativement récente et le retard du traitement des maladies bactériennes par des corps chimiques est dû certainement pour une large part à ce que l'on a su très vite, j'allais dire trop vite, cultiver les bactéries.

Au contraire, parallèlement aux essais sur les bactéries, négatifs jusqu'à ces quatre dernières années, étaient poursuivis les essais sur les protozoaires, où

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toutes les conditions idéales semblaient être réunies : nécessité de l'expérimentation *in vivo*, puisque, pendant de longues années, on ne sut pas cultiver les protozoaires; marche régulière de l'infection expérimentale que troublent peu les réactions de l'organisme; en effet, ici, plus de libération de toxines bactériennes, donc plus de formation d'antitoxines de la part de l'hôte. Enfin, l'impossibilité de lutter contre les protozoaires par des sérums ou des vaccins avait rendu plus impérieuse la nécessité de les atteindre par d'autres moyens.

Tous ces facteurs ont contribué à obtenir rapidement sur les protozoaires des succès chimiothérapeutiques incomparables. Voyons ensemble la genèse de quelques-unes des découvertes les plus importantes.

TRAITEMENT DES MALADIES A PROTOZOAIRES. — *Historique.* — Tout d'abord, la chimiothérapie a dû progresser dans deux voies distinctes et d'égale importance : 1° la recherche purement chimique; 2° l'étude expérimentale de l'activité possible des corps préparés.

*Étude chimique.* — La découverte des propriétés curatives d'une série de produits chimiques a bien souvent une origine purement empirique. Par exemple, la connaissance de l'activité du quinquina dans le paludisme a permis d'approfondir la question et d'attribuer bientôt à la quinine elle-même cette activité; à son tour, l'étude chimique systématique de la formule de la quinine est à l'origine de la synthèse des antimalariques actuels : la plasmoquine ou praequine, la rhodoquine (710 F), l'atébrine ou quinacrine.

*Étude expérimentale.* — Elle nécessite : la connaissance et l'isolement de l'agent infectieux, son inoculation à un animal de laboratoire.

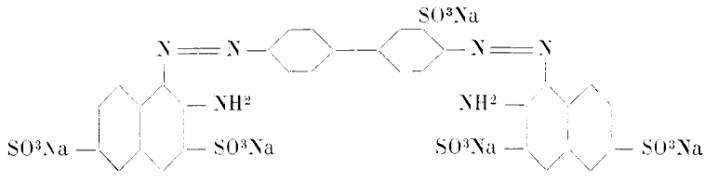
Ce sont les trypanosomes, c'est-à-dire les agents de la maladie du sommeil, qui ont permis les premières recherches systématiques; c'est pourquoi je les choisis comme type pour illustrer notre étude chimiothérapeutique. C'est à Laveran et Mesnil que l'on doit, depuis 1902, la technique de la transmission de la maladie d'un animal à un autre, ici la souris. La trypanosomiase de la souris, ou nagana, constitue le type parfait de l'expérimentation régulière, amenant la mort de l'animal dans un délai court et presque invariable. La facilité avec laquelle on peut suivre l'évolution de la maladie par la recherche directe du parasite dans le sang, au microscope, a rendu particulièrement aisés les essais thérapeutiques. La moindre trace d'action d'un corps nouveau est mise en évidence par le plus léger retard de la mort de l'animal; si le produit est réellement actif, on assistera à la disparition, momentanée ou définitive, des parasites du sang. Enfin, avant de conclure à l'intérêt du nouveau remède, celui-ci sera soumis au contrôle physiologique et à la détermination de sa toxicité pour la souris. Le rapport entre la dose toxique et la dose active donnera l'*indice chimiothérapeutique* qui servira à classer les médicaments nouveaux et à les comparer à ceux déjà connus. Les meilleurs sont expérimentés sur des animaux de plus en plus élevés dans l'échelle animale avant de tenter l'essai sur l'homme.

Deux grandes écoles, au début de ce siècle, ont travaillé sur la maladie du sommeil : l'école allemande avec Ehrlich, l'école française avec Laveran, Nicolle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

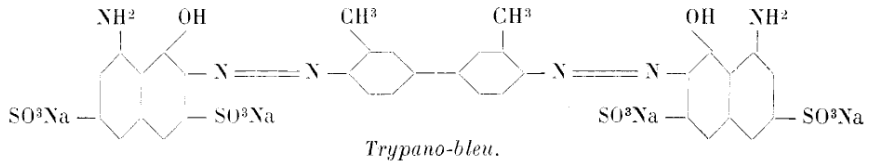
et Mesnil, puis Fourneau, tous à l'Institut Pasteur. Toutes deux ont débuté par l'étude des matières colorantes, et c'est un fait remarquable que toutes les grandes découvertes de chimiothérapie ont eu pour origine les propriétés thérapeutiques de colorants qui ne sont eux-mêmes *presque jamais restés* dans la pratique médicale. Nous en verrons des exemples constants.

Bien avant les premières recherches de Ehrlich, plusieurs classes de dérivés chimiques avaient été utilisés pour les *colorations histologiques* (c'est-à-dire la coloration des coupes d'organes). Suivant la réaction chimique du colorant, en effet, celui-ci se fixe électivement sur certaines cellules ou certaines parties de la cellule : noyau, protoplasme, granulations, etc. Ehrlich, en injectant directement ces colorants à un animal vivant, put constater une électivité analogue *in vivo*. Identifiant alors le protozoaire à une cellule vivante quelconque, Ehrlich chercha à découvrir un colorant d'affinité plus grande pour le parasite que pour les cellules de l'hôte. Avec le trypano-rouge, de formule :

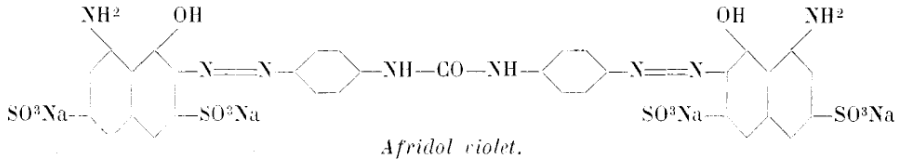


il put prouver, pour la première fois, que, parmi des centaines de matières colorantes différant l'une de l'autre par des détails infimes, une seulement était capable de tuer les parasites dans le corps de l'animal sans tuer du même coup ce dernier. Ainsi, un point primordial était acquis : *la spécificité d'action d'un terme déterminé d'une série de corps chimiques*. En effet, la règle du bouleversement d'action provoqué par la plus petite modification d'ordre chimique est une des plus générales en chimiothérapie ; nous allons la retrouver constamment par la suite, et sa connaissance a permis, entre autres, de progresser rapidement dans le domaine de la lutte contre les bactéries que nous étudierons tout à l'heure.

D'autre part, faisant porter leurs recherches sur un nombre considérable de matières colorantes, Nicolle et Mesnil, avaient mis en lumière les propriétés trypanocides de deux autres colorants azoïques, le trypano-bleu et l'afridol violet.



*Trypano-bleu.*



*Afridol violet.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

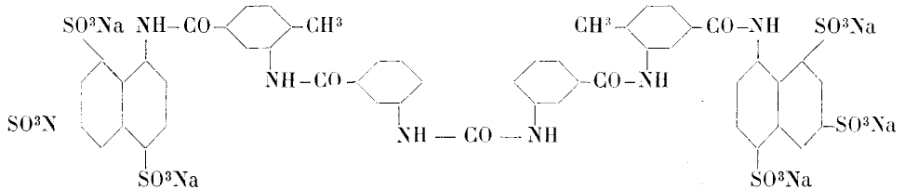
Nous voyons dans le trypano-bleu, un noyau naphtalénique à fonctions sulfoniques solubilisantes un peu différent de celui du trypano-rouge; une molécule de tolidine remplaçant l'acide benzidine-sulfonique du trypano-rouge; par contre, les mêmes fonctions azoïques — N = N — relient les deux parties de la molécule. Dans l'afridol violet, apparaît pour la première fois la fonction urée, base d'une série de recherches reprises en Allemagne vers 1920, qui eurent un retentissement considérable par leur aboutissant : le 205 Bayer ou germanine, que nous allons étudier maintenant.

Ce qui confère au trypano-rouge et au trypano-bleu, comme à l'afridol violet leurs propriétés colorantes est la présence de la fonction azoïque; c'est elle que l'on a rendue responsable en grande partie de l'activité trypanocide, sans tenir assez compte que la coloration ne fait que révéler la fixation sans en être nécessairement la cause. Les éléments essentiels de cette fixation sont les groupements tels que : aminés $NH^2$; phénoliques OH, appelés « haptophores », par Ehrlich, c'est-à-dire « qui fixent » ou « supports de fixation ».

Que la présence des groupements azoïques ne soit pas indispensable à l'activité thérapeutique, c'est ce qu'a prouvé justement la découverte du *205 Bayer*, l'un des plus puissants trypanocides actuels, *dont la formule*, voisine de celle de l'afridol violet, *ne possède cependant plus ce groupement azoïque* — N = N —.

Les premiers résultats expérimentaux obtenus par la firme Bayer avec le 205 Bayer justifièrent tous les espoirs : alors qu'avec les trypano rouge, trypano bleu, afridol violet, l'action ne se manifestait chez la souris qu'à des doses voisines des doses toxiques, on parlait, avec le 205 B, d'un indice atteignant 200. De plus, l'activité s'étendait à diverses souches de trypanosomes : *Gambiense* et *Rhodesiense* de l'homme, *Congolense* du bétail. L'importance et les conséquences d'une telle découverte étaient trop grandes pour qu'au laboratoire de chimiothérapie de l'Institut Pasteur nous n'éprouvions pas le désir de connaître une formule qu'avec un luxe énorme de précautions, la firme tenait secrète afin de conserver le monopole de l'utilisation de ce produit :

Voici cette formule, telle que nous avons pu la reconstituer (309 F) :




*205 B* ou *309 F* ou *Germanine* ou *Moranyl* ou *Belganine*.

Si nos recherches dans cette voie furent possibles, c'est que Fourneau eut l'intuition, parmi de nombreux brevets pris par Bayer à cette époque, c'est-à-dire vers 1920, de ceux qui pouvaient avoir quelque rapport avec le 205. Il restait à combiner entre elles bien des molécules diverses : acides naphtylamino-sulfoniques variés, acides aminobenzéniques isomères et homologues. Pour espérer arriver à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'exacte combinaison du nombre précis de ces noyaux, il fallait évidemment escompter la chance. Pendant près d'un an, les urées complexes préparées par nous n'eurent jamais de coefficients supérieurs à 10, jusqu'au jour où l'une d'elles, le 309 F. toxique pour la souris à 0,010 g, agissait déjà à la dose de 1/4 mg; traitées par 1/8 mg, puis par 1/16 mg, les souris trypanosomées guérissaient encore; à 1/32 mg, nous pouvions encore maintenir les souris sans parasite pendant une dizaine de jours. C'est cet indice vraiment exceptionnel qui nous permit de conclure à l'identité du 205 Bayer et du 309 Fourneau et de breveter ce corps, même en Allemagne, au moment où nous en publiions la formule.

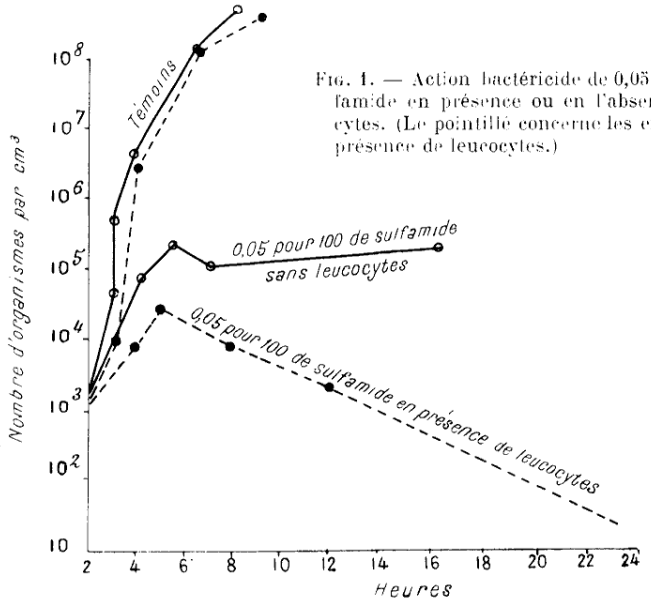



FIG. 1. — Action bactéricide de 0,05 p. 100 de sulfamide en présence ou en l'absence de leucocytes. (Le pointillé concerne les expériences en présence de leucocytes.)

PRÉPARATION DU 205 B-309 F. — La préparation du 205 B-309 F comprend quatre phases[1] :

1° Préparation de l'acide 1-amino-naphtalène-4-6-8-trisulfonique;

2° Condensation de cet acide avec le chlorure de 3-nitro-4-méthylbenzoyle, suivie de la réduction de la fonction nitrée;

3° Condensation de la molécule ainsi formée avec le chlorure de 3-nitrobenzoyle suivie également de la réduction de la fonction nitrée.

4° Doublement de la molécule par le phosgène, ce qui a pour effet de créer une fonction urée;

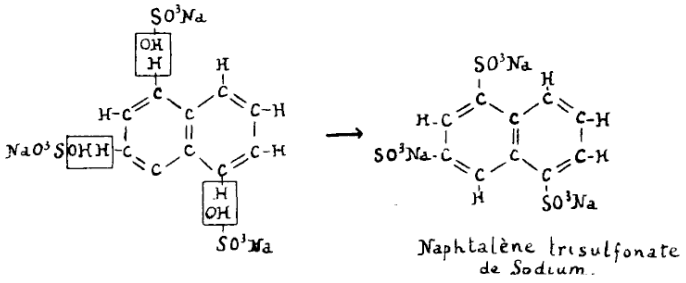
La première partie du film traite de la synthèse du 205 B-309 F.

1° *Préparation de l'acide 1-aminonaphtalène-4-6-8 trisulfonique.* — Pour

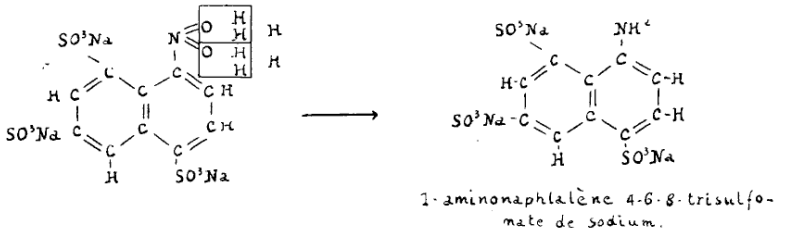
(1) Les réactions, formules de constitution et explications qui suivent remplacent un dessin animé qui a été projeté par l'auteur au cours de sa communication.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

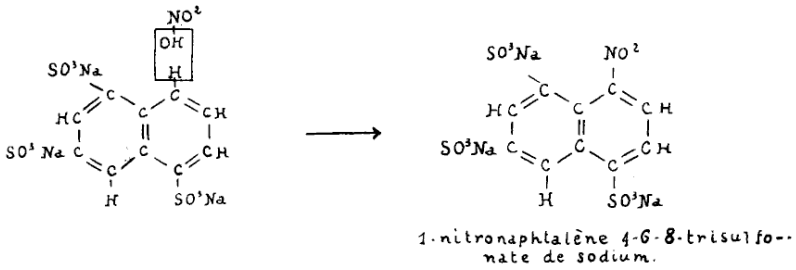
simplifier, on suppose que la trisulfonation du naphtalène s'effectue en un seul temps, et par le bisulfate de sodium :




*a*) Nitration par mélange sulfonitrique (l'acide sulfurique jouant le rôle de déshydratant) :



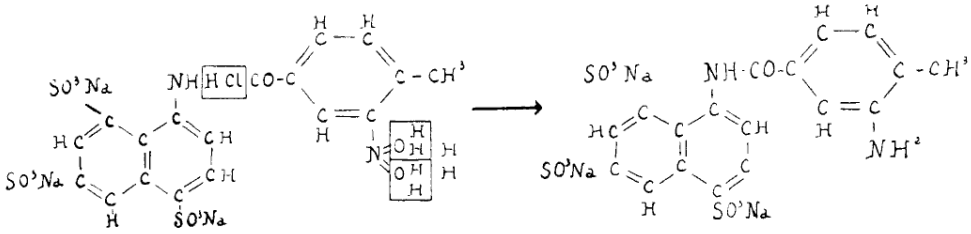

*b*) Réduction par le fer et un acide. Apport de 6 H. Passage de l'azote pentavalent à l'azote trivalent;




2° Sur cette molécule *on fait réagir le chlorure de l'acide 3-nitro-4-méthylbenzoyle* ou *chlorure de méta-nitro-para-toluyle :*

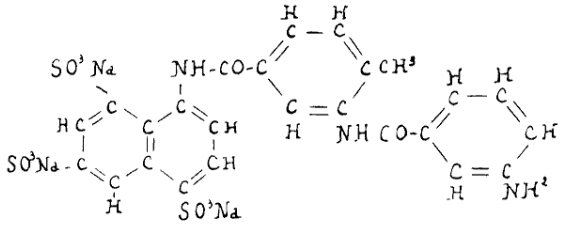
Réduction par le fer et un acide :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



3'-amino-4'-méthyl-benzoyl-1amino-4-6-8-trisulfonate de Sodium.

3° Sur le produit ainsi formé, *on fait agir le chlorure de 3-nitrobenzoyle et on réduit le produit de condensation obtenu par le fer et un acide*, comme dans le cas précédent :



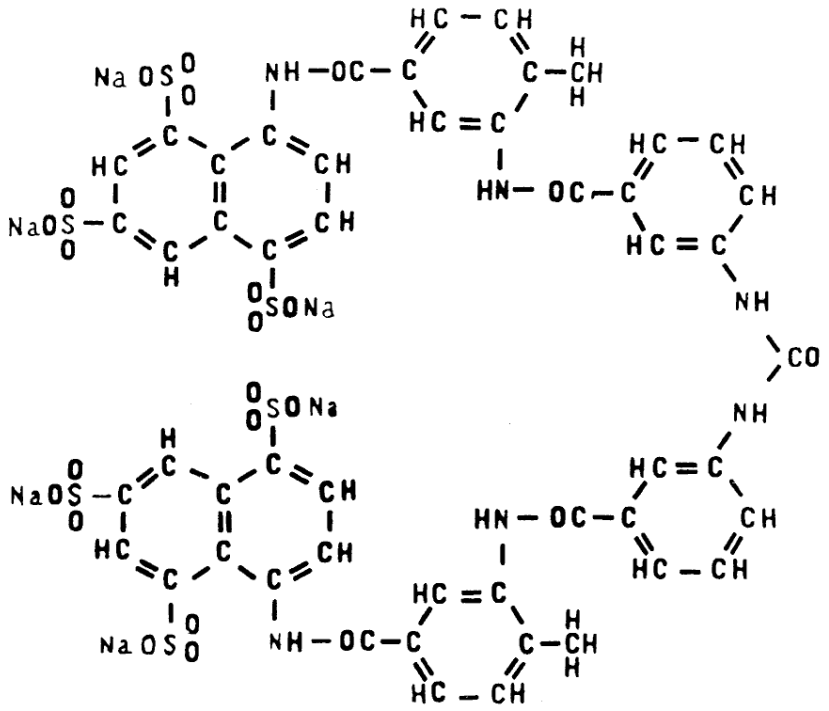
3''Amino-benzoyl-4'méthyl-3'amino-benzoyl-1amino-4-6-8 trisulfonate de Sodium.

4° *Doublement de la molécule.* — Enfin, deux molécules de 3-aminobenzoyl-3' amino-4'-méthylbenzoyl-1''-aminonaphtalène-4''-6''-8''-trisulfonate de sodium, traitées par le phosgène Cl-CO-Cl donnent le 205 Bayer ou 309 Fourneau, d'indice I = 160 (voir, page 285, sa formule de constitution).

ACTION THÉRAPEUTIQUE. — Les propriétés thérapeutiques du 205 B-309 F, sur l'homme et les grands animaux se sont révélées tout aussi remarquables que le faisait prévoir l'essai sur la souris. Tout d'abord, les liaisons peptidiques — CONH — reliant des acides aminés benzéniques sont stables et non coupées par les diastases, à l'inverse de ce qui se passe pour les acides aminés de l'organisme, où ces mêmes liaisons relient des molécules appartenant à la série grasse et s'y montrent fragiles; on pouvait donc prévoir que le 205 B-309 F persisterait longtemps dans l'organisme, sans transformation. De plus, son poids moléculaire dépasse 1 400; cette grosse molécule diffuse lentement et s'élimine difficilement; de ces deux considérations ont découlé les propriétés biologiques principales du 205 B-309 F, qui se résument ainsi : l'action trypanocide du produit persiste pendant tout le temps de sa présence chez l'hôte et permet de parler, à côté d'*action curative*, d'*action prophylactique*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une autre propriété remarquable du 205 B-309 F est la difficulté avec laquelle les trypanosomes deviennent résistants à son influence. Avec les dérivés arsenicaux, sur lesquels nous allons jeter un coup d'œil maintenant, on assiste le plus souvent à une plus ou moins lente adaptation du trypanosome à l'arsenic, surtout si le parasite est soumis à l'influence de doses insuffisantes de médicament; à partir de ce moment, les trypanosomes ont acquis une résistance spéciale et la conservent malgré le passage sur d'autres animaux, y compris la mouche tsé-tsé,



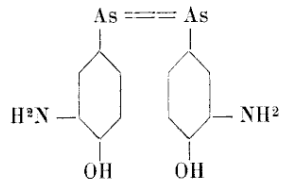
agent vecteur : il s'est produit une véritable *mutation*. Le danger de la propagation de telles races ne peut vous échapper; eh bien! le 205 B-309 F possède encore la propriété surprenante de sensibiliser à nouveau ces races à l'action des arsenicaux; cette propriété antimutative est mise à profit sur une large échelle, et l'on peut dire que, maintenant, les méthodes de traitement standard de la maladie du sommeil comprennent toutes les associations de dérivés arsenicaux ou antimoniés avec le 205 B-309 F. Ces associations présentent l'avantage supplémentaire de réaliser une véritable synergie, c'est-à-dire, la multiplication de l'action sur le parasite, la toxicité se répartissant sur les diverses cellules de l'hôte.

*Composés arsenicaux.* — Me voici amené à vous parler de la seconde grande série de travaux de chimiothérapie entrepris contre les trypanosomiases : ceux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui ont trait aux dérivés arsenicaux. Nous y retrouverons les noms des mêmes pionniers : Ehrlich, Nicolle, Mesnil, Fourneau.

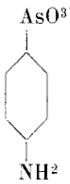
L'arsenic peut exister dans une molécule à l'état trivalent ou pentavalent. Le type des dérivés trivalents est l'arsénobenzène ou 606 de Ehrlich :




*606 de Ehrlich*

Ehrlich poursuivait parallèlement à ses recherches sur les trypanosomiases celles sur les spirochétoses. Je n'ai pas besoin de vous rappeler le succès retentissant obtenu par Ehrlich avec le 606. Il n'est pas exagéré de dire que l'impulsion première donnée à la chimiothérapie date de cette découverte, car il est certain qu'aussi remarquables qu'aient été les résultats acquis dans les trypanosomiases, maladies des pays chauds, l'effet psychologique des découvertes de Ehrlich dans la syphilis, maladie journellement constatée, a été incomparable.

Tandis que les arsénos se montraient particulièrement actifs dans les spirochétoses, leurs propriétés trypanocides se limitaient presque exclusivement à l'action *in vitro* et à celle sur l'animal d'expérience ; au contraire, avec les acides arsenicaux, où l'arsenic existe à l'état pentavalent, les premiers résultats remportés par Ehrlich puis par Nicolle et Mesnil avec l'atoxyl (tripoxyl) dans les trypanosomiases, furent progressivement étendus et amplifiés pour aboutir enfin à la découverte de deux des meilleurs trypanocides actuels, l'*orsanine* (270 F) et la *tryparsamide;* le premier d'origine française, le second d'origine américaine.




*Atoxyl*

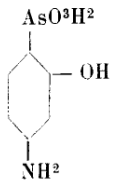
C'est Fourneau qui reprit vers 1920 l'étude des arsenicaux pentavalents que Ehrlich avait abandonnée, parce qu'il avait observé avec eux certains phénomènes toxiques se manifestant chez la souris par des troubles choréiques, chez l'homme par des accidents visuels. Cette forme de toxicité n'est, en réalité, pas plus dangereuse qu'une autre, pourvu qu'elle se manifeste à des doses suffisamment éloignées de la dose curative ; elle prouve, de plus, une prédilection pour les centres nerveux qui ne peut qu'être désirable dans des infections telles que la trypanosomiase ou la syphilis, où l'agent causal, à la période terminale de la maladie, se réfugie justement dans les centres nerveux.

L'étude approfondie des acides phénylarsiniques, poursuivie dans le laboratoire de Fourneau, a permis de contrôler ou de faire apparaître de nouvelles règles fondamentales de chimiothérapie, par exemple, l'importance du rôle joué, non seulement par l'introduction de certains groupements $NH^2$, OH, etc., dans une molécule organique mais surtout par la *position relative* de ces groupements c'est-à-dire par l'isomérie de fonction. L'acide phénylarsinique est toxique pour la souris à 0,001 g et ne fait preuve d'aucune activité sur les trypanosomes ; l'acide p-aminophénylarsinique, ou atoxyl, n'est plus toxique qu'à 3 mg, et, à cette dose, on peut guérir 30 p. 100 des souris trypanosomées : *la fonction*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*aminée a fait apparaître l'activité en désintoxiquant la molécule.* Les isomères o- et m-aminés sont infiniment moins actifs.

L'introduction de deux fonctions semblables ou différentes dans la molécule de l'acide phénylarsinique a conduit à des constatations d'un extrême intérêt. Vous savez qu'il existe dix isomères de position d'acides phénylarsiniques substitués par deux groupements différents, $NH^2$ et OH par exemple: nous les avons tous préparés. La combinaison la plus favorable à l'activité trypanocide s'est révélée être celle-ci :

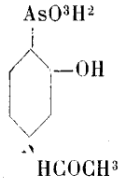



*269 F*

C'est le 269 F, qui possède chez la souris un indice de 8. Par blocage de la fonction animée par un reste acétyle, nous déterminons un *abaissement de la toxicité* : c'est une des règles les plus générales de la chimiothérapie. L'indice du dérivé acétylé, ou 270 F, est devenu 12; c'est l'*orsanine*, qui a tenu sur l'homme les promesses données sur la souris, car il représente, à l'heure actuelle, le meilleur trypanocide arsenical lorsqu'il est administré à la période initiale et au début de la deuxième période de la maladie du sommeil, c'est-à-dire, ou bien, lorsque le sang et les ganglions lymphatiques sont seuls envahis par l'agent infectieux, ou bien quand le liquide céphalo-rachidien commence à être modifié.

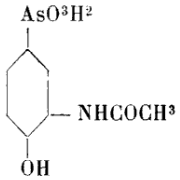
Parallèlement aux essais sur la trypanosomiase de la souris était poursuivie, à l'Institut Pasteur, l'expérimentation sur la syphilis, confiée spécialement à Levaditi et Navarro-Martin.

L'étude comparative de l'orsanine et d'un autre des 10 isomères de l'acide oxy-acétylamino-phénylarsinique illustre bien la théorie de la spécificité; cet autre isomère est l'acide m-acétylamino-p-oxyphényl-arsinique, le *190 F*, ou *stovarsol*, qui, dans les spirochétoses, nous a donné les meilleurs résultats. Ces deux produits ont des propriétés en quelque sorte complémentaires :




*Orsanine* ou *270 F*

Perd son arsenic relativement facilement. S'absorbe mal lorsqu'il est donné par voie buccale. Très actif sur les trypanosomes. Presque inactif sur les spirochètes.




*Stovarsol* ou *190 F*

L'arsenic y est très solidement fixé. S'absorbe très facilement lorsqu'il est donné par voie buccale. Presque inactif sur les trypanosomes. Très actif sur les spirochètes.

L'un comme l'autre pénètrent facilement dans les centres nerveux; c'est pourquoi l'orsanine agit encore dans la maladie du sommeil au début de l'atteinte du nevrax; c'est pourquoi aussi le stovarsol donne, dans la paralysie générale, c'est-à-dire à la période tertiaire de la syphilis, les résultats intéressants que le Dr Sézary, le premier, a mis en évidence.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

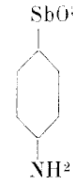
Je n'abandonnerai pas le domaine des trypanosomiases avant de noter deux points importants. Le premier est la découverte, faite en Amérique, au Rockefeller Institute, par Brown et Miss Pearce, de la *tryparsamide*, le meilleur trypanocide pour la période terminale de la maladie du sommeil, celle au cours de laquelle les malades non traités présentent un envahissement général des centres nerveux par le trypanosome. La tryparsamide possède au plus haut degré cette prédilection pour ces centres, apanage de la plupart des acides arsenicaux (arsenic pentavalent). C'est l'acide phénylglycine-amide arsinique. Sa formule est :




*Triparsamide* de Brown et Pierce.

Elle est un exemple de l'influence heureuse de certains blocages de la fonction aminée en para : la tryparsamide possède pour la souris un indice de 3 tandis que l'indice de l'atoxyl, dérivé aminé, atteignait péniblement 1.

Le second point est le rappel succinct des propriétés trypanocides des dérivés antimoniés. Vous connaissez l'étroite parenté chimique de l'antimoine et de l'arsenic. Certains acides antimoniés pentavalents ont montré une activité relative sur le trypanosome, et en particulier l'acide p-aminophénylstibinique ou stibamine :

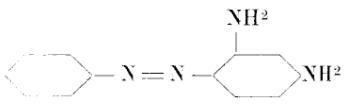



*Stibamine.*

Mais, tandis que les propriétés thérapeutiques des acides arsiniques pouvaient être exaltées vis-à-vis des trypanosomes, il n'en fut pas de même pour les acides stibiniques, qui restent, au contraire, les spécifiques de *leishmanioses*, type kala-azar et bouton d'Orient, dont l'agent causal est également un parasite flagellé, voisin du trypanosome.

Avant la découverte de l'action des antimoniés, la mortalité atteignait 90 p. 100; elle a été ramenée à une moyenne de 23 p. 100 par l'emploi de l'émétique, dans lequel l'antimoine existe à l'état trivalent, et, depuis 1936, le Dr Napier, par l'emploi de 6 dérivés antimoniés pentavalents ne note plus que 4,2 p. 100 de mortalité; c'est dire quel succès a remporté cette thérapeutique.

TRAITEMENT DES MALADIES BACTÉRIENNES. — *Historique.* — Après la longue période d'essais infructueux du traitement des maladies bactériennes par les corps chimiques, dont nous avons parlé au début de cet exposé, il a été possible d'assister depuis quatre ans à une véritable révolution dans cette voie. L'application, à ce nouveau domaine, des méthodes qui avaient fait leurs preuves dans la lutte contre les protozoaires explique la rapidité des progrès accomplis.

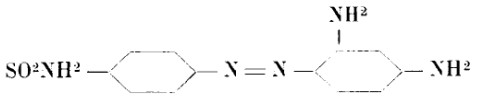



*Chrysoïdine.*

Les premiers résultats furent publiés par un Allemand, Domagk, qui, essayant toute une série de colorants azoïques du type chrysoïdine (voir ci-contre sa formule), préparés synthétiquement par les chimistes Mietsch et Klarer, fit porter son choix sur la sulfamido-chrysoïdine, ou *prontosil*. Dans un mémoire publié en février 1935 dans la *Deutsche*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Medizin-Wochenschrift*, intitulé « Contribution à la chimiothérapie des infections bactériennes », cet auteur relate les premiers résultats de ses recherches sur la septicémie streptococcique de la souris avec le prontosil, dont voici la formule.



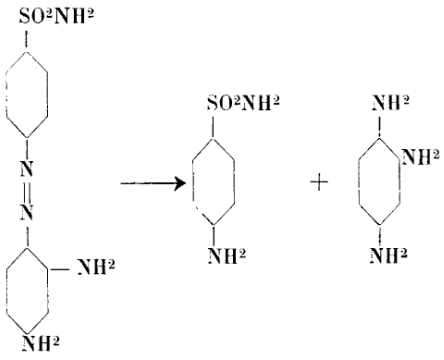

*Prontosil.*

Avec ce produit, il guérit d'une manière constante un certain pourcentage des souris infectées de streptocoques. Une voie nouvelle est ouverte. La chimiothérapie antistreptococcique est possible.

Dans la formule du prontosil, nous retrouvons la fonction azoïque — N = N —, responsable de ses propriétés colorantes, fonction existant, comme nous l'avons déjà vu, dans le trypano rouge, le trypano bleu et l'afridol violet. C'est dans cette voie des colorants que les Allemands travaillaient depuis vingt ans à la recherche d'un agent antibactérien. Rien de surprenant qu'ayant constaté les propriétés bactéricides du prontosil, Domagk fît jouer un rôle important à la présence de cette fonction azoïque.

*Étude chimique.* — La découverte du prontosil ne pouvait laisser les chimiothérapeutes du monde entier indifférents. A l'Institut Pasteur, Levaditi, tout d'abord, put vérifier les résultats de Domagk; puis ce furent, dans les laboratoires de M. Fourneau et de M. Salimbeni, de l'Institut Pasteur, le Dr Nitti et le Dr Bovet qui étendirent ces résultats en montrant un fait en apparence paradoxal : le prontosil agit incomparablement mieux sur les souches de streptocoques *hautement* virulentes : dans ce cas, le pourcentage des souris guéries par le prontosil est plus considérable que dans le cas où elles sont infectées avec une souche de streptocoques moins virulente.

Avec ma femme, Nitti et Bovet, nous avons cherché à disséquer la molécule du prontosil et à mettre en évidence l'influence des modifications d'ordre chimique sur les propriétés thérapeutiques. Très vite, nous sommes arrivés à la conclusion que l'on pouvait transformer profondément le second noyau sans bouleverser l'action, tandis que la moindre modification apportée au premier noyau faisait disparaître complètement l'activité. Il était logique de conclure que ce premier noyau était la partie essentielle de la molécule.




*Prontosil.* *p-amino-phénylsulfamide.* *Triamino-benzène.*

La fonction azoïque est relativement fragile. Nous avons supposé qu'elle ne devait pas résister, dans l'organisme, à l'influence des réactions constantes d'oxydation et de réduction, fonctions de l'activité cellulaire, et que cette double liaison devait se couper, par réduction, en se transformant de la manière indiquée ci-contre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons donc préparé du p-aminophénylsulfamide (sa formule était déjà connue depuis les travaux de Gelmo) et nous l'avons essayé, sous le n° 1162 F, sur des souris infectées de streptocoques : *ce produit a fait preuve de propriétés bactéricides au moins égales à celles du prontosil*, première preuve de l'exactitude de cette hypothèse : les azoïques doivent, dans l'organisme, se couper pour libérer le sulfamide, partie réellement active de la molécule [1].

Une autre preuve fut rapidement donnée par la comparaison des activités du protonsil et du sulfamide (1162 F), non plus *in vivo*, sur la souris, mais *in vitro*, sur des cultures, dans le tube à essais. Le prontosil est, dans ces conditions, *inactif*, tandis que le sulfamide manifeste des propriétés bactériostatiques; c'est qu'en effet, dans le tube à essais, le prontosil ne peut pas se couper. Si on ajoute, à la solution de prontosil, un agent réducteur, on assiste très vite à la coupure : la solution devient incolore et, du même coup, acquiert des propriétés bactériostatiques : le sulfamide libéré agit.

Il est facile de mettre également en évidence la présence de la deuxième molécule libérée : le triaminobenzène. Vous voyez combien sa formule est proche de celle de la p-phénylènediamine, colorant pour cheveux, dont l'emploi tend de plus en plus à se raréfier par suite des accidents fréquents et quelquefois graves de sensibilisation qu'il provoque. Le triaminobenzène, lui aussi, peut donner lieu à des phénomènes allergiques analogues. Nitti et Bovet, ayant constaté que la répétition d'injections de prontosil provoquait chez le cobaye quelques accidents de sensibilisation, ont pu montrer que le triaminobenzène en était responsable, et ceci de la manière suivante : ils ont préparé un certain nombre de cobayes, d'une part avec le protonsil, d'autre part avec le triamino-benzène, et constaté ensuite qu'ils pouvaient déclencher l'apparition des réactions allergiques indifféremment dans chacune des séries avec l'un ou l'autre produit. Or, vous connaissez la spécificité de ce genre de réactions : les phénomènes allergiques provoqués par le prontosil sont le fait du triaminobenzène libéré.

Les propriétés bactériostatiques *in vitro* du sulfamide ont pu être mises en évidence tout d'abord par M. Fourneau et nous-mêmes, sur des moisissures, puis par Buttle, en Angleterre, Long et Bliss en Amérique, sur le streptocoque. Fuller, en Angleterre encore, apporta bientôt une nouvelle preuve de la coupure des azoïques dans l'organisme : il put retrouver dans l'urine, et isoler sous forme cristalline, le sulfamide chez des malades ayant absorbé par la bouche, soit ce produit lui-même, soit le prontosil, ce qui démontre bien sa transformation.

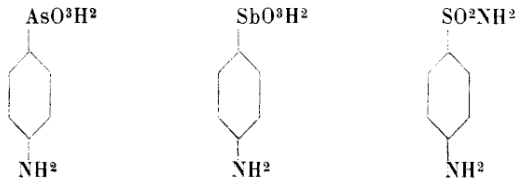
Depuis lors, la voie des azoïques fut complètement abandonnée et les recherches sur le sulfamide se sont multipliées. Il est intéressant :

1° de noter l'activité remarquable d'une molécule aussi simple, qui n'est pas une matière colorante, et dont la formule présente une étroite analogie avec celles

(1) Le 1162 F, sulfanilamide en Amérique, sulfonamide en Angleterre, est connu sous une quarantaine de noms déposés dans le monde. Les deux marques françaises les plus connues sont : septoplix et néococcyl.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'atoxyl et de la stibamine, dont nous venons de voir le rôle chimiothérapeutique primordial;




2° de comparer l'influence de l'introduction du groupement -NH² dans la molécule du phénylsulfamide avec ce que nous avons constaté tout à l'heure pour l'acide phénylarsinique : dans les deux cas, la fonction aminée diminue la toxicité, mais, surtout, fait apparaître l'activité. En effet, le phénylsulfamide est toxique et absolument inactif.

Nous avons nous-mêmes essayé d'apporter toutes sortes de modifications à la formule du p-aminophénylsulfamide : modifications de la position de la fonction aminée (seul l'isomère para est actif); remplacement de la fonction aminée par d'autres groupements : phénol, nitré, carboxy, méthoxy, etc. (le dérivé *p-nitro* est un peu plus actif que le 1162 F, mais sa toxicité augmente au fur et à mesure qu'on s'élève dans l'échelle animale, et de timides essais chez l'homme ont prouvé qu'il valait mieux ne pas insister.)

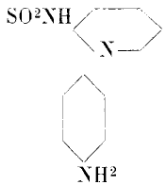
Pour le groupement -OH, c'est en position méta qu'il manifeste la meilleure action; fait intéressant, dans la série des acides phénylarsiniques, c'est également la position méta qui s'était révélée la plus favorable pour ce groupement. L'introduction de groupements supplémentaires a donné des résultats toujours défavorables; quant au remplacement de la fonction sulfamide par d'autres fonctions ne contenant pas de soufre, il conduit à des produits totalement dépourvus d'action. Nous avons alors essayé d'introduire la fonction sulfamide dans d'autres noyaux : noyau du diphényle, du naphtalène : les résultats furent toujours défavorables.

Il ne restait plus à travailler que deux grands groupes de substitutions : le remplacement des hydrogènes, soit de la fonction aminée, soit de la fonction sulfamide. Disons tout de suite que le blocage de la fonction aminée conduit à des produits toujours *moins* actifs que le sulfamide lui-même et qui s'en rapprochent d'autant plus qu'ils libèrent plus facilement le 1162 F. Par exemple, le dérivé formylé, qui se coupe plus facilement que le dérivé acétylé, est plus actif que ce dernier. D'ailleurs, les dérivés azoïques peuvent être considérés, nous l'avons vu, comme libérant aisément le 1162; aussi, ces produits sont-ils parmi les meilleurs. Ils ne présentent cependant pas d'avantage sur le sulfamide, et les Allemands eux-mêmes ont abandonné la voie des azoïques pour celle des dérivés incolores, comme nous le verrons tout à l'heure.

Mais les substitutions les plus intéressantes sont celles qui portent sur la fonction sulfamide elle-même, et, parmi tous les produits de cette série, le *dagenan*, ou M.B. 693, (lancé en Angleterre par May-Baker) est un des plus actifs. Tous les produits de cette classe agissent par l'ensemble de leur molécule, sans se

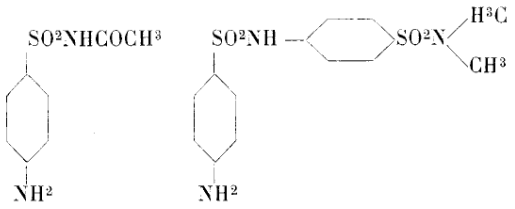
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

couper, et l'on se trouve ainsi dans des conditions différentes au point de vue de la solubilité et de l'élimination, expliquant ainsi les différences d'activité thérapeutique. Le dagenan est la p-aminophénylsulfamido-a-pyridine. Son action serait un peu supérieure à celle du 1162 F sur le pneumocoque et sur le staphylocoque, inférieure sur les streptocoques; son étude clinique se poursuit à l'heure actuelle, et il faut attendre encore pour être fixé sur sa valeur chez l'homme.



*Dagenan.*

A cette série appartiennent encore deux produits : l'*albucid* de Schering, dérivé acétylé de la fonction sulfamide, nettement moins intéressant chez l'animal que le sulfamide, et l'*uliron*, de l'I. G. Farbenindustrie A.-G.

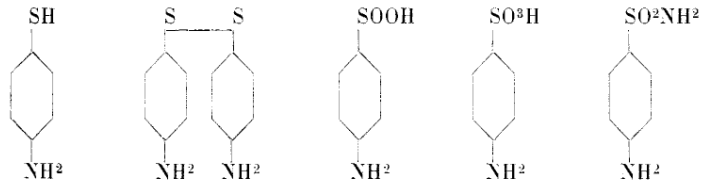


*Albucid.* *Uliron.*

L'uliron est le p-aminophénylsulfonyl-p-aminophényldiméthylsulfamide. Il ne présente sur le 1162 F aucun avantage, bien au contraire; et, de plus, il a souvent provoqué chez l'homme des accidents toxiques graves, des polynévrites plus ou moins définitives.

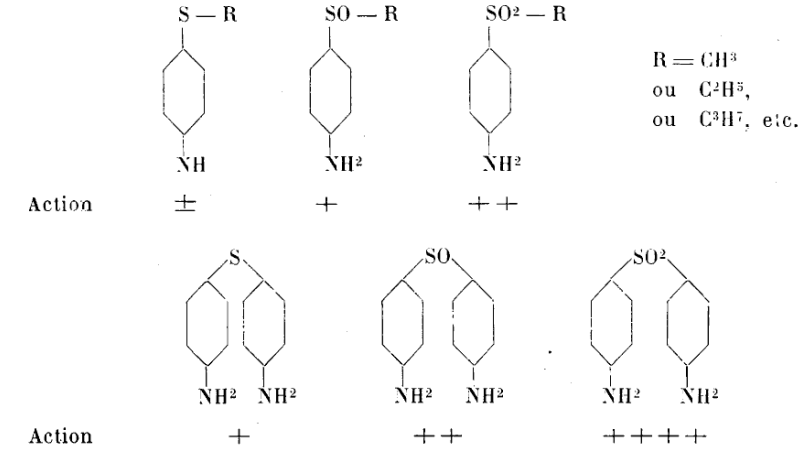
*Action thérapeutique.* — De toute cette étude chimique nous pouvons donc conclure que seule la substitution d'un hydrogène de la fonction sulfamide peut présenter, dans quelques cas particuliers, un réel intérêt : le dagenan en est un exemple; mais il existe d'autres transformations beaucoup plus profondes de cette fonction qui conduisent à des produits d'activité infiniment supérieure : Buttle, en Angleterre et nous-mêmes, avons fait connaître, dans le même temps, les propriétés remarquables de certains dérivés organiques soufrés, en particulier les sulfones, prouvant ainsi qu'il existe une véritable chimiothérapie antibactérienne par les dérivés du soufre.

Voici, résumées en un tableau, les propriétés thérapeutiques des dérivés soufrés, classés d'après leur degré d'oxydation croissante. Dans ce tableau : O signifie action nulle; ±, très faible action; +, faible action; ++, action; +++, forte action; ++++, très forte action.

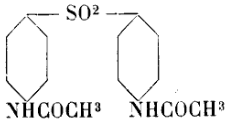



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Action | O | O | ± | ± | +++ |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires




Il ressort de ce tableau que la p-diamino-diphénylsulfone est beaucoup plus active que le 1162 F; malheureusement, elle est beaucoup plus toxique. Nous avons abaissé la toxicité en bloquant la fonction aminée par un reste acétyle; le nouveau produit, le 1399 F, ou *rodilone*, a déjà été utilisé avec succès en thérapeutique humaine.




*Rodilone*

***

Après ce rapide aperçu de l'aspect chimique du problème, nous allons en résumer maintenant le côté biologique et bactériologique.

*Étude bactériologique.* — C'est sur le 1162 F qu'ont porté surtout les recherches cliniques en Angleterre, en Amérique puis en France; elles se sont généralisées avec une telle intensité qu'il est possible d'avoir à l'heure actuelle une idée nette aussi bien du *champ d'action* de ce produit que de son *mode d'action*.

Très vite, un fait nouveau était signalé : tandis que l'action du prontosil est relativement brillante sur le streptocoque, faible ou nulle sur d'autres bactéries, le sulfamide se montre actif sur un grand nombre d'entre elles et en particulier sur les : méningocoque, pneumocoque, gonocoque, sur le colibacille et le bacille de Ducrey (chancre mou); les virus filtrants de la lymphogranulomatose inguinale (maladie de Nicolas-Favre) et du trachome; enfin, à un plus faible degré, sur la bactérie de la gangrène gazeuse. Il fait preuve également d'une action inhibitrice certaine sur le bacille tuberculeux; c'est une indication, chargée d'espérance, pour une voie nouvelle à travailler.

Avant d'esquisser les résultats obtenus au laboratoire et en clinique sur les principales maladies provoquées par ces germes, je voudrais que nous voyions *comment agit le sulfamide.* Connaissant ses propriétés physiologiques et biologiques, il sera plus facile de suivre les modalités de son action; elle est influencée :



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° par l'espèce bactérienne et. à l'intérieur d'une même espèce, par la qualité de la souche ; — 2° par les conditions dans lesquelles le médicament devra agir : intensité de l'infection au début du traitement, qualités des fonctions d'absorption et d'élimination de l'hôte, enfin, état de ses défenses naturelles.

Le 1162 F est une petite molécule qui s'absorbe par voie intestinale et diffuse dans l'organisme avec une étonnante rapidité : on le retrouve dans le sang, le liquide céphalo-rachidien ; le lait d'une accouchée traitée par le 1162 F en contient lui-même une quantité suffisante pour qu'il soit possible de le doser dans l'urine de l'enfant allaité. En 3 à 4 heures, il atteint dans le sang sa concentration maximum ; il est ensuite éliminé, surtout par l'urine, en 24 heures environ, après une dose unique.

La présence du sulfamide dans tout l'ensemble de l'organisme explique son activité sur des infections bien localisées. En quoi consiste cette activité?

Nous avons vu qu'à l'inverse des colorants azoïques, le sulfamide exerce *in vitro* une action bactériostatique, c'est-à-dire qui entrave la croissance ; nous l'avons montré, tout d'abord, sur certaines moisissures, en particulier l'*Aspergillus* ; puis, Buttle, Long et Bliss, les premiers, sur des germes infectants, comme le streptocoque. L'intensité de cette action bactériostatique est inversement proportionnelle au nombre des bactéries de la culture et directement proportionnelle aux doses de médicament.

Le tableau ci-dessous indique les *doses* de 1162 F *actives in vitro*.

*Doses de 1162 F actives* in vitro :

| | |
|---|---|
| | Contre le streptocoque : |
| Colebrook . . . | 10 mg pour 100 cm³ de bouillon. |
| Long-Bliss. . . | 0,1 à 10 — — — — |
| Nitti-Bovet . . | 10 à 100 — — — — |
| Osgood . . . . | 10 — — — — — |
| | 0,016 à 0,5 mg (culture sur moelle osseuse). |
| | Contre le pneumocoque : |
| Nitti-Bovet. . . | 10 à 100 mg pour 100 cm³ d'eau peptonée. |
| Rosenthal . . . | 0,2 à 100 — — de bouillon. |

*Doses de 1162 retrouvées dans les humeurs des animaux ou des hommes traités par le 1162 F.*

| Auteurs | Dose de 1162 F administrée par kilogramme d'animal vivant | Animal | Humeurs | Quantités retrouvées mg/100 cm³ |
|---|---|---|---|---|
| Fuller. . . | 1 g | souris | urine | 130-140 |
| | 0,1 — | lapin | urine | 50-100 |
| | | | sang | 5-10 |
| Marshall. . | 0,1 — | chien | sang | 12 |
| | | | liquide céphalo-rachidien | 7 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| Auteurs | Dose de 1162 F administrée par kilogramme d'animal vivant | Animal | Humeurs | Quantités retrouvées mg/100 cm³ |
|---|---|---|---|---|
| Schwentker. | 0,2 — | chien | sang | 10-13 |
| | | | urine | 260-910 |
| Marshall. . | 3 à 5 — | homme | sang | 5-12 |
| Schwentker. | 3 à 5 — | homme | sang | 3,5-9 |
| | | | urine | 55-196 |

Ce que l'on constate dans la première partie de ce tableau, c'est une action bactériostatique, c'est-à-dire l'arrêt de la multiplication des bactéries; récemment Osgood, en cultivant des streptocoques, non plus en bouillon sulfamidé mais sur moelle osseuse, voit qu'avec seulement 0,016 mg de sulfamide pour 100 cm³, il obtient une action bactéricide (nous comprendrons tout à l'heure pourquoi l'action est devenue bactéricide).

Connaissant maintenant les doses de sulfamide capables d'exercer une action bactériostatique, voyons celles que l'on retrouve dans les liquides humoraux des malades traités (seconde partie du tableau). Ces doses sont tout à fait superposables. On devait donc s'attendre à ce que le sang et les humeurs des animaux ou des hommes traités par du 1162 F, présentassent une activité bactériostatique : c'est ce que Colebrook et Buttle ont pu montrer très rapidement par deux séries d'expériences, la première datant de 1936. Ils cultivaient des streptocoques dans le sang d'une accouchée avant et après traitement au sulfamide; avant, les colonies se multiplient comme dans n'importe quel milieu de culture; après, la croissance des germes est impossible.

*1er test après la 11e journée d'infection.*

| Nombre de colonies se développant dans 60 mm³ de : | Période d'incubation (heures) | Nombre approximatif de streptocoques ensemencés. Souche Richards. 14 | 43 | 225 |
|---|---|---|---|---|
| Sang normal . . . . . | 8 | 10 | 38 | 100-150 |
| | 24 | ∞ | ∞ | ∞ |
| Sang avant 1162 F . . . | 8 | 8 | 31 | 100-150 |
| | 24 | ∞ | ∞ | ∞ |

*2e test après la 12e journée d'infection.*

| Nombre de colonies se développant dans 60 mm³ de : | Période d'incubation (heures) | Nombre approximatif de streptocoques ensemencés. Souche Richards. 7 | 41 | 200 |
|---|---|---|---|---|
| Sang normal . . . . . | 9 | 5 | 33 | 80 |
| | 24 | ∞ | ∞ | ∞ |
| Sang 3 heures après la 3e dose de 1162 F (1,5 g). | 9 | 0 | 0 | 0 |
| | 72 | 0 | 0 | 0 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On s'attendait à une action bactériostatique; c'est une action bactéricide qui est mise en évidence; l'explication est fournie par la seconde expérience de Buttle : deux échantillons de sang privé de leucocytes sont ensemencés avec du streptocoque à raison de 1 200 coccies par centimètre cube. A l'un des échantillons on ajoute 0,05 p. 100 de sulfamide et l'on pratique toutes les heures une numération des bactéries; pendant les trois premières heures, on n'observe aucune différence entre les deux tubes : les streptocoques s'y multiplient normalement; c'est la période de latence que l'on constate toujours avant que se manifeste l'action du sulfamide (Wolff l'explique en disant que le sulfamide ne peut agir que sur des bactéries s'étant divisées un certain nombre de fois en sa présence). A partir de la troisième heure, la multiplication des coccies est arrêtée dans le tube renfermant le sulfamide, tandis que celle des témoins continue.

Buttle recommence l'expérience avec du sang *total*, c'est-à-dire contenant des leucocytes : le début de l'expérience est identique; mais, à partir de la troisième heure, ce n'est plus seulement une inhibition de la croissance que l'on constate mais bien une disparition progressive et totale des bactéries ensemencées. En 24 heures, la culture est stérile. Les globules blancs, incapables de phagocyter les streptocoques normaux du tube témoin, ainsi que le montre la courbe de la figure de la page 282 s'attaquent facilement au contraire aux streptocoques touchés par le sulfamide.

*Polyvalence d'activité du 1162 F.* — Maintenant que nous comprenons le mode d'action du sulfamide, examinons son champ d'action. La polyvalence d'activité du 1162 F, ou sulfamide, est un fait particulièrement remarquable; il est aussi inattendu. L'étroite spécificité des sérums, par exemple vis-à-vis d'un type donné de bactéries, avait préparé l'opinion à l'attente d'une spécificité analogue de la part d'un médicament, et les premières recherches de chimiothérapie antibactérienne avaient semblé confirmer cette manière de voir. Évidemment, la polyvalence d'activité du sulfamide est indéniable, puisqu'elle s'exerce sur des germes bien différents; mais, d'un autre côté, il est possible de noter des différences d'action importantes sur diverses souches d'un même germe. Par exemple, dans l'érysipèle, le streptocoque est particulièrement sensible à l'action médicamenteuse; on peut abaisser la mortalité, dans cette maladie toujours grave chez le vieillard et le nourrisson, presque aussi bien par l'emploi du prontosil que par celui du sulfamide, car il suffit alors d'une teneur très faible en sulfamide; de même, les méningites à streptocoques ne répondent pas toutes de la même manière à l'action médicamenteuse. Gross, Mellon et Cooper, en Amérique, citent un cas de méningite, chez un enfant admirablement guéri par le prontosil, où la concentration en sulfamide du liquide céphalo-rachidien n'a pas dépassé 1/200 000. Il en est ainsi également du premier malade traité par René Martin, médecin-chef de l'hôpital Pasteur, dans son service; il s'agissait d'un enfant, amené dans le coma et chez qui quelques comprimés de sulfamide ont amené une véritable résurrection; par contre, pour un autre de ses malades, le jeune B. S., la guérison n'a pu être obtenue que lorsque le taux de 4 mg/100 cm³, soit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une concentration de 1/25 000, a été dépassé. Il y avait dans ces trois cas des différences considérables entre les souches de streptocoques.

Mais ce n'est pas tout : il existe d'autres méningites, provoquées par d'autres germes et en particulier le pneumocoque, qui sont infiniment plus difficiles à toucher : il faut alors une concentration en produit actif que ne permet pas d'atteindre la libération lente et progressive du sulfamide à partir du prontosil. Il est même nécessaire, dans certains cas graves, d'avoir recours à l'injection directe de sulfamide dans le canal céphalo-rachidien, la perméabilité des méninges pouvant être amoindrie et le passage du sulfamide donné *per os*, insuffisant.

Ce sont tous ces facteurs que René Martin a pu mettre en évidence dans son étude systématique poursuivie depuis bientôt trois ans à l'Hôpital Pasteur. En résumé, il y a trois intensités de traitement :

1° Absorption *per os* d'azoïques ou de très petites doses de sulfamide : érysipèle, méningites à streptocoques de souches sensibles, répondant bien à l'action du médicament, maladies décelées rapidement, intégrité de la perméabilité méningée, etc. ;

2° Traitement intensif par de fortes doses de sulfamide *per os*, 3 à 7 g chez les enfants, 8 à 10 g chez les adultes, dans les cas graves de méningites à streptocoques ou méningocoques ;

3° Enfin, adjonction au traitement *per os* d'une ou deux injections intrarachidiennes par jour de 10 à 20 cm³ d'une solution à 0,85 p. 100 de sulfamide intrarachidien, dans les cas avancés de méningites et plus particulièrement dans les cas de méningites à pneumocoques, infiniment plus résistants à l'action médicamenteuse.

Par l'emploi des deux dernières méthodes, on est arrivé aux statistiques suivantes : la mortalité, autrefois de 97 p. 100 dans les méningites à streptocoques, est descendue à 13 p. 100, en se basant sur les résultats donnés dans le monde entier ; dans son propre service, René Martin, s'adressant presque exclusivement à la dernière méthode, a sauvé jusqu'ici la totalité de ses malades. Les résultats sont au moins aussi brillants dans les méningites cérébro-spinales ; au contraire, dans les méningites à pneumocoques, on ne dépasse guère la moyenne de 40 à 50 p. 100 de guérisons ; ici, la précocité du diagnostic et l'intensité du traitement jouent un rôle primordial.

Nous avons dit que le sulfamide, quel que soit le germe visé, était actif sur des souches hautement virulentes ; les méningites correspondent justement à ce critère ; au contraire, dans les septicémies, évolution plus lente, le sulfamide agit beaucoup plus difficilement. René Martin a eu l'occasion récemment d'étudier un cas fort intéressant : il s'agissait d'un enfant atteint de méningite à méningocoques, qui fut guéri de sa méningite par des doses faibles de sulfamide mais resta porteur de germes dans le sang, faisant des poussées fébriles cycliques : une augmentation brutale des doses de médicament eut raison en 48 heures de cette septicémie. La maladie d'Osler est l'exemple typique de ces septicémies à évolution lente, où la mort ne survient qu'après des mois de lutte ; contre ce streptocoque, le *Viridens*, le sulfamide, malgré des chutes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

momentanées de température, s'est révélé, en fin de compte, impuissant.

Certains échecs dans le traitement des septicémies peuvent être dus évidemment à une posologie trop timide; il semble bien, d'après les tout derniers travaux, qu'il soit nécessaire d'atteindre brutalement dans les cas graves une concentration sanguine très élevée en sulfamide et que des doses allant jusqu'à 15 g par jour soient quelquefois nécessaires.

Ces fortes doses sont la plupart du temps bien supportées, du moins lorsqu'elles ne sont pas répétées, ce qui prouve, dans l'ensemble, une bonne tolérance au médicament; les très rares phénomènes de toxicité qui ont pu être constatés chez des malades alités, l'agranulocytose par exemple, semblent dus à une susceptibilité particulière du patient, qu'il est facile de mettre en évidence par l'examen suivi de la formule sanguine. Au contraire, le produit est moins bien toléré par les malades ambulatoires, chez lesquels on note fréquemment des incidents tels que céphalées, vertiges, cyanose. On appelle ainsi une certaine coloration bleutée des muqueuses; elle a beaucoup impressionné médecins et malades; on a supposé tout d'abord qu'il s'agissait d'une transformation de l'hémoglobine en méthémoglobine ou en sulfhémoglobine; les dernières recherches prouveraient qu'il s'agit simplement d'une matière colorante bleue provenant d'une oxydation du produit, oxydation facilitée par la lumière. Quoi qu'il en soit, les ambulatoires supportent moins bien les doses élevées de sulfamide; il faut alors les éviter; c'est pourquoi il est indispensable que les malades atteints de blennoragie, par exemple, ne se traitent pas seuls avec ce produit et restent sous la surveillance médicale. Dans ces conditions alors, et en associant les grands lavages, le traitement de la gonorrhée, soit par le sulfamide, soit par le rodilone ou le dagenan, permet d'obtenir en quelques jours des résultats qu'il fallait autrefois des mois pour atteindre.

*
* *

Tout ce que nous venons de voir permet l'espoir d'appliquer à bien d'autres domaines encore les possibilités de la chimiothérapie.

Les progrès de son développement ont été liés aux perfectionnements des techniques chimiques de synthèse et des procédés de transmission et de fixation des virus; enfin, à l'étude précise physiologique et biologique de chaque corps nouveau. Pour tout cela, la collaboration étroite des chimistes, des bactériologistes, des physiologistes est, plus que dans tout autre domaine, indispensable, avant, qu'en dernier ressort, la clinique renseigne définitivement sur les applications possibles des découvertes de laboratoire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LA TECHNIQUE AU SALON DES ARTS MÉNAGERS

## (Paris, 26 janvier-12 février 1939)

par M. WALCKENAER, *membre du Conseil.*

Le Salon des Arts ménagers prend d'année en année plus d'importance et plus d'intérêt. Celui de 1939, qui était le seizième, réunissait 800 exposants. Il occupait non seulement la nef du Grand Palais des Champs-Élysées et les galeries du pourtour, mais encore, à l'étage, les salles et les balcons.

Rendue particulièrement attrayante par la diversité de ses présentations et l'animation de ses stands, cette exposition comprend dans son cadre tous les objets et les procédés capables de rendre l'existence journalière plus commode, plus saine et, autant que les conjonctures du temps présent le permettent, moins coûteuse.

L'une des conséquences du perfectionnement de l'organisation ménagère est de mettre la maîtresse de maison à même d'accomplir sa mission avec moins de peine et, sinon toujours à elle seule, du moins avec un minimum d'aide mercenaire, ce qui est un grand bien social et s'imposera de plus en plus comme une nécessité.

D'autre part, la mécanique, la science de la chaleur et l'électricité apportent aujourd'hui dans tous les milieux, aisés ou modestes, urbains ou ruraux, des facilités d'existence et des éléments de bien-être susceptibles d'être mis à profit pour rendre la vie de famille praticable partout, en augmenter la puissance d'attraction et en développer l'influence, plus que jamais nécessaire.

Du point de vue exclusivement technique, les plus importantes améliorations de l'habitation et du matériel ménager sont celles qui concernent la cuisine, l'éclairage et le chauffage, l'eau chaude et les bains, le lavage et le repassage du linge, le nettoyage des appartements. Tout en parcourant le Salon, nous ferons quelques réflexions sur chacun de ces services du logis.

LA CUISINE. — *Le fourneau.* — Les fourneaux de cuisine modernes, qu'ils soient chauffés au charbon, au bois, au gaz de ville, au gaz butane ou à l'électricité, ont entre eux une parenté de dispositions générales résultant de ce qu'ils ont à répondre aux mêmes besoins et aux mêmes habitudes de l'art culinaire.

Le fourneau à charbon est resté pendant si longtemps l'appareil fondamental de l'installation domestique que, jusqu'à une époque récente, dans toutes les cuisines de quelque importance, il était construit à demeure sous la hotte et réputé immeuble par destination. La « cuisinière » à charbon d'aujourd'hui n'a plus tout à fait le même caractère; c'est un appareil de forme ramassée, peu encombrant, transportable tout d'une pièce, souvent fait entièrement ou presque entièrement en fonte. Par ailleurs, les principes sont restés les mêmes. Le foyer, pour lequel le combustible traditionnel est la houille demi-grasse, se prête commodément à l'allumage et à l'entretien du feu. Les gaz de la combustion, après le chauffage des casseroles et autres récipients sur la table de travail, se dépouillent méthodiquement d'une partie de leur chaleur en circulant autour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des fours et du bain-marie. Dans certains modèles, ce n'est pas seulement un bain-marie qui profite de la chaleur des fumées, mais un thermo-siphon qui étend à distance la fourniture d'eau chaude. On va même dans cette voie jusqu'à combiner des appareils faisant office à la fois de fourneaux de cuisine et de chaudières de chauffage central.

Le bois n'est nullement exclu de l'usage de la cuisine. Assurément, l'antique cheminée ouverte, avec crémaillère et broche, n'est plus qu'un souvenir ou une rare exception. Mais le système de la « cuisinière » peut être parfaitement adapté à l'emploi du bois débité en morceaux de grosseur convenable, pourvu que l'on ait soin de donner au foyer des dimensions suffisamment larges. C'est une excellente solution en dehors des villes, dans certains districts où le bois abonde et revient à bon marché.

Le charbon ne peut être concurrencé par le gaz de cornue ou de gazogène que dans les localités possédant une distribution publique de gaz, et, bien que la distribution du gaz à grande distance ait reçu de sensibles extensions, l'emploi de ce combustible reste à peu près exclusivement réservé aux centres urbains, où d'ailleurs il se développe d'année en année.

Avant de prétendre à détrôner le charbon, le gaz s'en est fait l'auxiliaire. Il s'est introduit à la cuisine comme combustible accessoire, pour alimenter des réchauds. Ceux-ci, nonobstant l'inconvénient qu'ils présentent de répandre leurs produits de combustion à même la pièce, se sont montrés si commodes que leur usage s'est de plus en plus multiplié. Leur construction a évolué vers des appareils à plusieurs fins, par l'addition d'un grilloir ou d'un four. Tel réchaud-grilloir à trois feux a pour brûleur central une rampe à retournement, dont on dirige les flammes vers le haut ou vers le bas selon qu'il s'agit de chauffer une casserole ou de faire une grillade. Le réchaud-four possède, au-dessous de sa table à feux, un four à gaz complet, capable de rôtir une pièce de viande ou de cuire la pâtisserie.

L'emploi du réchaud à gaz comme auxiliaire du fourneau à charbon est fort commode. Les deux appareils coexistent dans mainte installation domestique, où l'on s'en trouve bien. On dispose, grâce au feu de charbon, d'une chaleur continue pour les cuissons de longue durée et l'eau chaude, et, d'autre part, on met à profit, pour les opérations à feu vif, les avantages de la mise en train immédiate et du réglage instantané de l'appareil à gaz.

Toutefois, ce système double a donné lieu au reproche de n'être pas économique, parce que l'utilisation du réchaud à gaz ne réduit pas beaucoup le nombre des heures pendant lesquelles le fourneau à charbon reste allumé : la dépense de gaz n'est donc pas loin de venir en addition à ce que serait, sans elle, la dépense de charbon. Pour que la comparaison entre les dépenses respectives de la cuisine au charbon et de la cuisine au gaz ait chance de se résoudre en faveur du gaz, il paraît nécessaire de prendre le parti franc d'employer exclusivement le gaz et de supprimer le charbon. Il convient alors de faire usage d'une « cuisinière » à gaz complète et perfectionnée, permettant d'effectuer chacune des opérations, soit de cuisinerie sur la table de travail, soit de grillade, soit de rôtissage ou de cuisson de pâtisserie, au moyen de dispositifs mis en action

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

seulement pendant la stricte durée de l'opération : là est le secret de l'économie.

S'il s'agit d'une installation d'assez grande importance, il devient nécessaire d'adjoindre à la « cuisinière » à gaz un chauffe-eau pour le lavage de la vaisselle. De plus, en vue des froids de l'hiver, la cuisine doit être comprise dans le chauffage de la maison ou de l'appartement. Quoi qu'il en soit, cette solution purement gazière présente l'avantage pratique, d'importance manifeste et en certains cas décisive, de supprimer tous les soins d'approvisionnement, de montage à l'appartement, de manutention et d'emploi d'un combustible encombrant, lourd et souvent poussiéreux, ainsi que de l'évacuation de ses cendres.

Dans la « cuisinière » à gaz, à la différence de ce qui caractérise le fourneau à charbon, le chauffage des fours est totalement ou au moins partiellement indépendant de celui de la table de travail. Celle-ci comprend un nombre de feux proportionné à l'importance du service. Elle est largement évidée à l'emplacement de chaque brûleur et autour de lui. Dans l'évidement sont disposés des supports pour la pose des casseroles, poêles à frire ou autres ustensiles. Si des liquides se répandent, ils ne sont pas retenus par ces supports : ils se rassemblent au-dessous du niveau des brûleurs, sur un plateau à bords relevés, facile à nettoyer. La tendance est de si bien dégager les emplacements des brûleurs que, sauf aux extrémités droite et gauche de la table, celle-ci n'offre plus aucune surface plane de quelque étendue.

Quant aux fours, ils possèdent des dispositifs de chauffage constitués par des rampes à gaz qui agissent, selon les cas, soit par rayonnement direct sur les pièces à cuire, soit par transmission de chaleur au travers des parois du four, soit enfin par circulation des gaz brûlés à l'intérieur même de celui-ci.

Les qualités d'une « cuisinière » à gaz, comme d'ailleurs d'un réchaud, dépendent en bonne partie du système et de la construction des brûleurs, ainsi que de la perfection de la robinetterie.

Les brûleurs offrent deux dispositions principales : 1° celle qui est dérivée de l'ancien « bec à trous » et qui alimente une ou plusieurs couronnes de flammes ou des rampes de forme allongée ; 2° celle d'une « pipe » formant injecteur central et coiffée d'un dispositif ingénieusement étudié de manière à étaler la flamme circulairement et à l'étendre plus ou moins loin selon que le brûleur fonctionne à pleine admission ou à allure réduite. Les pièces de ce dispositif sont démontables aux fins d'entretien.

La robinetterie a la mission délicate d'assurer en toutes circonstances un dosage optimum d'air et de gaz et d'éviter tout gaspillage de combustible, même aux allures les plus réduites. Le gaz distribué n'ayant pas partout une composition identique ni toujours la même pression, les robinets perfectionnés sont pourvus de pointeaux permettant de régler de temps à autre le fonctionnement général du brûleur, tandis que le robinet manœuvrable à la main et placé en aval du pointeau permet de gouverner à tout instant l'activité du feu. Certaines robinetteries comportent une disposition spéciale pour assurer économiquement la marche en veilleuse. Il est d'une extrême importance que les robinets ne fuient pas : dans certains modèles, un dispositif automatique de rattrapage de jeu

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

permet à l'emmanchement de prendre une certaine usure sans que la portée cesse d'être étanche.

Pour les localités qui ne possèdent pas de distribution de gaz, les réchauds et « cuisinières » peuvent être alimentés au gaz de butane ou « butagaz », à l'aide de récipients ou « bouteilles » chargées de butane, qui s'achètent chez le dépositaire. Quelques stands du Salon exposent le matériel nécessaire à cette solution.

Mais gaz de ville et gaz de butane ont un même rival, le courant électrique. On dispose maintenant d'électricité dans tous les appartements des villes et dans les maisons d'un très grand nombre de villages, grâce à l'extension qui a été donnée aux distributions d'énergie électrique à la faveur des subventions de l'État, des départements et des communes.

Les réchauds et « cuisinières » électriques sont analogues, quant à leur forme générale et aux services qu'ils rendent, aux appareils de même nature alimentés par le gaz; mais ils donnent des mêmes problèmes une solution plus élégante encore, et la simplicité de leur emploi est sans égale. Il y a encore des manettes à tourner, mais il n'est même plus besoin d'allumettes.

La chaleur est produite par le passage du courant dans des résistances, disposées de deux manières différentes, selon qu'il s'agit de cuisiner sur la table de travail ou de chauffer l'intérieur d'un four. Dans le premier cas, on emploie des « plaques de cuisson », qui prennent la place des feux du système à gaz; ces plaques circulaires, d'un diamètre ordinairement compris entre 15 et 25 centimètres, en un métal approprié tel que la fonte nickel-chrome, chauffent par contact les casseroles que l'on pose dessus. Les plaques affleurent le niveau de de la face supérieure de la table, ce qui rend le travail aisé et le nettoyage facile. Dans le second cas, c'est-à-dire pour le chauffage d'un four, on dispose dans celui-ci des résistances en fil nu, constituant des « corps de chauffe » qui envoient la chaleur rayonnante, soit directement sur la pièce à cuire quand c'est pour une grillade, soit sur un écran servant d'intermédiaire quand c'est pour une cuisson progressive. Chaque « corps de chauffe » est protégé contre les contacts accidentels par un grillage protecteur ou par l'écran.

Qu'il s'agisse de la cuisine au gaz ou de la cuisine électrique, plusieurs exposants présentent des dispositifs ayant pour objet de réaliser automatiquement le réglage de la température intérieure du four à un degré déterminé. Le moyen consiste à placer un organe régulateur de l'activité de chauffage du four sous la dépendance d'un thermostat. Avec un thermostat bien établi et en parfait état, on peut espérer que le four ne nécessitera aucune surveillance, pourvu, bien entendu, que l'on sache exactement à quelle température et pendant combien de temps la cuisson doit avoir lieu pour que le rôti soit à point.

La compétition entre la cuisine électrique et la cuisine au gaz est essentiellement une question de dépense. C'est une lutte de tarifs entre le prix du kilowatt-heure et le prix du volume de gaz équivalent, l'équivalence dépendant d'ailleurs des valeurs respectives du rendement des appareils dans l'un et dans l'autre système. La comparaison doit en outre tenir compte des dépenses d'achat, d'ins-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tallation et d'amortissement. La question est donc complexe et elle peut évoluer avec le temps.

*L'appareil frigorifique.* — L'équipement d'une cuisine moderne n'est pas réellement complet sans une installation fournissant le froid nécessaire pour la conservation de certaines denrées, le rafraîchissement des boissons, la préparation des gelées ou des crèmes glacées.

Il existe dans certaines villes des entreprises de distribution de glace à domicile. En s'adressant à elles, on peut donc se dispenser d'avoir à la maison autre chose qu'une armoire-glacière parfaitement calorifugée. La technique en matière d'enveloppes athermanes et de portes à fermeture étanche est aujourd'hui très poussée, et l'Exposition permet d'apprécier la bonne construction de plusieurs types de ces armoires froides. Mais, du point de vue de la commodité du service ménager, il est incomparablement préférable de posséder un appareil branché sur le courant électrique et produisant lui-même le froid.

Plusieurs constructeurs sont passés maîtres dans la fabrication de ce genre d'appareils, dont ils offrent aux visiteurs du Salon toute une gamme de modèles, et qui sont de plus en plus appréciés.

Ils fonctionnent suivant le principe commun à la généralité des machines frigorifiques. Un fluide, qui est l'anhydride sulfureux ou l'ammoniaque selon que l'appareil provient de telle ou telle maison de construction, parcourt continuellement, sous l'action d'une pompe centrifuge électrique, un circuit fermé au cours duquel son état physique évolue suivant un cycle, comprenant une vaporisation à température basse, par exemple à — 10°, une élévation de pression et de température produite par la pompe, une condensation à température élevée, par exemple à + 25°, enfin une détente qui abaisse brusquement la température en même temps que la pression. La vaporisation à température basse se produit dans un serpentin qui joue, vis-à-vis de l'enceinte à refroidir, le rôle de radiateur de froid ; la condensation a lieu dans un condenseur à surface, rafraîchi par circulation d'air. Le serpentin radiateur de froid, placé dans la partie haute de l'armoire frigorifique, est la seule partie visible du système : le reste est soustrait à toute intervention de l'usager. Celui-ci, pour mettre et maintenir l'appareil en service, n'a qu'à le brancher et à le laisser branché sur la canalisation électrique d'éclairage. Un thermostat se charge de mettre en action l'électro-compresseur ou de lui couper le courant, selon que l'intérieur de l'armoire s'écarte dans un sens ou dans l'autre de la température de régime.

Le seul soin à prendre est de dégivrer le serpentin de temps à autre.

*Dispositions générales de la cuisine.* — L'évier, aussi indispensable que le fourneau, n'est plus toujours fait d'une pierre creusée en forme de bassin plat, comme il l'était invariablement autrefois. Dans sa disposition nouvelle, c'est un bassin ou une suite de deux bassins en acier inoxydable ou autre matière inaltérable, de profondeur assez grande, faisant corps avec une table de même matière, souvent aménagée en forme d'égouttoir sur une partie de son étendue. Des robinets d'eau chaude et d'eau froide, disposés au-dessus du ou des bassins, per-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mettent de procéder commodément au lavage de la vaisselle, des légumes et à toutes les opérations analogues. On envisage aujourd'hui des dispositifs assurant non seulement l'écoulement des eaux grasses, mais l'évacuation des épluchures et des détritus avec l'aide de chasses d'eau.

Plusieurs stands présentent des meubles spécialement étudiés pour l'équipement de la cuisine, notamment des armoires entièrement métalliques, ainsi que des revêtements céramiques pour les parois de la pièce.

On voit se dessiner la conception d'un plan systématique de la cuisine, qui est de réalisation courante aux États-Unis. La caractéristique essentielle de ce plan est une longue console ou table fixe, appuyée à l'un des murs de la pièce ou, si les dimensions de celle-ci s'y prêtent mieux, se développant le long de deux murs à angle droit. Une des extrémités de cette table générale est voisine de l'appareil frigorifique; sa partie moyenne comprend l'évier; entre l'évier et l'autre extrémité, elle s'identifie avec la table du fourneau et ses prolongements. Au-dessus du fourneau, une hotte d'aspiration et d'évacuation des buées; dans la région de l'évier, une large baie vitrée donnant jour et gaieté; dans la partie basse du fourneau, les fours; partout ailleurs, au-dessus et au-dessous de la table, les armoires où prennent place les ustensiles, ainsi que celles des provisions qui n'ont pas besoin d'habiter dans l'armoire froide. L'ensemble est conçu de manière à épargner le plus possible, conformément au système Taylor, les pas et gestes de la maîtresse de maison ou de sa servante. C'est ainsi que l'on recommande de placer l'évier et le fourneau près l'un de l'autre, afin de réduire au minimum les déplacements devant la table. Le frigorifique est près de l'entrée de la pièce; le passage à la salle à manger s'ouvre au voisinage du fourneau.

Les peintures claires, les surfaces émaillées blanches du frigorifique et blanches ou granitées du fourneau, les parties nickelées des divers appareils, le métal poli des ustensiles, forment un ensemble qui conseille et nécessite une scrupuleuse propreté et où la maîtresse de maison se sent chez elle dans un cadre élégant.

L'ÉCLAIRAGE. — Le fait récent le plus important en matière d'éclairage est la rapide et considérable extension prise par l'éclairage électrique dans les milieux ruraux. Dans l'habitation paysanne, l'ampoule électrique transforme les conditions de l'existence, et ce progrès est si vivement ressenti qu'on peut espérer en tirer quelque parti dans la lutte contre le fléau de la désertion des campagnes.

En ville, dans les installations comportant un certain luxe, l'évolution a consisté notamment dans une meilleure utilisation de l'éclairage indirect, procédé évidemment dispendieux mais qui, indépendamment de ses effets de beauté, évite aux yeux toute fatigue d'éblouissement. Souvent la solution la plus judicieuse consiste à associer les deux principes, soit au moyen d'appareils séparés, soit dans un même appareil. Parmi les nombreuses réalisations que les stands du Salon permettent d'apprécier, remarquons par exemple la « lampe de travail », à éclairage semi-direct, construite d'après les spécifications de l'Association française des ingénieurs de l'éclairage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LE CHAUFFAGE. — En ce qui touche le chauffage, nous laisserons ici de côté, si intéressants qu'ils soient, les appareils de chauffage individuels tels que poêles et cheminées à bois, à charbon, à gaz ou électriques. Bornons nous à considérer le chauffage central. Celui-ci est surtout représenté sur les stands par des chaudières, des radiateurs et des accessoires divers du chauffage à eau chaude ou à vapeur, tous objets dont la fabrication arrivée à un haut degré de perfectionnement s'est plus ou moins stabilisée. Sauf dans les cas où l'on peut avoir à craindre en hiver le gel de l'eau dans les canalisations, le chauffage à eau chaude se montre supérieur au chauffage à vapeur à cause de sa grande souplesse.

Dans les maisons de rapport des villes, l'installation du chauffage central appartement par appartement tend à être préféré au système du chauffage unique de tout l'immeuble, comme apportant à chaque locataire une indépendance commode. La distribution publique de chaleur par des canalisations de vapeur d'eau, déjà répandue dans les grandes villes de certains pays étrangers, n'est qu'à ses débuts en France et n'est pas représentée au Salon.

Dans la question du chauffage reparaît, mais non pas exactement sous le même angle que pour les appareils culinaires, la compétition entre les combustibles. Le combustible solide techniquement parfait pour le chauffage central est l'anthracite. Il ne mérite que deux reproches, celui de coûter cher et celui d'être, sinon en totalité, du moins dans une forte proportion, d'importation étrangère. Le coke de nos usines à gaz peut être employé et est à recommander; toutefois il passe vite au feu et donne parfois une quantité gênante de cendres.

Quelques exposants présentent d'intéressants combustibles spéciaux fabriqués par distillation incomplète de certaines houilles.

Il serait évidemment commode d'éviter l'emmagasinement et les manipulations qu'exigent les combustibles solides. C'est l'avantage de l'emploi du mazout. La chaudière reste la même; on ajoute en avant de son foyer un dispositif de brûleur. Cette solution est subordonnée à des questions de prix d'achat et de facilité d'approvisionnement du combustible liquide.

Quant au gaz de ville, son emploi pour les chaudières de chauffage central s'est généralement heurté, jusqu'à présent, à la question de dépense et à l'inconvénient d'une corrosion active des chaudières telles qu'elles étaient constituées.

Si grandes que soient les qualités et la commodité du chauffage central au moyen de radiateurs placés dans les pièces à chauffer, ce système laisse à désirer sous le rapport du conditionnement de l'air, auquel il n'incorpore pas, comme il conviendrait, une proportion de vapeur d'eau croissante avec la température et dont il cokéfie les poussières. Pour combattre ces imperfections, l'usage s'est introduit d'adjoindre aux radiateurs des humidificateurs, ainsi que des dispositifs propres à écarter les poussières des murs ou à les noyer. On voit au Salon des dispositifs étudiés en vue de cette double fonction : l'air chaud, amené par la convection au sommet du radiateur, abandonne ses poussières au contact d'une couche d'eau et y recueille de l'humidité.

On serait évidemment plus certain d'obtenir un conditionnement exact en prenant le parti de n'admettre dans les locaux que de l'air préalablement traité,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de manière à le purifier et à lui communiquer le degré d'humidité qui convient. On est ainsi conduit à envisager le système du chauffage par l'air *pulsé*. Ce système a surtout trouvé, jusqu'à présent, des applications au chauffage et à la ventilation des grands locaux où s'entasse un public nombreux, comme les salles de spectacle; néanmoins, la possibilité n'est pas exclue de l'adapter à l'échelle des installations privées. Plusieurs exposants présentent des solutions dans cet ordre d'idées, en revenant à l'emploi du gaz comme combustible, à la faveur de dispositions nouvelles des échangeurs de chaleur.

PRODUCTION D'EAU CHAUDE ET HYDROTHÉRAPIE. — Les chauffe-eau, chauffe-bains et appareils similaires se partagent principalement en deux classes. Ou bien ce sont des appareils de chauffage instantané : l'eau destinée à être débitée chaude par le robinet d'utilisation est prise à la distribution d'eau froide, mais, sur son trajet vers le robinet, elle passe dans un serpentin de petit diamètre et de grand développement, vivement chauffé soit au gaz, soit à l'électricité; le chauffage n'est mis et maintenu en action que pendant la durée de l'écoulement de l'eau. Ou bien une distribution d'eau chaude est établie à partir d'un accumulateur. Celui-ci est un réservoir très soigneusement calorifugé, tenu constamment plein parce que chaque prélèvement d'eau chaude opéré à son sommet est automatiquement remplacé à sa base par une arrivée égale d'eau froide. La masse d'eau contenue dans le réservoir est portée et maintenue à la température moyenne voulue, 70° par exemple, par un système de chauffage au gaz ou électrique, dont on n'a pas à s'occuper, parce qu'un thermostat fait le nécessaire : tantôt il met le gaz en veilleuse ou coupe l'électricité, tantôt il rétablit la pleine activité du chauffage. La fidélité de service du thermostat et la perfection de l'enveloppe calorifuge font le mérite du système qui est d'une commodité remarquable.

On remarque une tendance, non seulement à adjoindre des appareils à douches aux baignoires, ce qui est usuel et apprécié depuis longtemps, mais, là où la place manque pour l'installation d'une salle de bains, à établir du moins un appareil à douches avec mélangeur d'eau chaude et froide, ce qui assure dans un emplacement restreint les bienfaits de l'hydrothérapie. C'est ainsi que, dans la partie du Salon consacrée à l'Exposition de l'Habitation, le concours des chambres d'hôtel montre des chambres habilement étudiées, ayant pour annexe un cabinet à douches à la disposition du voyageur.

Mentionnons, comme se rattachant au service de l'eau dans la maison, les filtres adoucisseurs d'eau, qui, dans certains cas, sont d'une grande utilité.

LAVAGE ET REPASSAGE DU LINGE. — Il y a quelques années, le Salon des Arts ménagers offrait au public une grande diversité de machines à laver, les unes à cuve de bois, les autres métalliques, donnant l'impression que ce genre d'appareils cherchait sa voie. Aujourd'hui la technique s'est précisée. Les modèles présentés sont presque tous à cuve métallique et cette cuve est chauffée, soit au gaz, soit électriquement, de manière que l'on puisse porter et maintenir la lessive à l'état d'ébullition franche et même tumultueuse.

Deux types principaux d'appareils sont employés. Dans certains, le linge

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

préalablement trempé est placé à l'intérieur d'un tambour horizontal en tôle, percé de trous et plongeant par sa moitié inférieure dans le liquide. Ce tambour est animé, sous l'action d'un moteur électrique, d'une rotation à renversement automatique, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. A la paroi intérieure du tambour sont fixées des chicanes en bois qui, au cours de cette rotation alternative, ramassent le linge et en forment pour ainsi dire des paquets, qu'elles élèvent puis laissent retomber les uns sur les autres.

Dans d'autres types, la cuve qui reçoit le linge après qu'il a été trempé, est un cylindre vertical fixe. Un agitateur, formé de pales métalliques et animé (comme le tambour dans le premier système) de rotations alternatives, maintient continuellement les pièces de linge en suspension dans le liquide bouillonnant et leur fait subir des frottements et des chocs. Après ce traitement, le linge doit être rincé. A cet effet, l'on fait écouler le liquide hors de la cuve, on l'y remplace par une arrivée d'eau pure, et l'on reprend, pendant un temps suffisamment long, le mouvement alternatif du tambour ou de l'agitateur.

Enfin, il faut débarrasser le linge de la plus grande partie de son eau. C'est l'essorage, qui peut s'effectuer de deux manières différentes. Ou bien le dispositif est celui d'une machine à calandrer; il se compose de deux rouleaux entre lesquels on engage à la main et successivement les pièces de lingerie, et le départ de l'eau est obtenu par pression : c'est un moyen analogue à l'opération de la lavandière qui tord le linge pour l'essorer. Ou bien, s'il s'agit d'une essoreuse à force centrifuge, le linge est placé dans un panier métallique auquel un moteur électrique imprime une rotation très rapide.

L'essoreuse, quel qu'en soit le système, est parfois totalement indépendante de la machine à laver. Mais, lorsque celle-ci est du type à cuve fixe avec agitateur intérieur, le même appareil peut servir : il suffit de retirer l'agitateur, de le remplacer par le panier et de disposer la transmission du moteur électrique pour lui faire produire, au lieu du mouvement alternatif, la rotation continue à grande vitesse. On arrive ainsi à la machine ayant la triple fonction de laver, de rincer et d'essorer, constituée par un seul et même appareil peu encombrant et donnant une solution particulièrement élégante du problème.

Après complément du séchage par étendage à l'air, il faut enfin repasser le linge. Le fer à repasser électrique est, pour ce travail, l'outil ménager par excellence. Il faut toutefois être en garde contre le risque d'incendie qui se produirait si on oubliait le fer sur la planche à repasser sans que le courant eût été coupé, soit à la main, soit par un dispositif automatique.

Le travail du repassage à la main peut être remplacé dans certains cas par l'emploi de machines spéciales. A la vérité, l'on sort ici quelque peu de l'outillage ordinaire des ménages, pour entrer plutôt dans le domaine du matériel artisanal. Quoi qu'il en soit, des repasseuses électriques intéressantes figurent au Salon. L'étoffe passe entre un rouleau entraîneur donnant la pression et une semelle chauffante dont la forme épouse celle du rouleau. Un dispositif manœuvrable à la main permet d'écarter la semelle quand c'est nécessaire ou d'augmenter la pression pour obtenir un repassage particulièrement appuyé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NETTOYAGE DES APPARTEMENTS. — *Aspirateurs et cireuses.* — Parmi les opérations comprises dans l'expression « faire le ménage », il en est une dont la nécessité est impérieuse et journalière, c'est le nettoyage des appartements. Ici l'électricité, introduite originairement dans le logis pour les besoins de l'éclairage et comportant des prises de courant dans toutes les pièces, est d'un secours précieux. Les aspirateurs de poussière et les cireuses de parquets, présentés au Salon par plus de vingt exposants, sont au nombre des appareils qui réunissent le plus de visiteurs sur les stands.

Les orifices par lesquels l'aspirateur hume l'air sont de dimensions variées, afin d'être employées au mieux selon les besoins de chaque cas, mais ils ont une même disposition générale, celle d'une fente orientée transversalement à la direction du mouvement de va-et-vient de l'outil, assez longue pour intéresser sur une largeur convenable le tapis ou l'étoffe à dépoussiérer, assez étroite pour laisser une valeur suffisante à l'étranglement qui détermine la dépression de l'air sous l'action du moteur électrique.

Quelques exposants offrent un dispositif d'un genre spécial pour aller chercher au-dessous de la couche superficielle la poussière des tapis. Dans l'organe aspirateur est disposé un petit arbre tournant, dont l'axe est parallèle à la direction de la fente et dont la surface cylindrique est armée de bandes saillantes, disposées en hélice à pas allongé. Un embrayage permet de mettre cet arbre en rotation très rapide pendant le mouvement de va-et-vient de l'outil aspirateur. Il résulte de là une vibration du tapis, dont l'effet pour mettre la poussière en mouvement est comparé à celui du battage traditionnel.

Certains modèles d'aspirateurs peuvent être transformés en injecteurs de vapeurs désinfectantes par renversement du sens du mécanisme.

APPAREILS ÉLECTRIQUES DIVERS. — Les appareils dont il vient d'être fait mention n'épuisent pas, tant s'en faut, la liste des applications de l'électricité aux détails de la vie domestique et familiale. Il faudrait en citer bien d'autres : ozonification de l'air, fonctionnement des machines à coudre sans le travail fatigant du pied; chauffage des fers à friser et autres sortilèges du cabinet de toilette; opérations diverses de la préparation des aliments, telles que découpage des légumes, battage de la crème et des œufs, fabrication de la sauce mayonnaise, mouture du café.

La maison moderne vit sous le signe de l'électricité.

Le téléphone, la T. S. F. en font partie intégrante, et l'Administration des Postes, Télégraphes et Téléphones, qui participe au Salon par une exposition d'un grand intérêt historique et actuel, y offre chaque jour au public des expériences de télévision, en prévision de l'avenir.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT)*

## Normalisation du diapason.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT
PRISE DANS SA SÉANCE DU 24 AVRIL 1939.

Il peut sembler étrange que les musiciens des différents pays civilisés n'aient jamais pu accorder leurs instruments sur le même diapason. Autrefois ce fait n'avait guère d'importance, en raison des faibles échanges artistiques de pays à pays. A notre siècle de radio et de transport par avion, des inconvénients graves n'ont pas manqué de se produire lorsque les artistes ont cherché à franchir les frontières d'autres états pour jouer les œuvres de leur pays.

L'ensemble des sociétés s'occupant de normalisation dans les principaux pays civilisés (I. S. A.) s'est saisie de la question en 1937. A l'occasion du premier Congrès international d'Acoustique, tenu à Paris pendant l'Exposition internationale des Arts et Techniques de 1937, le problème a été soumis à l'ensemble des délégations.

Dans chaque pays, un comité a été constitué dans ce but, afin de présenter des propositions concrètes à une Conférence internationale qui doit se tenir en mai ou juin 1939.

Le Comité français avait bien voulu me charger d'étudier particulièrement la question en ma qualité de vice-président de la Chambre syndicale des Facteurs d'Instruments de Musique. J'ai établi à cette occasion le rapport ci-dessous qui, après une partie historique, montre l'influence des variations du diapason sur la construction des instruments de musique. A. D.

## Normalisation du diapason.

par M. A. DUMONT, *vice-président de la Chambre syndicale des Facteurs d'Instruments de Musique, président du Groupe des Instruments à Vent, Directeur technique de la Section Instruments de Musique et Acoustique de l'IRCAT.*

Les physiciens et les musiciens ont fixé depuis plusieurs siècles les rapports qui lient le nombre des vibrations des notes soit de la gamme naturelle (ou de Zarlin) soit de la gamme tempérée (ou de Bach). Mais la connaissance de la valeur absolue du nombre des vibrations nécessite la détermination arbitraire de la fréquence d'une des notes de la gamme. C'est à cette détermination que tend le choix de ce que l'on appelle le diapason.

Depuis plusieurs siècles, la note de référence a été le *la*. La raison de ce choix est assez obscure. Il semble que deux motifs ont guidé les musiciens. Tout d'abord le *la* est à l'unisson d'une des cordes à vide des instruments à archet tels que le violon. En outre, elle se trouve sensiblement au milieu du clavier des

(*) Reconnu par décision ministérielle du 10 novembre 1937. Siège social 31, rue d'Ulm, Paris (V^e^).



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

instruments à corde frappée tels que le piano. De fait, dans les pays germains et anglo-saxons le *la* est représenté par la lettre « a » bien que, dans tous les pays du monde, la gamme majeure commence par la note « ut », désignée par la lettre « c » dans les pays précités.

Il est indiscutable qu'au point de vue physique, on aurait avantage à prendre l'*ut* comme note de référence. Il a d'ailleurs été proposé de choisir pour les *ut* les puissances entières de 2. Cela conduirait pour $ut_3$, à 256 vibrations, soit $2^8$. Le *la* aurait alors une valeur de 427, sensiblement plus basse que celle des diapasons utilisés actuellement.

Quoi qu'il en soit, il semble impossible, maintenant, de bouleverser un usage séculaire et d'abandonner le *la* comme note de référence, bien que, dans les harmonies et les musiques militaires, on utilise de plus en plus le *si bémol* pour l'accord des instruments, puisque la majorité de ceux-ci, dans ces formations, sont du ton de *si bémol*.

VALEURS ACTUELLES DU DIAPASON. — Si l'on consulte les catalogues des fabricants de diapasons, on trouve les chiffres suivants :

| | | |
|---|---|---|
| Diapason normal européen . . . | 435 | vibrations |
| Diapason normal américain. . . | 440 | — |
| Diapason ancien français . . . . | 444 | — |
| Diapason anglais haut.. . . . . | 452 | — |
| Diapason ancien viennois. . . . | 460,85 | — |
| Diapason de Prague haut. . . . | 467,5 | — |

Au point de vue législatif, la France, l'Allemagne et l'Italie ont imposé à leurs nationaux 435 vibrations, les États-Unis 440. Mais si l'on passe de la théorie à la pratique, on constate qu'en Europe aucun orchestre ne joue plus à 435 mais bien plus haut.

Le Dr Werner LOTTERMOSER a en effet procédé dans le deuxième semestre de 1937 à un grand nombre de mesures à l'Établissement physique et technique de l'État, à Berlin, en écoutant les orchestres donnant des concerts par T. S. F. La moyenne des résultats de ses écoutes donne, par pays, les chiffres suivants :

| | |
|---|---|
| Belgique. . . . . | 442 |
| Allemagne. . . . . | 442 |
| Danemark. . . . . | 339,5 |
| France. . . . . | 442,5 |
| Angleterre. . . . . | 443,5 |
| Hollande. . . . . | 440 |
| Italie . . . . . | 442 |
| Yougoslavie . . . . . | 442,5 |
| Norvège. . . . . | 441 |
| Autriche. . . . . | 440,5 |
| Pologne. . . . . | 442 |
| Suisse. . . . . | 442 |
| Suède. . . . . | 440,5 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tchécoslovaquie . . . . . 443
Hongrie. . . . . 441

Les chiffres extrêmes relevés sont 430 et 460. Les fréquences les plus souvent relevées sont 442 (11 p. 100 du total des auditions) et 444 (plus de 12 p. 100). Le pays qui joue le plus bas est le Danemark, celui qui joue le plus haut, la Tchécoslovaquie. Le tableau ci-dessous donne les mesures du diapason effectuées à différentes époques dans plusieurs pays.

*Élévation progressive du diapason des divers pays.*

| | OBSERVATEURS | ANNÉES | NOMBRE DE VIBRATIONS PAR SECONDE | DISTANCES AU DIAPASON ACTUEL (en fractions de tons). |
|---|---|---|---|---|
| Paris, Grand Opéra. | Sauveur. . . . . | 1699 | 808 | — 0,845 |
| | | 1700 | 808 | — 0,845 |
| | Drouet. . . . . | 1704 | 810,6 | — 0,820 |
| | Fischer . . . . . | 1713 | 811,7 | — 0,809 |
| | Drouet . . . . . | 1810 | 846 | — 0,480 |
| | | 1823 | 862,7 | — 0,320 |
| | Delezenne . . . . . | 1830 | 871,5 | — 0,235 |
| | | de 1830 à 1839 | 882 | — 0,134 |
| | Lissajous . . . . . | 1858 | 846 | |
| Berlin. | Marpurg. . . . . | 1752 | 843,75 | — 0,574 |
| | Wieprecht. . . . . | 1806 à 1814 | 861 | — 0,408 |
| | Fischer. . . . . | 1823 | 874,64 | — 0,277 |
| | Wieprecht. . . . . | 1830 | 880 | — 0,225 |
| | Scheibler . . . . . | 1834 | 883,25 | — 0,194 |
| | Wieprecht. . . . . | 1858 | 903,5 | |
| Saint-Pétersbourg. | Sarti . . . . . | 1796 | 872 | — 0,298 |
| | Lissajous . . . . . | 1858 | 903 | |
| Turin. | Deleseme . . . . . | 1845 | 880 | — 0,091 |
| | Lissajous . . . . . | 1858 | 889,5 | |
| Milan. | Delezenne. . . . . | 1845 | 893,14 | — 0,072 |
| | Lissajous . . . . . | 1856 | 900,6 | |

HISTORIQUE DES VARIATIONS DU DIAPASON. — Puisque, comme nous venons de le voir, la plupart des pays européens ont abandonné en pratique leur diapason légal, il peut être intéressant d'observer la constante élévation du *la* normal dans les temps modernes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lors des travaux effectués en France en 1859, à l'occasion de la détermination du diapason légal, la Commission, nommée par le Gouvernement à cet effet, publia un tableau fort suggestif dont nous donnons ci-dessous un extrait.

*Diapasons usités dans les principales villes de France et dans divers pays d'Europe d'après les types reçus par le Ministre d'État (1859).*

| ORIGINE | NOMBRE DE VIBRATIONS PAR SECONDE | DISTANCE AU DIAPASON DE L'OPÉRA DE PARIS | |
|---|---|---|---|
| | | Mesures en vibrations | Mesures en fractions de ton moyen |
| Lille | 904 | + 8,0 | + 0,077 |
| Paris. Opéra | 896 | | |
| Paris. Grand Théâtre | 896 | | |
| Marseille | 894 | — 2,0 | — 0,019 |
| Bordeaux | 886 | — 10,0 | — 0,096 |
| Toulouse. Théâtre | 885 | — 11,0 | — 0,106 |
| Toulouse. Conservatoire | 874 | — 22,0 | — 0,210 |
| Bruxelles (Guides) | 911 | + 15,0 | + 0,144 |
| Londres. n° 3 | 910,4 | + 14,6 | + 0,138 |
| Londres. n° 2 | 905 | + 9,0 | + 0,087 |
| Berlin | 903,5 | + 7,5 | + 0,072 |
| Saint-Pétersbourg | 903 | + 7,0 | + 0,0067 |
| Prague | 899,5 | + 3,5 | + 0,034 |
| Leipzig | 897,5 | + 1,5 | + 0,014 |
| Munich | 896,2 | + 0,2 | + 0,002 |
| La Haye | 892,3 | — 3,7 | — 0,035 |
| Pest | 892 | — 4,0 | — 0,038 |
| Turin, Wurtemberg, Weimar | 889,5 | — 6,5 | — 0,062 |
| Brunswick | 887 | — 9,0 | — 0,086 |
| Gotha | 886,5 | — 9,5 | — 0,091 |
| Stuttgart | 886 | — 10 | — 0,096 |
| Dresde | 882 | — 14 | — 0,134 |
| Carlsruhe | 870 | — 26 | — 0,250 |
| Londres (n° 1) | 868 | — 28 | — 0,264 |

On peut constater qu'entre 1700 et 1858, en un siècle et demi, le diapason est monté de 404 à 448. Cet intervalle représente 45 savarts. Si nous nous rappelons que le ton de la gamme tempérée vaut 50 savarts et le 1/2 ton, 25, on voit que le diapason avait monté d'environ 3/4 de ton.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La France, en 1859, les autres nations continentales, à la suite du Congrès de Vienne (1883-1885), ont ramené leurs diapasons à 435; mais, actuellement, sous l'influence des États-Unis, les orchestres n'ont cessé de hausser leur diapason depuis 20 ans, et nous sommes revenus peu à peu aux errements d'avant 1859.

Quelles en sont les raisons? Les instrumentistes à vent incriminent les instrumentistes à cordes. Ces derniers, pour présenter au public un jeu plus « brillant », ne manquent pas, en effet, de demander aux premiers de hausser le diapason lors de l'accord. Comme dans les orchestres symphoniques, c'est toujours le hautbois qui donne le *la*, il lui est difficile, en raison de la construction même de son instrument, de leur donner satisfaction, jusqu'au jour où, sous la pression du chef d'orchestre, le hautboïste va trouver le facteur d'instruments de musique et lui commande un hautbois un peu plus haut.

Mais il est aussi une deuxième raison qui a indirectement contribué à l'élévation permanente du diapason, c'est son élévation temporaire au cours d'un concert.

Il y a quelques années, Gustave Lyon a fait en France des expériences très précises à ce sujet. Le Dr Werner Lottermoser les a reprises au cours des écoutes de T. S. F. dont il a été question ci-dessus.

Si, au début d'un concert, les musiciens se sont accordés à 435 vibrations, après quelque temps de jeu, on constate que le diapason s'est élevé d'au moins 6 hz, ce qui correspond à 6 savarts soit 1/8 de ton environ. Cette augmentation de la fréquence des notes émises a pour cause l'élévation de la température de la colonne d'air des instruments à vent.

Lorsque les instrumentistes pénètrent dans la salle de concert, qui est en général à 20°, le hautbois donne le *la*. A ce moment, sa colonne d'air est à 20°. Après que l'orchestre a joué, l'air à 20° est expulsé et remplacé par de l'air à 37°. La température de la colonne d'air des instruments à vent se met progressivement en équilibre à une valeur intermédiaire entre 20° et 37°.

La théorie et la pratique du laboratoire confirment qu'un tuyau ouvert donnant le *la 435* à 15° présente les fréquences suivantes selon l'élévation de température de l'air qu'on y introduit :

| | |
|---|---|
| 15°. . . . . | 435 vibrations |
| 20°. . . . . | 438,8 — |
| 25°. . . . . | 442,6 — |
| 30°. . . . . | 446,5 — |
| 35°. . . . . | 450,4 — |
| 40°. . . . . | 454,1 — |

Au cours de l'exécution d'un morceau, la température moyenne de l'air à l'intérieur d'un instrument varie selon son volume et la nature de ses parois. Gustave Lyon a trouvé que c'était le hautbois qui donnait les plus grands écarts. Cela provient de l'épaisseur assez grande de ses parois en ébène qui limitent les pertes de chaleur par rayonnement. Par contre, la flûte, à parois minces et de faible volume, équilibre mieux sa température interne avec la température ambiante.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, il est hors de doute qu'au cours de l'exécution d'un morceau, entraînés par le jeu, les artistes élèvent inconsciemment le diapason, sauf si l'orchestre comprend un instrument à sons fixes, piano ou orgue, qui les maintient au diapason normal.

Cette variation temporaire du diapason exerce une lente influence sur les musiciens et les pousse à jouer de plus en plus haut.

RÉSULTATS DE L'ASCENSION DU DIAPASON. — On a soutenu que l'élévation progressive du *la* déformait le caractère musical des œuvres anciennes. Pour un physicien ce n'est pas exact. Que le *la* ait 404 hz, comme au temps de Mozart, ou 440, comme de nos jours, cela n'empêchera pas le ton de la gamme tempérée d'avoir 50 savarts dans les deux cas.

Mais si l'on examine deux gammes naturelles, l'une d'*ut*, l'autre d'*ut bémol*, la question change. Dans le premier cas, l'intervalle *ut-ré* est de 51 savarts, celui de *ut bémol-ré bémol* de 53,5 dans le second. Les tons sont augmentés d'un demi-comma, les demi-tons sont diminués d'un comma ou d'un demi-comma. Par conséquent, le mode musical n'est plus tout à fait le même, d'où un caractère musical un peu différent.

Mais les répercussions de l'ascension du diapason sont bien plus importantes pour le chant et pour la facture instrumentale.

*Répercussion sur le chant.* — Les chanteurs se plaignent à juste titre de l'élévation du diapason.

Dans l'air *Rêve de nuit* de *La flûte enchantée*, de Mozart, certaines cantatrices montent au *fa* suraigu (*fa* 5). La fréquence de cette note, qui est de 1286 si le diapason est à 404, passe à 1396 si le diapason est à 440. Cela représente 36 savarts, soit près de 3/4 de ton. L'exécution de cette note, déjà difficile au XVIII$^{e}$ siècle, devient presque impossible maintenant.

*Répercussion sur la facture instrumentale.* — Il est facile de déterminer l'influence de l'élévation du diapason sur les proportions ou les caractéristiques de quelques instruments de musique.

*a*) Instruments à cordes. — Nous prendrons comme exemple le violon. Par construction, dans cet instrument, les quatre cordes sont soumises à la même tension. Nous calculerons les variations de la tension pour un *la* et nous en déduirons l'effort sur le chevalet, donc sur la table.

La formule donnant les périodes propres de vibration des cordes est la suivante :

$$N = \frac{1}{2L}\sqrt{\frac{gP}{p}},$$

dans laquelle : N, est la fréquence; L, la longueur libre (diapason du violon); P, la force de la tension en grammes; $p$, le poids de la corde en grammes par centimètre; $g$, l'accélération de la pesanteur.

En pratique :

$$L = 33 \text{ cm} \qquad p = 0{,}94 \text{ g/cm} \qquad g = 981.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ces conditions, la formule peut s'écrire :

$$P = 3{,}9\ N^2.$$

Enfin, si l'on admet que l'angle des cordes et du chevalet est le même à droite et à gauche et égal à 78°, on peut dresser le tableau ci-dessous.

| N | Tension unitaire | Tension totale | Pression verticale |
|---|---|---|---|
| — | — | — | — |
| | (kg) | (kg) | (kg) |
| 404 | 6,350 | 25,400 | 5,095 |
| 435 | 7,400 | 30,200 | 6,125 |
| 440 | 7,550 | 30,200 | 6,250 |
| 452 | 8,000 | 32,000 | 6,625 |

Pour pouvoir jouer les violons antiques de nos jours, il est nécessaire de doubler l'ancienne barre d'harmonie pour que la table, en général plate, puisse résister à l'augmentation de pression du chevalet.

*b*) Instruments de cuivre. — Les instruments de cuivre sont munis d'une coulisse, dite de diapason, qui permet de les accorder facilement.

Les instruments destinés aux marchés anglo-saxons sont même dotés de deux coulisses, l'une pour jouer à 440 l'autre à 452. Voici un tableau donnant les différences de longueur du corps sonore des principaux instruments pour les diapasons 435 et 452 :

| Instrument | Différence pour *la* 435 et *la* 452 |
|---|---|
| — | — |
| Cornet *si* ♭ | 60 mm |
| Cornet *ut* | 60 — |
| Trompette *mi* ♭ | 100 — |
| Bugle *si* ♭ | 60 — |
| Alto *mi* ♭ | 100 — |
| Trombone ténor *ut* | 100 — |
| Basse *si* ♭ | 120 — |
| Contrebasse *mi* ♭ | 160 — |
| Contrebasse grave *si* ♭ | 200 — |

*c*) Instruments à clés. — Nous prendrons comme exemple le saxophone alto. La différence ici porte non seulement sur la longueur du corps sonore mais aussi sur le diamètre des perces; on conçoit, en conséquence, que les fabricants de clarinettes ou saxophones redoutent les variations du diapason qui les obligent, si elles sont importantes, à remplacer des modèles et un outillage fort onéreux.

*Différences pour* la 435 *et* la 452.

| | | |
|---|---|---|
| Longueur du bout du bocal au centre du *fa* aigu | 16 | mm |
| — — — au centre du *sol* médium | 26 | — |
| — — — au bord du pavillon | 58,5 | — |
| Diamètre de la perce de *fa* aigu | 3,5 | — |
| — — du *sol* médium | 3 | — |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*d*) Instruments à percussion. — Nous prendrons comme exemple le xylophone acier. La loi de variation des vibrations des lames de cet instrument est sensiblement :

$$N = 0{,}93\frac{A}{L^2}V$$

pour laquelle : A est la demi-épaisseur de la lame; L, la longueur de la lame: V, la vitesse du son dans l'acier (5 200 m/sec).

Pour réaliser une même note, $ut_3$ par exemple, avec une lame de 10 mm d'épaisseur, la longueur sera de :

| | |
|---|---|
| Diapason 435 . . . . . | 30,57 cm |
| Diapason 440. . . . . | 30,41 — |

CHOIX DU DIAPASON. — En conservant le $la_3$ comme note de référence, il semble difficile de maintenir le diapason à 435, nombre légal dans la plupart des pays européens. En effet, les facteurs d'instruments de musique du monde entier ont comme principaux consommateurs les instrumentistes américains, qui exigent le $la_3$ à 440; il en résulte que tout l'outillage créé, soit en France, soit en Angleterre, soit en Tchécoslovaquie, pour la fabrication des instruments à vent à clés, est basé sur la note de référence 440. D'autre part, ainsi que nous venons de le montrer plus haut, la majorité des orchestres européens joue aux environs de cette tonalité.

Il semblerait donc indispensable de fixer dès maintenant le $la_3$ à 440 vibrations par seconde.

Il importe d'autre part de préciser la température d'étalonnage. Autrefois, tous les diapasons étaient étalonnés à 15°. Dans un but de normalisation, il conviendrait de remplacer cette température par celle de 20°. Les variations d'un diapason en acier au carbone sont d'ailleurs assez faibles avec la température. Nous rappelons que la formule théorique donnant les variations de température d'un diapason en acier au carbone est la suivante :

$$N = N_0(1 - 0{,}00011\,t).$$

L'application de cette formule montre que :

$$N_{20} = N_{15} \times 0{,}9994$$

si $N_{15} = 435$

$N_{20} = 434{,}76$

si $N_{20} = 440$

$N_{15} = 440{,}24.$

Les mesures faites, en février 1938, par M. DECAUX au Laboratoire de Radioélectricité à Paris sur trois diapasons ont donné les variations suivantes :

1° Diapason à résonateur en bois $la_3 = 435$

| | |
|---|---|
| à 18° . . . . . | 435,5 |
| à 35° . . . . . | 434,7 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° Diapason à résonateur en bois $la_3 = 440$

| | |
|---|---|
| à 18° | 440,4 |
| à 24° | 440,2 |
| à 33° | 439,7 |

3° Diapason à résonateur métal $la_3 = 435$

| | |
|---|---|
| à 18° | 434,9 |
| à 24° | 435,1 |
| à 35° | 434,2 |

Les variations sont de l'ordre de 4/100 de période pour un degré, ce qui est de l'ordre de 1/10 000.

*Nécessité d'une conférence internationale pour la fixation de la valeur du diapason.* — Les échanges de musiciens de pays à pays d'une part, les échanges d'instruments de musique d'autre part, rendent de plus en plus nécessaire une normalisation générale du diapason dans tous les pays civilisés. Il importerait de réunir au plus tôt une conférence internationale pour fixer cette question. Il sera semble-t-il assez facile de rallier tout le monde à l'adoption d'un diapason international de 440 vibrations par seconde pour le $la_3$ à 20°; mais il semble plus difficile d'imposer ce chiffre normalisé à tous les exécutants. Il serait indispensable que tous les physiciens et acousticiens se préoccupent de cette question, qu'ils examinent, d'une part, comment l'on pourrait tenir compte dans les concerts de la variation du diapason avec la température, et, d'autre part, comment on pourrait éviter à l'avenir une nouvelle élévation du diapason, dont les multiples inconvénients ont été signalés ci-dessus, savoir :

1° difficulté pour les chanteurs de hausser encore leur voix dans les opéras anciens;

2° impossibilité de jouer les violons antiques dont la voûte n'a pas été prévue pour résister aux pressions du chevalet;

3° dénaturation dans l'écriture musicale des œuvres du XVIII$^e$ siècle.

On pourrait suggérer la réalisation d'un diapason en quartz, déposé au Bureau international des Poids et Mesures et servant de référence pour le monde entier, et l'adoption de diapasons étalonnés, dans tous les orchestres.

***

Le Congrès international d'Acoustique musicale s'est tenu à Londres les 11 et 12 mai 1939.

Après une discussion assez longue, l'ensemble des délégations présentes, représentant la plupart des nations civilisées, a adopté le principe de la normalisation du diapason à $la = 440$ à 20° C. Il est bien spécifié que les instruments de musique à vent devront être réglés sur ce diapason, mais après qu'ils auront été préalablement réchauffés.

Une Conférence internationale ultérieure fixera les modalités d'émission du diapason par le Bureau international de l'Heure dans un but d'unification mondiale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'ART AU SALON DES ARTS MÉNAGERS

## (Paris, 26 janvier-12 février 1939).

par M. Jean FRESSINET, *membre du Conseil.*

Cette manifestation vivante et importante, et qui attire chaque année au Grand Palais une foule de visiteurs, serait incomplète si elle ne comprenait dans

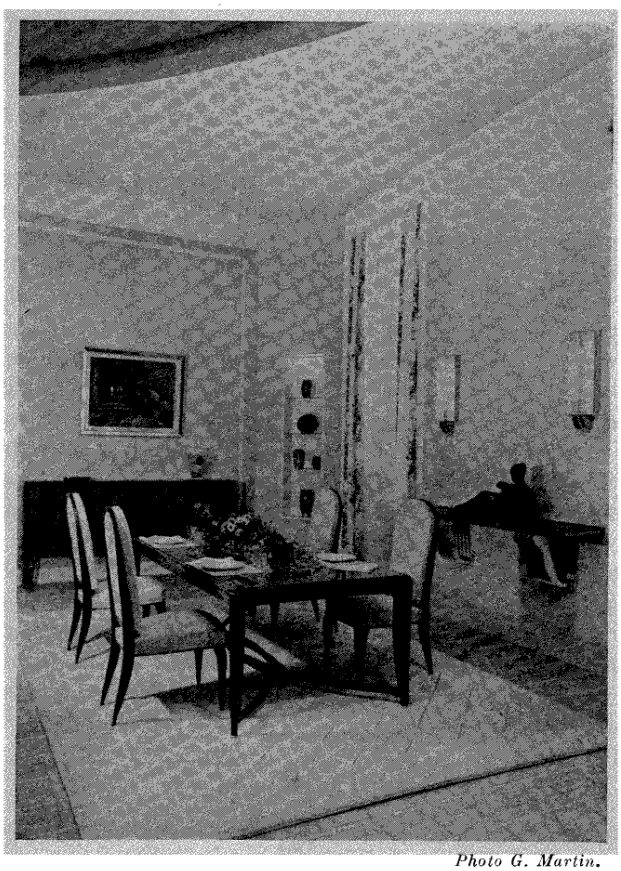


*Photo G. Martin.*

Fig. 1. — Salle à manger en limbo d'Afrique française, par Dominique.

son programme tout ce qui concerne l'habitation, si elle se bornait à présenter au public les éléments les plus nouveaux pour l'équipement logique et scientifique, peut-on dire, de la maison, sans y associer les possibilités de l'art contemporain.

C'est d'ailleurs ce qu'ont parfaitement compris les organisateurs de ce Salon

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des Arts ménagers, qui, sous la jeune et active impulsion de son commissaire général, M. Paul Breton, connaît chaque année un succès nouveau et toujours grandissant.

Alors que le Salon de 1923 groupait 200 exposants occupant 5 000 m², celui de 1936 en réunissait 800, et celui de 1939, 1 200, sur une surface de 35 000 m². Quant au chiffre des entrées, il est passé de 100 000 en 1923, à 428 000 en 1936 et à 610 000 au dernier Salon.

Il serait donc regrettable, n'en déplaise à certains esprits timorés que désole le voisinage des aspirateurs, de l'alimentation et de l'art, que ce dernier en fût éloigné sous un fallacieux prétexte de dignité. Si l'on ne croit plus au classement périmé des arts majeurs et des arts mineurs, et si l'on ne doute plus que l'art doit s'associer étroitement à la vie, on ne peut que se réjouir de la nouvelle occasion qui lui est offerte de prendre contact avec le grand public.

Combien, parmi les 610 000 visiteurs enregistrés par les tourniquets d'entrée du Grand Palais fréquentent les expositions d'art ou feuillettent les revues artistiques?... très peu sans doute.

Il serait donc inconcevable de ne tenter aucun effort pour éviter que ce public soit condamné à être toujours la proie des slogans prometteurs et de la plus tapageuse des publicités.

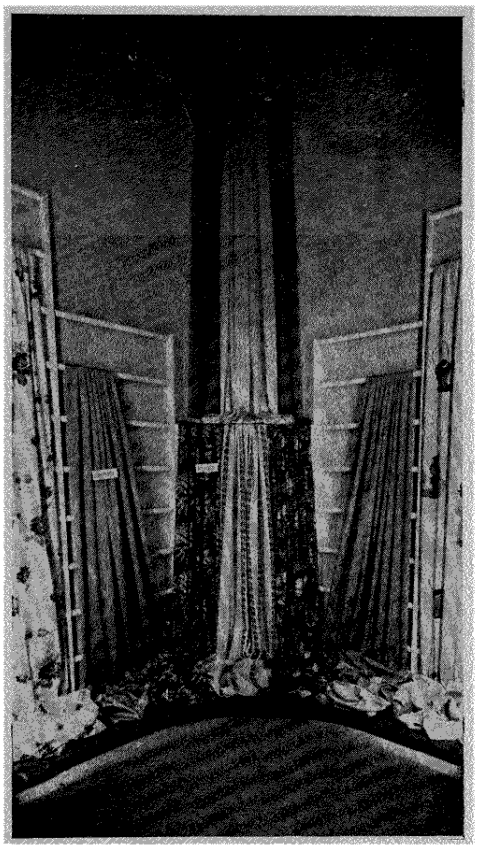


*Photo Arts ménagers.*

Fig. 2. — Exposition collective des Fabricants français de Tissus d'ameublement.

Au demeurant, le rythme accéléré de la vie moderne rend à peu près impossible la réclusion des artistes dans de légendaires tours d'ivoire, surtout lorsque leur domaine d'action est celui de l'art appliqué.

Cela dit, reconnaissons que la place faite à l'art au Salon des Arts ménagers était aussi vaste dans son étendue que variée dans sa forme, et, avant de rappeler l'intérêt que présentaient les manifestations des groupements d'industries d'art, il y a lieu de reconnaître les efforts individuels faits par les exposants les plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

divers réunis dans le grand hall ou répartis dans les galeries. Si certaines présentations de stands isolés laissaient encore à désirer, on pouvait du moins remarquer, dans l'ensemble, une amélioration sensible.

Un grand nombre d'exposants ont enfin compris l'importance de la mise en

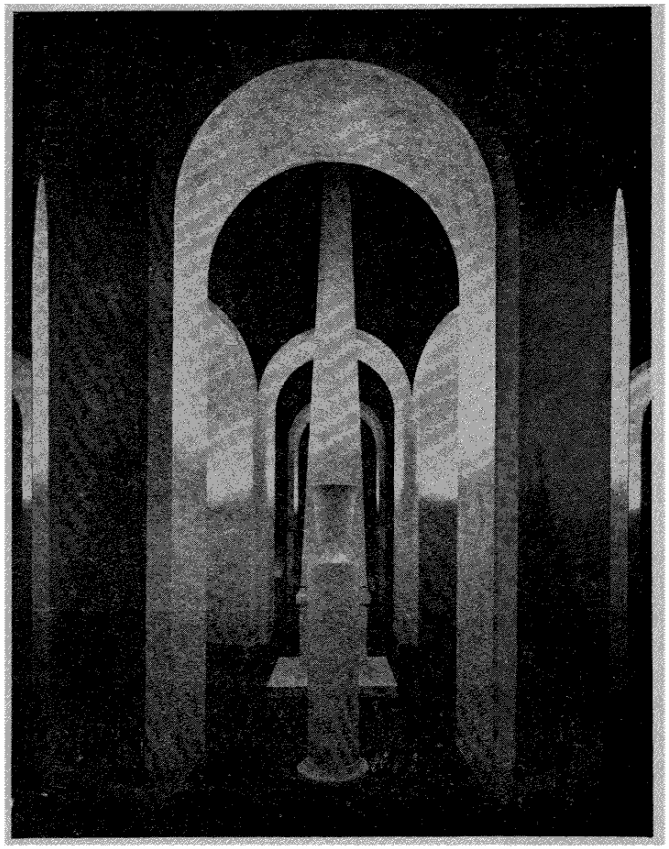


*Photo Décor d'Aujourd'hui.*

Fig. 3. — Exposition collective des Fabricants de Papiers peints de France; J. Fressinet architecte.

valeur par une présentation agréable des produits qu'ils fabriquent et son heureuse influence sur la vente.

Sous le titre « Décors de France » un groupe d'artistes décorateurs, dont le nom et le talent sont des plus connus, ont exposé des ensembles du plus haut intérêt en choisissant pour thème unique le studio salle à manger. Les auteurs de ces ensembles se sont efforcés de créer pour un prix abordable des meubles de qualité réalisés uniquement avec des bois de notre empire colonial. Présentés dans un cadre charmant, avec la collaboration des fabricants de tissus et des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fabricants de papier peint de France, ces ensembles donnaient une impression de confort et d'élégance qui ne pouvait laisser indifférent aucun des nombreux visiteurs du Salon.

Ce groupe voisinait avec celui intitulé « Art et Tradition », dans lequel les décorateurs antiquaires avaient reconstitué, également sur un thème unique, une série de présentations rétrospectives. Le thème choisi était, cette année, le cabinet de travail; il a permis à ces exposants de montrer des ensembles de style,

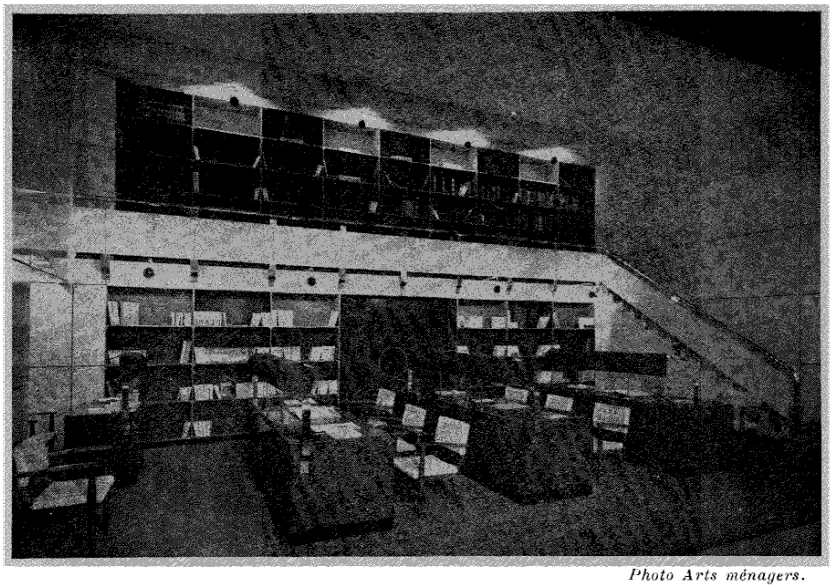


*Photo Arts ménagers.*

Fig. 4. — Salle de lecture d'une bibliothèque publique (revêtement, mural, tables et tablettes en fibro-ciment) édité par la Société Elo; Menkès architecte.

d'époques très différentes. De belles reliures, des tapis et des bibelots précieux associaient la richesse de leur matière à des boiseries fort respectables.

Les chambres syndicales de l'Ameublement, des Tissus, du Papier Peint, du Luminaire, de la Céramique, de la Verrerie, de l'Orfèvrerie et du Bronze présentaient, sous le titre du « Foyer d'Aujourd'hui », une suite de salles et d'ensembles réunissant des œuvres dues à la collaboration d'artistes et d'industriels.

Le but fixé par les organisateurs de ce groupement était des plus louables puisqu'il tendait à mettre en valeur des œuvres saines et honnêtes pour détourner le public de la médiocrité et du faux luxe, obtenu en général au détriment de la qualité.

Si nous estimons que cette collaboration indispensable de l'art et de l'industrie, dont les effets furent révélés à la foule par l'Exposition de Paris de 1925, n'a pas encore atteint l'ampleur et le niveau que nous aurions souhaité, il convient de reconnaître cependant qu'elle a déjà donné des résultats appréciables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si, malgré la sélection opérée par un jury, tous les ensembles groupés au Foyer d'Aujourd'hui n'étaient pas d'un intérêt égal, ce qui est d'ailleurs très difficile à réaliser, la plupart d'entre eux témoignaient d'une recherche et d'un réel effort pour associer au confort la sobriété, l'élégance, la fraîcheur et la fantaisie.

Tandis que le Hall des Métiers d'Art et celui du Luminaire présentaient des expositions individuelles, réalisées dans un ensemble, le Hall des Tissus et celui

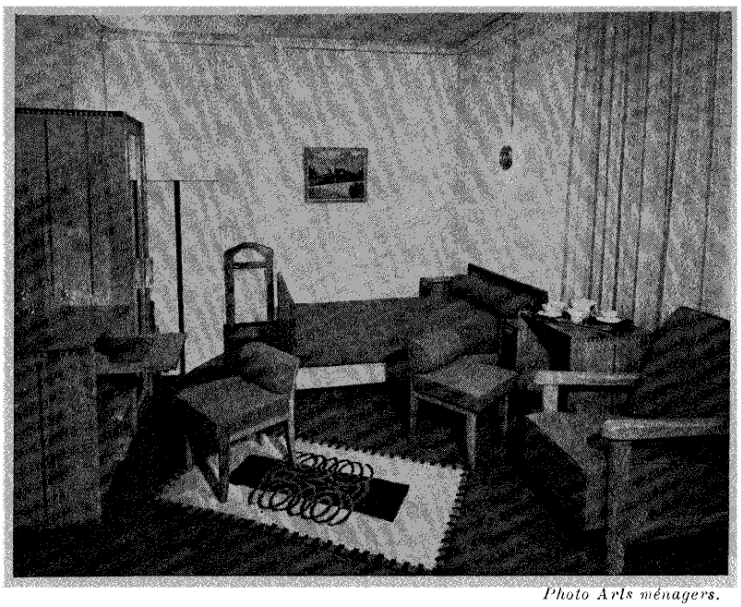


*Photo Arts ménagers.*

Fig. 5. — Chambre d'hôtel en teck et « oléo-vermolo », de Cl. Magne; édité par Schmit et Cie.

du Papier Peint montraient en collectivité, dans un but de propagande, les productions les plus récentes de ces deux industries.

Comme les années précédentes, l'Exposition de l'Habitation, organisée par une revue d'architecture moderne, groupait, en une suite de stands, les principaux matériaux et les éléments de construction nouveaux mis à la disposition des industries du bâtiment. Cette exposition constituait un centre de documentation fort intéressant. Il en était de même pour la Section de l'Économe qui proposait, pour l'équipement des écoles, des internats et des hôpitaux, des modèles simples et rationnels donnant entière satisfaction à l'esthétique et à l'hygiène. L'Exposition de l'Habitation montrait en outre, cette année, les brillants résultats de deux intéressants concours, l'un pour l'architecture d'un club des collaborateurs d'une grande firme, et l'autre pour la réalisation d'une chambre d'hôtel.

L'architecte lauréat du premier de ces concours a conçu un projet assez original et son utilisation du matériau imposé était des plus ingénieuses.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quant au second concours, qui réunissait des décorateurs de talent, il témoignait de recherches curieuses et personnelles pour résoudre les difficultés du problème posé aux concurrents.

Concevoir et réaliser un mobilier solide, agréable, pratique, économique et confortable, répondant à tous les besoins d'un voyageur, c'est-à-dire donnant le maximum de commodité dans le minimum de place, n'était certainement pas une tâche aisée.

Si certains des concurrents firent appel au métal, sous la forme de tube ou de

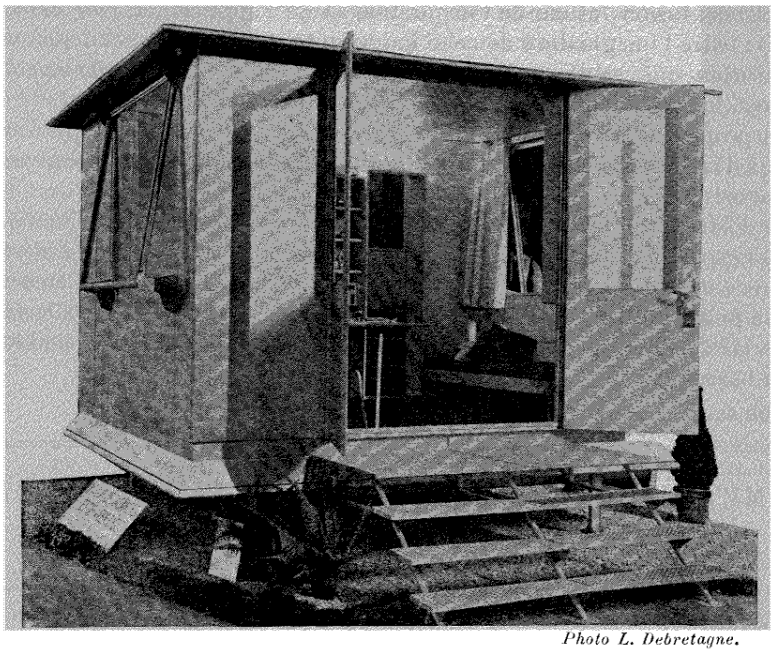


*Photo L. Debretagne.*

Fig. 6. — Maison démontable de vacances et de week end; Loods architecte; édité par la Société de Constructions métalliques B. L. P. S.

tôle d'acier, d'autres surent utiliser très ingénieusement les bois de France ou de nos colonies, allant même jusqu'à tirer un excellent parti décoratif d'assemblages apparents.

Deux maisons de week end, conçues par des architectes de talent et construites avec des parois isolantes appliquant les principes isothermiques, étaient réalisées, l'une en bois, et l'autre en métal. Cette dernière, dont on avait envisagé le déplacement fréquent, était d'un montage, d'un démontage et d'un transport faciles.

Dans la décoration d'ensemble du Salon, il convient de signaler une salle de lecture ainsi que les salles du restaurant pour la construction desquelles d'excellents architectes tirèrent le meilleur parti d'un nouveau revêtement. Ajoutons que les Arts ménagers avaient même une galerie de peinture « L'Atre », dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

laquelle quelques artistes, dont certains ont déjà une signature connue et appréciée, présentaient au public des toiles inspirées autant que possible par la vie ménagère. En résumé, on ne peut qu'applaudir l'effort tenté par les organisateurs de ce Salon puisqu'il vise les deux buts que se sont assignés depuis longtemps les Français avisés et soucieux de l'avenir de l'industrie nationale; l'urgence de les atteindre se fait de plus en plus sentir. Ces deux buts sont ceux que définissait si bien le comte de Laborde dans son rapport de l'Exposition universelle de Londres de 1851 :

« 1° une fusion intime de l'inspiration et de l'application, une association « étroite entre l'imagination de celui qui invente et la main de celui qui exécute; « association qui, seule, peut calmer la fougue de l'esprit, seule ennoblir et « relever le travail de l'outil; association qui, surtout, maintient dans une « juste proportion la part que l'industrie doit faire à l'art, la part que l'art doit « faire à l'industrie pour que le meuble reste un meuble en devenant un chef « d'œuvre;

« 2° l'éducation du public. Là est la planche de salut, écrivait l'éminent et « avisé rapporteur, c'est en cela plus qu'en toutes choses que nous différons de « la Grèce des beaux temps. On vante ses grands artistes; j'admire surtout son « grand public, qui comprenait ses artistes en même temps que, par la fixité et « la pureté de son goût, il les maintenait dans la recherche exclusive de l'idéal et « de la beauté ».

Je ne saurais conclure en des termes meilleurs.

---

# COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

## COMITÉ DE COMMERCE

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

### Le Comité de l'Or,

par M. F. BLONDEL, *membre du Conseil.*

Un décret-loi du 17 juin 1938 avait mis à la disposition du Ministre des Colonies un crédit de 100 millions de francs pour le développement de la production aurifère dans les colonies françaises. Un décret-loi du 21 avril 1939 a annulé ce crédit, sauf une dépense de 190 000 fr, effectuée entre ces deux dates.

Pour atteindre le but proposé par le premier décret-loi, le Ministre des Colonies, pendant cette période, a pris les décisions suivantes :

1° le 7 juillet 1938, a été nommé l'Inspecteur général des Colonies chargé de contrôler les dépenses;

2° Les 23 septembre, 29 novembre 1938 et 9 janvier 1939, ont été nommés les membres du Comité de l'Or, chargé, « sous l'autorité du Ministre des Colonies, « de préparer les mesures nécessaires au développement de la production de l'or « dans les colonies, d'en suivre et d'en coordonner l'exécution ». Le Comité de l'Or n'a jamais été réuni;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° Les divers territoires coloniaux, par des arrêtés particuliers, ont été placés, pour l'or, sous le régime des zones réservées, c'est-à-dire que les droits miniers ne s'obtiennent plus automatiquement, mais uniquement par décrets individuels et discussion des cahiers des charges. Depuis juin 1938, jusqu'à la date de la rédaction de la présente note (8 mai 1939), un seul permis a été accordé, alors qu'une cinquantaine de demandes ont été présentées. La prospection privée a donc été, peut-on dire, arrêtée;

4° Aucune prospection officielle n'a été entreprise sur les fonds accordés par le décret-loi de juin. D'après ce qui précède, on voit que la prospection aurifère dans les colonies a été pratiquement annulée depuis 8 mois;

5° Une taxe supplémentaire de 20 p. 100 sur les bénéfices des sociétés de mines d'or a été introduite au Cameroun et à Madagascar. Cette taxe ayant soulevé des protestations et sa légalité étant contestée, il semble qu'on veuille la remplacer par un accroissement de la taxe *ad valorem* qui passerait de 5 à 15 p. 100. En tout cas, une telle surcharge a été effectivement appliquée en Afrique équatoriale et au Cameroun depuis le 1er avril 1939. Une telle taxe entraînera l'arrêt de presque toutes les exploitations qui, naturellement, ne laissent pas normalement une telle marge de bénéfice.

Telles sont les mesures prises pour développer la production aurifère dans les colonies.

---

## COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 18 AVRIL 1939).

### L'essor de la métrologie dans les industries mécaniques,

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

Le développement intensif des travaux de *normalisation* a attiré l'attention des techniciens de tous les pays industriels sur le rôle essentiel de la *métrologie* dans les industries mécaniques modernes.

Températures et durées des traitements thermiques, vitesses, accélérations, vibrations des organes de nos machines, temps d'usinage, qualités mécaniques des matériaux et des produits ouvrés, propriétés des surfaces, masses, moments d'inertie, dimensions, etc., tout se mesure, tout est nombre. Sans l'heureux traditionnalisme de notre Société, on serait presque tenté d'oublier que ces nombres, sur qui désormais les fabrications mécaniques se fondent scientifiquement, n'excluent pas le génie inventif et l'harmonie des « arts mécaniques » du bon vieux temps.

Gardienne de l'*interchangeabilité*, qui est la raison même de la normalisation, et que, dans le rythme éperdu de notre course au rendement, l'habileté, le bon sens et la conscience de nos ouvriers ne suffiraient plus à garantir, la « mesure » commande aujourd'hui l'usine.

Inévitable rançon de nos défaillances, le contrôle est partout. Partout, il veille aux limites des *tolérances* que *l'inconstance des conditions d'usinage*, l'*hété-*



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*rogénéité propre de la matière* et l'*incertitude des mesures* nous obligent à consentir et à proportionner à l'économie de la fabrication.

C'est qu'il ne s'agit plus de réaliser à tâtons, par d'habiles coups de lime, ces chefs-d'œuvre d'ajustage qui jadis faisaient la gloire des artisans de France.

Le machinisme s'est imposé dans tous nos travaux pour en accroître le *rendement*, cet objectif permanent de l'industrie. Le perfectionnement de la qualité des fabrications s'acquiert alors par la réduction des tolérances des critères qui la définissent; d'où la nécessité d'atténuer les effets des trois facteurs qui dispersent chacun de ces critères dans sa zone de tolérance. Pour y parvenir il n'est qu'un seul moyen : mesurer!

L'hétérogénéité de la matière, l'inconstance de ses conditions d'usinage se trouvent sans doute réduites du fait même de la continuité des fabrications, objet et conséquence de la normalisation et de la rationalisation des industries; tant il est vrai que les machines, tout comme les hommes, justifient le vieil adage : « C'est en forgeant qu'on devient forgeron. » Mais cette réduction ne saurait être atteinte sans un contrôle permanent de tous les facteurs qui affectent l'élaboration de la matière et sa mise en œuvre.

Quant à la réduction de l'incertitude des mesures, elle suppose évidemment le perfectionnement des appareils de mesure et des méthodes métrologiques.

En fait, depuis près de 150 ans que GRIBEAUVAL, génial précurseur, a posé les bases de la normalisation et de l'interchangeabilité [1], les étapes de tous les progrès techniques des fabrications mécaniques ont été marquées par un progrès corrélatif de la métrologie industrielle.

C'est pourquoi, en Allemagne, dès après la guerre, le Deutscher Normenausschuss se hâtait d'annexer à la Technische Hochschule de Dresde un « Institut de Métrologie et d'Interchangeabilité » qui n'a cessé, depuis sa création, de lui fournir les éléments métrologiques indispensables à son œuvre de normalisation.

C'est aussi pourquoi, en 1936, notre éminent collègue, M. l'Inspecteur général Dumanois, me confiait la présidence du groupe « Mécanique de Précision et Métrologie » de la jeune Société française des Mécaniciens (S. F. M.), qu'il venait de fonder, avec mission de créer dans nos industries mécaniques le « climat » nécessaire pour que s'y diffusent les disciplines métrologiques et s'y développent la fabrication et l'emploi des appareils de contrôle industriel. Depuis trois ans, ce Groupe n'a cessé de plaider la cause de la métrologie industrielle. Son appel a été entendu. Avec le bienveillant appui des services publics et des organismes privés intéressés — au premier rang desquels il m'est agréable de nommer le Comité des Arts mécaniques de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale — il a réussi à grouper, dans un même élan enthousiaste pour cette cause nationale, les maîtres les plus qualifiés de notre enseignement supérieur et technique, les représentants les plus autorisés de nos grandes admi-

(1) Voir, à ce sujet, dans le *Bulletin* de décembre 1934, p. 675-718, Unification internationale des normes fondamentales de la mécanique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nistrations, les directeurs, ingénieurs, chefs d'atelier les plus compétents de notre industrie.

Au total, près de 300 savants et techniciens de tous ordres participent déjà à son action, sous la présidence d'honneur de M. Charles Fabry, membre de l'Académie des Sciences et du Conseil de la Société d'Encouragement, et de M. Albert Pérard, directeur du Bureau international des Poids et Mesures.

Cette action vise à compléter dans le domaine de la métrologie dimensionnelle et mécanique l'œuvre entreprise à la fin du siècle dernier sous la présidence du général Gras dans le domaine du contrôle de la qualité des matériaux, par la Commission des Méthodes d'essai des Matériaux, œuvre poursuivie par la suite sans relâche par l'Association française pour l'essai des Matériaux.

Dans une introduction à l'étude de la métrologie industrielle [2], qui constitue la première manifestation du Groupe, j'en ai tracé les grandes lignes, laissant à nos collègues le soin de broder au gré de leur inspiration ou des nécessités de l'heure cette trame volontairement légère.

En fait, nous nous sommes surtout attachés jusqu'ici :

1° A faire œuvre de climatisation, d'éducation, d'information et de propagande, en organisant des séries de conférences destinées, soit à faire le point sur des questions déjà mûres, soit à attirer l'attention des mécaniciens sur des questions nouvelles et peu connues, soit à présenter des réalisations récentes de notre industrie, soit à éclaircir dans une large discussion des questions encore controversées ;

2° A favoriser et étendre la collaboration internationale, en appelant à notre tribune des conférenciers étrangers, en publiant dans le *Bulletin de la S. F. M.* des travaux de nos membres correspondants et en organisant, à l'occasion de l'Exposition de Paris 1937, en liaison avec la Société chronométrique de France, un Congrès de Chronométrie et de Métrologie ;

3° A préparer l'éclosion de recherches nouvelles, tant en nous appliquant à définir, sur la base des besoins actuels de l'industrie, les buts les plus urgents de ces recherches, qu'en étudiant avec les organismes compétents les moyens de les réaliser.

Nos conférences ont porté de préférence sur la métrologie dimensionnelle, la plus importante pour les fabrications mécaniques ; mais nous avons aussi abordé la métrologie des vitesses et des accélérations et celle des masses et des forces.

Avec le souci constant d'élever et élargir le domaine de pensée des réalisateurs et d'apporter le bénéfice de leurs œuvres et de leurs efforts à ceux qui font profession de penser, nous avons pris successivement pour thèmes : L'interprétation des résultats des mesures ; — L'étude des divers modes d'amplification (mécanique, optique, électromagnétique, électrostatique, pneumatique, photoélectrique, thermoionique) ; — Les applications des méthodes statistiques à la métrologie industrielle ; — La détermination des constantes élastiques de la matière ; — La mesure des rugosités superficielles ; — L'étude des matériaux

(2) *Mécanique, Bulletin de la Société française des Mécaniciens*, novembre-décembre 1936.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

métalliques pour la métrologie; — Les applications de la piézoélectricité à la mesure des forces, des accélérations et des vibrations; — La stroboscopie; — La mesure des vitesses dans les divers domaines de la technique; — Le pesage automatique; — La métrologie des engrenages.

En moins de trois ans, nous avons ainsi recueilli 90 communications originales[3] et fait connaître une vingtaine d'appareils nouveaux, de conception et de réalisation françaises.

*
* *

Sur le plan international, nous ne nous sommes pas contentés d'appeler à plusieurs reprises à notre tribune les membres correspondants que nous comptons déjà en plusieurs pays d'Europe (Allemagne, Belgique, Pologne, Tchécoslovaquie, Suède, Suisse) ou de leur ouvrir les colonnes de notre bulletin.

Nous souvenant que la fortune sourit aux audacieux, nous avons organisé un Congrès international de Métrologie industrielle, le premier du genre. Cette initiative appartenait sans doute aux petits-fils des Conventionnels qui, dans un siècle où, selon le mot de TALLEYRAND, les mesures de France présentaient « une variété dont la seule étude épouvante », n'hésitèrent pas à dédier leur œuvre grandiose d'unification « à tous les temps et à tous les peuples ».

Organisées par la Société française des Mécaniciens, en collaboration avec la Société chronométrique de France, les Journées internationales de Chronométrie et de Métrologie se sont tenues à Paris du 6 au 11 juillet 1937, à l'hôtel des Ingénieurs civils de France, sous la présidence de notre éminent collègue, M. Charles Fabry. Elles avaient pour objet l'étude de la métrologie des longueurs, du temps et des masses, non seulement du point de vue scientifique et abstrait, mais surtout du point de vue de ses applications industrielles. Près de 300 congressistes de 37 pays différents y ont pris part; 66 mémoires, dont 47 touchant la métrologie des longueurs et des masses, y ont été exposés et discutés[4].

Le succès de cette manifestation a été considérable, comme aussi son retentissement bien au-delà de nos frontières. La constitution d'une Association internationale ayant pour principale mission l'étude des questions de chronométrie et de métrologie industrielle y a été décidée. Un Comité d'Organisation, dont la France assure le secrétariat par l'organe de la Société française des Mécaniciens et de la Société chronométrique de France, a été constitué à cet effet, avec mission de réunir un nouveau congrès, au plus tard en 1942, en vue de la constitution définitive de l'Association.

Enfin, l'action du groupe « Mécanique de Précision et Métrologie » de la

(3) Communications publiées dans *Mécanique, Bulletin de la S. F. M.* et dans les *Travaux et Mémoires de la S. F. M.* édités par *Science et Industrie*, 29, rue de Berri, Paris.

(4) Les *Procès-verbaux et Mémoires des Journées internationales de Chronométrie et de Métrologie*, recueillis par MM. René BAILLAUD et Pierre NICOLAU, ont été publiés par la *Revue d'Optique théorique et instrumentale*, 3, boulevard Pasteur, Paris (1 vol. in-16 de 740 pages).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

S. F. M. dans le domaine des études et de la recherche, pour s'être manifestée avec moins d'éclat, n'a pas été moins fructueuse. Plusieurs commissions de travail se sont déjà attaquées aux problèmes les plus urgents : Directives pour l'application du système international de tolérances et ajustements (sous la présidence de M. Outin); — Terminologie (sous la présidence de M. A. Pérard); — Engrenages (sous la présidence de M. l'Inspecteur général de l'Aéronautique Merlin); — Métrologie des masses (sous la présidence de M. Viaud); — Enseignement (sous la présidence de M. Fleury); — Matériaux métalliques pour la métrologie (sous la présidence de M. Ballay); — Applications des méthodes statistiques à la métrologie industrielle (sous la présidence de S. G. Darmois).

Ce rapide résumé ne saurait donner qu'un aperçu de l'œuvre entreprise par la Société française des Mécaniciens sur un terrain trop longtemps inexploré, de son utilité, de sa portée industrielle et des résultats importants déjà acquis en moins de trois ans, grâce aux concours si élevés et si nombreux qu'elle a suscités. Je ne saurais dresser ici le tableau d'honneur de tous ceux qui s'y sont dévoués. Je tiens cependant à exprimer toute ma reconnaissance au Comité des Arts mécaniques de notre Société, dont tous les membres n'ont cessé de m'appuyer dans ma tâche souvent ingrate et ardue d'animateur, à la Société des Ingénieurs civils de France, à la Société de Statistique de Paris, à la Société française de Physique, à la Société chronométrique de France, à la Société des Ingénieurs de l'Automobile, dont les présidents m'ont toujours aidé sans réserve, et enfin aux hautes personnalités qui, avec notre président, M. l'Inspecteur général Dumanois, ont bien voulu nous apporter l'appui de leur autorité en acceptant de présider nos séances publiques : MM. Abraham, professeur honoraire à la Sorbonne, président de la Société chronométrique de France; A. Caquot, membre de l'Institut, président de la Société des Ingénieurs civils de France, membre du Conseil de la Société d'Encouragement; Georges Darmois, professeur à la Sorbonne, président de la Société de Statistique de Paris; Ch. Fabry, membre de l'Institut; François, Ingénieur général du Génie maritime, directeur central des Constructions navales; Amédée Guillet, professeur honoraire à la Sorbonne; Léon Guillet, membre de l'Institut, membre du Conseil de la Société d'Encouragement; E. Jouguet, membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, membre du Conseil de la Société d'Encouragement; Le Besnerais, directeur de la Société nationale des Chemins de fer français; M. Lecuyer, conseiller d'État, directeur des Affaires commerciales et industrielles au Ministère du Commerce; Luc, président d'honneur de la S. F. M., directeur général de l'Enseignement technique; A. Pérard, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, et A. Portevin, président de l'Association française pour l'essai des Matériaux, membre du Conseil de la Société d'Encouragement.

Tous ont compris l'urgente nécessité de favoriser dans nos industries mécaniques l'essor de la métrologie, qui est la condition même des deux facteurs essentiels de leur progrès : *rendement et qualité.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 25 AVRIL 1939).

### Un nouveau périodique « Les arts du feu »,

par M. Émilio DAMOUR, *membre du Conseil.*

La Fédération des Syndicats d'Industries céramiques et l'Institut céramique adjoint à la Manufacture nationale de Sèvres viennent d'entreprendre la publication d'un organe d'intérêt artistique, commercial et scientifique, sous le titre *Les arts du feu.*

Actuellement, ce périodique s'adresse surtout aux céramistes, et, d'ailleurs, on sait que le projet de fondation d'une École de Verrerie auprès de la Manufacture de Sèvres n'est pas encore réalisé, et que la fusion naturelle des deux techniques, verrerie et céramique, n'est qu'ébauchée. C'est donc aux faïenciers, aux porcelainiers, aux briquetiers, aux tuiliers et aux fabricants de matériaux réfractaires que s'adresse *Les arts du feu.*

Le nouveau périodique est édité avec un grand luxe, donnant une part considérable au point de vue artistique, plus important en céramique que dans la plupart des industries du feu, ne négligeant pas, d'ailleurs, le côté commercial. Les parties scientifiques y sont cependant traitées avec grand soin, et nous signalons, dans les huit premiers numéros, de fort intéressantes études sous les signatures de MM. LETORT, WINTERER et POPINEAU, CHATENET, LONGCHAMBON, Daniel PETIT, Pierre BRÉMOND, DE GROOTE.

Les quatre articles consacrés aux montres fusibles présentent un intérêt très actuel à l'époque où la mesure exacte de la température est de plus en plus recherchée. Les praticiens y trouveront d'utiles indications sur le mode opératoire optimum. Une autre question très actuelle est l'emploi du four électrique continu pour la cuisson d'émaillage des carreaux de revêtement. Signalons l'étude de M. CHATENET sur la question de la tressaillure et de l'écaillage qu'il a été un des premiers à élucider; et l'étude très originale de M. Daniel PETIT sur la résistance des produits réfractaires aux hautes températures; enfin les recherches de laboratoire de MM. Bernard LONG, LONGCHAMBON et Pierre BRÉMOND sur les matières premières de l'industrie céramique.

Nous recommandons aux céramistes la lecture du périodique *Les arts du feu* et lui souhaitons la continuation fructueuse de ses premiers efforts.

---

## ASSOCIATION FRANÇAISE DES TECHNICIENS DU PÉTROLE

### (Banquet annuel, Paris, 4 février 1939).

Le banquet annuel de cette Association, donné à l'Hôtel Continental et placé sous la présidence d'honneur de M. DE MONZIE, ministre des Travaux publics, a réuni 134 convives, parmi lesquels on remarquait: MM. Henri Roy, vice-président du Sénat, président du Conseil d'Administration de l'Office national des Combus-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tibles liquides (O. N. C. L.); Farjon, vice-président de ce Conseil; Pineau, directeur de l'O. N. C. L.; Huré, président de l'Association; lord Cadman of Silverdale, président de l'Anglo Iranian Oil Co et de l'Irak Petroleum Co, de Londres; le Dr Kahno et M. Keller, de la Deutsche Gesellschaft für Mineralölforschung, de Berlin; MM. Magne et Blondel, président et vice-président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

A l'issue du banquet des allocutions furent prononcées par : MM. MAGNE, Jacques ANDRÉ, le général SERRIGNY, HURÉ, et DE MONZIE; après son départ, lord CADMAN et le Dr KAHNO dirent quelques mots aimables, dont ils furent remerciés par M. Roy; enfin M. ROY ajouta quelques compléments et précisions aux assurances données par M. de Monzie.

M. MAGNE montra que l'objet et l'organisation de la Société d'Encouragement ont été si bien définis et prévus dans ses statuts de 1801 qu'elle peut toujours, comme elle l'a fait à différentes époques difficiles de notre histoire, prendre une part dans l'œuvre de redressement ou, plus exactement, de réfection économique du pays. Elle le fera, et elle fait siennes les paroles prononcées récemment par deux ministres; savoir : « appuyer sur un effort permanent d'invention et de création les activités nationales; ne pas viser immédiatement à la perfection, qui n'est qu'une forme polie de l'atermoiement ». M. Magne félicite la jeune Association des Techniciens du Pétrole de son dynamisme et déclare que la vieille Société d'Encouragement met toute son activité de coordination et de propagande à son service.

M. ANDRÉ, sollicité de prendre la parole, s'excuse de ne pas parler de pétrole, question sur laquelle il se déclare incompétent, mais de questions sociales. Il félicite d'abord la jeune Association de son libéralisme et de son âme collective, qui laissent place à l'individualisme, ce dont profite toute la collectivité, et qui se traduisent par l'ordre, qui est divin, a écrit Francis Jammes à Yvette Guilbert, alors que le désordre est diabolique. A l'ordre appartiennent l'amour et la beauté. Le désordre se consume de lui-même avec le temps : il faut avoir la patience d'attendre sa fin, et l'attendre avec bonne humeur.

Le général SERRIGNY, président de la Chambre syndicale de l'Industrie du Pétrole, pour justifier la création d'une industrie pétrolière en France, montra par des exemples historiques (coton, laine, soie, fer, cuivre) que c'est une erreur de croire qu'il est nécessaire de produire la matière première d'une industrie sur le sol national pour y créer cette industrie. C'est souvent le hasard puis la volonté qui en décident. Pour le pétrole, c'est la nécessité de la défense nationale qui en décida; mais, pour que l'industrie ainsi créée de toutes pièces prospère dans un pays, il lui faut des atouts qu'on ne trouve que dans les pays civilisés et déjà outillés ou préparés, intellectuellement et matériellement; il lui faut aussi une protection, du moins au début, et, sur ce point, là aussi, les exemples historiques le prouvent. En ce qui concerne l'industrie du pétrole, les perspectives de son développement sont illimitées : toute une chimie du pétrole s'est créée et on lui doit déjà de nombreux produits nouveaux, plus de 300. Le général Serrigny passe

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en revue les principaux de ces produits. On peut faire confiance aux jeunes techniciens de notre industrie du pétrole.

M. Huré, président de l'Association française des Techniciens du Pétrole, remercie tous ceux qui ont apporté leur concours à cette association, qui lui ont permis de naître et de se développer si prodigieusement vite : les groupements industriels, l'O. N. C. L., M. Pineau, son directeur, ses prédécesseurs à la présidence de l'Association : MM. Bihoreau, de Boulard et Scheer. Il rappelle comment elle est née, en 1930, « parmi les soucoupes, dans la fumée du tabac » ; ses fondateurs étaient 6; « elle rassemble aujourd'hui, coude à coude, sans distinction de situation ni d'âge, près de 800 membres, formés à toutes les disciplines qui ressortissent au pétrole.

Puis M. Huré esquissa à grands traits les principaux progrès réalisés au cours des huit années d'existence de l'Association dans : le raffinage, les transports, la distribution, la prospection géophysique ; il fit allusion à un inventeur français qui avait fait ses premières œuvres en France, malheureusement à un moment où notre industrie du raffinage à peine renaissante ne pouvait guère s'y intéresser « et qui a trouvé sa consécration aux États-Unis. »

M. de Monzie s'excuse d'être bref, ses fonctions l'appelant ailleurs. Il dit que la présence de quelques convives qu'il ne s'attendait pas à rencontrer ici et ce qu'il a entendu l'ont rassuré. On peut donc s'intéresser au pétrole sans y avoir été préparé : « Le général Serrigny, ce commandant en chef du pétrole, est né dans la soie et y est resté jusqu'en 1905. M. de Monzie rappelle qu'à cette date, étant jeune chef de cabinet, il fut nommé, avec Marcel Sembat et un inconnu, membre de la délégation française au 1er Congrès international du Pétrole, à Liége, alors que s'y tenait une exposition : il ignorait tout du pétrole, comme ses co-délégués; depuis, il s'y est intéressé comme tant d'autres; il admire la ténacité et le sens psychologique de M. Pineau, qui a eu à convaincre successivement 39 ministres du bien-fondé de cette politique française du pétrole qui est son œuvre, « machine admirable qu'il ne faut pas détraquer. » M. de Monzie s'excuse de « n'être qu'un exécuteur au point de vue du pétrole », mais « la défense nationale dit : Je veux, et le Ministère des Finances dit : Vous pouvez. Entre les deux, c'est le Ministre des Travaux publics qui doit s'arranger pour assurer le service. Il n'a pas à s'occuper de l'avenir : on y pense d'ailleurs; il est une espèce d'intendant de la paix, qui prépare le rôle éventuel et hypothétique de l'intendant du temps de guerre. » M. de Monzie termine son allocution en disant : « La politique du « pétrole est celle de l'indépendance; ... nous la pratiquerons en commun... et, « sans méconnaître les intérêts qui peuvent être en conflit, avec le sentiment que « soient écartés de nos libres et loyales controverses ceux qui veulent profiter des « circonstances pour s'établir là où ils ne doivent pas pénétrer. Il y a une certaine « difficulté à éviter qu'un rassemblement se transforme en ce qu'on appelle une « foire d'empoigne. Il n'y aura pas de foire d'empoigne. » E. L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## BIBLIOGRAPHIE

**La fatigue des métaux**, par R. CAZAUD, Ingénieur du Conservatoire national des Arts et Métiers, et L. PERSOZ, ancien élève de l'Ecole polytechnique; préface de A. CAQUOT, membre de l'Institut. Un vol. (25 × 16 cm), de VIII + 190 p., 121 fig. Dunod, édit., 92, rue Bonaparte, Paris (6e). 1937. Prix, broché, 78 fr.

Index : 669.91 + 620.12

*Préface.*

L'utilisation des matériaux dans toutes les constructions pose des problèmes de plus en plus difficiles. L'ingénieur, pour augmenter le rendement de cette utilisation, emploie sous les mêmes efforts des quantités de matière de plus en plus faibles dès que les qualités de celle-ci sont mieux connues.

A l'origine de ces études, les techniciens supposaient que, pour définir complètement des matériaux, il suffisait, dans chaque cas, d'un petit nombre de caractéristiques, et nous trouvons encore aujourd'hui, dans de nombreux cahiers des charges, la définition des aciers par les deux seules données d'un essai grossier de traction simple : la résistance à la rupture et l'allongement maximum permanent mesuré sur une longueur conventionnelle.

Le choix du métal, dans tous les cas de la pratique courante, ne peut se faire avec sécurité que s'il est défini dans tous ses aspects mécaniques. C'est pourquoi nous voyons se développer successivement de nouveaux essais qui permettent de déterminer tout d'abord la limite du domaine élastique, puis l'aptitude à la résistance au choc, avec les grandeurs définissant les forces et les déformations, et enfin la dureté de surface.

Ces données, maintenant bien connues pour tous les matériaux, suffisent pour déterminer les éléments de construction soumis à des efforts constants. Mais, dès que les contraintes varient, même dans une faible proportion, le classement des matériaux se modifie profondément et les meilleurs ne sont plus ceux qui, statiquement, apparaissaient les plus satisfaisants.

Il y a presque un siècle que Wöhler appelait l'attention sur cette question par des essais réellement scientifiques; mais ce n'est que dans ces toutes dernières années que son importance a été reconnue. Des règlements récents sur la sécurité des constructions ne font pas encore mention de ces faits essentiels, et limitent la fatigue admise par la simple valeur d'une contrainte maximum, définie seulement en traction ou en compression simple, tandis que la sécurité réelle exige la détermination de la grandeur de la variation, dans le champ complet des contraintes possibles. C'est dire que le livre de MM. Cazaud et Persoz vient à son heure.

De très nombreux essais effectués dans toutes les nations industrielles permettent aujourd'hui de savoir avec précision la tenue des matériaux sous les efforts variés qu'ils subissent et la notion de « l'endurance « est devenue classique. Elle bouleverse certaines idées très généralement admises et explique la mauvaise tenue de certains éléments, que les praticiens croyaient déterminée par leur légèreté, sans pouvoir toutefois donner d'explication plausible, les contraintes restant très modérées.

Loin d'être déterminée par la contrainte maximum, dans les métaux ductiles, la résistance indéfinie d'une pièce de machine n'est surtout fixée que par la variation totale de la contrainte, la grandeur moyenne n'intervenant que comme terme correctif. C'est ce que le lecteur pourra voir très clairement en lisant les derniers chapitres de ce livre, en ayant soin de supprimer des diagrammes de divers auteurs et du V. D. I. ce qui n'est pas strictement expérimental.

Regrettons encore que l'insuffisance de nos moyens d'expérimentation ne nous ait pas permis d'aborder les contraintes multiples, simultanées dans toutes les directions de l'espace à trois dimensions, et nous conduise encore à donner des résultats globaux qui ne tiennent pas seulement aux données de la matière, mais encore à la forme de l'éprouvette d'essai. Il est évident, par exemple, qu'il n'y a pas de résistance d'endurance spécifique de la flexion différente de la résistance spécifique de la traction-compression, puisque les éprouvettes fléchies sont formées d'un ensemble de fibres de traction et de compression simples. La différence des valeurs numériques tient simplement au phénomène de superposition auquel j'ai donné depuis longtemps le nom général d'adaptation, et qui consiste en ceci :

L'éprouvette de traction-compression est en sollicitation homogène : en tous points du corps les contraintes sont identiques; la valeur expérimentale trouvée ne dépend que de la nature du métal. L'éprouvette de flexion, au contraire, est formée de fibres dont les contraintes varient suivant la distance au centre, les couches extérieures étant au début seules en danger de rupture. Lorsque l'élément périphérique tend à céder très légèrement, il entraîne les couches intérieures qui sont à son contact et qui sont moins fatiguées. Il se produit automatiquement un ensemble de déformations permanentes très petites et des contraintes internes qui améliorent la résistance de la périphérie. Ces contraintes internes font travailler le centre en traction, la périphérie étant comprimée.

Chaque élément de volume de la périphérie se trouve ainsi sollicité par la variation d'effort correctement calculée par l'expérimentateur, mais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cette variation d'effort n'est pas, comme il l'admet implicitement, de part et d'autre du zéro. Faisons, par exemple, le calcul pour un métal pour lequel la variation possible de la contrainte diminue proportionnellement à la grandeur de la contrainte moyenne, quelle que soit la petitesse du coefficient de proportionnalité.

Les contraintes internes pourront varier linéairement; elles seront proportionnelles à $(a - r)$, $a$ étant une constante et $r$ le rayon de la couche considérée. Ces contraintes sont appliquées à des surfaces croissant comme le rayon. Leur résultante extérieure est nécessairement nulle; d'où il résulte, par le calcul, que la contrainte interne sur le tiers extérieur est une compression; elle s'annule pour $r = \frac{2}{3} r_0$, et devient dans le centre une contrainte interne de traction.

Dans ce calcul, par suite de la présence des contraintes internes, toutes les fibres arrivent en même temps à l'équilibre limite, celui-ci étant défini par l'équilibre de la couche frontière précédemment calculée, qui, seule, est soumise à des efforts purement alternés de traction-compression, couche pour laquelle $r = \frac{2}{3} r_0$. Comme l'expérimentateur fait son calcul sur la couche extérieure, il admet ainsi pour résistance aux efforts alternés de flexion les 3/2 de la résistance aux efforts alternés de traction-compression. En fait, la majoration par adaptation sera un peu plus faible, parce que la loi linéaire n'est pas indéfiniment applicable comme nous l'avons supposé, et au lieu de 1,5, le facteur de majoration sera d'environ 1,4, ce que, précisément, donne l'expérience (diagrammes des figures 95 à 98).

On trouvera dans l'ouvrage de MM. Cazaud et Persoz de très nombreux renseignements, extrêmement précieux pour le constructeur. Grâce à ces données numériques, le calcul correct des pièces de machines devient possible, en ayant soin, comme dans l'exemple précédent de l'éprouvette d'essai en flexion, de tenir compte du système de contraintes internes constantes qui se produit automatiquement et progressivement par l'adaptation dès le début du fonctionnement.

Nous ne saurions trop féliciter les auteurs d'avoir réuni en un seul volume tous les résultats expérimentaux actuellement connus, leur contribution personnelle étant elle-même fort importante.

A. CAQUOT.

---

# SOCIÉTÉS SAVANTES ET TECHNIQUES

## ACADÉMIE DES SCIENCES (*)

*Séance du 6 février 1939.*

Présidence de M. A Béhal, président.

**L'émission secondaire du glucinium.** Note de M. R. Warnecke et Mlle M. Lartie, présentée par M. Gutton. — Il est possible d'amener une couche de glucinium pur, obtenue par condensation, dans un état pouvant être stable et telle que sa surface soit capable d'une émission secondaire plus grande qu'avant la formation de la couche.

**La corrosion des assemblages.** Note de M. Jean Cournot et Mlle Louise Halm, présentée par M. Guillet. — Les assemblages de tôles de quatre alliages légers d'aluminium, d'un alliage ultra-léger de magnésium à Mn = 1,8 p. 100, et de deux aciers inoxydables avec des rivets en alliages légers ou en acier inoxydable 18-8, ont été immergés dans une solution aqueuse à NaCl = 0,03 p. 100. La présence de ces rivets accélère la corrosion des tôles par piqûres, surtout autour des rivets; elle est maxima avec les rivets en alliage ultra-léger.

**La géologie de la Côte française des Somalis**, par M. Aubert de la Rüe.

**Origine et genèse du minerai de fer oxfordien de Neuvizy (Ardennes).** Note de M. Antoine Bonte, présentée par M. Cayeux. — Ce gîte, d'une puissance de 3 à 4 m, provient d'un sédiment de marnes à oolithes ferrugineuses, qui, comme pour les minerais de même âge du Calvados, a été fortement remanié, et dont les parties ferrugineuses se sont classées par densité sous l'action de forts courants sous-marins. La cimentation locale du minerai par la calcite est postérieure à ce remaniement.

**Nouvelles formules pour le débit des nappes.** Note de M. Auguste Vibert, présentée par M. Jouguet. — Dupuit a donné des formules pour calculer le débit des puits filtrants et déterminer la forme de la nappe d'eau souterraine autour de ces puits. L'étude expérimentale de nombreux puits filtrants a conduit l'auteur à considérer que les formules de Dupuit donnent une approximation insuffisante. Il propose, pour les remplacer, une formule nouvelle qu'il a déduite de ses observations et de laquelle il résulte que la surface de la nappe souterraine se tient franchement au-dessus de la surface de Dupuit. E. J.

**Écoulement à l'aval d'un barrage-déversoir.** Note de M. Léopold Escande, présentée par

(*) Les comptes rendus sont en vente chez Gauthier-Villars, éditeur, 55, quai des Grands-Augustins, Paris (VIe).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Camichel. — L'auteur a étudié un barrage-déversoir placé dans un canal à section droite rectangulaire et à fond horizontal. Si on maintient constant le tirant d'eau amont $h$, l'écoulement à l'aval du barrage varie selon les valeurs du tirant d'eau $h_1$, à l'aval.

En l'absence de retenue aval, on obtient un courant à grande vitesse aboutissant à un ressaut très éloigné du barrage. En augmentant progressivement $h_1$, le ressaut se rapproche du barrage et, pour une valeur critique, il se fixe juste au pied du barrage; pour des valeurs de $h_1$, plus grandes encore, il y a tourbillon; le débit, qui jusque-là ne variait qu'avec $h$, peut même dépendre de $h_1$.

---

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS

(19, rue Blanche, Paris, IX$^e$.)

*Séance du 24 février 1939.*

Présidence de M. R. BERR, *président.*

**Exposé général de la situation financière de la Société nationale des Chemins de fer français** (S. N. C. F.), par M. LE BESNERAIS, directeur général de la S. N. C. F. — Le déficit de l'exercice 1937 a été de 6 milliards; pour 1939, on peut envisager l'équilibre du compte exploitation (charges de capital non comprises). La S. N. C. F. aurait pu disposer, à la fin de 1937, d'une réserve d'environ 19 milliards si les dépenses d'établissement avaient été couvertes chaque année sans recourir à l'emprunt, et si les tarifs avaient varié comme les prix de gros, pour les marchandises, et comme le prix de la vie, pour les voyageurs. Actuellement, il y a intérêt à ce que le trafic ferroviaire augmente car lorsqu'il augmente ou diminue de 100, les dépenses n'augmentent ou ne diminuent que de 25. D'où la nécessité de pratiquer des prix bas pendant les périodes de crise, pour augmenter le trafic, et des prix élevés en période de prospérité pour amortir les déficits antérieurs et créer des réserves.

**Sécurité et organisation des transports**, par M. GOURSAT, directeur du Service du Mouvement. — Quoique désirables, il est difficile de concilier la sûreté et la rapidité des transports avec leur bas prix de revient. La sécurité exige l'unification des moyens et appareillages, souvent très différents, employés par les anciens Réseaux; elle sera longue, pour des raisons financières, et parce que, trop hâtive, elle présenterait quelquefois des inconvénients techniques. Mais l'unification est moins difficile dans la réglementation. Pour les voyageurs, elle est limitée par la diminution du parcours des trains qui a été imposée et par la nécessité de tenir compte des besoins des voyageurs. Quant au service des marchandises, il a été amélioré par la recherche des acheminements les plus économiques. La création d'un réseau unique a pu, seule, permettre les déplacements de courants de transports; ils ont été adoptés dès 1938.

**Trafics et tarifs**, par M. BOYAUX, directeur du Service commercial. — La réglementation des chemins de fer ne leur permet pas de modifier à leur gré les prix de revient et de vente, et, par exemple, de supprimer un service non rémunérateur. L'obligation d'assurer certains trafics déficitaires a fait qu'en 1938, le transport des voyageurs a été déficitaire de 3 800 millions, alors que le trafic marchandises a donné un bénéfice de 1 300 millions. Il faut donc frapper les trafics riches pour compenser les déficits. Mais la concurrence automobile ne permet plus de trafics riches ni le supplément de recettes procuré par le régime du monopole.

La S. N. C. F. tend donc à réduire l'excessive différenciation de sa tarification. Pour les marchandises, elle a diminué ses barèmes de 15 p. 100 et, pour le trafic voyageurs, elle a suivi la même tendance. Pour retenir sa clientèle, elle a appliqué d'abord la politique des prix fermes, puis celle des tarifs d'abonnement; actuellement, elle recourt avec succès à une formule nouvelle, celle des engagements de fidélité; on s'efforce en outre d'offrir à la clientèle les avantages de l'automobile : rapidité d'acheminement, transport de domicile à domicile, par camionnage, emploi de conteneurs ou par transport de camions et de remorques sur wagons.

**Matériel moteur et matériel roulant; outillage**, par M. Jean LÉVY, directeur du Service du Matériel. — Ce service est celui qui peut le plus profiter d'une centralisation. Des résultats importants déjà obtenus par une meilleure utilisation des locomotives, par l'allongement des parcours entre réparations, par la généralisation du foyer en acier, par la revision des contrats d'entretien onéreux. La centralisation a porté sur : les études (élaboration de programmes; classement par ordre d'intérêt des électrifications, choix des types de locomotive pour assurer sur toutes les lignes un service mixte de voyageurs et de marchandises, voiture allégée et résistante construite en série, autorail unifié remorquant à 100 km/h un véhicule de 50 t, normalisation des pièces); la mise en commun du parc moteur et roulant et des moyens destinés à son entretien (regroupements de matériel pour améliorer l'utilisation ou faciliter l'entretien, réduction des mouvements de wagons à réparer), la comptabilité; l'outillage.

Les ateliers et dépôts de la S. N. C. F. comptent : 15 000 machines-outils; 16 000 outils portatifs;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4 000 chalumeaux. La centralisation a permis : d'unifier les caractéristiques principales des machines; de réduire au tiers le nombre de types d'outils portatifs; de grouper les commandes et d'obtenir un moindre prix d'achat et une diminution importante de l'outillage en stock.

**Entretien de la voie**, par M. PORCHEZ, directeur du Service des Installations fixes. — Cet entretien coûte annuellement 1 700 millions. Après la guerre, les Réseaux recherchaient un compromis entre n'intervenir que lorsque c'est immédiatement nécessaire, ou respecter un roulement continu pour assurer, dans une période fixée à l'avance, la remise en état complète d'une ligne, chaque point étant revu dans le même délai. La S. N. C. F. a adopté une méthode uniforme dont on attend des économies.

Pendant longtemps on a réutilisé les rails usés à leurs extrémités sur les voies de garage; ou on les revendait aussi à vil prix comme ferraille, ou bien on en coupait les extrémités et on soudait bout à bout deux rails raccourcis. Actuellement, avec l'outillage existant, on peut doubler les récupérations et réaliser une économie de 10 millions.

On a unifié les types de lampes électriques d'éclairage et de signalisation et ramené leur nombre de plusieurs milliers à une centaine pour les lampes ordinaires, et de 200 environ à 17 celui des lampes de signaux.

**Conclusions**, par M. LE BESNERAIS. — Les faits cités montrent que par la concentration on peut réduire les frais d'études, indiquer les problèmes les plus urgents et faciliter l'extension des solutions choisies. L'économie réalisée dès 1939 par la S. N. C. F. dépassera 10 p. 100 par rapport à 1937. Ce résultat permet d'entrevoir l'avenir avec optimisme, car il suffirait que le trafic s'élevât de 40 p. 100 pour atteindre l'équilibre financier, compte tenu des charges du capital. E. L.

---

## ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

(18, rue de Bellechasse, Paris, VII.)

*Séance du 11 janvier 1939.*

Présidence de M. E. ROUX, *président sortant*, puis de M. A. NOMBLOT, *nouveau président.*

**Action des froids de décembre 1938 sur les blés en terre.** Note de M. CRÉPIN, présentée par M. Schribaux. — Les blés à grand rendement courent le danger d'être détruits par un hiver rigoureux. L'auteur s'est préoccupé, dès 1923, de créer des types à la fois productifs et résistant au froid. Le blé *Côte d'Or*, le premier de ce genre, a été semé dès 1937 : et l'inverse de la plupart des autres variétés, il a résisté aux froids de décembre 1938. Les dégâts que les autres subissent sont d'autant plus grands que le froid survient plus brutalement et que le stade végétatif est moins avancé. L'auteur indique quelles variétés il conseille de semer et à quelles dates, dans les différentes régions de la France, pour remplacer les emblavures détruites.

**Influence du superphosphate sur la maladie des taches brunes de la pomme de terre**, par M. le comte RŒDERER. — La maladie n'apparaît que dans les sols légers pauvres en CaO et $P^2O^5$, riches en sels de fer. On préconise d'ajouter à ces sels, 1.000 kg de chaux et 400 kg de superphosphate par hectare : les bons résultats sont certains.

**L'irrigation souterraine**, par M. BLANC, et **La nappe phréatique de l'Eure**, par M. LAFERRIÈRE. Notes présentées par M. Préaud. — Trois procédés sont en usage pour l'irrigation souterraine : celui du prof. Jenert, de Leipzig, qui utilise une sorte de charrue appelée *Tubator*, et les deux procédés dits d'Avignon et de Cavaillon, expérimentés à la Station agronomique d'Avignon par MM. Bordas et Mathieu. Tous trois sont d'un rendement supérieur à celui de l'irrigation superficielle. Le procédé de Cavaillon est celui dont l'application est la plus facile et la moins coûteuse dans les terrains morcelés des cultures maraîchères.

Une carte de la nappe phréatique a été établie par le Génie rural pour l'Eure; elle en donne le niveau et le débit et le sens d'écoulement en différents points du département. Son coût total est très inférieur à la dépense moyenne pour un seul puits foré sur les plateaux cultivés. E. L.

---

## SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

(28, rue Saint-Dominique, Paris, VII[e].)

*Séance du 13 janvier 1939.*

Présidence de M. G. DUPONT, *président.*

**Étude, sur le spectre Raman, des acétyléniques**, par M. TRUCHET. — Pour les acétyléniques, le spectre Raman présente : une raie par triple liaison pour les carbures vrais; deux raies pour les carbures substitués à un noyau benzénique; trois raies pour certains dérivés aliphatiques. Les raies supplémentaires ne sont pas dues à des impuretés, mais à des isomères, dont la théorie classique ne tient pas compte, si on admet que le carbone existe sous plusieurs formes suivant le genre de combinaison et que le carbone acétylénique possède deux valences en prolongement. Il y a alors un, deux ou trois types possibles de molécule pour chacun des trois carbures précités.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**Analyse chimique par radioactivité artificielle. Dosage du dysprosium dans un mélange de terres rares,** par M. GOLDSCHMIDT et Mlle DJOURKOVITCH. — Grâce aux transmutations nucléaires on peut profiter de la possibilité de préparer des corps radioactifs artificiels correspondant à toutes les espèces chimiques; ces radio-éléments peuvent être identifiés et servir à déceler et doser certains éléments. Cette méthode a été appliquée aux terres rares, dont les éléments sont d'un dosage si difficile par l'analyse chimique ordinaire. C'est ainsi que, par comparaison avec des échantillons de teneur connue en dysprosium, on a pu doser 0,25 p. 100 de cet élément dans les portions d'un fractionnement de terres yttriques. La précision est moins bonne en présence du gadolinium. On opère sur une très faible quantité de matière, qui reste intacte. E. L.

## ACADÉMIE DES INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES

*Séance du 10 février 1939.*

**Application des méthodes de laboratoire à l'étude du matériel archéologique,** par M. Edouard SALIN, Ingénieur civil des Mines, membre non résidant du Comité des Travaux historiques. — Plusieurs méthodes commodes permettent actuellement d'analyser sans détérioration sensible les objets découverts par les archéologues; ce sont : l'analyse au moyen du spectrographe et d'un arc dans lequel on atteint 3 700°; l'analyse microchimique directe ou en lame mince au microscope, systématisée en 1937 par M. Longchambon, professeur à l'Université de Nancy. L'emploi de ces méthodes, qui n'exige que quelques centigrammes de matière, a permis à l'auteur de montrer que les très beaux verres de vases, trouvés dans un cimetière gallo-romain (près de Toul) ont une composition analogue à celle des verres modernes, et que, dans un cas, les matières premières du verre étaient originaires d'Orient. On peut en tirer des conclusions sur l'évolution de la technique du verre après les invasions germaniques. L'analyse d'une fibule d'or du VI^e^ siècle, ornée de pierres semi-précieuses, révèle une technique qu'on croyait avoir inventée tout récemment; celle d'un collier du moyen âge prouve que les orfèvres et bijoutiers de cette époque avaient une technique héritée des vieilles civilisations orientales. Les premiers résultats obtenus dans l'application de la méthode aux poteries montrent qu'on pourra savoir où et quand elles ont été fabriquées. E. L.

## SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHOTOGRAPHIE ET DE CINÉMATOGRAPHIE

(51, rue de Clichy, Paris, IX^e^.)

*Séance générale du 25 janvier 1939.*

**La cinématographie du milliardième de seconde, Pression de détonation, par** MM. LIBESSART, CULMANN et Laurent SEGUIN. — La cinématographie continue, sur tambour tournant, inventée en 1883 par Mallard et H. Le Chatelier pour étudier la combustion des mélanges gazeux explosifs, permet d'analyser le temps à une fraction de micro-seconde. En combinant la méthode d'enregistrement par étincelle électrique à la méthode de report photographique, les auteurs ont multiplié ces possibilités par 100. L'étude a porté sur la détonation d'un cordeau détonant, contenant un explosif puissant enfermé dans une enveloppe métallique. La vitesse de détonation a été mesurée par double enregistrement en la comparant à celle du son. La source, ponctuelle et instantanée, est placée à 3 m du film et le cordeau à la moitié de cette distance. La détonation se traduit par un gonflement de l'enveloppe métallique; le phénomène progresse à la vitesse de 6.250 m/s, soit 12.500 m/s sur l'image. L'agrandissement étant 2, la netteté de l'enregistrement est de 0,1 mm. Par reports photographiques successifs, on augmente le contraste de l'image dont les dimensions peuvent être évaluées à 0,01 mm, et les possibilités de l'analyse dépassent $1 \times 10^{-9}$ sec. Pendant ce temps la lumière parcourt 30 cm et l'image est en retard de 0,05 mm sur le phénomène réel. La pression de détonation calculée est voisine de 50 t/cm$^2$; elle ne s'exerce plus au delà du double diamètre du cordeau. Au cours de l'expérience les particules de son enveloppe métallique sont projetées à une vitesse de 1.800 m/s.

*Section des Procédés photomécaniques (15 février 1939).*

**Le daltonisme dans les arts graphiques,** par M. G. DEGAAST. — Le daltonisme est une contre-indication, non seulement pour l'exercice des professions dans lesquelles la sécurité du public est en jeu (mécaniciens de chemins de fer, conducteurs d'autos, pilotes de navires ou d'avions, officiers de marine) mais aussi pour l'exercice de certaines professions, comme celle de chromiste, qui est très recherchée.

Le chromiste doit décomposer toutes les nuances, d'un tableau par exemple, en couleurs fondamentales, généralement trois (trichromie) auxquelles correspondent autant de clichés monochromes qui, par la superposition de leur impression, reproduisent fidèlement l'original, ce qui permet l'impres-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sion en de nombreux exemplaires (chromotypographie et chromolithographie).

Quelle que soit la variété du daltonisme (non-perception de certaines couleurs, ou confusion de deux ou plusieurs couleurs), on peut le dépister par un test durant moins de deux heures, en employant diverses méthodes, récemment mises au point, et toutes d'une application facile. Ces tests, employés depuis peu à l'Ecole Estienne, ont permis de constater que : les primitifs sont presque tous daltoniens; dans les pays civilisés, 30 p. 100 des enfants de 4-5 ans sont daltoniens; 4 à 5 p. 100 des adultes restent daltoniens, la femme étant moins affectée que l'homme; la perception et la distinction des couleurs s'acquièrent surtout par l'éducation: sur 20 candidats au poste de chromiste, un seul n'était pas daltonien; un chromiste qui exerçait sa profession depuis 20 ans, mais avait eu quelques échecs dans ses réalisations, l'était aussi.

On peut être daltonien sans jamais s'en douter et sentir cependant l'harmonie des couleurs. La grande majorité des peintres contemporains réputés pour leur coloris sont daltoniens; mais ce peut être sans conséquence pour eux, puisque l'œuvre d'art est une interprétation. C'est pour les couleurs dites composées et claires (mauve, vert-bleu, orangé, beige) que le daltonisme est le plus fréquent.

*Séance générale du 22 février 1939.*

**La photographie en couleurs des vitraux**, par M. QUIÉVREUX. — Pendant la période de tension internationale de septembre 1938, on a déposé les vitraux de la cathédrale de Bourges et on allait déposer ceux de Chartres. L'auteur a profité de cette circonstance et de la présence d'échafaudages spéciaux pour rechercher dans quelles conditions on peut obtenir des photographies en couleurs fidèles de ces vitraux. Il a opéré d'octobre à décembre avec un Leica et les trois pellicules sensibles aux couleurs qu'on utilise avec cet appareil de petit format. Les couleurs des vitraux et leur brillance relative changent au cours d'une journée; de plus, le pouvoir actinique des colorants des verres employés au XIII[e] siècle varie beaucoup avec leur composition chimique, indépendamment de la couleur. Il faut opérer dans un très court intervalle de temps pendant lequel les brillances de toutes les couleurs sont suffisantes pour impressionner tout en conservant leur valeur relative, et aussi employer la pellicule qui conserve le mieux ces valeurs. L'une d'elles seulement a donné à peu près satisfaction. Par projection de la pellicule développée, on voit le vitrail tel que l'a vu le verrier au moment où il l'a fait. On dispose ainsi d'un document d'étude, qui, jusqu'à présent a manqué.

E. L.

## SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS SOUDEURS

(32, boulevard de La Chapelle, Paris, XVIII[e].)

*Séance du 20 janvier 1939.*

Présidence de M. P. RODHAIN, Inspecteur général des Mines, président de la Commission centrale des Machines à Vapeur et Appareils à Pression de Gaz.

**La réglementation en matière de chaudronnerie soudée**, par M. A. MAYER, Ingénieur en Chef des Mines, Rapporteur de la Commission centrale des Machines à vapeur. — L'auteur analyse article par article le texte de l'arrêté, actuellement à l'étude, réglementant les constructions soudées.

M. COUTURIER, Ingénieur de l'Institut de Soudure autogène, montre l'inconvénient qu'il y aurait à adopter des coefficients trop faibles pour la soudure et en donne les raisons.

M. Rodhain dit que la Commission qu'il préside sera heureuse de recevoir des suggestions des techniciens et praticiens de la soudure, du genre de celles qui viennent d'être faites.

MM. HEYDACKER, GERBEAUX et MESLIER exposent leur manière de voir concernant des points particuliers de la réglementation à l'étude.

*Séance du 23 février 1939.*

Présidence de M. A. PORTEVIN, président du Comité de Direction et d'Enseignement de l'École supérieure de Soudure autogène.

**Contribution à l'étude des tensions et des retraits dans les structures soudées à l'arc**, par M. R. SARAZIN, ingénieur-constructeur. — L'auteur a fait depuis longtemps de nombreuses expériences qui l'ont conduit à des vues très nettes sur cette question particulièrement à l'ordre du jour, notamment à cause des insuccès auxquels ont donné lieu de grands travaux soudés à l'arc. Il rappelle les phénomènes auxquels donne lieu l'exécution de la soudure : efforts de compression et d'extension. Le tensiomètre qu'il a imagié permet de se rendre compte de la direction et de la valeur relative de ces efforts.

A. L.

## SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE

(10, avenue d'Iéna, Paris, XVI.)

*Séance du 13 janvier 1939.*

Présidence de M. Augustin BERNARD.

**La continuation des travaux d'assèchement du Zuyderzee**, par M. K. JANSMA. — L'assèchement du Zuyderzee s'effectue conformément au projet qu'avait établi dès 1891 un jeune ingénieur, Lelij, mais qui ne fut approuvé qu'en 1918. Lelij, devenu ministre des Travaux publics, présida le Conseil du Zuyderzee, qui en dirige les travaux, jusqu'à sa mort en 1929. L'originalité du projet est la grande digue de 32,5 km de longueur qui ferme l'entrée du Zuyderzee; elle a 100 m de largeur à sa base et s'élève sur des fonds de 4 m

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

environ à 7 m au-dessus des plus hautes mers. Toutes les prévisions sur l'élévation de la mer au pied de la digue par suite des modifications provoquées dans les courants marins et des vents ont été vérifiées.

Grâce à la digue, les rives de l'ancien Zuyderzee sont dès maintenant très bien protégées contre les tempêtes; en deça de la digue, l'eau est devenue douce par l'apport continu des eaux fluviales; elle est excellente et on l'utilise pour arroser les terres et abreuver le bétail pendant les étés secs; on envisage son utilisation pour l'alimentation humaine. La digue constitue aussi un excellent moyen de communication entre la Frise et la Hollande septentrionale. Elle a coûté 130 millions de florins.

Le Zuyderzee couvrait 330 000 ha soit 10 p. 100 du territoire des Pays-Bas; on devra y maintenir un lac intérieur de 110 000 ha. Pour l'assèchement du premier (20 000 ha) des quatre polders prévus, achevé en 1930, on a creusé 1 200 km de fossés et 18 000 km de rigoles; il ne fut complètement dessalé et mis en culture qu'en 1937. On y a créé de toutes pièces trois villages. Le terrain y revient à 3 750 florins l'hectare et n'est pas vendu plus de 3 000 florins l'hectare. Le second polder (47 600 ha) ne sera asséché qu'en 1941; il reviendra à 2 600 florins l'hectare; les deux autres à moins encore. On estime qu'après assèchement complet, les polders pourront recevoir 300 000 habitants. Les travaux ont permis de lutter efficacement contre le chômage.

## BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

OUVRAGES REÇUS EN FÉVRIER ET MARS 1939.

KRAFT (E. A.). — **La turbine à vapeur moderne.** Traduit de la 2e édition, mise à jour par l'auteur, de l'ouvrage allemand publié par VDI-Verlag, par W. MACHOT. In-4 (28 × 19) de XII + 283 p., 245 fig., 2 pl. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1939. **18716**

LEFEBVRE (GEORGES). — **Essai d'économie agricole rationnelle,** d'après l'enquête sur la Production (Métropole et France d'Outre-mer) et sur la consommation métropolitaine, du Comité national des Conseille s du Commerce extérieur de la France. In-8 (24 × 15) de 255 p. Paris, 22, avenue Victor-Emmanuel III (8e), 1933. (*Don de l'auteur.*) **18717**

**Le blé.** Production. Industries de transformation. Commerce. Compte rendu des Travaux de la Semaine nationale du Blé, Paris, janvier 1923. In-4 (28 × 19) de 607 p., fig. (*Don de M. Georges Lefebvre.*) **18718**

**Congrès de la Recherche scientifique dans les territoires d'Outre-mer.** (Exposition internationale de Paris 1937). In-8 (25 × 16) de 543 p. Paris, Association Colonies-Sciences, 16, rue de la Paix (2e), 1938. (*Don de M. Fernand Blondel, membre du Conseil d'Administration.*) **18719**

BOLL (MARCEL). — **Les deux infinis.** Galaxies. Étoiles. Planètes. Micelles. Réseaux. Noyaux. Neutrons. Photons. In-8 (20 × 14) de 247 p., 126 fig. Paris, Librairie Larousse, 13, rue Montparnasse (6e), 1938. **18720**

FRIEDENSBURG (FERDINAND). — **Die Bergwirtschaft der Erde.** Bodenschätze, Bergbau und Mineralienversorgung der einzelnen Länder. In-8 (24 × 16) de XIV+504 p., fig. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1938. **18721**

POTONNIÉE (GEORGES). — **Histoire de la découverte de la photographie.** In-8 (25 × 16) de 321 p., 100 fig. Paris, Publications photographiques et cinématographiques, Paul Montel, 189, rue Saint-Jacques (5e), 1925. **18722**

**Le blé.** Dix ans de travaux du Comité central du Blé et du Pain, 1923-1933. In-4 (28 × 19) de 58 p. Paris, Comité central du Blé et du Pain, 23, avenue de Messine (8e), 1933 (*Don de M. Georges Lefebvre.*) **18723**

MAUVEZIN (F). — **Recueil de pensées au fil de la plume.** In-16 (16 × 12) de 94 p. Bordeaux, Editions des Roses, 18-20-22, rue du Peugue. (*Don de l'auteur.*) **18724**

CASALONGA (ALAIN). — **Traité de la brevetabilité.** Le concept de cause et le brevet d'invention. In-8 (25 × 16) de VII+384 p. Paris, Librairie Dalloz, 11, rue Soufflot (5e), 1939. (*Don de l'auteur.*) **18725**

***

Dons de M. Arpin :

ARPIN (MARCEL). — **Blanchiment des farines.** Rapport adressé au Syndicat de la Boulangerie de Paris, par la Commission spéciale chargée de l'étude comparative des farines avant et après blanchiment. In-4 (27 × 22) de 10 p. Paris, Syndicat de la Boulangerie de Paris, 7, quai d'Anjou (4e), 1905. **Pièce 14151**

LINDET, FLEURENT et ARPIN. — **Peut-on reconnaître à quel taux une farine a été extraite?** Communication présentée à la Société des Experts-Chimistes de France. (ex *Annales des Falsifications*, nov.-déc. 1915). In-8 (24 × 16) de 6 p. Paris. **Pièce 14152**

ARPIN (MARCEL). — **Note sur les farines et poudres diverses employées en boulangerie pour le fleurage,** présentée au Conseil supérieur d'Hygiène publique de France (ex *Revue d'Hygiène*, XLIV, séance du 6 février 1922). In-8 (23 × 15) de 11 p. Paris, Masson et Cie, 120, boulevard Saint-Germain (6e). **Pièce 14153**

ARPIN (MARCEL) et PÉCAUD (Mlle M.-T.). — **Détermination de la valeur boulangère de quelques variétés pures de blés cultivés en France.** 2e année : 1922-1923. (ex *La Meunerie française*, n° 435, 31 mai 1926). In-8 (24 × 15) de 24 p., I pl. — ..... 3e, 4e et 5e années : 1923-1924-1925 (ex *La Meunerie française*, n° 452, 1er octobre 1927). In-8 (24 × 15) de 23 p., I pl. Paris, Librairie de La Meunerie française, 6, place du Louvre (1er). **Pièces 14154-14155**

ARPIN (MARCEL), CHASLES (Mme HENRY) et PISANI-BORG. — **Détermination de la valeur boulangère de quelques variétés pures de blés cultivés en France.** 6e et 7e années : 1926-1927 (ex *La Meunerie française*, n° 474, août 1929). In-8 (24 × 15) de 15 p., I pl. Paris, Librairie de La Meunerie française. **Pièce 14156**

ARPIN (MARCEL) et PISANI-BORG (L.). — **Détermination de la valeur boulangère de quelques variétés pures de blés cultivés en France.** 8e et 9e années : 1928-1929 (ex *La Meunerie française*, nos 490-491, déc. 1930 et janv. 1931). In-8 (24 × 15) de 19 p., I pl. Paris, Librairie de La Meunerie française. **Pièce 14157**

ARPIN (MARCEL) et KOHN-ABREST (E.). — **Rapport sur l'addition des mélanges de bromate de potassium et de persulfate d'ammoniaque aux farines, afin**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**d'améliorer leur qualité boulangère.** In-8 (25 × 16) de 37 p., V pl. Paris, Association nationale de la Meunerie française, 15, rue du Louvre (1er), 1930. **Pièce 14158**

ARPIN (MARCEL). — **Les farines souillées de matières colorantes** (ex *La Meunerie française*, mai 1935). In-8 (24 × 15) de 7 p. **Pièce 14159**

ARPIN (MARCEL) et BASTIDE (Mlle M.). — **Le problème du pain** (ex *Bulletin de la Société scientifique d'Hygiène alimentaire*, Tome XXV, nos 1 et 2, 1937). In-8 (24 × 15) de 12 p. Paris. **Pièce 14160**

***

**Acte de baptême de Louis-Jacques-Mandé Daguerre,** 20 novembre 1787. **Pièce 14150**

BASTIEN (PAUL). — **Recherches sur l'évolution dans l'air, dans l'eau et dans le vide de la fragilité de décapage de l'acier extra-doux recuit** (ex *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 9 janvier 1939). In-4 (27 × 21) de 3 p. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). **Pièce 14161**

DUCAMP (ROGER). — **Inondations.** Pour assagir les eaux, maintenir sur toutes les terres la vocation forestière de la vraie sylve. In-4 (27 × 21) de 5 p. (dactylographié). Nîmes, 1936. **Pièce 14162**

DUCAMP (ROGER). — **Maquis et pineraie de maritime.** In-4 (27 × 21) de 4 p. (dactylographié). 1936. **Pièce 14163**

DUCAMP (ROGER). — **La composition des formations végétales forestières est à la merci de l'homme** (ex *La Nature*, 15 février 1936). In-4 (28 × 21) de 2 p. **Pièce 14164**

DUCAMP (ROGER). — **Il n'y a plus de véritable forêt sur le pourtour de la Méditerranée. — Louis Lavauden.** Notice nécrologique (ex *L'Arbre*, 2e série, no 4). In-8 (24 × 16) de 8 p. Dijon, Imp. Bernigaud et Privat, 1935. **Pièce 14165**

DUCAMP (ROGER). — **Les Oléacées et autres essences indigènes auxiliaires « supplétives » utiles en matière de reforestation méditerranéenne** (ex *Le Chêne*, no 41, 1936). In-8 (24 × 16) de 13 p. 2 fig. Marseille, Imp. Nouvelle, 118-120, rue Sainte, 1936. **Pièce 14166**

DUCAMP (ROGER). — **Un précurseur en phytogéographie. « Séries régressives et séries progressives ». Auguste de Saint-Hilaire** (ex *Revue des Eaux et Forêts*, février 1936). In-8 (24 × 16) de 9 p. Paris, Berger-Levrault, 5, rue Auguste-Comte (6e). **Pièce 14167**

SAGOT-LESAGE. — **Le manteau végétal de l'Azurie varoise** (ex *Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté et des Provinces de l'Est*, mars 1937). In-8 (25 × 16) de 7 p. Besançon, Imp. Jacques et Demontrond, 1937. **Pièce 14168**

**Dedication of the Benjamin Franklin Memorial, 19-21 May, 1938, Philadelphia, Pa.** In-4 (30 × 23) de 127 p., fig. **Pièce 14169**

PÉPIN (J.) avec la collaboration de A. PEYRATOUT. — **Normalisation. Interchangeabilité des pièces mécaniques lisses, coniques et filetées dans leur montage et leur fonctionnement.** Étude pratique à l'usage des écoles techniques, des bureaux des études, des services de fabrication et de contrôle. Étude conforme au système de normalisation internationale « ISA » et aux Normes françaises « CNM ». Cours de 1re, 2e, 3e et 4e années, 1937-1938. In-4 (30 × 21) de 136 p., 56 fig. **Pièce 14085**

KUHLMANN (Établissements). — **Engrais et produits chimiques agricoles.** In-8 (22 × 15) de 67 p., fig. Paris, 11, rue de la Baume (8e). **Pièce 14170**

SAINT-GOBAIN (COMPAGNIE DE). — **Près de trois siècles au service de la terre : les Bourdier, paysans de France. Au service du public et de l'agriculture : la Compagnie de Saint-Gobain,** doyenne des industries du monde dans le sillage de leur passé, 1665-1937. In-8 oblong (18 × 27) de 20 p., fig. Paris, 1, place des Saussaies (8e). **Pièce 14171**

**Du rappel d'histoire : de l'Exposition de 1937 aux réalisations aéronautiques de 1938.** In-8 oblong (24 × 32) de 24 p., fig. **Pièce 14172**

BARBILLION (LOUIS). — **Interconnexion d'usines et de réseaux.** Conférence donnée à Mulhouse, le 24 octobre 1930, devant la Société industrielle. 2e édition. In-8 (25 × 16) de 44 p., 18 fig. Grenoble, 1, rue du Général-Marchand, 1932. **Pièce 14173**

MARTEL (E.). — **Notes sur des dispositifs destinés à obtenir l'évacuation régulière et accélérée des produits de combustion lente, et à éviter les refoulements dans les conduits de fumée.** Communication au 6e Congrès du Chauffage et de la Ventilation des Bâtiments habités, Paris 1937. In-8 (23 × 15) de 16 p., 11 fig. Paris, chez l'auteur, 57, avenue des Ternes (17e). **Pièce 14174**

**Revue de l'industrie du nickel en 1938,** d'après R. C. STANLEY, président de l'International Nickel Co of Canada Ltd. In-4 (28 × 22) de 18 p. (dactylographié). **Pièce 14175**

ROUCH (JULES). — **Observations du champ électrique de l'atmosphère en mer.** (ex. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. 207, séance du 17 octobre 1938.) In-4 (27 × 21) de 2 p. Paris, Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1938. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*) **Pièce 14176**

COLLARDET (J.). — **Le bois et les panneaux contreplaqués dans la construction aéronautique moderne.** (IVe Conférence internationale du Bois, Bruxelles, 15-17 septembre 1938.) In-4 (32 × 24) de 8 p., 7 fig. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14177**

MAURO (FRANCESCO). — **La programmazione degli impianti industriali.** In-8 (25 × 18) de 587 p., 177 fig. Roma, Enios, 1939 (Anno XVII). (*Don de l'auteur, membre correspondant*). **18 733**

MAURO (FRANCESCO). — **L'ubicazione degli impianti industriali.** III edizione con molte aggiunte e note. In-8 (25 × 18) de 171 p., 24 fig. Roma, Enios, 1936 (Anno XIV). (*Don de l'auteur, membre correspondant*). **18 734**

GILBERT — **Rapport sur les canalisations d'eau et de gaz.** Rapport lu et discuté à la séance du 8 février 1937 (entériné par M. A. Duffieux, rapporteur sur cette question) de la 7e Commission de Travail de la Société des Ingénieurs civils de France. In-4 (27 × 21) de 44 p. (dactylographiées). **Pièce 14 210**

*L'agent général, gérant,*

E. LEMAIRE.

Imprimé en France par BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTES RENDUS DES SOLENNITÉS

## ORGANISÉES EN MAI 1939

## PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Les solennités organisées par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale pendant le mois de mai 1939 et dont l'objet et le programme ont été exposés dans le *Bulletin* de mars se sont succédé dans l'hôtel de la Société, 44, rue de Rennes, conformément à ce programme, qui avait été arrêté par son Conseil d'Administration. Nous en donnons ci-après, par ordre chronologique, le compte rendu, détaillé pour quelques-unes des manifestations, succinct pour d'autres, le *Bulletin* d'août-septembre 1939 devant revenir en détail sur celles-ci.

*
* *

## EXPOSITION DES APPLICATIONS ARTISTIQUES FRANÇAISES DE L'INDUSTRIE DES MATIÈRES PLASTIQUES

(8-23 MAI 1939)

Les conditions d'admission étaient très larges puisqu'aucun droit d'inscription ni d'accrochage n'était perçu et que tous objets, quelles qu'en fussent la

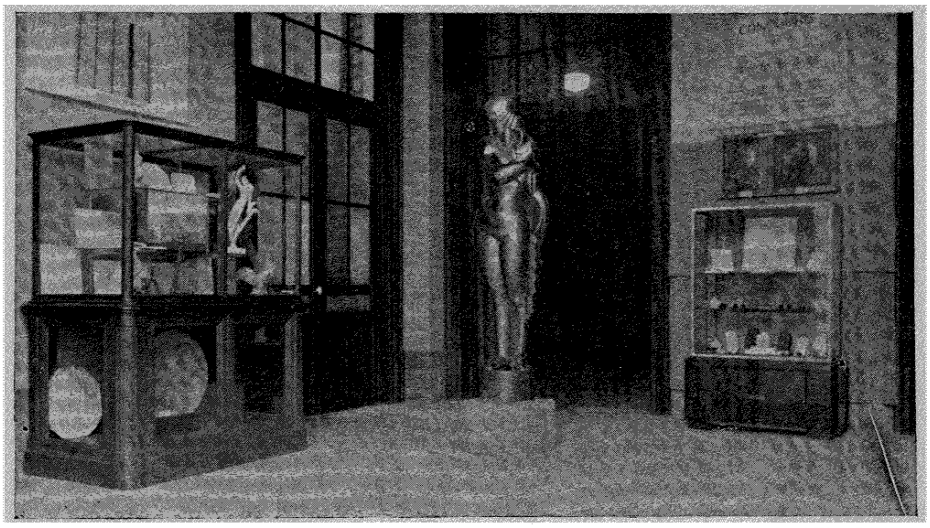


*Photo G. Allié, Paris.*

Fig. 1. — Le grand hall.

forme et les dimensions, étaient admis pourvu que les œuvres fussent originales. Aussi 47 exposants y prirent part, quelques-uns présentant plusieurs objets



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(jusqu'à 23), de sorte que près de 500 objets furent présentés au public, démontrant quelle diversité de forme, de dimension, de couleur et de destination peuvent offrir les seules productions artistiques si l'on fait judicieusement appel aux différents plastiques employés comme matière première. Les figures 1 à 6 permettent de se faire une idée de cette diversité.

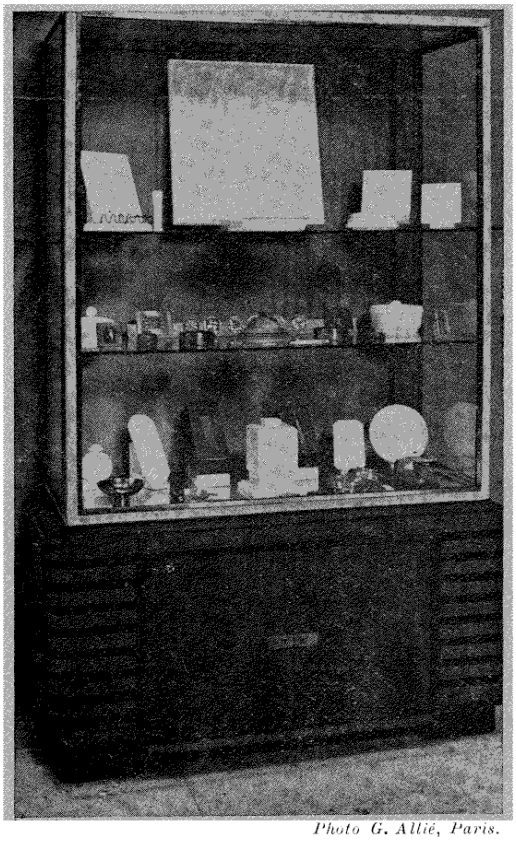


*Photo G. Allié, Paris.*

Fig. 2. — Vitrine de l'École Boulle (grand hall).

L'Exposition était placée sous le patronage d'un Comité composé des personnalités suivantes : M. Luc, directeur général de l'Enseignement technique, président d'honneur; — M. Magne, président de la Société d'Encouragement, président; — M. Berr, président de la Société des Ingénieurs civils de France, et M. Portevin, vice-président de la Société d'Encouragement, vice-présidents; — M. Bô, directeur général des Usines chimiques Rhône-Poulenc; M. Joseph Frossard, administrateur-délégué des Établissements Kuhlmann; M. Louis Frossard, directeur technique aux Établissements Kuhlmann; M. Grillet, administrateur-délégué des Usines chimiques Rhône-Poulenc; M. Périlhou, directeur général de la Compagnie des Mines de Béthune; MM. G. Bertrand, G. Claude, Dubrisay, R. Duchemin, Javillier, Painvin, Trillat et Wahl, membres du Conseil d'administration de la Société d'Encouragement, membres.

Le Comité d'organisation était composé de : MM. Marcel Magne, *président*, Alby, Servonnet et Fressinet, membres du Conseil de la Société d'Encouragement; Jean Gérard, directeur de la Maison de la Chimie; R. Féau, Claude Magne et Alain Duchemin.

Le Jury d'admission à l'Exposition était composé de : MM. Bagge, architecte-décorateur, Inspecteur de l'Enseignement du dessin de la Ville de Paris; Chatard, ingénieur; Chavance, critique d'art; Cogniat, critique d'art; Domin,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

décorateur; FRESSINET, architecte-décorateur, directeur de l'École des Arts appliqués à l'Industrie; MEUNIER, industriel; RAMBOSSON, critique d'art, et SENTENAC, directeur de l'École nationale des Matières plastiques d'Oyonnax (Ain).

C'est ce même jury qui a décerné les prix attribués aux lauréats du Concours dont il sera question plus loin, et dont les projets ont figuré aussi à l'Exposition.

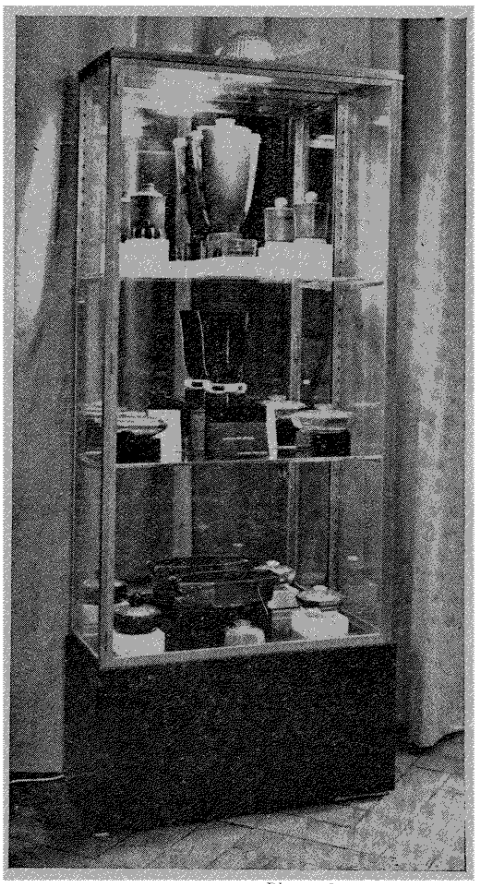


*Photo. G. Allié, Paris.*

Fig. 3. — Vitrine de l'École des Arts appliqués à l'Industrie.

Pour la bonne présentation des objets exposés, les locaux de l'hôtel de la Société d'Encouragement avaient été complètement transformés. Dans le grand hall d'entrée, situé au rez-de-chaussée (fig. 1 à 3), les objets de petites dimensions exposés étaient répartis entre trois vitrines : celles de l'École Boulle et de l'École des Arts appliqués à l'Industrie et celle des projets récompensés au Concours dont il est question plus loin; la salle de conférences du rez-de-chaussée, garnie de tentures (fig. 4), renfermait trois vitrines, des objets isolés et des meubles. Au premier étage, la partie inférieure des armoires vitrées de la grande salle de conférences et de son vestibule et où, en temps ordinaire, sont rangés des ouvrages appartenant à la Bibliothèque de la Société, avait été aménagée en vitrines fixes; d'autres vitrines mobiles étaient disposées soit au milieu, soit aux extrémités des deux salles. On y remarquait notamment celle des productions de l'École d'Oyonnax. Enfin, des sièges, chaises et fauteuils, dans lesquels la matière plastique est associée au métal, étaient répartis dans les salles du rez-de-chaussée et du 1er étage.

Toutes les vitrines, fixes ou mobiles, étaient vivement éclairées, au moyen de tubes luminescents au néon « blanc » dissimulés à la vue, du plus heureux effet, ce qui faisait valoir les riches couleurs et le brillant des objets exposés.

La Société d'Encouragement a cru devoir remercier du concours bénévole

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que leur ont apporté les auteurs de cette installation, en décernant : une médaille d'argent, à MM. Alain Duchemin, Robert Féau, Claude Magne et

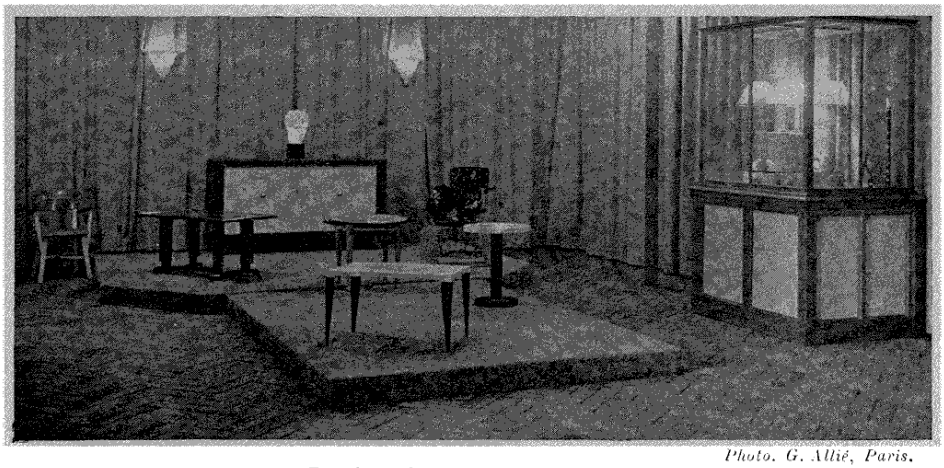


*Photo. G. Allié, Paris.*

Fig. 4. — Salle du rez-de-chaussée.



*Photo. G. Allié, Paris.*

Fig. 5. — Exposition de l'École nationale des Matières plastiques d'Oyonnax.

A. Sentenac, et une médaille de bronze à MM. J. Collomb, A. Galtié, M. Patraut et P. Pernet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'Exposition a été inaugurée le 8 mai à 17 h. par M. Luc, directeur général de l'Enseignement technique, à qui M. Magne, président de la Société, assisté de nombreux membres du Conseil, en a fait les honneurs et fait ressortir l'intérêt et la belle présentation.

A la demande de nombreux visiteurs, plusieurs centaines chaque jour,

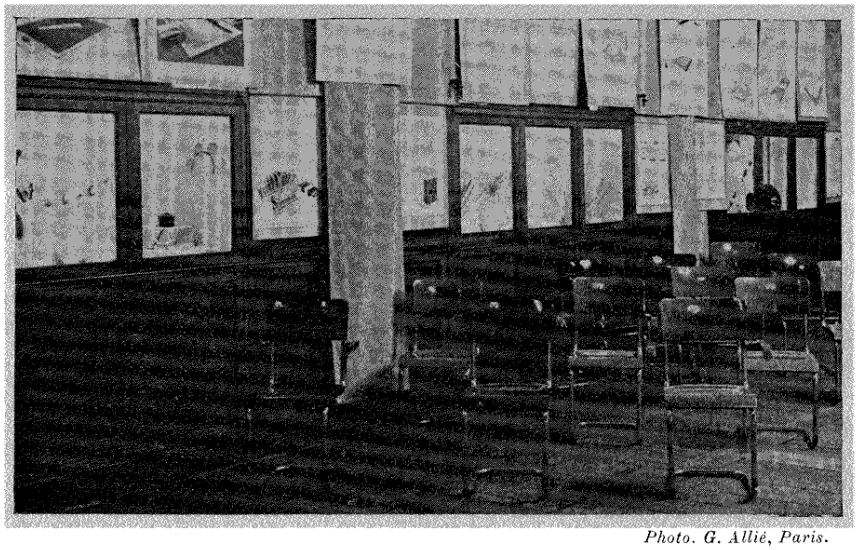


*Photo. G. Allié, Paris.*

Fig. 6. — Grande salle.

l'Exposition fut ouverte le matin et prolongée jusqu'à 19 h. l'après-midi, et le resta jusqu'au 23 mai inclus. L'intérêt qu'elle a suscité a provoqué de nombreuses demandes de renseignements, tant sur la nature, les propriétés et les fabricants des plastiques que sur les procédés employés pour obtenir les objets exposés.

---

## CONCOURS DE PROJETS A EXÉCUTER EN MATIÈRES PLASTIQUES

Ce concours, doté de 10 000 fr de prix en espèces, était placé sous le haut patronage de M. Huisman, directeur général des Beaux-Arts, et de M. Luc, directeur général de l'Enseignement technique. La composition du Jury chargé d'attribuer les récompenses a été donnée plus haut.

L'objet du concours était de mettre en rapport les artistes et les industriels en vue d'une collaboration profitable aux intérêts de chacun en même temps qu'aux intérêts généraux du Pays. Cet objet est un de ceux qui figurent aux statuts de la Société d'Encouragement : faire connaître aux techniciens, comme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au grand public, les inventions et les industries nouvelles, à leur début, promouvoir la création de celles de ces industries qu'il y a intérêt à introduire en France; améliorer et développer celles qui y existent déjà. L'industrie des matières plastiques entre dans ce programme : il convenait donc de mieux faire connaître les plastiques, ce qu'on en peut tirer pour favoriser leur production en France, le bon goût et l'habileté de nos artisans devant d'ailleurs faciliter la vente de leurs productions peut-être plus encore à l'étranger qu'en France.

Les conditions du concours, comme celles d'admission à l'Exposition, étaient très larges. Toute liberté était laissée aux concurrents dans le choix des sujets, car l'art français peut et doit avoir sa place dans l'industrie des matières plastiques, et cela dans de nombreux domaines : construction (portes, fenêtres, poignées, etc.); décoration fixe (revêtements); appareillage électrique; ameublement; accessoires de la toilette et du vêtement; bijoux; jouets; tabletterie; appareils de téléphonie et de radiodiffusion; camping, etc. La participation au Concours était entièrement gratuite, aucun droit d'inscription ou d'accrochage n'étant perçu; les concurrents gardaient leurs droits d'auteur et n'avaient à justifier que de leur qualité de Français.

Les projets pouvaient être présentés, soit exécutés réellement en matière plastique, soit sous forme de maquettes en plâtre grandeur d'exécution, soit encore de dessins, à échelle réduite, le cas échéant, avec, cependant, représentation d'un détail en grandeur d'exécution.

Plus de 200 personnes, y compris les élèves de trois écoles, ont pris part au Concours.

Le Jury, après examen des dessins et maquettes en plâtre présentés, constatant l'insuffisance d'un grand nombre de ces projets, soit au point de vue artistique, soit au point de vue des possibilités de réalisation suivant les techniques des matières plastiques, accorda les récompenses suivantes :

| | |
|---|---|
| M. Maître, École des Arts appliqués (Jeu d'échecs) . . . . . | 1 000 fr |
| M. Meslé, 6, rue de l'Arrivée, à Meudon (Compteur électrique). | 1 000 — |
| M. Dunaisme, 6, boulevard des Deux-Communes, à Nogent-sur-Marne (Nécessaire de toilette et crémone) . . . . . | 300 — |
| M. J. Martel, 10, rue Mallet-Stévens, Paris (Christ) . . . . . | 200 — |
| M. Gotthelf, 128, avenue Parmentier, Paris (Plaque de propreté et béquille) . . . . . | 200 — |
| M. Lamotte, École des Arts appliqués (Poste de T. S. F.) . . . | 200 — |
| M. Jardel, École des Arts appliqués (Poste téléphonique) . . . | 100 — |
| M. Dumont, École des Arts appliqués (Garniture de bureau) . | 100 — |
| M. Lefeuvre, à Oyonnax (Pot à tabac) . . . . . | 100 — |
| M. Pujol, 17, rue Paul-Féval, Paris (Étui à cigarettes) . . . . | 100 — |
| Mlle Ginette Tapin, 10, rue Ernest-Renan, Paris (Nécessaire à pipes) . . . . . | 100 — |
| M. Le Calvez, 4, rue de la Mairie, Bagneux (Té réglable) . . . | 100 — |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le Jury, constatant, d'autre part, que plusieurs projets intéressants ont été présentés au Concours, réalisés en diverses matières ou même en matière plastique, a attribué, à titre d'encouragement, les sommes suivantes :

| | |
|---|---|
| M. Pernet, 70, rue Turbigo, Paris (Chambre à coucher). . . . | 1 200 fr |
| M. Galtié, à Oyonnax (Ain) (Écran) . . . . . | 1 200 — |
| M. de Bardyère, 8, rue Georges Porto-Riche, Paris (Plat à œufs). | 1 200 — |
| M. Lardin, 99, rue Perronet, Neuilly-sur-Seine (Jouet) . . . . | 200 — |
| M. Lefeuvre, à Oyonnax (Broche) . . . . . | 100 — |
| MM. Galtié et S. Ville, à Oyonnax (Barrette) . . . . . | 100 — |
| École des Arts appliqués à l'Industrie, à Paris (Ensemble de son exposition) . . . . . | 800 — |
| École municipale Boulle, à Paris (Ensemble de son exposition). | 800 — |
| École nationale des Matières plastiques, à Oyonnax (Ensemble de son exposition) . . . . . | 800 — |

## BANQUET DU 9 MAI 1939

Ce banquet, présidé par M. Luc, Directeur général de l'Enseignement technique, a eu lieu le mardi 9 mai, au Foyer des Polytechniciens, 12, rue de Poitiers. Soixante-six personnes y ont pris part.

A l'ouverture du banquet, M. Magne, président de la Société d'Encouragement, prononce les paroles suivantes :

Mesdames, Messieurs,

Je vois que vous avez eu, en dépliant votre serviette, la même surprise que moi-même.

Il n'y a certainement que mon ami Sentenac, le directeur de l'École nationale des matières plastiques, pour avoir eu l'audace de s'offrir ma tête et l'idée charmante de modifier le revers de l'excellente médaille que fit de moi, il y a trois ans, le maître Turin, pour la transformer en un souvenir de ma présidence de la Société d'Encouragement, en 1939. Ce souvenir, précieux pour moi, sera pour vous celui de notre exposition et la preuve de l'inflation souhaitable de la production dont est susceptible la matière plastique. Je crois donc interpréter votre sentiment en remerciant de tout cœur M. Sentenac de son attention délicate.

A l'issue du banquet, M. Magne, s'adressant à M. Luc, prononce le discours suivant :

Monsieur le Directeur Général, mon cher Ami,

Vous êtes accoutumé à mon esprit révolutionnaire. Je ne saurais en avoir un autre puisque le Conservatoire national des Arts et Métiers auquel j'appartiens fut fondé par la Convention en l'an III. Cet établissement peut porter un nom conservateur : il n'en est pas moins d'origine révolutionnaire.

Aujourd'hui, je vous reçois au nom d'un établissement plus jeune : il ne date que de l'an X; lui aussi porte un nom débonnaire, quoique son origine ne soit guère moins révolutionnaire.

Ce qui caractérise l'esprit révolutionnaire de ces deux maisons, c'est d'être, non destructeur, mais constructeur. Vous aimez cet esprit, dans lequel nous avons pactisé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contre ce que Dickens appelait le Ministère de Circonlocutions, dont l'art était « quoi qu'il fallût faire, de voir comment ne pas le faire ».

Une autre ressemblance des deux maisons est de représenter la coordination entre toutes les grandes activités, par l'union des sciences mathématiques, des sciences expérimentales et des sciences économiques, de l'agriculture, de l'industrie et du commerce, des constructions et des beaux-arts.

Je ne vous ferai pas l'historique de la Société d'Encouragement. Il resplendit du nom de son premier président, Chaptal, du nom de son premier bienfaiteur, Bonaparte.

Je voudrais cependant y ajouter le nom d'un des premiers membres de notre Conseil d'Administration, François de Neufchâteau, cet autre révolutionnaire, qui, organisant en l'an VII la première Exposition des produits de l'industrie française, voulait y consacrer l'union nécessaire de l'industrie, de la science et de l'art. Si l'art bouda pendant un siècle à cet appel, l'Exposition que vous avez inaugurée montre qu'il l'a enfin entendu.

Le concours organisé à l'occasion de cette Exposition répond à un objet d'actualité pressante, un de ces objets « dans lesquels la France n'a pas encore atteint la supériorité sur l'industrie étrangère », suivant le but qu'un de nos grands bienfaiteurs, le marquis d'Argenteuil, donnait à son legs.

La statistique, que je tiens de M. Gérard, l'actif Directeur de la Maison de la Chimie, assigne à la France 4 p. 100 de la production mondiale des matières plastiques, dans laquelle la Grande-Bretagne compte pour 20 p. 100, l'Allemagne pour 27 et les États-Unis pour 45

Je remercie tous ceux qui ont collaboré à ce premier effort de redressement : nos trois Comités des Arts économiques, des Arts chimiques, des Constructions et des Beaux-Arts, qui en ont eu la commune initiative;

les membres de notre Jury, MM. Bagge, Domin et Fressinet, Chavance, Cogniat et Rambosson, Chatard, Meunier et Sentenac, l'apôtre de la Croisade des matières plastiques;

mes collaborateurs habituels du Conservatoire, qui ont suivi leur patron, MM. Féau et Pernet;

nos jeunes installateurs, MM. Alain Duchemin et Claude Magne, qui ont su organiser, commander et réussir;

enfin notre agent général, M. Lemaire, et le personnel de la Société d'Encouragement.

D'autres sujets, d'un ordre plus général, exigent le même effort de désintéressement et de coordination, et j'exprime notre reconnaissance à M. Gignoux, à M. E. du Vivier de Streel, à M. Mersch, d'avoir répondu à notre appel en vue d'exposer ici les grands problèmes économiques. Ma gratitude va aussi à l'organisateur de ce banquet, mon ami Alby, le grand constructeur qui fut, lui aussi, un révolutionnaire lorsqu'il eut l'audace de prétendre franchir la Seine sur une seule arche et d'imposer son plan pour la réalisation du Pont Alexandre.

Je remercie tous ceux qui sont venus ce soir et surtout les dames, parmi lesquelles je salue nos généreuses bienfaitrices, madame Carrion, madame Féry.

Mesdames, vous avez fait de cette réunion la fête d'élégance que nous souhaitions, ne pouvant admettre les hésitations contre lesquelles je répéterai ce soir une parole récente de M. Gignoux que j'ai déjà citée tantôt : « La santé de l'économie est indispensable au maintien de notre sécurité. »

La présence de présidents des Sociétés industrielles régionales qui sont nos sœurs m'invite à citer aussi l'appel de la Chambre du Commerce de Lille, de celle de Limoges,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

venant après celui de la Fédération des groupements commerciaux de la Moselle pour que chacun maintienne ses habitudes et « se pénètre de la volonté de faire vivre le pays quand même, parce que c'est un acte de foi dans nos destinées ».

C'est à ces destinées, Mesdames, Messieurs, que je vous demande de lever votre verre.

A vous, mon cher Directeur général, mon cher Ami, je rappellerai la définition qu'en 1932 M. de Monzie, alors ministre de l'Éducation nationale, donnait de notre premier président Chaptal, à la commémoration du centenaire de sa mort : « Un technicien mobilisé par le péril. »

Je pense que, si vous êtes venu hier, si vous êtes venu ce soir, c'est que vous assignez encore aujourd'hui ce rôle à la Société d'Encouragement et c'est de quoi, en son nom, je vous remercie.

M. Luc remercie M. Magne en ces termes :

Mon cher Président et Ami, Mesdames, Messieurs,

Je ne sais si c'est par esprit révolutionnaire que vous m'avez invité à présider ce banquet. Je le croirai en vérité, tant j'y vois d'honneur en ce qui me concerne.

Je croirai surtout que vous avez obéi à une amitié déjà ancienne, si fidèle et si forte qui nous lie et qui s'est nouée naturellement en complicité, étant fondée sur un commun idéal.

Cet idéal, je veux bien qu'il soit révolutionnaire. La Révolution est à la mode, on en fête cette année le 150e anniversaire, et on n'a pas manqué de rappeler, en effet, que le Conservatoire national des Arts et Métiers, qui a l'honneur de vous posséder comme maître, et qui nous est cher à l'un et à l'autre, fut l'œuvre de la Convention.

Elle y mit deux choses : un musée, pour la tradition, pour le passé; un enseignement, pour préparer l'avenir. Toute nouveauté, si hardie qu'elle soit, a ses origines dans ce qui la précède. La révolution ne fut pas un éclair d'orage, mais un arc-en-ciel entre deux mondes. Elle est sortie de l'un et l'autre est sortie d'elle. Car elle fut semeuse et créatrice.

On insiste trop, à mon sens, sur ce qu'elle a détruit; détruire est aisé et l'histoire, le présent même donne à ceux qui détruisent et qui tuent une gloire que je tiens pour criminelle.

Mon amour à moi va en effet aux créateurs. Si j'aime l'enseignement qui m'est confié, si j'aime la technique souvent injustement calomniée dont il prépare l'élite et les troupes, c'est parce qu'ils sont et qu'ils doivent être instruments de progrès et non de mort, parce qu'on trahit la technique née de l'homme en la rendant inhumaine.

Surtout, j'aime à concilier. Rien ne m'a plus choqué que le divorce entre l'art et la technique. On divorce facilement aujourd'hui et cela ne vaut rien. L'art et le métier qui ont produit ensemble tant de chefs-d'œuvre, dont l'union symbolise la France et son génie, ne se sépareraient que pour leur perte, pour notre perte; si l'art s'évade de la vie, s'il méprise nos besoins, ces objets solides où s'appuient nos jours et qui les peuplent, l'art deviendra stérile. Si les métiers, si la technique se détournent de l'art, leur laideur les fera haïr. L'ennui, comme l'avait prédit Michelet, desséchera le monde moderne, préparant d'immenses folies. Voilà pourquoi j'ai voulu, comme vous, avec vous, que la jeunesse élevée dans le goût de la création technique, le fût aussi en même temps dans le goût de la création artistique, qu'elle le comprît, l'appelant toujours à son aide et toujours lui prêtant les mains.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A l'École normale nous avons ouvert une section d'arts appliqués dont les élèves seront les maîtres de toutes nos écoles et qui reçoivent au Conservatoire, mon cher Ami, vos belles et fortes leçons.

L'exemple d'Oyonnax, à l'Exposition que nous inaugurions hier ensemble et qui a apporté sa jeunesse, ses couleurs, sa lumière dans les salles — dirai-je un peu austères — de la Société d'Encouragement, cet exemple a montré comment l'alliance de l'art et de la technique avait secondé nos efforts.

Enfin, l'I. R. C. A. T., rassemblant techniciens et artistes, leur posant des problèmes communs mais dans leur inspiration, cherchant par toutes les solutions les plus conformes à l'utilité et à la beauté, donnera, nous l'espérons, à notre industrie, un renouveau de force. Ce renouveau, je l'appelle de tous mes vœux.

Mon pays, notre pays, est vieux, sa population décroît. J'ai peur qu'il ne manque de sève, j'ai peur qu'il manque d'audace et d'enthousiasme. Puis il rajeunit; je vois autour de nous des jeunesses ardentes; elles ont hâte d'occuper la terre et ne trouvent pas suffisante celle qu'elles ont reçue en héritage. Leur enthousiasme, souvent fanatique, m'irrite et m'effraie à la fois.

Je voudrais qu'il y eût chez nous même union, même élan, même enthousiasme pour qu'il y ait force égale, force française pour répondre à cette force étrangère, pour préserver ce que nous estimons être la condition de la vie et le bien le plus précieux du monde, notre liberté.

Ne sont-ce pas là les vœux de cette Société d'Encouragement qui, avec vous, m'a accueilli ce soir? J'ai écouté les noms que vous rappeliez, noms de ses fondateurs, Chaptal, Bonaparte, François de Neufchâteau.

Chaptal, disiez-vous, mon cher Ami, est mobilisé par le péril, mais tous les techniciens français l'étaient alors; la France menacée a frappé la terre de sa baguette de génie et l'on a vu surgir de prodigieuses découvertes. Il n'était plus question de se retrancher du monde dans les asiles de la pensée : science, industrie, tout était confondu; l'éclair jaillissait de l'une à l'autre. Menacés, ne le sommes-nous pas encore? Faut-il fermer les yeux aux pièges qu'on nous tend? N'avons-nous pas besoin de fortifier notre industrie pour vivre et pour nous défendre?

Les mêmes nécessités, ce qui unit autrefois savants et techniciens, ce qui les contraignit ensemble à la recherche, à l'utilisation immédiate, ne sont-elles pas présentes encore devant nous?

Pour moi, j'ai la conviction que la Société d'Encouragement accomplit un devoir national et, sans en avoir la mission expresse, je me crois autorisé à lui adresser des remerciements officiels. Je la loue, bien qu'elle m'y ait une fois associé, de ne point se cantonner dans des cérémonies commémoratives. Il s'agit d'agir, de créer. Ce n'est pas seulement dans ce domaine nouveau des matières plastiques que nous rencontrons pour la quantité, pour la qualité, des concurrents redoutables, c'est dans tous les compartiments de l'industrie, en mécanique, en chimie, en optique, en acoustique, en électricité; partout il nous faut nous défendre et je m'en voudrais d'indiquer les points les plus menacés.

Comment nous défendrons-nous? Par l'invention et par la méthode. Par l'organisation, par le travail.

Le travail, c'est le maître mot, et Newton a pu dire que le génie même était une longue patience.

Travaillons donc. Travaillons aux découvertes, aux applications, au rendement; travaillons à tout, mais surtout travaillons ensemble. Nous sommes trop peu pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous diviser et nous n'en avons ni le moyen ni le droit. Et puis, ce n'est pas le moment, si c'est jamais le moment.

Mesdames et Messieurs, je lève mon verre à la Société d'Encouragement, à son président, mon ami Magne, à l'industrie nationale, que je voudrais enrichir de tous les trésors de la science et de l'art, et surtout je lève mon verre, plus haut encore, à la France.

Le banquet a été suivi de la visite par les convives de l'Exposition des Matières plastiques.

---

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

### SÉANCE PUBLIQUE DU 9 MAI 1939

La séance est ouverte à 17 h. sous la présidence de M. MAGNE, *président*. Au nom de la Société d'Encouragement, il salue M. Gignoux qui a bien voulu accepter de faire la première des trois conférences économiques données au cours de l'Exposition des Matières plastiques. Il montre qu'il y a analogie entre les circonstances dans lesquelles fut fondée la Société d'Encouragement et les circonstances actuelles : elles exigeaient, comme celles d'aujourd'hui, le redressement de l'économie du Pays, menacé, et un redoublement de l'activité de tous, d'où l'intérêt d'exposer les politiques économiques entre lesquelles la France doit faire un choix.

M. GIGNOUX, président de la Confédération générale du Patronat français, fait une conférence sur *Les avantages et les inconvénients de l'économie dirigée et de l'autarcie*; *les avantages et les inconvénients de l'économie libérale*[1].

M. MAGNE, *président*, remercie M. Gignoux de son lumineux exposé. Nos auditeurs, dit-il au conférencier, et tous ceux qui vous liront dans notre *Bulletin*, profiteront de la magnifique leçon que vous nous avez donnée sur les deux routes entre lesquelles il nous faudra choisir. Vous avez jalonné la bonne.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

---

### SÉANCE PUBLIQUE DU 16 MAI 1939

La séance est ouverte à 17 h. sous la présidence de M. MAGNE, *président*. A ses côtés a pris place au Bureau Mgr CHAPTAL, descendant du chimiste Chaptal, premier président de la Société d'Encouragement.

M. MAGNE, *président*, s'adressant à M. du Vivier de Streel, dit : « Nous sommes réunis aujourd'hui pour vous entendre sur l'établissement d'une économie impériale. En attendant de faire cet exposé, vous avez certainement pensé que, dans les circonstances actuelles, il est nécessaire que tous les Français acquièrent l'esprit impérial. Nous vous remercions par avance de nous y aider. » Puis, s'adressant à Mgr Chaptal, M. Magne dit : « Monseigneur, par une singulière bonne fortune, je salue en vous, à

(1) Voir le texte *in extenso* de cette conférence dans le présent *Bulletin*, p. 384 à 395.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la fois l'évêque d'Isionda, auxiliaire de Paris, et le prélat qui revient du Congrès eucharistique d'Alger. Permettez-moi, à cette occasion, de rendre hommage au rôle magnifique de l'Église de France et de ses missions lointaines dans la conquête des âmes. Chaque jour, nous en avons la preuve par ces motions de loyalisme qui nous viennent de notre Empire. Le 10 mai, la Chambre libanaise rappelait que l'amitié franco-libanaise ne fut que « l'aboutissement et la consécration de dix siècles de tradition commune, de luttes, de sacrifices et de fidélité ». Je suis certain que M. du Vivier de Streel s'associe à cet hommage, qui nous ramène à saint Louis, au moment que nous nous apprêtons à l'écouter. »

M. Edmond DU VIVIER DE STREEL, membre du Conseil supérieur de la France d'Outre-mer et de l'Union coloniale française, fait une communication sur *L'établissement d'une économie impériale* (2).

M. MAGNE, *président*. — Quand en l'an X, Chaptal fonda la Société d'Encouragement, c'était au lendemain d'un Empire perdu. Aujourd'hui, cet Empire est une réalité durable si nous savons avoir l'esprit impérial. Cet esprit doit pénétrer partout, et d'abord à la Direction générale des Douanes. On est stupéfait, en effet, que dans le Tableau général du Commerce extérieur, l'Algérie, qui, si je ne me trompe, est formée de trois départements français, figure par ordre alphabétique au milieu des pays étrangers. Je ne doute pas que cet esprit impérial, M. du Vivier de Streel vous en ait donné la foi, une foi raisonnée et confiante. Je l'en remercie au nom de vous tous qui l'avez écouté, et, par avance, au nom de ceux qui liront sa conférence dans notre *Bulletin*.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

---

## SÉANCE PUBLIQUE DU 23 MAI 1939

La séance est ouverte à 17 h. sous la présidence de M. MAGNE, *président*.

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

M. TRÉFOUËL (Jacques) (✻, ✻), chimiste, chef de service à l'Institut Pasteur, 207, rue de Vaugirard, Paris (15e), présenté par MM. Alby et Matheron;

la SOCIÉTÉ J. VERGER et DELPORTE, Entreprise d'Électricité, 141 *ter*, rue Saussure, Paris (17e), présentée par M. Duchemin;

M. LEHR (George) (O. ✻, ✻), Inspecteur général de l'Aéronautique, 31 avenue Félix Faure, Paris (15e), présenté par M. Dumanois;

M. MICHEL (André) (✻), ancien élève de l'École polytechnique, directeur technique des Établissements Jacob Holtzer, à Unieux, Le Sablat, à Unieux (Loire). présenté par M. Chenevard;

la CAISSE RÉGIONALE DE CRÉDIT AGRICOLE MUTUEL DE L'INDRE, 8, rue de la Poste, à Châteauroux (Indre), présentée par M. Louis Tardy.

Ces adhésions nouvelles appellent quelques remarques. C'est M. Tréfouël qui a fait récemment la 5e Conférence Carrion sur le *Traitement des maladies d'ori-*

(2) Le texte *in extenso* de cette communication sera publié dans le *Bulletin* d'août-septembre 1939.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*gine bactérienne par les remèdes chimiques* [1]. M. LEHR est un des lauréats que notre Société vient de récompenser, cette année, d'une médaille d'or. M. VERGER s'était déjà fait membre à titre personnel. La Société dont il fait partie a tenu à s'associer à l'œuvre de la Société d'Encouragement. Les ÉTABLISSEMENTS JACOB HOLTZER sont déjà membre perpétuel de la Société; un de ses collaborateurs, M. Dellenbach, vient de recevoir la médaille Dumas. M. Michel, qui dirige ces établissements, a tenu à se faire membre à titre personnel. Il en est de même de la Caisse de Crédit agricole de l'Indre, qui avait présenté M. Larduinat, à qui le Prix Meynot a été décerné cette année.

M. Magne remercie très vivement ces quatre nouveaux sociétaires dont l'activité s'associera désormais à la nôtre.

M. MAGNE, *président*. — Vous allez entendre M. Jean Mersch, qui est président du Centre d'Études et d'Informations des Jeunes Patrons. Ce groupement a été fondé en juin 1938 par une centaine de jeunes patrons, sous l'égide du Comité central de l'Organisation professionnelle. Son objet est d'aider à la formation d'une élite patronale capable de jouer efficacement son rôle dans l'ordre professionnel nouveau que l'on voit se dessiner sous l'action des nouvelles conditions économiques et sociales. On l'a appelé « un laboratoire d'idées neuves ». En effet, au cours de réunions, des chefs d'entreprises âgés de moins de 40 ans y échangent des idées et surtout les expériences qu'ils ont faites.

M. Jean MERSCH, président du Centre d'Études des Jeunes Patrons au Comité central d'Organisation professionnelle, fait une communication sur *Le rôle du chef d'industrie* [2].

M. MAGNE, *président* remercie M. Mersch de son intéressante communication : « Il nous a montré, dit-il, comment les jeunes patrons comprennent le rôle qu'ils entendent jouer pour rétablir l'économie du Pays et assurer de bonnes relations entre les principaux artisans de cette économie, les patrons et leurs ouvriers. Cette communication termine le cycle des trois conférences économiques données au cours de notre Exposition des Matières plastiques. »

La séance est levée à 18 h. 15 m.

---

## ASSEMBLÉE GÉNÉRALE SOLENNELLE DU 11 MAI 1939.

### DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES POUR L'ANNÉE 1938.

Présidence de M. M. MAGNE, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le fauteuil présidentiel est occupé par M. MAGNE, *président*. A ses côtés ont pris place : Mme Charles FÉRY, donatrice du Prix Charles Féry, qui va être décerné pour la seconde fois, cette année; MM. H. SERVONNET et P. ROLLEY, *secrétaires généraux* de la Société d'Encouragement, et les

(1) Son texte a été donné dans le *Bulletin* de mai 1939, p. 277-298.
(2) Le compte rendu de cette communication paraîtra dans le *Bulletin* d'août-septembre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

membres de son Conseil, rapporteurs des comités techniques sur la proposition desquels les récompenses qui vont être distribuées ont été décernées.

ALLOCUTION DE M. M. MAGNE, *président*.

Mesdames, Messieurs,

Celles et ceux d'entre vous qui sont accoutumés à venir dans notre maison ont dû éprouver une certaine surprise à lui trouver un aspect nouveau.

Il nous a paru qu'il convenait de faire coïncider la cérémonie annuelle de la distribution de nos récompenses avec la double manifestation que constituent notre Exposition des Applications artistiques françaises de l'Industrie des Matières plastiques et notre Concours de Projets à exécuter dans ces matières. Ce sera l'occasion de faire passer tout à l'heure devant vos yeux un film réalisé par M. Sentenac, directeur de l'École nationale d'Oyonnax, l'apôtre de la croisade des matières plastiques, dont les vitrines qui vous entourent montrent la magnifique activité.

Cette manifestation est le premier effort de redressement de la situation d'infériorité dans laquelle se trouve la France pour l'industrie des matières plastiques. Dans la production mondiale, elle n'entre que pour 4 p. 100, tandis que l'Angleterre compte pour 20, l'Allemagne pour 27, les États-Unis pour 45 p. 100.

Ces chiffres expliquent suffisamment le but de cette exposition et de ce concours, organisés d'accord avec la Société des Ingénieurs civils de France et avec la Maison de la Chimie, qui participeront à l'action commune, l'une par des conférences les 12 et 26 mai, l'autre par des Journées des Matières plastiques et des Résines synthétiques, du 10 au 18 juin.

Vous y êtes conviés, comme vous l'êtes aux Conférences d'économie générale que M. Gignoux, président de la Confédération générale du Patronat français a inaugurées ici, avant-hier, et qui se poursuivront les mardis 16 et 23 mai à 17 h.

L'ensemble de ces solennités est le premier stade des dispositions prises par la Société d'Encouragement pour un redoublement d'activité qu'exigent les circonstances actuelles. Comment ne pas établir un parallèle entre ces circonstances et celles qui précédèrent la fondation même de la Société d'Encouragement, le 9 brumaire an X?

Son premier bienfaiteur fut Bonaparte; son premier président, le chimiste Chaptal, que le Comité de Salut public avait appelé pour la fabrication de la poudre nécessaire aux armées de Carnot. Par une coïncidence curieuse, c'est à Saint-Germain-des-Prés qu'était entreposé le salpêtre; c'est près de l'emplacement où la Société devait édifier plus tard cet hôtel que fut établie la fabrication de la poudre. Lors de la commémoration du centenaire de la mort de Chaptal en 1932, M. de Monzie, alors ministre de l'Éducation nationale, le définit : « Un technicien mobilisé par le péril ». C'est le rôle que nous nous assignons encore aujourd'hui. Dans la séance de constitution de la Société, M. de Gérando, membre de l'Institut, soulignait que « s'il était un intérêt sacré pour les philosophes, cher aux amis du bien, précieux aux cœurs patriotiques, c'était l'intérêt de l'industrie. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si de telles paroles étaient de mise au lendemain d'un empire perdu, à la veille d'un empire éphémère, comment ne nous reviendraient-elles pas à la mémoire aujourd'hui que, de nouveau, cet empire existe, plus beau, plus étendu qu'il ne le fut jamais, plus durable aussi, à condition que notre économie soit saine, et c'est ce qu'exposait avant-hier M. Gignoux.

A condition que tous les Français aient l'esprit impérial, et c'est ce que vous montrera mardi prochain M. du Vivier de Streel, en vous exposant « l'établissement d'une économie impériale », à condition enfin que dans cette économie règnent le travail, la fraternité, l'ordre.

Anticipant sur la conférence que fera le mardi 23 mai M. Jean Mersch, pour exposer « le rôle du chef d'industrie », je veux vous rappeler aujourd'hui comment, depuis 1801, la Société d'Encouragement a rempli le sien à cet égard.

Dès sa fondation, elle a voulu établir l'ordre : elle a considéré que la prospérité nationale était une et qu'il fallait coordonner toutes les activités qui y contribuent.

Par la constitution de ses six comités, des Arts mécaniques, des Arts chimiques, des Arts économiques, de l'Agriculture, du Commerce, des Constructions et des Beaux-Arts, elle a uni toutes les forces productrices de la Nation.

Elle y a ajouté une Commission du Bulletin, pour diffuser ses travaux, et une Commission des Fonds, pour une sage administration financière, sans laquelle aucun grand dessein ne peut être mené à bonne fin. Cette administration a donné confiance à tous les généreux bienfaiteurs qui ont constitué le patrimoine de la Société d'Encouragement et continuent à l'accroître : je leur exprime ici toute sa reconnaissance.

C'est grâce à eux que notre Société a pu remplir le rôle social pour lequel nous sommes réunis aujourd'hui : aider l'invention, récompenser le travail sous toutes ses formes, celui d'un Berthelot, d'un Branly, comme celui d'un bon ouvrier, estimant qu'une même vertu donne un même exemple et mérite un même hommage.

Pascal a dit : « L'âme aime la main ». La Société d'Encouragement aime l'âme et la main. Elle va vous décerner ses récompenses. Elles sont peu de chose auprès de celle que vous avez tous, la joie que procure le bon travail.

Cette joie fait le lien fraternel entre nous tous, aujourd'hui. C'est vous, par votre foi dans le travail, qui empêcherez que, dans les circonstances actuelles, la France se mettant à vivre au ralenti, s'installe une hésitation économique qui pourrait être fatale à notre sécurité.

En préparant les solennités de ce mois, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale n'a pas douté. C'est l'exemple que se devait de donner une institution comme la nôtre, qui a traversé pendant près d'un siècle et demi, les crises, les révolutions, les guerres, les régimes, parce qu'elle n'a jamais cessé de servir les intérêts supérieurs du pays.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les Aciéries de Sambre et Meuse (Société anonyme), 45, avenue Marceau, Paris (16e), présentée par M. Androuin;

M. Le Prieur (Yves) (O. ✠) capitaine de frégate de réserve, membre de l'Académie de Marine, 80, rue Georges-Lardennois, Paris (19e), présenté par le Commandant Rouch et M. Lemaire;

la Société des Produits du Maïs, 29, rue de Berri, Paris (8e) présentée par M. Lemaire;

l'Énergie électrique du Nord de la France, 12, rue d'Aguesseau, Paris (8e), présentée par MM. Pontzen et Jean Matheron (*membre perpétuel*);

M. Verger (Jules) (✠), entrepreneur d'électricité, président de la Fédération nationale de l'Entreprise électrique, 181, rue de Courcelles, Paris (17e), présenté par MM. R. Duchemin et A. Alby;

M. Vernotte (Pierre), Ingénieur en chef de l'Aéronautique, 29, avenue Félix-Faure, Paris (15e), présenté par M. Dumanois.

M. Magne, *président*. — Trois des personnes que nous allons récompenser aujourd'hui, et qui figurent dans la liste de ces nouveaux membres, ont tenu à s'associer, dès maintenant, aux travaux de notre Société, comme le font la plupart de ceux de nos lauréats qui le peuvent. Ce sont : le Commandant Le Prieur, M. Verger et M. Vernotte. Au nom de notre Société, je leur adresse mes très vifs remerciements.

La séance se poursuit par la présentation, par M. G. Gronostayski, d'un film de 16 mm, en couleurs, réalisé avec le concours de M. Sentenac, intitulé *L'utilisation des matières plastiques dans la vie moderne*. M. Sentenac commente ce film.

Il est donné lecture des noms des personnes auxquelles ont été décernés des prix en espèces dont a été doté le concours des projets à exécuter en matières plastiques. Leur liste a été donnée à la p. 346 du présent *Bulletin*.

M. Magne et M. Servonnet, *secrétaire général*, procèdent ensuite à la distribution des récompenses décernées, comme d'ordinaire chaque année, pour 1938. Lecture est donnée des rapports, reproduits ci-après, présentés à l'appui de ces récompenses.

Puis sont décernées, pour leur collaboration à l'Exposition et au Concours des Matières plastiques : quatre médailles d'argent, à MM. Claude Magne, Alain Duchemin, A. Sentenac et Robert Féau, et quatre médailles de bronze, à MM. P. Pernet, A. Galtié, M. Patraud et J. Collomb.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# RAPPORTS RELATIFS AUX RÉCOMPENSES DÉCERNÉES PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, ANNÉE 1938.

## 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 Prony pour 1938, est décernée, sur la proposition du Comité des Arts mécaniques, à M. Pierre CLERGET.

Rapport présenté par M. Paul DUMANOIS, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les travaux relatifs au *moteur d'aviation à combustible lourd*, de M. Pierre CLERGET.

Le nom de M. Pierre CLERGET n'est pas inconnu de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale puisqu'en 1926, elle lui a décerné une médaille d'or. Le rapport qui a été présenté à cette occasion a indiqué les travaux de M. Clerget qui avaient motivé cette distinction. Nous n'y reviendrons pas en détail.

Nous nous bornerons à rappeler que, depuis 1892, M. Clerget s'est consacré à la technique des moteurs à combustion sous sa forme la plus générale, avec la mentalité d'un praticien habile, à l'esprit curieux, n'hésitant pas à entreprendre des réalisations que l'orthodoxie officielle eût certainement découragées.

Certaines d'entre elles, datant de plus de 30 ans, retrouvent aujourd'hui un intérêt nouveau; tel est, par exemple, l'emploi de composés oxygénés de l'azote qui permet de diminuer le délai d'allumage du combustible dans les moteurs à injection à grande vitesse; tel est encore l'emploi d'un train moteur à joints homocinétiques expérimenté en 1903 sur les G. 1 de la Compagnie des petites Voitures.

Certaines autres ont connu un succès sans mélange, comme la création des moteurs rotatifs de 110, 130 et 200 ch, moteurs ayant une régularité de



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chronomètre, montés pendant la guerre de 1914-1918 sur des milliers d'avions français et alliés.

Depuis 1921, M. Clerget, entré au service de l'État, s'est consacré entièrement à la réalisation du moteur d'aviation à combustible lourd.

Après avoir monté un laboratoire d'essais et étudié méthodiquement sur monocylindre les différents problèmes, il réalisait en 1928 son premier moteur de 100 ch, qui volait sur *Morane* en 1929.

Depuis cette époque, presque chaque année marque une nouvelle étape : en 1930, c'est un 200 ch; en 1931 un 300; en 1934, un 450, en 1935 un 500 ch. Ce moteur, monté avec compresseur sur avion *Wibault*, a permis de faire des vols à haute altitude et de mettre en relief la propriété avantageuse du moteur à injection pour le maintien de la puissance.

A l'heure actuelle se terminent les essais de sa dernière création : le moteur 14 F à refroidissement par air de 34 litres de cylindrée, faisant 940 ch en pointe et de 620 ch de puissance nominale. Ce moteur, tel qu'il est, permet d'envisager la construction de grande série.

Mais la tâche de M. Clerget ne s'arrête pas là, car l'évolution de la technique aéronautique oblige non seulement à s'occuper des réalisations présentes mais encore à prévoir l'avenir, et c'est pourquoi il poursuit, en même temps, la réalisation d'un moteur suralimenté de 1.500 à 2.000 ch.

A chaque étape de ses réalisations, M. Clerget eut à résoudre des problèmes nouveaux pour lesquels les connaissances de la technique étaient insuffisantes. Il a donc été amené a entreprendre des études systématiques en créant, le cas échéant, des machines spéciales telles que celle qu'il a utilisée en collaboration avec M. Duchêne pour l'enregistrement de la flamme, et dont les résultats ont fait l'objet de communications à l'Académie des Sciences.

Signalons enfin que ses recherches l'ont amené à la réalisation, en 1929, d'une pompe d'injection à réaction différentielle, particulièrement simple et précise, que l'on peut considérer comme définitive.

Je manquerais à un devoir de reconnaissance en ne signalant pas que, lorsque j'ai voulu étudier en 1923 la détonation dans les moteurs, j'ai trouvé auprès de M. Clerget la collaboration la plus précieuse pour la réalisation d'un moteur à compression, variable en marche, avec blocage du cylindre par bride élastique et distribution se déplaçant avec le cylindre, dispositifs judicieux puisque ce sont également ceux qui sont employés depuis dans le moteur C. F. R. Standard.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Signalons enfin que M. Clerget vient de mettre au point un monocylindre d'essai à 4.000 tours, problème particulièrement difficile à résoudre et dont l'intérêt est évident.

Le problème posé en 1921 à M. Clerget était particulièrement difficile : on lui demandait, somme toute en partant de zéro, de créer un moteur d'avion pouvant se substituer au moteur à essence, qui avait derrière lui 30 ans de mises au point. Seuls, ceux qui ignorent tout des difficultés des réalisations techniques — et je ne parle pas des difficultés administratives qui ne furent pas négligeables — ceux qui n'ont jamais eu à entrer en conflit avec la matière et pour lesquels l'esprit critique ou la croyance au miracle tiennent lieu d'expérience, pourront s'étonner que la perfection n'ait pas été atteinte.

En revanche, tous ceux qui ont eu à agir, qui ont connu les déboires des mises au point, quand ce qui apparaissait comme un détail sans importance se révèle comme une difficulté nouvelle à résoudre, admireront cette marche continue et ascendante vers le mieux, et ils s'étonneront de la brièveté des étapes qui ont permis d'arriver à des résultats définitifs.

En attribuant à M. Pierre Clerget sa grande Médaille, la Société d'Encouragement a voulu non seulement sanctionner les résultats acquis grâce à sa science d'ingénieur et à son expérience de praticien, mais encore récompenser cet exemple de travail méthodique, de persévérance dans l'effort, de foi dans le succès qui se poursuit depuis plus de 16 ans et auquel elle associe l'équipe des collaborateurs qui, depuis l'origine, ont apporté à M. Clerget le concours de dévouements qu'il a su mériter.

***

**Prix Alfred Letort.**

M. Alfred Letort, qui était membre de la Société d'Encouragement, lui a légué en 1930, « une somme de 25 000 fr pour la fondation d'un prix à décerner au *meilleur mémoire sur la mécanique générale*.

Le Conseil de la Société d'Encouragement a pensé qu'il convenait de recommander aux postulants de présenter un *mémoire traitant un sujet ayant reçu ou susceptible de recevoir des applications industrielles*.

Ce prix, en espèces, d'une valeur, en 1938, de 3 000 fr, est décerné pour la première fois à M. Pierre Massot.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport présenté par M. Jean FIEUX, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le mémoire de M. Pierre MASSOT intitulé *Étude d'une famille de mécanismes propres à donner un mouvement varié* [1].

M. Pierre MASSOT est à la fois Ingénieur des Arts et Métiers et Ingénieur des Arts et Manufactures. Son activité industrielle s'est développée surtout dans les bureaux d'études de différentes maisons spécialisées dans la mécanique de précision (machines automatiques pour le façonnage du papier et du carton, roulements à billes, calibres, outillage de vérification, micromètres, machines à graver, machines à diviser, machines à imprimer, numéroter, perforer et épingler, appareils oblitérateurs-enregistreurs, etc.). Il est l'auteur de l'appareil, bien connu des Parisiens, dont sont dotés les receveurs d'autobus et qui sert à oblitérer les tickets.

Il a apporté, d'autre part, une contribution précieuse à l'enseignement technique, dans le cadre de l'École centrale des Arts et Manufactures. M. Guillet lui a confié récemment le cours d'outillage mécanique dont il était auparavant répétiteur.

On lui doit de nombreux mémoires publiés dans les grandes revues techniques françaises : la *Revue de Mécanique*, la *Technique moderne*, la *Revue de Métallurgie*, le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, ainsi qu'un ouvrage sur la *Taille des métaux*, préfacé par Henry Le Chatelier. Mais l'étude des mécanismes reste son sujet favori.

La tendance actuelle de réduire le poids et l'encombrement des machines par l'augmentation des vitesses de régime impose une étude approfondie des mécanismes de transmission, dont certains organes sont soumis à un mouvement varié. La déformation, les fatigues et les usures de ces organes deviennent excessives, compromettant la mise au point et conduisant parfois à des remaniements longs et coûteux de l'appareil prototype.

C'est pourquoi l'étude de tels mécanismes ne peut plus être limitée à la seule condition cinématique. Le constructeur doit pousser plus loin les investigations et déterminer, en particulier, avec une approximation suffisante, les vitesses relatives et les effets d'inertie imposés aux différents organes, pour être en mesure d'établir le compromis acceptable au double point de vue du fonctionnement et de la conservation.

(1) Ce mémoire paraîtra *in extenso* dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le mémoire de M. Massot est précisément une étude approfondie des dispositifs de transmission les plus usuels dans le fonctionnement desquels les forces d'inertie sont difficiles à évaluer : le joint de Cardan, le contre-parallélogramme, les mécanismes de Whitworth à mouvement continu ou alternatif, l'engrenage elliptique, la croix de Malte, le rhomboïde et le mécanisme de Whitworth fixé sur sa manivelle.

Le trait caractéristique de ce mémoire est la mise en évidence d'une étroite parenté entre ces différents mécanismes, qui ne semble pas avoir été signalée jusqu'à ce jour, sauf toutefois pour le contre-parallélogramme et l'engrenage elliptique. Si l'arbre moteur du joint de Cardan tourne deux fois moins vite que les arbres moteurs des autres mécanismes, tous les arbres conduits ont à chaque instant la même accélération angulaire au facteur près $\pm 1$ ou $\pm 2$. Il existe donc des relations très simples et bien établies entre les vitesses et les déplacements de ces arbres.

Grâce à cette parenté remarquable, l'exposé théorique se simplifie en prenant une certaine unité, puisqu'il suffit d'étudier l'un des mécanismes pour connaître l'essentiel des autres. M. Massot en profite pour donner un groupe de formules calculables par logarithmes et une série de graphiques établis pour le joint de Cardan mais pouvant convenir à tous les mécanismes cités plus haut. Il montre au constructeur qu'on peut remplacer ces combinaisons cinématiques les unes par les autres sans modifier le résultat théorique, le choix judicieux ne restant subordonné qu'à des considérations d'ordre pratique.

Par son mémoire, rédigé et présenté avec toute la clarté et la concision désirables, M. Massot a apporté une contribution des plus utiles à l'exposé rationnel d'un important chapitre de la mécanique appliquée. Il a bien voulu mettre au service de tous son acquis personnel, fruit d'une longue expérience d'ingénieur d'études et de réalisateur. Ces conditions sont bien celles qui sont spécifiées pour l'attribution du prix Alfred Letort.

***

**Prix Charles Féry.**

Madame Charles Féry, en souvenir de son mari, qui fut membre du Comité des Arts économiques, et pour se conformer au désir qu'il lui avait maintes fois exprimé, a mis pour la seconde fois, en 1938, à la disposition

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la Société d'Encouragement, une somme de 5 000 francs pour récompenser, du Prix Charles Féry, un jeune physicien : 1° ayant déjà exécuté ou sur le point d'achever des travaux intéressants; 2° ayant des charges de famille et à qui la somme rendra service, condition *sine qua non*.

Le prix Charles Féry est décerné, en 1938, à M. Pierre VERNOTTE.

Rapport présenté par M. Paul DUMANOIS, au nom du Comité des Arts mécaniques et du Comité des Arts économiques, sur les titres de M. Pierre VERNOTTE au Prix Charles Féry.

M. Pierre VERNOTTE est père de sept enfants; la seconde condition imposée pour donner droit au Prix Charles Féry est donc satisfaite. Quant à ses travaux, ils sont si nombreux que nous devons nous borner à les énoncer. Presque tous ont fait l'objet de notes ou de mémoires présentés à l'Académie des Sciences ou à des Sociétés savantes ou techniques et dont le texte a été publié dans l'organe de ces compagnies et sociétés ou dans les *Publications techniques et scientifiques du Ministère de l'Air*. Ces travaux concernent la méthodologie, la physique mathématique, l'électricité, la chaleur, l'aérodynamique, la résistance des matériaux et la mécanique. Ce sont :

I. — La meilleure expression mathématique représentant une courbe, empirique. Rôle de la régularité.

Dans quelle mesure les expériences permettent-elles de conclure à la réalité d'un phénomène?

Représentation des lois expérimentales par expressions exponentielles ou rationnelles.

Justification de la théorie des erreurs et de l'emploi des formules de probabilité.

II. — Procédés de calcul numérique des séries lentement convergentes.

Sommation des séries divergentes et application à l'intégration effective des équations différentielles auxquelles se ramènent parfois les équations aux dérivées partielles de la chaleur et de l'aérodynamique.

Nouvelle forme des solutions de l'équation de la chaleur, pour l'étude des temps brefs.

Intégration de l'équation de la chaleur quand les paramètres dépendent de la température.

Partage théorique d'un flux de chaleur entre deux milieux en contact.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Solution complète du problème de la conversion en régime currentiligne.

Indéterminations auxquelles conduit l'équation de la chaleur.

III. — Loi des résidus diélectriques de polarisation et application du contrôle de vieillissement du caoutchouc.

Dilatomètre électrométrique.

Principe de l'électrométrie trifilaire plan-sphère.

Dispositif de garde permettant des mesures très sûres avec des isolements médiocres.

Réalisation et contrôle de puissances électriques très constantes.

Système de couples thermoélectriques à indications tout à fait correctes.

Régulateurs de tension de haute précision (en service en soufflerie depuis 10 ans).

IV. — Mesure très précise des débits gazeux instantanés (modérés).

Contrôle simple et très précis de la régularité de graduation des thermomètres.

Thermostats à température constante et uniforme.

Étude approfondie des diverses difficultés du problème de la mesure des conductibilités thermiques.

Substitution, avec gain énorme de précision, de la mesure du flux à la mesure de la température, dans les expériences de propagation en régime transitoire (en vue de la mesure de la conductibilité).

Chambre froide, en dépression, à mise en régime très rapide (en service depuis 6 ans).

Mise au point de méthodes de mesure correctes de la conductibilité thermique, adaptées aux divers cas de la pratique (double mur, radiateur-calorimètre, point de température stationnaire, barre en régime périodique, enroulement, calorimètre, thermomètre-calorimètre, signal thermique, touchau.

Détermination simultanée de la conductibilité et de la chaleur spécifique des isolants.

Détermination de la chaleur spécifique par une méthode facile et correcte.

Méthode correcte et facile pour la mesure de la conductibilité thermique des gaz.

Mise en évidence du rôle des échanges conductifs brefs dans de nom-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

breux phénomènes, et en particulier dans le fonctionnement des moteurs thermiques.

V. — Mesures relatives à la convection forcée à grande vitesse, exécutées dans des conditions définies.

Échauffement des obstacles par courant fluide rapide (application au refroidissement plus difficile des moteurs, et à la mesure de la température de l'air pour le calcul des performances des avions).

Effet de puits, en convection naturelle.

Découverte d'un nouveau régime de convection naturelle.

Découverte de deux régimes de vidange des réservoirs d'air comprimé.

Fonction de dissipation de l'énergie, en régime turbulent.

Théorie correcte des tourbillons cellulaires (application à la météorologie).

VI. — Etudes théoriques sur le phénomène de fatigue.

Classification générale des déformations imparfaitement élastiques.

Expériences ayant conduit à une théorie des déformations réactives et de l'amortissement interne.

VII. — Première machine bien définie pour l'essai des matériels aux vibrations.

Influence de vibrations invisibles sur le frottement de pivotement.

Mesure, à distance, de l'amplitude des oscillations.

Dynanomètre à variation de coefficient d'influence électrique (en collaboration) (en service depuis 10 ans en soufflerie).

Entretien électrique d'oscillations mécaniques, sans organes d'entretien et sans contact matériel (en collaboration).

*
* *

**Médailles Dumas.**

La médaille Dumas a été instituée en 1897, sur l'initiative d'Aimé Girard, en faveur des *ouvriers qui, sans quitter les ateliers, se sont élevés peu à peu jusqu'au rang de directeur d'usine ou chef d'un service important dans un grand établissement industriel ou agricole.* Le mot ouvrier doit être compris dans son sens le plus large et, suivant une tradition constante, la médaille Dumas peut être décernée à celui qui a débuté comme employé dans un bureau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La Société d'Encouragement ne décerne en général qu'une seule médaille Dumas; mais, cette année, en raison des mérites exceptionnels de deux des candidats présentés, elle en décerne deux : l'une à M. Charles DELLENBACH, l'autre à M. Jules VERGER.

Rapport, présenté par M. Pierre CHEVENARD, au nom du Comité des Arts économiques, sur les titres de M. Charles DELLENBACH à la Médaille Dumas.

M. Charles DELLENBACH, né en 1872, est entré en 1886, à peine âgé de 14 ans, au laboratoire de chimie analytique des Établissements Jacob Holtzer. Il devint rapidement manipulateur habile, puis il entreprit, travaillant seul, de compléter sa formation générale et scientifique. Il atteint si bien ce but que ses connaissances le désignent en 1896 pour occuper le poste de sous-chef du laboratoire. Il en devient chef en 1934 et prend sa retraite en juin 1938, après un séjour ininterrompu de 52 ans aux usines d'Unieux.

Au cours de cette longue période, la métallurgie des aciers fins se transforme profondément, et les Établissements Holtzer jouent un rôle des plus importants dans la création des aciers spéciaux. A mesure que les éléments d'addition deviennent plus nombreux, il faut perfectionner les techniques de dosages, dépister les causes d'erreur, en trouver les remèdes, créer de nouvelles méthodes analytiques. Au prix d'un labeur acharné, M. Dellenbach met son laboratoire en mesure de suivre cette évolution; la rigueur de ses analyses assure aux Établissements Holtzer la régularité de leurs fabrications; de nouvelles méthodes sont créées, notamment pour doser le phosphore et le chrome dans les aciers spéciaux, méthodes recommandées par A. LASSIEUR dans son ouvrage *Méthodes d'analyses des produits sidérurgiques, appliquées à l'étalonnage des échantillons-types de la Société des échantillons-types pour analyses.*

Comme toutes les usines éloignées des grandes villes, les aciéries d'Unieux doivent recruter leurs apprentis-manipulateurs dans la population locale et admettre des jeunes gens dont l'instruction générale est sommaire et la formation scientifique quasi nulle. Devenu chef, M. Dellenbach s'occupe avec une généreuse ardeur de former ses jeunes collaborateurs : c'est, en grande partie, grâce à cet effort que s'est créée puis maintenue la réputation d'exactitude du laboratoire de chimie analytique des Établissements Holtzer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A l'énergie de M. Dellenbach, à ses qualités de formateur et de chef, à sa compétence technique, il faut joindre, pour son éloge, la continuité de sa carrière et sa grande modestie. Volontairement effacé, il est resté dans le même sillon, sans autre ambition que de gagner l'estime de ses chefs, de travailler aux progrès de son industrie et de bien servir la maison où déjà travaillait son père.

*
* *

Rapport, présenté par M. A. ALBY, au nom de la Commission des Fonds, sur les titres de M. Jules VERGER à la Médaille Dumas.

Nul n'est plus digne de recevoir la Médaille Dumas que M. Jules VERGER, aujourd'hui associé gérant de la Société en nom collectif Verger et Delporte, qui, par sa persévérance dans l'effort, sa volonté tenace et sa claire intelligence est devenu, d'électricien qu'il était, chef d'industrie.

Né en 1896, M. Jules Verger était l'aîné d'une famille de cinq enfants. Son père, mécanicien, élevait sa famille avec un salaire journalier de 5 francs.

Dès l'âge de dix ans et demi, après avoir obtenu son certificat d'études, M. Jules Verger entrait comme apprenti chez un électricien. Après trois ans d'apprentissage, puis trois ans d'emploi comme « petit ouvrier », il était, grâce à un travail acharné, poursuivi le soir après ses heures d'atelier, à seize ans, monteur, puis deux ans plus tard, conducteur de travaux. Ensuite ce fut la guerre.

Artilleur de 1915 à 1918, après avoir été blessé à l'attaque du 17 avril 1917, M. Verger partit pour l'Italie puis l'Orient. A son retour d'Orient, il passa dans l'aviation, puis devint chef pilote réceptionnaire en Afrique du Nord, avant de s'engager, une fois revenu à la vie civile, comme pilote de lignes. Il serait sans doute resté dans l'aviation s'il n'était tombé gravement malade en 1922, au moment même où il venait de signer un contrat pour aller au Mexique réorganiser l'aviation commerciale.

Obligé, pour raison de santé, de reprendre son ancien métier, son état de déficience physique l'ayant fait écarter des postes qu'il sollicitait, il n'hésita pas à entrer, comme manœuvre, aux Tréfileries d'Argenteuil. Sa santé s'améliorant, il fut embauché, quelque temps après, dans une entreprise comme chef monteur, et il réalisa les premières économies qui lui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

permirent, en 1925, de devenir l'associé de M. Delporte. Ce fut alors la lutte journalière, que connaissent bien tous ceux qui ont eu le privilège et le redoutable honneur de ne vivre que pour faire prospérer l'entreprise qu'ils ont créée.

Travaillant avec dix ouvriers, l'entreprise en comptait 181 en 1935, en pleine crise; puis, ce fut l'Exposition de 1937 et la lutte que M. Verger a menée contre les saboteurs de l'Exposition. La presse a fait connaître en son temps les conditions de cette lutte, le sang-froid et le courage de M. Verger ainsi que le magnifique exemple qu'il a donné.

Mais cette lutte pour la défense de la discipline, des droits du chef d'entreprise et de l'autorité patronale ne l'empêchait pas, tout au contraire, de n'avoir qu'un seul objectif : travailler à rétablir la bonne harmonie entre employeurs et employés.

C'est ainsi qu'il est devenu le zélé propagateur de l'organisation de la profession, et que, soucieux de tout ce qui peut rapprocher ceux qui sont destinés à travailler en commun, il s'est fait apôtre des « associations professionnelles mixtes », destinées à prendre à leur charge la gestion des intérêts communs des membres de la profession, tout en laissant aux groupements syndicaux — strictement apolitiques — le soin de la gestion de leurs intérêts privés. Son but, comme il le disait récemment dans une allocation radio-diffusée, c'est de réaliser « l'union dans la joie comme dans les difficultés ».

On ne s'étonnera pas qu'après tant d'années de labeur sans défaillance, M. Verger soit devenu président de la Chambre syndicale de l'Entreprise électrique de Paris et président d'honneur du Syndicat général des Installateurs électriciens français.

*
* *

## Prix Fourcade.

Les exposants de la Classe 47 (fabrication de produits chimiques) à l'Exposition universelle de Paris 1878, sur l'initiative et avec la coopération de M. Fourcade, ont fondé auprès de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale un prix de 1.000 fr, qui est remis chaque année, en séance solennelle de la Société, à l'ouvrier des exposants de la Classe 47 ayant le plus grand nombre d'années consécutives de services dans la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même maison. Le montant de ce prix est ramené à 900 fr, en application du décret-loi de juillet 1935.

La Société d'Encouragement décerne pour l'année 1938 le prix Fourcade à M. Jules TONNEILLIER, sur rapport de M. H. SERVONNET, secrétaire général.

Né le 26 juillet 1870, M. Jules Tonneillier est entré le 11 avril 1885 au service de l'usine de Dieuze (Moselle) des Établissements Kuhlmann; il totalise donc à ce jour 54 ans de présence continue. Il y a exercé successivement les fonctions d'aide-maçon, conducteur du crible du sel, conducteur de locomotive, mécanicien et tuyauteur à la soudière, mécanicien à l'atelier du carbonate de baryte; il est actuellement surveillant dans ce dernier atelier.

Excellent ouvrier, intelligent, très travailleur, d'une moralité parfaite, M. J. Tonneillier donne à tous l'exemple de l'activité et du dévouement. Père de cinq enfants, qu'il a parfaitement élevés et dont quatre sont encore vivants, il a en outre pris à sa charge un petit-fils devenu orphelin.

Très estimé de ses concitoyens, M. J. Tonneillier est conseiller municipal de la ville de Dieuze. Il est titulaire de la médaille des Assurances sociales et de la médaille d'honneur du travail.

***

**Prix Meynot.**

Le Prix Meynot d'une valeur de 1.000 fr, réduite en 1938 à 900 fr en application du décret-loi de juillet 1935, doit être décerné cette année à *un cultivateur, viticulteur ou maraîcher d'un département 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-fruits ou à prix d'argent avec les bras de sa famille, soit seul ou soit avec un ouvrier au plus, avoir donné le meilleur exemple par sa conduite, son assiduité au travail, par l'ordre dans son ménage et, par l'application des meilleures méthodes de culture et de l'outillage le plus perfectionné et avoir réalisé le meilleur résultat dans sa petite exploitation.*

Rapport présenté par M. Louis TARDY, au nom du Comité d'Agriculture, sur l'attribution du Prix Meynot à M. Jean LARDUINAT.

M. Jean LARDUINAT est âgé de 44 ans; il habite Le Sioudray, commune

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'Urciers (Indre). Il est pensionné de guerre avec 65 p. 100 d'invalidité. Marié en 1922, il a eu 8 enfants dont 7 sont vivants. L'aîné de ses enfants n'a qu'une douzaine d'années.

M. Larduinat exploite seul, avec l'aide de sa famille, une petite propriété rurale de 8,75 ha, composée principalement de terres labourables et de vignes. C'est un excellent agriculteur, qui possède dans son exploitation un outillage moderne très complet. Malgré toutes les difficultés éprouvées par les agriculteurs au cours de ces dernières années, M. et Mme Larduinat, bien que chargés d'une nombreuse famille, ont pu toujours faire face à leurs engagements. La conduite de ce ménage est parfaite à tous égards et le plus grand ordre y règne.

Les deux époux élèvent honnêtement et courageusement leurs enfants et sont signalés comme un « ménage magnifique », à citer en exemple.

M. Larduinat est un de ces petits cultivateurs travailleurs et consciencieux qui ont versé leur sang pour la défense de notre pays pendant la grande guerre et qui sont profondément attachés à la terre de France.

***

**Médailles d'or.**

Rapport présenté par M. Pierre NICOLAU, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur l'*amplificateur pneumatique* de M. Marcel MENNESSON.

Détournée par de tumultueuses propagandes, l'opinion tend à méconnaître les mérites de la technique française. La Société d'Encouragement manquerait à sa mission d'encourager l'industrie nationale si elle ne s'attachait à donner en exemple ceux des meilleurs serviteurs de cette industrie dont la modestie a trop longtemps dérobé au grand public les prestigieux talents.

C'est ainsi qu'elle se doit de rompre le silence dont M. Marcel MENNESSON, administrateur-délégué de la Société anonyme Solex, s'est volontairement entouré depuis l'époque où, très jeune, il sortit de l'École centrale des Arts et Manufactures avec le n° 7, pour se mettre au service de l'industrie automobile, qu'il ne devait plus quitter.

Après avoir effectué de nombreux travaux sur la transmission de la chaleur dans les appareils réfrigérateurs, M. Mennesson concentra toute son attention sur les problèmes de carburation des moteurs à explosion. Depuis 1910, il est l'auteur de près d'une centaine de brevets sur la déli-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cate matière du mélange de l'air et de l'essence en proportions variables. Il a étudié à fond l'écoulement des liquides en orifices de petit diamètre, ainsi que les lois d'inertie qui régissent les fluides soumis à des aspirations pulsatoires.

C'est au cours de ces développements que, cherchant à mesurer avec précision le débit des orifices de petit diamètre, il découvrit et réalisa le micromètre pneumatique Solex[1].

L'Académie des Sciences a déjà consacré par une de ses récompenses la valeur scientifique de cette géniale invention qui, depuis la mise en œuvre du microscope, constitue l'acquisition la plus originale et la plus féconde de la métrologie.

La médaille d'or que lui décerne la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale en affirmera la valeur et la portée pratiques. Elle dira aussi qu'à ses brillantes qualités d'inventeur, M. Mennesson a eu le rare mérite de joindre de remarquables qualités d'organisateur, sachant allier, sous son titre d'ingénieur, la clairvoyance du savant théoricien au réalisme du technicien éprouvé et du praticien averti.

***

Rapport présenté par M. Paul DUMANOIS, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les travaux de M. Georges LEHR sur les *moteurs d'aviation*.

Comme les années précédentes, l'Association technique maritime et aéronautique a demandé à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale l'attribution d'une récompense en faveur d'un de ses membres. Parmi les candidats que cette Association a proposés, la Société d'Encouragement a choisi M. Georges LEHR, Inspecteur général de l'Aéronautique.

M. Lehr fut un de mes collaborateurs dont j'ai pu apprécier la compétence dans la technique des moteurs d'aviation. Depuis 1926 il a présenté aux sessions de l'Association précitée neuf mémoires relatifs à divers problèmes, savoir :

Les moteurs d'aviation à came ou à barillet (1926); — La sous-alimentation du moteur aux basses altitudes (1927); — Le rendement thermique et les pertes par les parois dans les moteurs à explosion (1928); — Les effets de la température ambiante sur le fonctionnement des moteurs à refroidissement par l'air (1929); — Remarques sur l'équilibrage des forces d'inertie dans les moteurs en étoile (1932); — Analyse

(1) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 avril 1932, T. 194, p. 1459.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

harmonique du couple dû aux forces d'inertie dans les moteurs d'aviation à embiellage articulé (1936); — La contrainte des dentures dans les réducteurs d'aviation (1937); — Résultats des mesures en vol du couple d'un moteur à diverses altitudes (1937); — Le calcul des vibrations critiques de torsion dans les moteurs d'aviation à réducteurs (1938).

Ces études, toutes originales, présentent un intérêt particulier du fait que, pour la plupart, elles résultent de la discussion de résultats expérimentaux. Mais ce sont surtout les travaux de M. Lehr relatifs à l'équilibrage et aux périodes critiques qui nous paraissent devoir retenir l'attention. En fait, les vibrations constituent une des causes principales d'usure, et parfois de destruction des machines quand des phénomènes de résonance se produisent.

D'autre part, tout moteur alternatif est un générateur de réactions périodiques. Quand il est monté sur un ensemble aussi élastique qu'un avion, dans lequel l'inertie des pièces est réduite au minimum et dont certaines parties forment de véritables systèmes vibratoires, ces réactions périodiques sont une cause de vibrations forcées ou de résonances, susceptibles de compromettre rapidement la sécurité de l'ensemble.

Ce sont de tels problèmes qui ont fait l'objet des communications de M. Lehr en 1932, 1936 et 1938. Les études fournies ne sont pas purement théoriques; elles conduisent à des résultats pratiquement utilisables, et c'est là l'essentiel.

***

Rapport présenté par M. Albert PORTEVIN, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux de M. André LEROY sur la *soudure*.

La conférence sur *Les contrôles en soudure autogène*, faite le 26 février 1938 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale par M. André LEROY, a mis en lumière devant notre Société les remarquables qualités de professeur du conférencier, dont la carrière est orientée à la fois vers la recherche scientifique appliquée à la technique et vers l'enseignement.

Ingénieur-chimiste de l'École de Physique et de Chimie industrielles, d'où il est sorti en 1938 avec le n° 2, M. Leroy travailla pendant trois ans au laboratoire du Prof. Damiens à la Faculté de Pharmacie de Paris, après un stage à l'École de Chauffage industriel; il devint ensuite chef du Service de Chimie à l'Institut de Soudure autogène, professeur et directeur des Études de l'École supérieure de Soudure autogène.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il a déjà apporté de très importantes contributions à l'étude scientifiques de ce procédé d'assemblage, dont le cycle de conférences, organisé par notre Société au début de 1938, a montré les progrès et le rôle sans cesse croissants. C'est ainsi qu'il a étudié l'épuration de l'acétylène, l'atmosphère pendant l'exécution des soudures, le contrôle du carbure de calcium, l'hygiène et la sécurité en matière de soudure, l'application des flammes aux traitements métallurgiques localisés, la classification des flammes utilisées pour la fusion, et, tout particulièrement, la corrosion des soudures et l'application des méthodes analytiques sur micro-prélèvements. Ces méthodes, auxquelles il a apporté une contribution originale, apparaissent devoir rendre service dans de multiples problèmes d'études métallurgiques. Ses travaux font déjà l'objet de plus de 20 communications et mémoires présentés à l'Aca lémie des Sciences, à la Société chimique de France, à la Société de Chimie industrielle, à l'Association française pour l'Essai des Matériaux, aux Congrès de Soudure autogène. M. Leroy y manifeste les qualités d'exactitude et de probité du savant, alliées à la clarté d'exposition du professeur et à l'orientation pratique du technicien.

Il est un des brillants représentants de cette catégorie de travailleurs que notre Société a depuis longtemps mission d'encourager et de récompenser; notre Société lui est d'ailleurs déjà redevable, non seulement de la conférence déjà citée, mais aussi d'une description, qui doit paraître dans notre *Bulletin*, de la Chimie au Palais de la Découverte, à l'organisation duquel il a été l'un des artisans les plus dévoués et les plus éclairés.

***

Rapport présenté par M. Léon GUILLET, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux de *métallurgie* de M. André SOURDILLON.

M. André SOURDILLON, Ingénieur des Arts et Manufactures, est chef des travaux de métallographie et de traitements thermiques à l'École centrale et directeur des services métallurgiques à la Société des Automobiles Latil.

Les travaux de M. André Sourdillon, publiés dans les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, la *Revue de Métallurgie*, le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, le *Bulletin de la Société des Ingénieurs de l'Automobile*, ou présentés aux Congrès internationaux de Métallurgie (1932, 1935), au Congrès d'Électrothermie de Scheveningen (1936, Pays-Bas) ont trait, soit à l'étude des produits métallurgiques, aciers spéciaux et alliages légers en particulier, soit à l'étude de leurs traitements thermiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les recherches de M. Sourdillon relatives à ces traitements ont précisé bien des points, notamment ce qui concerne les déformations de trempe et la précision que nécessite fort souvent ce traitement. M. Sourdillon a en outre contribué, avec M. Jean Galibourg, déjà récompensé par la Société d'Encouragement, à l'établissement et au fonctionnement du laboratoire de métallurgie à l'Exposition des Arts et Techniques de 1937. Il vient d'être nommé chevalier de la Légion d'honneur pour les services qu'il a rendus.

M. Sourdillon, né en février 1892, fils d'un universitaire très connu en Touraine, a été un excellent officier d'artillerie durant la guerre; il fut mobilisé du 1er août 1914 jusqu'en juillet 1919, passa trois ans et trois mois au front dans une unité combattante et fut cité deux fois.

***

Rapport présenté par M. Jules Rouch, au nom du Comité des Arts économiques, sur les *inventions* de M. Yves Le Prieur.

Le capitaine de frégate de réserve Yves Le Prieur est né à Lorient le 23 mars 1885. Il est entré à l'École navale en 1902, a donné sa démission en 1919 pour se consacrer plus complètement à ses recherches techniques. Membre de l'Académie de Marine, officier de la Légion d'honneur avec croix de guerre, le commandant Le Prieur a été à trois reprises différentes lauréat de l'Académie des Sciences (1913, 1919, 1924).

D'un esprit inventif, dont il a donné des preuves dès sa jeunesse, il a imaginé et mis au point des appareils qui ont rendu les plus grands services à la Marine et à l'Aviation. En voici la liste incomplète.

Étant enseigne de vaisseau en 1912, il invente une machine à calcul de direction de tir dénommé : *conjugateur*, adoptée et mise en service sur tous les cuirassés, puis sur tous les bâtiments de combat. Pendant la guerre, il imagine en 1916 un système de *fusées incendiaires*, qui permettent aux pilotes de chasse français et britanniques d'abattre 50 ballons d'observation de l'artillerie ennemie. On adopte aussi sa *girouette de tir*, qui règle automatiquement la correction-tireur des mitrailleuses d'avions et ses *correcteurs de tir* pour le tir antiaérien des mitrailleuses et des canons.

A partir de 1919, M. Le Prieur met au point les appareils suivants : *Affûts multiples* (doubles et quadruples) avec correcteurs pour la D. C. A.; — Un dérivomètre enregistreur, le *navigraphe*, actuellement en service sur



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les lignes d'avions transatlantiques; — Un *théodolite enregistreur*, adopté par l'Office national météorologique pour les sondages aériens; — Un *scaphandre léger*, adopté par la Marine, et un *habit chauffant* (eau chaude à l'intérieur) permettant de braver les plongées en eau froide.

En cinématographie, il imagine le premier (1929) le principe du *décor cinématographique* (ou de la glace), actuellement en usage dans tous les pays. Il s'est spécialisé dans les *films sous-marins*, en noir et en couleurs, pris en scaphandre, pour lesquels il a mis au point tout un matériel spécial.

En 1937, il a réalisé un *fusil lance-harpon*, tirant en plongée des cartouches à poudre, permettant aux scaphandriers de chasser les poissons (fusil Nautilus). En 1938, il a imaginé un *masque de surface*, permettant la vision sous-marine sans fatigue tout en flottant en surface, ce qui en fait un très efficace engin de sauvetage. Ces dernières inventions ont fait l'objet d'une communication devant notre Société, donnée l'année dernière.

Le commandant Yves Le Prieur est un inventeur génial, qui a toujours eu le souci des applications pratiques immédiates.

***

Rapport présenté par M. Charles BIHOREAU, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux de M. Henri LANTZ, notamment sur la *fabrication synthétique de l'ammoniaque et l'utilisation des schistes*.

M. Henri LANTZ, né à Paris le 23 octobre 1883, est Ingénieur diplômé de l'École de Physique et de Chimie industrielles de la ville de Paris (promotion 1900). Il a d'abord été chimiste chez M. J. Dupont, à Argenteuil. Entré à la Société l'Air liquide en 1906, il a collaboré, dès cette époque, aux premiers essais de laboratoire relatifs à la synthèse de l'ammoniaque sous la direction de M. Georges Claude; ensuite, comme ingénieur de fabrication d'oxygène, il a participé aux perfectionnements des appareils de liquéfaction et de distillation de l'air (appareils à oxygène et à azote). Directeur de l'usine de la Société l'Air liquide à Route de Vaulx (près de Lyon) il a monté la fabrication du bioxyde de baryum. Directeur de Combe-Blanche, de la même Société, il a assuré la fabrication du bioxyde de baryum, de l'eau oxygénée, des sels de baryum, et, pendant la guerre, il a entrepris la production de la « collongite ».

Appelé en 1920 par M. Georges Claude à l'usine de Montereau de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Société chimique de la Grande Paroisse (filiale de la Société l'Air liquide) pour y collaborer à la mise au point du procédé de synthèse de l'ammoniaque, il a pris une part très active à l'étude et au perfectionnement des appareils de séparation d'hydrogène par liquéfaction du gaz à l'eau, des appareils de décarbonisation des fours de catalyse pour la synthèse de l'ammoniaque. Détaché en 1923 à l'atelier installé aux Mines de Béthune, il a eu un rôle prépondérant dans la mise au point des appareils de liquéfaction des gaz de fours à coke et de la synthèse de l'ammoniaque à partir de ces gaz.

Directeur du bureau d'Études et d'Entreprises de la Société chimique de la Grande Paroisse en 1924, il a dirigé l'étude, la construction et la mise en marche des usines installées tant en France qu'à l'étranger pour l'exploitation des procédés Claude.

Ingénieur en chef de la Société chimique de la Grande Paroisse en 1931, il a dirigé la fabrication de l'ammoniaque en perfectionnant les procédés et l'installation des ateliers de fabrication de « potazote », de sulfate d'ammoniaque, d'acide nitrique, de nitrate d'ammoniaque, de nitrate de soude et de nitrate de chaux.

Depuis 1936, il consacre une très large part de son activité au traitement des schistes bitumineux de Saint-Hilaire (Allier); il a conçu et fait exécuter un four de distillation nouveau (breveté en France et à l'étranger) permettant d'extraire, dans des conditions particulièrement avantageuses, l'huile contenue dans les schistes, lignites et matières analogues. Cette cornue a fait l'objet d'une communication présentée au Congrès des Schistes qui s'est tenu à Glasgow (Écosse) en juin 1938, et elle a retenu l'attention des exploitants étrangers (Écosse, Afrique du Sud, Mandchourie, Australie, Estonie) qui se sont montrés disposés à étudier son application dans leurs usines.

Parallèlement à ces réalisations, M. Lantz continue de diriger les essais industriels entrepris par la Société chimique de la Grande Paroisse sur l'hydrogénation catalytique des huiles de schistes, des goudrons et des benzols, en vue de transformer en carburants ces produits d'origine strictement nationale.

***

Rapport présenté par M. Lucien Bechmann, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur l'œuvre de M. André Vigneau, décorateur, photographe, cinéaste.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. André VIGNEAU est un artiste qui a orienté ses dons vers des réalisations très variées auxquelles son tempérament donne une valeur toute particulière.

Après avoir débuté comme artiste-peintre, il fut attiré vers la décoration. A l'Exposition de 1925, il a lancé les mannequins Siegel, conçus par lui et exécutés par cette firme avec laquelle il collaborait comme décorateur. Son goût et son imagination trouvèrent un autre champ d'application dans la photographie d'art. M. Vigneau est l'auteur d'une remarquable série de photographies des sculptures anciennes du Musée du Louvre (plus de 20 fascicules parus dans l'*Encyclopédie de l'art*), collection universellement admirée, qui constitue une précieuse documentation pour les artistes. Il publia deux albums sur la Cathédrale de Chartres et le Château de Versailles (aux éditions Tel) où il sut présenter ces monuments de la façon la plus heureuse.

Mais M. Vigneau est en perpétuelle évolution, et il fut attiré par le cinématographe. Il réalisa un film documentaire sur la Cathédrale de Chartres, un autre sur les sports d'hiver et des dessins animés publicitaires en couleurs. Cherchant toujours de l'inédit, il présenta à l'Exposition de l'Électricité un dessin lumineux constituant un véritable tableau.

Le stand de l'Institut Pasteur au Palais de la Découverte est l'œuvre de M. Vigneau, comme celui de la coopération intellectuelle (en collaboration avec M. André Lurçat) au Palais d'Art moderne en 1937. Il a été chargé de réaliser le stand de l'électricité au Pavillon français de New-York de 1939.

Ce qui frappe en M. Vigneau c'est la multiplicité de ses activités; peintre, décorateur, photographe, cinéaste, il a su, dans des œuvres si diverses, joindre à ses qualités artistiques des dons de novateur et une grande habileté de réalisation.

***

Rapport présenté par M. Joseph DEMORLAINE au nom du Comité d'Agriculture, sur les travaux de M. Léon PARDÉ, sur les *conifères*.

Dans son numéro d'août-octobre 1938, le *Bulletin* de la Société d'Encouragement a publié, sous notre signature, une étude bibliographique sur l'ouvrage *Les conifères*, dont l'auteur est M. Léon PARDÉ, Conservateur des Eaux et Forêts en retraite, ancien directeur des Écoles forestières des Barres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cet ouvrage, comme on pourra s'en rendre compte par l'étude bibliographique précitée, vient à son heure, parce qu'il permet à ceux qui s'intéressent aux arbres verts, aux touristes et aux promeneurs, de ne pas confondre sous le nom de « sapins », comme on le fait encore presque généralement aujourd'hui, tous les arbres résineux qu'ils rencontrent.

L'étude de M. Pardé, présentée sous une forme très simple et très claire, permet de reconnaître et de distinguer, à première vue, les différentes espèces de conifères de nos bois, de nos parcs et de nos jardins.

D'ailleurs, M. Léon Pardé, pour mieux faire connaître la forêt et, par suite, l'aimer et la conserver, vient de publier dans la Collection Armand Colin un nouvel ouvrage intitulé *Arbres et forêts*, en collaboration avec son fils, M. Maurice Pardé, professeur à l'Université de Grenoble. Cet ouvrage donne tous les renseignements intéressants sur l'utilité de la forêt, sur son rôle, tant au point de vue économique qu'esthétique.

Cette étude de vulgarisation montre les efforts faits par le forestier de valeur qu'est M. L. Pardé pour mettre le public au courant de toutes les questions forestières et aider ainsi à la conservation de la forêt, à la propagation du reboisement en France, qui a un besoin pressant de bois, en raison de l'importance très grande de ce matériau, en ce qui concerne la lutte contre les inondations et la production de la pâte de bois, questions de première nécessité.

***

Rapport présenté par M. Paul VAYSSIÈRE, au nom du Comité d'Agriculture, sur la compagnie *L'Androsace*.

Les sciences de la nature sont trop insuffisamment à l'honneur dans notre pays pour qu'on passe sous silence l'initiative prise par le Club alpin français en créant, dans son sein, la Compagnie de l'Androsace, placée sous l'emblème d'une fleur nivale par excellence. C'est au docteur Marceron, président actuel de la Section de Paris du Club alpin, que revient le mérite de l'idée de ce groupement, dont la constitution fut officiellement consacrée en janvier 1936.

Pour donner une idée précise de l'Androsace, il suffit de souligner les principales dispositions de son règlement intérieur. C'est un groupement à la fois très ouvert et très fermé. Très ouvert dans ce sens que tout

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

membre du Club alpin français peut, sur sa simple demande, être inscrit au nombre des Amis de l'Androsace et participer à toutes ses manifestations. Très fermé, du fait que, pour monter en grade et être admis à diriger la Compagnie, il faut faire preuve de réelles qualités d'observation, d'assiduité, d'une incontestable valeur scientifique et sportive.

Les adhérents sélectionnés sont divisés en deux catégories : A, les maîtres, choisis parmi ceux que leur passé scientifique, leur ardeur à enseigner indiquent pour le rôle d'éducateur; B, les compagnons, élus parmi ceux dont les efforts, les travaux, les services rendus, ont contribué à donner du lustre à l'Androsace. L'ensemble des amis, compagnons et maîtres, constitue la Compagnie de l'Androsace.

Mais, pour bien comprendre l'esprit de cette compagnie, il faut se rappeler qu'elle est composée d'alpinistes désireux de mieux connaître les grands problèmes de la nature et d'apporter à ceux qui ont fonction de coordonner les faits, des observations et des documents. Ainsi l'Androsace n'est pas une société savante, mais une formation de prospection.

En réalité l'esprit de l'Androsace combine harmonieusement le physique et l'intellectuel et procède, en quelque sorte, de la combinaison intime de l'esprit de curiosité scientifique et de l'esprit Club alpin.

L'esprit de curiosité scientifique est caractérisé par le désir d'affiner les qualités de patience, de précision et de probité indispensables pour obtenir une documentation utilisable. L'esprit Club alpin, de son côté, exalte les vertus de courage, de solidarité, de réflexion et de gaîté saine. C'est de l'union de ces deux esprits qu'est fait l'esprit de l'Androsace. Il en résulte : pour l'individu, un progrès physique et moral, qu'on ne saurait trop encourager à une époque où le besoin se fait sentir de plus d'équilibre et de plus de santé; — pour le Club alpin, un nouveau moyen de faire aimer et comprendre la montagne, en lui permettant de conquérir un nouveau public; — pour la société, une possibilité d'étendre son champ d'investigation scientifique à des régions où il reste encore beaucoup à découvrir.

L'esprit de l'Androsace n'est pas égoïstement contemplatif : il vise à obtenir des résultats substantiels. Par l'apport de faits, d'échantillons, d'images, le membre de l'Androsace doit bientôt faire figure d'explorateur, et il est permis d'espérer, pour le progrès humain, que l'esprit de l'Androsace animera dorénavant tous ceux qui iront porter sur des cimes nouvelles le drapeau de la France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les manifestations de l'activité de l'Androsace depuis 1936 sont : des causeries et conférences mensuelles au siège du Club ou à l'Institut océanographique; — une participation à l'Exposition de 1937, dans le refuge Vallot; — la présentation d'une dizaine de rapports au Congrès du Tourisme, Thermalisme, Climatisme; — des visites d'établissements scientifiques : Vivarium du Muséum national d'Histoire naturelle, Palais de la Découverte, etc; — des excursions scientifiques aux environs de Paris, au bord de la mer; — et enfin et surtout, pendant les vacances (Pâques, Pentecôte, grandes vacances) des excursions de plusieurs jours en moyenne et haute montagne (Col de l'Iseran, Vosges, Haut Jura, Valgaudemar, La Grave, Causse de Minerve, etc.) Ces excursions furent très suivies et donnèrent les meilleurs résultats, tant au point de vue scientifique qu'hygiénique et sportif.

Il convient de signaler ici une autre activité scientifique du Club alpin. La vogue des sports d'hiver a permis de créer une commission des travaux scientifiques de *spéléologie* et une sous-commission des *avalanches*, qui est chargée de réunir toute la documentation sur ces phénomènes catastrophiques afin d'essayer d'en tirer des conclusions pratiques.

***

Rapport présenté par M. Georges Risler, au nom du Comité de Commerce, sur l'œuvre de *La maison sociale de Creil* (Oise).

La maison sociale de Creil a été, à l'origine, un dispensaire anti-syphilitique créé par Madame Robert de Rothschild.

Lorsqu'en 1919, fut créé en Belgique le Comité national de Défense contre le Péril vénérien, une dame se fit annoncer au cours de la séance du Conseil d'Administration et tint ce langage : « Vous vous occupez d'une maladie qui fait de terribles ravages, au moins égaux à ceux de la tuberculose; elle est qualifiée de honteuse. Je ne connais que des maladies qu'il faut combattre, qu'il faut guérir et dont il faut débarrasser l'humanité, et je viens me mettre à votre tête. » C'était la reine Élisabeth de Belgique.

Dans des conditions plus modestes, Mme de Rothschild a agi de même et, alors qu'à peu près rien n'existait en France pour lutter contre la terrible maladie; que presque personne n'osait prononcer le mot de syphilis et que la lutte était à peine engagée, elle n'a pas craint de s'y lancer et elle a fondé ce dispensaire anti-syphilitique, dont elle s'est occupée de la manière la plus active et la plus dévouée, y allant constamment lorsqu'elle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est à la campagne et venant régulièrement de Paris lorsqu'elle habite la ville.

Dans cette Maison sociale, admirablement organisée sous tous les rapports, existent : un service pré-natal ; un service gynécologique, comportant plusieurs examens au cours de la grossesse ; une consultation de nourrissons ; un dispensaire ; un service anti-vénérien ; un service de rayons ultra-violets et, enfin, comme couronnement de tout cela, un service modèle d'infirmières visiteuses, qui se rendent au domicile des malades où elles sont considérées comme de bonnes fées.

Pendant que les femmes attendent leur enfant, qu'on est en train de soigner, elles travaillent à des ouvrages qui leur sont destinés et pour lesquels on leur fournit gratuitement tous les éléments nécessaires. Ces objets restent à la Maison jusqu'à ce qu'ils soient terminés, et les mères les retrouvent chaque fois qu'elles y viennent et peuvent continuer leur travail. D'autres femmes font à domicile des ouvrages qui leur sont achetés et ensuite distribués aux enfants pauvres de celles qui viennent à la consultation. Il y a même un atelier de menuiserie pour les hommes qui accompagnent leur femme ou leurs enfants, et qui y confectionnent, pendant le temps des consultations et de l'attente, des objets qu'ils emportent.

L'activité de la Maison sociale est énorme. Elle a presque doublé depuis 1936, époque à laquelle une statistique indique que 284 femmes y avaient été reçues pendant l'année pour 1 500 consultations. Le nombre des mères présentes aux consultations de nourrissons avait dépassé 2 000. Le service anti-vénérien avait eu à examiner 306 malades, et 125 enfants avaient été traités par l'actinothérapie. Les infirmières visiteuses avaient effectué plus de 1 200 visites à domicile et plus de 500 démarches en faveur des familles inscrites aux différents services indiqués plus haut.

Ces chiffres sont de beaucoup dépassés aujourd'hui, et l'œuvre de Mme de Rothschild rend d'éminents services à toute la population de la région de Creil.

***

**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.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est en 1846 que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale décida de décerner chaque année des médailles aux contremaîtres et ouvriers qui se sont distingués par la durée de leurs services, le zèle, le dévouement et l'intelligence qu'ils ont apportés dans leur travail journalier. Notre Société a donc reconnu depuis longtemps le rôle essentiel du personnel d'exécution et des cadres moyens dans la prospérité des entreprises, rôle qui s'affirme bien plus important encore dans les périodes si troublées que nous traversons, marquées trop souvent par un affaiblissement regrettable de la conscience professionnelle. Est-il besoin, en effet, de souligner à nouveau que l'accroissement de la production nationale, si nécessaire tant pour triompher dans les luttes pacifiques de l'industrie et du commerce que pour maintenir et développer la puissance de nos armements, implique, entre les dirigeants des entreprises et leur personnel, cet esprit de collaboration fidèle, loyale et confiante, dont nos lauréats de ce jour ont fait preuve au cours de leur longue et belle carrière?

Les candidats, désignés par des chefs d'établissement membres de la Société d'Encouragement, sont toujours nombreux, et nous avons dû, cette année encore, écarter à regret des candidatures méritantes. L'ancienneté est le principal élément d'appréciation; mais, en outre, l'âge, la conduite, la valeur morale, l'habileté professionnelle, les initiatives heureuses, les qualités de commandement en ce qui concerne les agents de maîtrise, la situation de famille, entrent également en ligne de compte.

26 lauréats ont été désignés, dont 13 comptent de 36 à 53 ans de services continus dans la même maison. Comme les années précédentes, nous insistons vivement auprès des chefs d'entreprises industrielles ou agricoles, adhérents à notre Société, pour qu'ils veuillent bien nous aider généreusement à augmenter ces récompenses, si appréciées de leur personnel.

Mesdames, Messieurs, la Société d'Encouragement est heureuse et fière d'inscrire vos noms à son palmarès et de les proclamer dans sa séance solennelle, car elle a conscience de récompenser en vous les dignes représentants d'une des principales forces vives du pays.

### Liste des contremaîtres et ouvriers à qui est décernée la médaille de bronze en 1938.

Anciens Établissements Blanzy-Poure et Cie, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais) :

Louis Douchet, monteur à l'aiguisage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMPAGNIE DES FORGES DE CHATILLON, COMMENTRY ET NEUVES-MAISONS, 19, rue de la Rochefoucauld, Paris (9e) :

Evremond MESPLES, chef d'atelier de laminage;
Henry RICHARD, comptable.

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 (Yonne) :

Laurent Alphonse BERTHOT, contremaître.

Ateliers de voitures de Villeneuve-Saint-Georges (Seine-et-Oise) :

Charles WAMANT, contremaître adjoint.

Chantier d'Entretien de Conflans (Seine-et-Oise) :

François RABUTEAU, contremaître principal.

SOCIÉTÉ NOBEL FRANÇAISE, 67, boulevard Haussmann, Paris (8e) :

Mme Julienne SINGER, ouvrière;
Joseph LECOMTE, échantillonneur.

COMPAGNIE FRANÇAISE DE MATÉRIEL DE CHEMINS DE FER, 25, rue de Madrid, Paris (8e); Usines du Tilleul, à Maubeuge (Nord) :

Ernest HAUTIER, contremaître de peinture;
Rodolphe MATOT, chef de bureau;
François PUTZEYS, chef magasinier.

ÉTABLISSEMENTS KUHLMANN, 11, rue de La Baume, Paris (8e) :

Usine de La Madeleine (Nord) :

Emile VAN LAETHEM, manœuvre de fabrication;
Gustave OSTYN, surveillant de fabrication;
René STAMPER, concierge.

Usine de Nevers (Nièvre) :

Barthélemy PINGON, manœuvre;
Jean BOURDAIN, manœuvre;
Mme Louise MAUPAS, chef d'équipe à l'emballage de la colle;
Pierre BILLOT, chef d'équipe au traitement des os;
Pierre CHAGOT, manœuvre.

Usine de Bordeaux-Bastide :

Jean-Alphonse DEYCARD, aide-chaudronnier;
Lucien BRANA, magasinier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Usine d'Aubervilliers :

Albert PENIN, concentreur à la colle forte;
Alfred FRÉMONT, manœuvre au dégraissage des os;
Jules STEVANCE, maçon de fours.

MM. CHARLES LORILLEUX ET Cie, 16, rue Suger, Paris (6e) :

Louis GUIBLET, menuisier;
Jules HAZART, piqueur.

---

LISTE DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES LE 11 MAI 1939 POUR L'ANNÉE 1938.

| *Lauréats.* | *Rapporteurs.* | *Objets* |
|---|---|---|
| | *Grande médaille.* | |
| Pierre Clerget. | P. Dumanois. | Moteurs d'aviation à combustible lourd. |
| | *Prix Alfred Letort.* | |
| Pierre Massot. | J. Fieux. | Mécanismes transmettant un mouvement varié. |
| | *Prix Charles Féry.* | |
| Pierre Vernotte. | P. Dumanois. | Mathématiques, mécanique, physique. |
| | *Médailles Dumas.* | |
| Charles Dellenbach. | P. Chevenard. | |
| Jules Verger. | A. Alby. | |
| | *Prix Fourcade.* | |
| Jules Tonnellier. | H. Servonnet. | Industrie chimique. |
| | *Prix Meynot.* | |
| Jean Larduinat. | L. Tardy. | Petite culture modèle. |
| | *Médailles d'or.* | |
| Marcel Mennesson. | P. Nicolau. | Amplificateur pneumatique. |
| Georges Lehr. | P. Dumanois | Moteurs d'aviation. |
| André Leroy. | A. Portevin. | Soudure autogène. |
| André Sourdillon. | L. Guillet. | Métallurgie. |
| Yves Le Prieur. | J. Rouch. | Inventions diverses. |
| Henri Lantz. | Ch. Bihoreau. | Ammoniaque synthétique. Utilisation des schistes. |
| André Vigneau. | L. Bechmann. | Décoration, photographie, cinématographie. |
| Léon Pardé. | J. Demorlaine. | Conifères. |
| « L'Androsace ». | P. Vayssière. | Sciences naturelles en haute montagne. |
| Maison sociale de Creil. | G. Risler. | Œuvres sociales. |

---

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'ÉCONOMIE DIRIGÉE ET DE L'AUTARCIE. AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE L'ÉCONOMIE LIBÉRALE (*)

par M. C.-J. GIGNOUX, *président de la Confédération générale du Patronat français.*

Je suis très sensible à l'honneur qui m'a été fait lorsque l'on m'a demandé de prendre la parole devant vous, mais je voudrais tout de suite vous dire que je ne représente pas du tout ce que la bienveillance de M. le Président a aperçu dans votre conférencier d'aujourd'hui : je ne représente ici que moi-même. Quoique je n'aie pas l'intention de tenir, sur quoi que ce soit, des propos subversifs, veuillez considérer que vous n'entendrez que les miens propres, attendu que les propos de la Confédération sont plus majestueusement délibérés.

Je voudrais risquer une autre précaution oratoire : je ne traiterai que fort peu le sujet qui vous a été indiqué, pour la raison qu'il est excessivement difficile de le traiter en ce moment, c'est-à-dire de déterminer les avantages et les inconvénients de diverses politiques, puis, quand on en a fait le bilan, de faire un choix.

Car enfin exposer les avantages et les inconvénients d'une politique c'est évidemment, si l'on ne se livre pas à un exercice purement académique, se préparer à prendre parti à son propos. Or, il est très apparent que nous n'avons pas, en ce moment-ci, quant au choix de la politique qu'il est possible de faire — hormis un certain nombre de principes que je ne manquerai pas d'essayer de mettre en lumière — une pleine liberté d'action. Jamais la politique n'a été davantage, comme disait feu le Cardinal de Retz, « l'art de choisir entre de grands inconvénients ».

D'autre part — c'est par cela que nous commencerons — les termes mêmes dont nous devons nous servir sont, dans le moment où nous sommes, l'objet d'interprétations assez différentes et l'ont d'ailleurs été, au cours de l'histoire économique, beaucoup plus encore.

On sait bien, à peu près, ce qu'est l'autarcie, parce qu'il s'agit là d'une maladie toute récente. L'économie dirigée, qui est à peine moins récente, on ne sait déjà plus très bien ce que c'est. Quant à l'économie libérale, on a également besoin de s'entendre sur ce qu'elle est présentement devenue.

Dans ces conditions, en évoluant parmi des conceptions aux contours aussi indécis, il est peut-être préférable, au lieu d'en énumérer arithmétiquement les avantages et les inconvénients, d'essayer de voir ce que l'on peut tirer de tous ces systèmes pour arriver à une conclusion à peu près sensée.

En France, il est particulièrement difficile, non pas d'arriver à un système sensé, mais de définir tout d'abord certains concepts et notamment celui de la

(*) Conférence faite en séance publique du Conseil le 9 mai 1939.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

liberté économique, parce que, comme nous sommes des gens à tête politique, nous mélangeons constamment la liberté économique et la liberté politique. On arrive ainsi à des résultats tout à fait stupéfiants : par exemple à ce que les mêmes gens qui se déclarent, tous les matins, prêts à monter sur les barricades pour la défense des libertés politiques, soient les mêmes qui veulent nous faire une économie dirigée à 100 p. 100. Dans ces conditions, il est extrêmement difficile de savoir exactement en face de quoi on se trouve quand on est en présence de certains mots.

La seule chose qui puisse nous consoler, c'est qu'il en a toujours été ainsi. Et il n'est pas indifférent de le rappeler très rapidement pour aboutir à ce qui est, je crois, une vérité essentielle, c'est que, même en matière économique, les doctrines les plus majestueuses correspondent rarement à des conceptions préconçues; elles sont généralement une interprétation des faits. Si l'on recherche pourquoi un régime, un gouvernement, un individu ont élaboré une doctrine déterminée à un moment donné, on arrive presque toujours à savoir pourquoi : ils n'ont pas été illuminés par l'esprit; ils ont été influencés, plus ou moins directement et consciemment, par ce qui se passait autour d'eux.

On tient par exemple communément pour acquis que l'ancien régime a vécu, au point de vue économique, sous l'entier contrôle des corporations. Cependant, il est manifeste que la monarchie a toujours su réserver, à côté de la zone réglementée des corporations, une zone relativement libre qui s'est élargie au fur et à mesure du progrès industriel. On ne peut pas oublier que Le Creusot est né en 1742, les Forges d'Indret en 1747, et d'autres établissements vers la même époque. Les rois et leurs ministres maintenaient les corporations pour diverses raisons, dont l'une est que le Trésor y trouvait son profit; mais, lorsqu'il y avait besoin de pousser une production, un opportunisme intelligent intervenait. Et, à l'inverse, il est assez curieux d'observer que la première manifestation positivement libérale à laquelle nous ayons assisté, au cours de l'histoire économique de notre pays, remonte aux physiocrates, c'est-à-dire aux défenseurs systématiques de l'agriculture, que nous avons perdu, à coup sûr, l'habitude de voir libre-échangiste. Mais, à ce moment-là, l'agriculture était libre-échangiste pour une raison qui n'avait rien de doctrinal et qui était fort simple : la France vivait sous la crainte perpétuelle de la disette et nombre de provinces pour conserver leurs subsistances s'entouraient de douanes intérieures : les physiocrates désirant revaloriser — comme on ne disait pas encore à cette époque — les produits agricoles, ont estimé qu'en faisant circuler le blé à travers tout le royaume, en le dégageant du protectionnisme régional, on lui trouverait finalement acheteur au prix le meilleur. Un peu plus tard, cette doctrine s'est, comme vous le savez, généralisée. Turgot qui était, lui aussi, un physiocrate quoiqu'un peu en marge, en a profité pour supprimer, une première fois, les corporations. Mais la Révolution française les a retrouvées en face d'elle, parce que Necker les avait rétablies. Et il est curieux de voir dans quel esprit elle les a supprimées.

En ce moment-ci, surtout de certains côtés, on célèbre avec beaucoup d'éclat

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— je ne parle pas des cérémonies officielles — le 150e anniversaire de la Révolution. Récemment, la revue *Messidor*, qui est, comme vous le savez, l'hebdomadaire estimé de la Confédération générale du Travail, a consacré un numéro spécial à célébrer les vertus économiques et sociales de la Révolution; la première page de ce supplément reproduisait l'encadrement qui fut celui de la Déclaration des Droits de l'Homme et du Citoyen; seulement il n'y avait pas, dans cet encadrement, le texte de cette déclaration, laquelle s'accorde mal avec la doctrine cégétiste. Il y avait seulement le sommaire du numéro, et cela m'a paru déjà être un symbole.

Mais si l'on observe les circonstances dans lesquelles la suppression des corporations a été décidée par la Constituante, on voit que si, évidemment, cette mesure était conforme à la doctrine générale du droit naturel et du principe individualiste, elle a été surtout provoquée par les grèves qui s'étaient multipliées dans le royaume. En brisant le cadre corporatif qui obligeait à vivre ensemble patrons et ouvriers, on pensait que les conflits seraient moins sensibles. C'est en mars 1791 que l'Assemblée Constituante a déclaré que, à compter du 1er avril suivant, tout citoyen serait libre de faire tel négoce, d'exercer telle profession ou tel métier qu'il trouverait bon. La loi Le Chapelier, à qui on attribue généralement la paternité de ce mouvement, n'est intervenue que plus tard : elle aussi était avant tout destinée à prévenir de nouveaux désordres en supprimant les associations, tant patronales qu'ouvrières, dont le maintien semblait favorable à l'éclosion de ces désordres. C'est dans cet esprit que la loi Le Chapelier interdit expressément toutes les délibérations prises en commun par des citoyens attachés à la même profession comme inconstitutionnelles et attentatoires à la liberté. Ce qui caractérise encore mieux la mesure, c'est que, d'une part, les juridictions policières furent chargées de l'application de la loi et que, d'autre part, le mois suivant, cette loi recevait un additif qui était tout simplement un texte contre les attroupements.

Pour revenir à une construction législative purement révolutionnaire, purement philosophique, purement libérale, il faudra attendre le Code civil de Napoléon : la manière dont y est traitée la question du louage de services — qui est absolument libre, à tous points de vue, sous la seule réserve que l'on ne peut louer ses services qu'à temps — correspond directement à la philosophie révolutionnaire. Et, après le Code civil vinrent, un peu plus tard, le Code pénal et les fameux articles 414 et suivants, qui donnent, aujourd'hui encore, tant de tablature et dont vous connaissez le sens. Ces articles dont on a voulu faire une arme contre le délit de coalition étaient évidemment, au début, beaucoup plus innocents. La période où le Code pénal a été rédigé est celle du Blocus continental et de l'anémie industrielle qui l'accompagna : il n'y avait pas alors de risque plus lointain que le danger de coalition. En réalité, ce que visaient ces articles — sur lesquels on s'appuie aujourd'hui pour des tâches différentes — c'était le vieux délit traditionnel d'accaparement. En présence du Blocus continental, de la paralysie du commerce extérieur, des craintes pour le ravitaillement du pays, le pouvoir central avait le plus pressant désir d'empêcher que les prix montassent à la suite

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de manœuvres de marchands ou d'industriels, En tout cas, à la faveur de ces textes — et en dépit de leur origine — on vit rapidement se constituer ce que l'on pourrait appeler le système d'économie libérale à l'état pur.

En même temps qu'elle s'édifiait, sous l'effet de la révolution industrielle et du très vif mouvement qu'elle provoquait un peu partout, l'économie libérale se faisait doctrinaire. C'est à ce moment, c'est-à-dire dans la période qui s'échelonne entre la fin du XVIII^e^ siècle et la première moitié du XIX^e^, que se répandit la doctrine des grands économistes libéraux; ils rencontrèrent une audience telle qu'on prit l'habitude de les appeler « les économistes classiques », comme si toute l'économie politique n'était faite que de ce qu'ils avaient dit et écrit.

Ainsi se sont établis un certain nombre de principes sur lesquels le monde économique a vécu longtemps : existence de lois économiques naturelles auxquelles il est parfaitement vain de vouloir changer quoi que ce soit d'essentiel; primauté de l'individu, le moteur essentiel de l'activité étant l'intérêt privé; responsabilité personnelle, condition de l'action; respect, pour toutes ces raisons, de la propriété privée; condamnation majeure de toute intervention de l'État qui n'a rien à voir dans cet ordre naturel et dans l'exercice de ces droits individuels; enfin, comme corollaire — celui-là en réaction violente contre la philosophie du siècle précédent — prédominance de l'industrie dans l'économie générale. On avait cru précédemment, on avait affirmé, on avait enseigné que l'agriculture seule était une activité productive; l'évidence de la révolution industrielle annonçait que l'industrie l'était au moins autant.

Suivant les pays, cette doctrine a reçu des interprétations variables; suivant le tempérament de chacun, on a insisté sur telle ou telle de ses caractéristiques. C'est ainsi que, en Angleterre, où le respect de l'individu a toujours été une tradition et est profondément inscrit dans les lois, l'anti-étatisme libéral n'a jamais considérablement retenu l'attention. En France, par contre, où le citoyen est perpétuellement en lutte avec l'État et mal garanti contre lui et où, circonstance particulière, le chef de l'économie classique, Jean-Baptiste Say, venait d'être expulsé de sa chaire par Napoléon, c'est évidemment l'anti-étatisme qui a dominé, dès le début, les préoccupations libérales.

Telle est la grande époque de ce que j'appelais, tout à l'heure, l'économie libérale à l'état pur. Mais déjà, sur quelques points, la position intégrale paraissait difficile à maintenir.

Tel fut par exemple le cas pour ce principe fondamental inscrit dans la fameuse loi des débouchés que l'on doit à Jean-Baptiste Say et selon laquelle un produit nouveau pouvant et devant toujours trouver un autre produit contre lequel il s'échangera, il ne peut y avoir de surproduction; le libre-échange devient une nécessité pour que cette loi puisse fonctionner, et l'intervention de l'État une inutilité flagrante. Et, bien que nous nous placions là dans un domaine purement spéculatif et extérieur aux conditions mêmes de la vie industrielle, il faut marquer, dès maintenant, que de l'affirmation catégorique d'une telle règle, ont commencé certaines difficultés pour la défense des principes libéraux. Au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fur et à mesure que les années ont passé, il est devenu évident que la surproduction n'était nullement une chose impossible. On s'est bien aperçu également que le libre-échange était voué à maintes atténuations.

Dès lors, que restait-il de la doctrine première? Il est resté l'anti-étatisme. Au fur et à mesure que les gens s'en sont aperçus et que ceux qui ne voulaient pas de bien aux principes libéraux y ont réfléchi, cette évolution a conduit à des conclusions variées : certains, près de nous, ont pris la chose sur le mode plaisant comme le regretté Robert de Jouvenel qui dénonçait la singulière transformation du « Laisser faire et laisser passer » d'Adam Smith en cet aphorisme assez différent : « Tout laisser faire et ne rien laisser passer ». Ceci est un jeu de l'esprit mais, ce qui eut beaucoup plus d'importance, ce fut le rapide développement du socialisme, dont on a souvent dit — et c'est parfaitement exact — qu'il était le fils ingrat du libéralisme. Toute la philosophie libérale en effet est basée sur l'individu, le socialisme également. et c'est en quoi il est au moins le frère ennemi du libéralisme ; seulement il dit : « L'évidence montre que l'individu ne prospère pas lorsqu'on laisse les choses aller toutes seules. J'apporte, moi, une doctrine qui est destinée à le faire prospérer par l'intervention de l'État et de la puissance publique. Les droits de l'individu ne sont pas naturellement garantis et ne peuvent l'être que par l'État. »

Et si, de ce domaine des principes nous allons à celui des applications, c'est un fait — d'ailleurs inévitable — que jamais le système d'économie libérale, tel qu'il avait été défini par ses théoriciens, n'a été appliqué à plein. On aime à citer ce fait symbolique qu'Adam Smith, théoricien intégral du libéralisme, avait fini sa vie comme douanier dans un port d'Écosse. Mais, plus sérieusement, on a vu, très rapidement, se dissocier le libéralisme, sur le plan social et sur le plan économique. On a abouti ainsi à des contradictions faciles à prévoir.

Le maximum de libéralisme social, je veux dire le minimum d'intervention de l'Etat en matière sociale, on l'a probablement connu sous le premier Empire, au début du XIXe siècle, et cette période a coïncidé avec la véritable autarcie du Blocus continental. Et, inversement, quand, de Napoléon Ier on est passé à Napoléon III, nul n'ignore que ce dernier a rétabli, à la fois, le droit de grève et le libre-échange dans ses traités de commerce avec l'Angleterre.

Mais, en revanche, une constatation reste dominante : c'est tout de même sous ce régime de libéralisme empirique que s'est fait tout le développement industriel du XIXe siècle et que se sont réalisés — en dépit d'abus indiscutables — d'importants progrès dans l'ordre social sous la forme notamment d'une amélioration sensible du standard de vie des populations. A la fin du XIXe siècle, on était arrivé à une sorte d'état d'équilibre, et d'équilibre qui tenait (et ceci me paraît très important pour l'appréciation de notre situation actuelle), parce que les principes essentiels du fonctionnement de l'économie libérale étaient encore respectés.

Le fonctionnement du régime libéral est basé essentiellement sur la loi de l'offre et de la demande et sur le jeu normal des prix. Et c'est à la faveur de ce principe qu'on était arrivé à tenir comme parfaitement explicable le déroulement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des crises périodiques, car on ne niait plus que la surproduction pût exister; mais on tenait pour une sorte de règle de vie du monde économique que, dans une période qui revenait à peu près tous les dix ans et d'une manière tellement régulière qu'un économiste anglais ingénieux y avait vu, certain jour, une transposition du rythme planétaire, on assistait à des périodes d'essor précipité, ressemblant à l'emballement d'une machine et caractérisées notamment par une poussée rapide des prix; puis, le mécanisme des prix jouant, la consommation diminuait; par conséquent la production baissait, non sans crise, non sans mal, non sans victimes; mais, ensuite, lorsqu'il n'y avait plus de surproduction, le mécanisme des prix jouant également, les prix repartaient en hausse et on recommençait une nouvelle période d'essor. C'est-à-dire qu'avec ses tares et ses défauts, la mécanique libérale jouait, parce qu'on lui laissait encore, à cette époque, le moyen de jouer.

Quant à l'État, il intervenait surtout au point de vue social, et personne ne peut le regretter en dépit de certains extrémistes comme M. de Molinari qui s'élevait contre la réglementation de la traite en tant que représentant une atteinte intolérable de l'État aux droits des négriers.

Plus généralement on disait que l'État devait borner sa tâche à maintenir le milieu économique libre; la formule était assez souple, car, par exemple, une protection douanière raisonnable pouvait être équitablement représentée comme une manière de maintenir le milieu économique intérieur libre et dans un état de concurrence normale avec l'extérieur.

Enfin et surtout, l'État n'intervenait que rarement dans le mécanisme des prix et il ne manipulait pas la monnaie, habitude qui est devenue malheureusement chez lui une seconde nature. La grande crise de libéralisme n'a cependant commencé qu'avec la période de guerre et surtout avec la période d'après guerre.

Que la guerre ait porté au système économique un coup sévère, on ne peut pas s'en étonner; il ne pouvait pas en être autrement. Le libéralisme devait nécessairement cesser d'être international, et les courants d'échanges s'interrompre partout; il fallut, pour soutenir la lutte dans les conditions que vous savez, organiser un contrôle sévère des importations, des exportations et des productions. Il fallut commencer à faire l'inflation et, par conséquent, tout le système antérieur était destiné à être modifié et le fut profondément.

Mais le tournant décisif de l'histoire économique s'est présenté au lendemain de la guerre. Si l'on avait pu ou voulu — je n'en discute pas — jouer le jeu libéral, on eût pu, sur le plan économique tout au moins, considérer que la guerre était une crise mille fois plus forte et plus dangereuse que les autres, mais qu'elle n'était tout de même qu'une crise, et qu'il fallait la laisser se résorber par ses moyens naturels. Cela impliquait d'ailleurs, pour que l'ordre se rétablisse dans l'économie, que les différents gouvernements remissent également de l'ordre dans leurs finances. Et, comme ce dernier point impliquait des sacrifices considérables et que, à la fin de la guerre, il n'était pas question de les imposer aux



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

électeurs exténués, on annonça à ces derniers que l'Allemagne paierait! Ici a commencé une certaine imposture intellectuelle : sous couleur de sauver le régime capitaliste que l'on appelait indifféremment le régime libéral, on a multiplié les atteintes à ce même libéralisme qu'on prétendait défendre. Car, toute cette période d'après guerre a été caractérisée, sur les deux continents, par de multiples opérations d'économie prétendue dirigée et en fait incohérente.

Dans les pays appauvris par la guerre, comme la France, c'est surtout sur le plan financier et sur le plan monétaire que les interventions se sont produites. Je n'ai pas à insister sur ce point. Je rappelle simplement qu'au lieu de procéder à une liquidation — peut-être impossible psychologiquement et politiquement — des conséquences de la guerre, un empirisme dirigé a présidé, pendant de nombreuses années, jusqu'aux environs de 1926, à notre politique financière. Mais le dommage a été encore beaucoup plus grand et les abus de l'interventionnisme et du dirigisme beaucoup plus considérables dans les pays riches et notamment aux États-Unis. Chez nous, on voulait ménager l'esprit public en n'astreignant pas le pays à une grande pénitence pour des fautes que, en vérité, il n'avait pas commises; dans les pays riches et fournisseurs de guerre, on éprouvait de grandes difficultés à revenir brusquement à une position brusquement diminuée, à interrompre soudainement l'afflux des bénéfices, réalisés de façon massive sur l'ancien monde; tant au point de vue agricole qu'au point de vue industriel, on y était équipé pour faire face à ces débouchés qu'il n'était plus possible de prévoir en temps de paix. Je n'ai pas besoin d'insister sur l'inflation de crédit massive et prolongée qui a essayé de soutenir l'organisme américain supertendu et de ne pas le laisser tomber d'un seul coup, toute la politique du pays étant basée sur un développement indéfini de la prospérité. Rappelons seulement que cette inflation de crédit a également déferlé sur les pays appauvris comme l'Allemagne et l'Autriche, où des prêts abondants et aventurés ont été effectués pour aboutir à la grande crise qui a commencé aux États-Unis en 1929 et s'est étendue à l'Europe en 1931.

On peut situer très nettement la responsabilité non seulement de la crise des années d'après guerre, mais surtout de la rechute grave dont nous ne sommes pas encore sortis, dans le fait qu'aucun gouvernement ou presque n'a été en mesure de dominer les événements par une politique cohérente. Lorsque, en particulier, la dernière crise a éclaté, on a assisté à un phénomène qui, lui aussi, est très caractéristique de l'époque actuelle : l'impossibilité politique où se sont trouvés beaucoup de gouvernements de laisser jouer le mécanisme essentiellement libéral qui oblige, quand un établissement ou une industrie est malade, à les laisser purement et simplement s'écrouler de manière qu'ils débarrassent le terrain et que les organismes plus sains continuent seuls à pourvoir aux besoins. La concentration progressive de certaines industries (et il s'agissait surtout à ce moment-là d'une crise financière et d'établissements bancaires) fait que, lorsqu'une défaillance s'y produit, elle n'est plus seulement un fait économique : elle devient un danger social contre lequel un gouvernement, responsable de l'ordre, croit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

devoir se prémunir. Alors, on vient à l'aide du malade, on le renfloue ; socialement cela peut être utile ; économiquement et politiquement cela donne lieu immédiatement à la contre-offensive suivante : si l'État est qualifié pour s'associer aux pertes, demain il doit être également qualifié pour s'associer aux gains.

Je répète que tous ces mécomptes, toutes ces incohérences — si vous voulez être sévères — se sont déroulés dans un climat qu'on a très injustement qualifié ; on peut penser ce que l'on veut de l'économie libérale, mais il y a une chose qu'on n'a pas le droit de dire, c'est que le libéralisme soit responsable des troubles que nous avons connus et dont nous ne sommes pas encore sortis, parce qu'on a fait, pendant cette période-là, toutes sortes de politiques sauf une : on n'a certainement pas fait fonctionner une économie libérale.

En réalité, nous avons été livrés à un empirisme de caractère exclusivement politique. Il a donné ce qu'il pouvait donner. Ce serait une erreur totale de se placer, pour l'apprécier, sur un plan doctrinal.

Depuis lors, d'autres phénomènes bien plus importants encore se sont accusés et c'est ici que je rencontre, au passage, l'autarcie.

En principe, l'autarcie est un régime économique selon lequel le pays qui la pratique a décidé de vivre en vase clos, de se gouverner lui-même, comme l'étymologie l'indique, à tous points de vue, et de se suffire entièrement. En ces dernières années, nous avons assisté à des manières bien différentes de pratiquer l'autarcie.

On a dit, par exemple, et c'est aussi une erreur, que la France avait fait un politique d'autarcie quand elle avait fait des contingentements. L'erreur est complète parce que, à l'origine de la politique des contingentements, il y a simplement la nécessité : l'économie française s'est trouvée au milieu d'une intense bagarre monétaire qui faisait que de nombreux pays pouvaient importer en France, dans des conditions tout à fait anormales, à la faveur du dumping au change : contre ce dumping, il était impossible de réagir autrement que par les contingentements pour l'excellente raison que les droits de douane étaient, en majeure partie, consolidés. Il y a donc eu là un réflexe défensif, réflexe prolongé, mais qui n'a rien à voir avec une politique préconçue.

Il en va autrement lorsque l'autarcie est une partie d'un système d'économie dirigée, ou inspirée de considérations de politique internationale. L'enchaînement qui y conduit est extrêmement simple et nous devons bien le connaître pour la raison que nous avons failli, déjà plusieurs fois, nous y laisser prendre le doigt et par suite le reste du corps. Le point de départ de cette autarcie, si j'ose dire, secondaire, c'est le désordre financier ou le désordre monétaire ; contre ses manifestations extérieures, le gouvernement intervient ; au lieu de faire baisser la fièvre, c'est-à-dire d'assainir la situation, il préfère briser le thermomètre, et il fait le contrôle des changes. Quand on fait le contrôle des changes — lequel s'accompagne toujours d'une inflation discrète — il faut faire le contrôle des prix ; quand on a fait le contrôle des changes et des prix, il faut faire celui du commerce extérieur, et quand on a fait ces trois contrôles, il faut encore en faire un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quatrième, le contrôle de la production; quand on a fait le contrôle de la production, il faut contrôler les producteurs dans leur activité publique et ensuite dans leur activité privée, et c'est ainsi que l'on en arrive à des régimes d'autarcie parfaite et même de totalitarisme pour peu que s'y mêlent des nécessités politiques, par exemple celle d'armer avec intensité, celle de faire des travaux publics plus ou moins somptuaires, celle enfin de prolonger l'activité politique dans l'activité économique pour que toute l'économie du pays soit l'instrument d'une certaine politique, ainsi que cela se passe, par exemple, sous le régime communiste, ou sous le régime fasciste, car — toutes réserves faites sur d'autres points — je pense ne heurter aucune illusion en déclarant que l'un et l'autre sont résolument anticapitalistes et l'ont prouvé.

Nous arrivons maintenant au problème pratique : en face de ce déchaînement d'expériences et d'événements, peut-on faire un choix parmi les avantages ou les inconvénients de telle ou telle politique?

C'est précisément ce que d'aucuns contestent à l'heure où nous sommes. Ils nous disent : « Nous vivons au milieu d'États qui sont tous sous un système d'économie contrôlée, dirigée, qui sont même sous des régimes totalitaires; si nous voulons vivre, il n'y a pas autre chose à faire que les battre par leurs propres armes, c'est-à-dire en faisant nous-mêmes une politique analogue. »

Là, il semble que ce soient encore les faits qui doivent nous fournir un élément d'appréciation plus qu'un examen doctrinal. On dit beaucoup, lorsqu'on veut critiquer l'économie dirigée, que l'argument le plus décisif est dans la question suivante : dirigée par qui? Permettez-moi de penser que c'est là une conception essentiellement française, en ce sens que nous sommes habitués à considérer l'État comme quelque chose d'inconsistant, qui ne sait jamais exactement ce qu'il veut; mais cet argument n'est pas universel. Car, en Allemagne, le Dr Schacht a dirigé l'économie allemande et il savait parfaitement pourquoi et comment le faire. Il faut penser que, si nous assistions, en France, au retour au pouvoir du collectivisme, les hommes qui le professent, instruits par l'expérience et sachant ce qui leur a manqué la première fois, feraient le nécessaire pour exercer cette fois une action dont l'énergie et la précision ne laisseraient en rien à désirer. Mais, ce qu'il est important de noter, c'est d'abord que l'économie dirigée, pratiquée comme elle l'a été, non seulement ne nous a, d'aucune manière, sortis des difficultés de la grande crise mondiale, mais qu'en outre, pratiquée à la manière allemande et italienne, elle risque, au point de vue international plus encore qu'au point de vue national, d'aboutir à des catastrophes. Sans doute, il est permis d'admirer la perfection de l'ouvrage technique accompli en Allemagne par le Dr Schacht; ce n'est pas un mince exploit que d'avoir réussi à faire vivre — et vivre, au fond, beaucoup mieux qu'on le dit — un pays qui n'avait plus d'or, à qui manquaient beaucoup de choses, et qui a fourni, pour son armement et pour son équipement, des sommes énormes. On a dit qu'il y avait là un miracle. Il n'y a pas là de miracle. Il y a une politique parfaitement claire et explicable et dont le mécanisme peut facilement être démonté : le Dr Schacht a pratiqué

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une inflation de crédit massive en empêchant qu'elle produise les effets d'une inflation tout court : il a fait le contrôle des changes et il a fait surtout le contrôle des prix et le contrôle des salaires, ce qu'on oublie un peu trop volontiers quand on vient nous dire qu'une économie dirigée est une économie philanthropique. Ce système a tenu tant qu'on a pu faire, en Allemagne, une production rentable et en augmentation constante qui équilibrât l'inflation. Du jour où les canons ont pris décidément le pas sur le beurre, c'est-à-dire où le secteur d'armement a pris une extension massive dépassant de beaucoup le rendement de la production ordinaire (et cela est un phénomène qui mérite d'être suivi parce que, en France même, ce problème d'équilibre sera un jour à considérer), le mécanisme a fléchi : le Dr Schacht est parti se promener aux Indes, et on a commencé à faire des bons de travail et une inflation larvée. En même temps commençait la péripétie dramatique de cette aventure : faute de pouvoir tirer d'une production normale les richesses nécessaires à sa vie, le Reich a commencé à annexer des territoires nouveaux, pour s'emparer des ressources qui s'y trouvaient ou qu'il espérait y trouver.

En Italie, on se trouve en face d'une situation légèrement différente, mais basée sur le même principe, et l'on ne peut pas penser que ce soit un régime économique absolument sain et durable que celui qui aboutit à ce fait que le déficit de la balance commerciale est légèrement supérieur à la réserve d'or de la Banque d'Italie. Dans ces conditions, on arrive — et nous ne le voyons que trop — à un système de déséquilibre international qui est évidemment la condamnation du système, non seulement au point de vue économique, mais surtout au point de vue politique et au point de vue de la paix.

Il ne vous échappera pas dans ces conditions que le risque de la paix est autant économique que politique, car le retour à un fonctionnement normal des échanges et de la production dans le monde constitue un problème qu'on ne veut pas croire insoluble, mais qui est hérissé d'innombrables difficultés. Rien cependant ne sera fait s'il n'est résolu. Il ne s'agit pas de redistribuer des matières premières à des gens qui s'en serviront pour continuer la même politique. Il n'y a nulle part « d'encerclement » ni de blocage des matières premières ; il y a simplement des peuples qui, pour des raisons diverses, ont décidé de vivre sous un régime économique et monétaire qui, par sa nature même, leur interdit l'accès des marchés dont ils ont besoin et où le jeu des échanges leur donnerait immédiatement cet accès.

Pour ce qui est de notre cas personnel, on a l'habitude de dire que nous vivons encore sous un régime libéral, plus exactement sous un régime démocratique. C'est, soit dit en passant, un terme assez impropre quand on voit que la République des Soviets est aussi cataloguée parmi les puissances démocratiques. Quoi qu'il en soit, le dirigisme larvé où nous avons vécu a laissé subsister, bien qu'elle soit menacée tous les trois mois, la liberté de circulation des capitaux. Mais il n'y a pas, en fait, de liberté des échanges. Nous avons un contrôle des prix. Je ne parle pas des interventions monétaires. Nous avons un contrôle social

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

très poussé. Quant à la liberté de la production, si elle revit dans nos principes, elle a disparu en divers secteurs : elle n'existe plus pour les vignerons, ni pour les producteurs de blé ; elle n'existe pas dans la chaussure ; il n'est pas sûr qu'elle existe dans la boulangerie, et il est question de la supprimer chez les coiffeurs ; j'en passe et des meilleurs. Nous vivons, en réalité, sur les limites incertaines de plusieurs systèmes.

Que reste-t-il en définitive du libéralisme?

J'ai parlé, tout à l'heure, de la liberté de circulation des capitaux. D'autre part nous avons un gouvernement qui n'a pas craint de faire certaines allusions à la nécessité de maintenir aux entreprises une marge de profit. On veut bien admettre que le principe du profit n'est pas un principe scandaleux, qu'il est même utile puisque le profit conditionne l'épargne, et que l'on ne peut pas reconstituer sans l'épargne les capitaux consommés dans le cycle de la production. Si l'on ajoute à cela le droit de propriété, il est vrai assez entamé, on voit ce qui subsiste des fondements sur lesquels s'est fait le développement industriel du siècle dernier.

On ne peut plus dire que ce soit là un système d'économie libérale, ne serait-ce que parce que plusieurs secteurs de la production ont cessé complètement d'être libres. Et cependant, ces éléments épars de la liberté sont encore assez essentiels pour susciter les plus vigoureuses attaques des partisans de doctrines dont nous savons qu'elles ne sont pas profitables à notre pays. Si vous lisez un document autour duquel il se fait, en ce moment, une très grande propagande, le plan de la Confédération générale du Travail, vous verrez qu'il est très artistement aménagé, de manière à faire porter le prochain effort sur les points que je viens de dire. Les hommes qui ont fait ce plan — lequel remonte à 1934 mais évolue suivant les saisons et selon les circonstances — ont tenu le plus grand compte de l'expérience malencontreuse de 1936 et 1937. La première réforme que propose le plan de la C. G. T., c'est le contrôle des changes ; car il est indispensable, lorsqu'on se prépare à faire une politique insensée, de casser, comme je le disais tout à l'heure, le thermomètre. Vient ensuite le contrôle des prix, suivant l'engrenage classique, enfin la nationalisation du crédit et d'un certain nombre d'industries, en commençant par les industries clefs.

La nationalisation paraît, à une opinion mal informée, une notion peu abstraite qui ne peut exercer, par conséquent, un grand effet attractif sur les masses. C'est une erreur, parce que l'argument, tel qu'il est présenté et sur lequel nous devons méditer, est le suivant : « Les patrons avaient autrefois l'entière direction de l'économie : ils nous ont conduits à une crise sans précédent et se sont montrés incapables de nous en faire sortir. »

En 1936, nous avons eu un essai d'économie dirigée et même une expérience socialisante, mais dans le cadre capitaliste, c'est-à-dire en respectant encore les quelques libertés dont on a parlé tout à l'heure. Le résultat a été encore un échec. Dans ces conditions, il n'y a plus d'espoir que dans une troisième solution, qui consiste à bannir les demi-mesures, à éliminer le producteur libre et à nationaliser les entreprises. Cet argument porte parce qu'il répond à cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

idée simple qu'incontestablement, ce pays vit dans un état de désordre, que cela ne peut pas continuer indéfiniment et qu'il faut se rallier à n'importe quel système qui sera capable de remettre de l'ordre. Et ici, Messieurs, j'en reviens à une conclusion qui m'est familière : c'est que l'ordre que l'on ne peut pas éviter de rétablir, s'il n'est pas rétabli par l'Etat, il ne peut l'être que par vous. Ou alors, on tombera dans l'anarchie. C'est la raison pour laquelle nous poursuivons, les uns et les autres, une propagande intense en faveur de l'organisation patronale et du syndicalisme professionnel. L'organisation patronale n'est pas seulement pour nous un instrument de résistance dans les périodes de crise : elle a été cela et le sera encore au besoin ; mais elle doit être surtout l'expression d'une discipline suffisante des producteurs pour rendre manifestement injustifiables les interventions dont ils sont sans cesse menacés. Et cela est vrai, surtout dans les circonstances où nous sommes, dans ce régime de pré-mobilisation, où le désordre n'est pas tolérable et où, si l'ordre ne s'établit pas spontanément, il est inévitable qu'un gouvernement n'intervienne, même sans aucune propension politique ou doctrinale à cette intervention.

Il y a eu, ces jours-ci, une toute petite affaire sur laquelle votre attention n'a peut-être pas été appelée, mais qui est assez caractéristique : le développement des fabrications de défense nationale a amené des besoins de main-d'œuvre ici ou là ; ici il y en avait trop, là pas assez ; il est arrivé que des entreprises pressées ont emprunté de la main-d'œuvre à des entreprises voisines, et surtout à l'agriculture. Nous avons été quelques-uns à dire : « Faites attention, tâchez de vous entendre entre vous, sinon il arrivera des accidents. » Il est arrivé, en effet, un décret qui, pour éviter des déplacements exagérés de main-d'œuvre, amorce ce contrôle de l'embauchage contre lequel nous nous sommes battus, victorieusement d'ailleurs, pendant deux ans et demi. Ce petit exemple montre assez bien que si nous n'arrivons pas à recréer, sur un certain nombre de points, cet ordre que l'évolution de la technique de l'industrie et de la vie économique ne permet plus de considérer, à la manière des physiocrates, comme un ordre naturel, nous perdrons les dernières libertés qui nous restent : la libre direction de nos entreprises, la responsabilité et le respect des initiatives individuelles. L'organisation du pays et de l'économie dans l'État, mais non par l'État, c'est à coup sûr une formule difficile à trouver. Nous sommes quelques-uns à le savoir. En tout cas il n'est point de formule viable, hors de ce principe que l'initiative et la responsabilité du chef d'entreprise sont un élément indispensable du progrès, et que lorsque celui-ci pose des problèmes collectifs, ils doivent être résolus dans le cadre de la profession parce qu'elle est seule compétente, et non pas dans celui d'une puissance étatiste qui ne l'est pas et qui est en revanche soumise nécessairement aux poussées de l'opinion politique. Et c'est à cela, Messieurs, qu'il convient de nous employer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

### Séance solennelle de distribution des récompenses (Paris, 22 février 1939).

M. Schribaux, membre de l'Institut, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, représentait cette Société à la cérémonie qui a été présidée par M. Queuille, ministre de l'Agriculture.

Le président en exercice M. Nomblot, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, après avoir remercié le Ministre de l'intérêt qu'il n'a cessé de porter aux travaux de l'Académie, exposa dans un magistral discours l'importance capitale que doivent prendre les cultures dites « spéciales » dans l'économie agricole et notamment les cultures fruitières et florales. Puis, passant au domaine social, M. Nomblot montra que si la complexité de la vie agricole rend difficilement applicables aux ruraux les lois sociales telles qu'elles sont appliquées dans les villes, il y a nécessité absolue de les assouplir et de les harmoniser avec les conditions culturales, car, tout comme l'ouvrier des cités, le paysan a besoin de stabilité et de bien-être.

Dans son discours, M. Queuille posa le problème du « retour à la terre » et fixa quelques-unes des conditions de sa solution. Il exposa tout d'abord le rôle capital que joue l'agriculture dans l'économie nationale, puis montra que la crise de natalité qui menace si gravement notre avenir national ne pouvait être résolue que grâce aux solutions apportées par l'agriculture. Celle-ci en effet n'a pas atteint en France son complet développement, et on compte encore quelque 5 millions d'hectares de friches qui pourraient, au moins partiellement, être mis en valeur. Il faut pour cela multiplier les foyers ruraux, d'abord en incitant par des mesures appropriées les agriculteurs à avoir plus d'enfants, puis, en maintenant à la terre ceux qui désireraient l'abandonner, et, enfin, en ramenant dans les campagnes, soit des éléments des villes, soit, exceptionnellement et en prenant toutes les précautions désirables, des étrangers. Cette politique a déjà reçu un commencement d'exécution et le Gouvernement, grâce aux travaux d'équipement et de génie rural, au développement du crédit et de l'enseignement agricoles, et à l'organisation professionnelle agricole, a rendu la vie rurale moins pénible et plus sûre. Tout récemment, grâce à l'institution du domaine-retraite et à l'organisation d'un régime plus généreux des allocations familiales, que des mesures destinées à accroître les disponibilités des jeunes ménages paysans vont bientôt compléter, l'attrait et le prestige de la terre de France ont été largement accrus.

Mais c'est une œuvre de longue haleine, qui doit être poursuivie sans défaillance malgré les difficultés de toute nature résultant des hommes et des choses. Cette foi, cette sérénité indispensables à la réussite de cette œuvre de libération nationale, le Ministre les puise dans ses contacts journaliers avec les agriculteurs, et dans la confiance que lui témoigne l'Académie d'Agriculture.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Du discours de M. Queuille, nous croyons intéressant de détacher le passage suivant parce qu'il se rapporte à une des préoccupations constantes de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

S'il est une leçon qu'impose à notre esprit l'évolution de plus en plus complexe de notre époque, c'est bien celle de la nécessité de maîtriser tous les phénomènes économiques et sociaux, de les harmoniser en fonction de l'intérêt supérieur de la nation.

Au fur et à mesure que la technique se complique, au fur et à mesure que les spécialisations se développent, suivant un rythme de plus en plus rapide, le plus grand des dangers, pour notre civilisation, semble consister en une tendance fatale vers l'éparpillement des efforts, dans une anarchie grandissante des idées et des méthodes.

Chaque technique cherche à s'imposer aux dépens des voisines, chaque technicien considère son ouvrage avec des yeux jaloux. Chacun recherche une part plus grande des ressources de la collectivité. Le plus innocemment du monde, chacun fait passer ses intérêts par-dessus l'intérêt général.

Jamais, plus qu'à présent, les Etats n'ont eu besoin d'hommes à l'intelligence froide, à la raison avertie, au caractère trempé, pour instituer, dans ce bouillonnement des idées et des efforts, l'ordre nécessaire, pour imposer une hiérarchie des valeurs, pour subordonner aux labeurs essentiels les tâches les plus séduisantes. Jamais la culture générale et la pratique des affaires publiques n'ont été plus indispensables à notre civilisation mécanique; plus l'outil se complique, plus clair doit demeurer le cerveau.

M. H. Hitier, secrétaire perpétuel de l'Académie, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, donna ensuite lecture des récompenses accordées par l'Académie aux travaux scientifiques susceptibles d'intéresser l'agriculture, ainsi qu'aux techniciens et aux praticiens les plus avertis qui mettent en œuvre avec le plus de bonheur les données de la science.

---

## SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE ROUEN

### Distribution solennelle des récompenses (Rouen, 7 mai 1939).

Le 7 mai, répondant à une aimable invitation de la Société industrielle de Rouen pour la séance solennelle de remise des récompenses, notre Société a été représentée à cette importante réunion par un de ses vice-présidents, M. F. Blondel. La Société n'a fait d'ailleurs que continuer ainsi une longue tradition et nos amis de Rouen ont bien voulu évoquer avec émotion le souvenir de notre regretté et distingué président M. Sauvage, qui était un fidèle de cette cérémonie.

Plus de 700 diplômes et médailles ont été remis aux travailleurs de la région rouennaise pour récompenser leurs longs services, dont beaucoup de 40 ans ou plus de durée.

Le spectacle de cette distribution était particulièrement émouvant et, comme l'ont fait ressortir le Préfet de la Seine-Inférieure, qui présidait la cérémonie, le Député-Maire de Rouen, qui le remplaçait au banquet de clôture, et l'aimable Président de la Société industrielle de Rouen, M. Louis Cros, ce fut une vraie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fête du travail, de ce travail si nécessaire à notre pays dans les jours troublés que nous traversons.

Parmi les récompenses on a noté avec un intérêt spécial celles qui ont été données pour récompenser des efforts poursuivis en vue de l'établissement d'une plus complète sécurité dans le travail. Ces prix ont été donnés par l'Association normande pour prévenir les accidents du travail qui, sous l'habile direction de M. P. Bouyeure, rend de si grands services aux industries de la région.

La Société d'Encouragement est heureuse de pouvoir développer les relations qui ont toujours existé entre elle et les Sociétés industrielles de France. En cherchant à rendre ces relations plus intimes, plus précises, la Société applique le programme que lui a fixé son Président, celui de tendre à être le lien entre toutes les activités industrielles françaises et de réaliser le centre où peuvent se retrouver tous ceux qui ont la préoccupation d'une plus grande efficacité et d'une plus vivante souplesse de l'industrie de notre pays.

Le palmarès des récompenses décernées par la Société industrielle de Rouen le 7 mai a fait l'objet d'une brochure dont un exemplaire a été déposé à notre bibliothèque (Pièce 13671).

---

# COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

## COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DE 24 AVRIL 1939).

### La lutte contre la corrosion,

par M. Albert PORTEVIN, *membre du Conseil.*

L'importance sans cesse croissante et de plus en plus reconnue de la lutte contre la corrosion des métaux a suscité dans tous les pays industriels des recherches qui se poursuivent sans relâche et en s'amplifiant, et dont les résultats sont exposés et discutés dans des réunions techniques et scientifiques. Au cours de l'année 1938 se sont tenues des réunions de ce genre à Dusseldorf, à Detroit, à Zurich et à Berlin. Mais jusqu'à présent, aucune de ces manifestations n'avait pris un caractère international ni une ampleur comme celle qui a eu lieu à Paris du 21 au 24 novembre à la Maison de la Chimie.

C'est véritablement un premier Congrès de la Corrosion qui s'est ainsi tenu dans notre pays, et avec un succès qui a dépassé les prévisions. Plus de 550 participants appartenant à 15 nations s'étaient fait inscrire et on y a présenté et discuté 70 rapports.

L'initiative de ces Journées de la Lutte contre la Corrosion revient à la Société de Chimie industrielle et au Centre de Perfectionnement technique, et la préparation a été assurée par un Comité d'Organisation comprenant des représentants de toutes les grandes sociétés industrielles et présidé par M. G.-J. PAINVIN, président de l'Union des Industries chimiques et membre du Conseil de la Société

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'Encouragement, par un Comité scientifique et technique, réunissant les personnalités les plus qualifiées parmi les spécialistes français de la corrosion et présidé par le prof. Albert PORTEVIN, président de l'Association française des Méthodes d'essais et membre du Conseil de la Société d'Encouragement, et par un Commissaire général, M. Jean GÉRARD, vice-président délégué de la Société de Chimie industrielle. En outre, un Comité d'Honneur groupait les représentants des administrations d'État et des grands organismes et sociétés techniques dont M. LACOIN, président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Dans les séances d'ouverture et de clôture, des discours et allocutions furent prononcés par MM. PAINVIN et PORTEVIN. M. PAINVIN fit ressortir l'importance capitale du problème de la lutte contre la corrosion; après avoir rappelé le rôle de la corrosion dans la conservation des ouvrages des siècles passés et cité de curieux et typiques exemples, il montra qu'à l'heure actuelle, les progrès de l'industrie, notamment par l'emploi d'agents chimiques énergiques, de températures et pressions élevées, posaient des problèmes difficiles à résoudre, nécessitant des recherches scientifiques longues et coûteuses. M. PORTEVIN rappela les grands principes scientifiques régissant la corrosion et signala les principaux problèmes résolus et restant à résoudre tout en faisant ressortir l'importance de la réunion, les conséquences et le sens qu'il fallait en tirer[1].

Trois grandes conférences plénières furent exposées :

*L'état actuel des recherches poursuivies en Angleterre sur la corrosion*, par le Dr HUDSON, directeur des Recherches de la Commission de Corrosion de l'Iron and Steel Institute et de la British Iron and Steel Federation;

*Préface à des essais naturels de longue durée pour l'étude de la corrosion des aciers*, par le prof. CHAUDRON, directeur de l'Institut de Chimie de Lille;

*État actuel des recherches concernant la corrosion et la protection des alliages légers et ultra-légers*, par le prof. Dr A. von ZEERLEDER, de l'École polytechnique fédérale de Zurich.

Les Journées étaient complétées par une exposition qui se tenait également dans la Maison de la Chimie et par des visites : le Palais de la Découverte; les bâtiments de la Compagnie parisienne d'Électricité, 23, rue de Vienne, où l'acier inoxydable a été employé pour la construction; le matériel ferroviaire en acier inoxydable à la Gare Montparnasse, et les Stations d'essais de Corrosion de Boulogne-sur-Mer, Merville et Lille.

Les séances de travail, qui ont dû, étant donné leur nombre, se poursuivre parallèlement dans deux amphithéâtres, étaient présidées par d'éminents spécialistes étrangers : le Dr HUDSON et LOBRY de BRUYN, les professeurs BATTA, ERCULISSE, FRY, PALMAER, SKAPSKI, WIEDERHOLT et von ZEERLEDER, assistés de collègues français.

Le Comité scientifique d'Organisation avait, pour déclencher et orienter les

(1) Voir le *Génie Civil* du 17 décembre 1938, p. 321.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

communications, mis à l'ordre du jour, à titre indicatif, un certain nombre de sujets d'étude répartis en trois groupes :

*1er Groupe : Études et essais* : 1° Peut-on prévoir la résistance à la corrosion des métaux et alliages? Essais électrochimiques, essais de courte et de longue durée, essais naturels, etc.; Interprétation des résultats obtenus : essais mécaniques, pertes de poids, dégagement gazeux, probabilités, etc.; — 2° Les états de surface et la résistance à la corrosion : la passivité, l'étude des pellicules protectrices, les conditions de formation de ces pellicules; — 3° Le mécanisme de la corrosion intergranulaire et l'influence des tensions; — 4° Les parts successives de la corrosion chimique et de la corrosion électrochimique dans différents processus d'attaque; — 5° Les théories du décapage des métaux.

*2e Groupe : Matériaux résistant à la corrosion* : 1° Les aciers inoxydables et semi-inoxydables; — 2° Les matériaux résistant au chlore et aux composés chlorés; — 3° La soudure et les assemblages considérés au point de vue de la corrosion; — 4° Les métaux purs et la corrosion.

*3e Groupe : Applications industrielles* : 1° Les méthodes de protection du magnésium et des alliages légers; — 2° Les aciers résistant à l'eau de mer; — 3° Les métaux résistant aux nitrates; — 4° Les procédés de décapage, de brillantage, de polissage et la décoration des métaux, etc; — 5° Les conditions d'application des peintures; — 6° Le traitement des eaux et la corrosion.

En réalité, étant donné qu'il s'agissait d'une première manifestation internationale concernant la corrosion, toutes les communications envoyées furent acceptées dans l'esprit le plus large et sans limitation de sujet, de sorte, qu'à peu près toutes les questions touchant la corrosion furent abordées, ce qui permit ainsi de faire un tour d'horizon de ce vaste champ d'étude et d'action. Cela remplit largement trois journées de travail. En outre, des conférences de vulgarisation et de propagande eurent lieu le soir afin de mettre le grand public au courant des matériaux et moyens dont on dispose à l'heure actuelle pour lutter contre la corrosion.

Les comptes rendus des Journées de la Lutte contre la Corrosion ont fait l'objet d'un gros volume de 525 pages qui vient de paraître et qui est édité par *Chimie et Industrie* (28, rue Saint-Dominique).

Ainsi, ces Journées se sont manifestées sous trois aspects : comprendre, instruire et réglementer, correspondant à trois étapes qui doivent se succéder dans le temps : l'étude scientifique, pour connaître les phénomènes, leur mécanisme et leurs lois et en tirer les conséquences; — l'instruction et la vulgarisation, pour faire connaître les conclusions et les conséquences de ces études scientifiques; — la réglementation, qui s'exerce notamment par les essais et contrôles de laboratoire.

Il était essentiel qu'une telle manifestation, qui marquait une date dans l'histoire de la lutte entreprise contre la corrosion, ne restât pas sans conclusion et sans continuation pour que son action demeurât féconde et permanente. Aussi, dans la séance de clôture, le prof. Portevin, qui présidait, proposa les résolutions suivantes qui furent adoptées à l'unanimité :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les participants aux Journées de la Corrosion, tenues à Paris, les 21, 22 et 23 novembre 1938, considérant l'intérêt de cette réunion internationale, ainsi que la valeur des travaux qui y ont été présentés et discutés, recommandent :

1° Qu'une réunion internationale groupant tous ceux qui s'intéressent à la corrosion des matériaux ait lieu chaque année dans un pays qui sera fixé à l'avance par un comité spécialement désigné à cet effet;

2° Que cette réunion internationale se tienne, sans préjudice des réunions nationales, dont elle entendra d'ailleurs les travaux et les conclusions;

3° Qu'elle coïncide, autant que possible, avec d'autres réunions ou congrès internationaux de chimie industrielle ou d'essais des matériaux, afin de ne pas accroître les déplacements des congressistes et de réduire le temps et les frais d'organisation;

4° Que cette réunion internationale comporte les conférences d'ensemble, exposant l'état actuel d'une question, soit dans un pays déterminé, soit concernant un problème particulier;

5° Qu'un comité international soit chargé d'harmoniser, dans le temps et l'espace, la périodicité de ces réunions.

Il n'est pas besoin de souligner l'intérêt et l'importance de ces conclusions, qui établissent le principe d'une action concertée et continue, et il faut espérer que l'œuvre ainsi amorcée pourra se poursuivre à l'avenir dans une atmosphère de travail et de coopération internationale, en nous félicitant que la France en ait pris l'initiative.

---

## COMITÉ DE COMMERCE

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

### Les habitations à bon marché,

par M. Georges RISLER, *membre de l'Institut et du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Dès 1836, des industriels avaient construit en Alsace des logements salubres pour leurs ouvriers, mais c'est en 1850 qu'en Alsace, en même temps qu'en Angleterre, une impulsion réelle s'est produite en faveur de l'amélioration du logement populaire.

Le mouvement est devenu important entre 1850 et 1870 surtout en Alsace, et spécialement dans la région de Mulhouse, mais les ruines causées par la guerre de 1870 l'ont arrêté dans notre pays.

C'est seulement en 1889 que Cheysson, Georges Picot et Jules Siegfried ont proclamé très haut que l'état du logement populaire était une honte pour la France, et c'est en 1894 qu'a été votée par le Parlement français la première loi ordonnant que des avances seraient mises à la disposition de sociétés d'habitations à bon marché pour construire des logements d'un loyer ne dépassant pas un maximum fixé et remplissant les conditions de salubrité indispensables.

Le 12 avril 1906, était édictée une loi complétant celle de 1894 et élargissant ses prescriptions, puis le 10 avril 1908 était promulguée la loi Ribot ayant pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

objet de faciliter l'accession à la petite propriété aux travailleurs peu fortunés vivant principalement de leur salaire.

Celle-ci créait des Sociétés de Crédit immobilier recevant des avances au taux de 2 p. 100 de la Caisse des Dépôts et Consignations afin d'accorder des prêts à taux réduit ne dépassant pas les 4/5 du prix de l'immeuble et remboursables en 10, 15, 20 ou 25 ans. Un maximum de prix était fixé pour la maison et des conditions spéciales de salubrité exigées.

Le 25 décembre 1912 était votée la loi créant des Offices publics d'Habitations à bon marché, recevant une dotation des départements ou des communes, jouissant de tous les avantages accordés aux sociétés d'habitations à bon marché pour la construction de logements destinés à la location.

Enfin, le 5 décembre 1922, une loi générale réunit et codifia toutes celles qui l'avaient précédée.

Alors, en juillet 1928, fut votée la loi Loucheur qui ne changeait rien aux prescriptions de la loi Ribot, mais y ajoutait des subventions pour les pères de famille nombreuse et les victimes d'accidents du travail et prescrivait la construction de 260 000 logements, dont 60 000 à loyers moyens.

Des sociétés coopératives furent fondées entre employés et ouvriers pour l'acquisition de maisons. En outre, plusieurs fondations furent créées par des personnes charitables. Elles ont permis de faire des expériences trop coûteuses pour de simples sociétés et ont offert à celles-ci des modèles intéressants.

Au 1er mai 1938, il existait en France : 553 sociétés anonymes d'habitations à bon marché ; 437 sociétés coopératives ; 297 offices publics d'habitations à bon marché ; 294 sociétés de crédit immobilier.

Tous ces organismes reçoivent des avances au taux de 2 p. 100, et les sociétés de crédit immobilier ne peuvent pas les consentir à leurs emprunteurs à un taux supérieur à 2,75 p. 100.

Au 31 décembre 1937, la Caisse des Dépôts et Consignations avait consenti aux offices publics, aux sociétés anonymes et aux sociétés coopératives des avances s'élevant à 5 901 133 400 fr et aux sociétés de crédit immobilier à 5 358 516 200 fr.

La loi sur les loyers moyens était mal conçue et elle est abrogée, mais des prêts de cet ordre ont été accordés pour 632 328 600 fr.

Par contre, sur l'initiative de M. Bonnevay, ont été créées les habitations à bon marché dites améliorées, un peu supérieures au type ordinaire, et les avances de cet ordre s'élèvent à 884 289 400 fr.

En totalité, il a été construit environ 330 000 logements grâce aux lois sur les habitations à bon marché, avec un total d'avances de 12 776 467 600 fr.

Les lois sur les habitations à bon marché ont donné des résultats supérieurs aux plus beaux espoirs. L'étiage moral de la famille, propriétaire de sa maison, s'élève en même temps que son standard de vie ; le cabaret est abandonné, les liens de la famille se resserrent, et il est juste de dire qu'aucune loi sociale n'a eu des effets plus heureux.

Ajoutons que ces maisons sont toutes entourées d'un jardin, qui constitue le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

véritable sport du travailleur. Il lui fournit en outre des légumes dont la valeur approche beaucoup du montant de l'annuité que celui-ci doit verser à la société de crédit immobilier. Il devient ainsi propriétaire grâce à son travail des soirs d'été et des dimanches.

Beaucoup de sociétés de crédit immobilier ont réglé le taux de leurs prêts en considération de l'importance de la famille. La Société centrale de Crédit immobilier prête : à 2,75 p. 100 aux familles sans enfant ou avec un enfant ; à 2,50 p. 100 aux familles de 3 enfants ; à 2,25 p. 100 aux familles de 4 enfants ; et à 2 p. 100, le même taux qui lui est accordé par la Caisse des Dépôts et Consignations, à toutes les familles de 5 enfants et plus. Elle donne, en outre, des primes à la natalité, qui ont atteint annuellement jusqu'à 300 000 fr, et elle s'est attaché une infirmière-visiteuse qui vient en aide aux familles dans l'embarras.

***

Il est triste de constater que le budget de 1939 a été présenté au Parlement sans qu'un centime ait été prévu en vue des avances aux sociétés d'habitations à bon marché. Par contre, un décret-loi accorde à toute personne voulant construire une habitation quelconque, un hôtel, une maison de rapport, même un château, les avantages jusqu'ici réservés aux sociétés d'habitations à bon marché qui, depuis plus de quarante ans, sont administrées par des hommes ayant fait leurs preuves en consacrant leur temps, leur intelligence, leur dévouement et leur esprit pratique, avec un désintéressement absolu, à la gestion de ces œuvres d'intérêt public.

---

## COMITÉ D'AGRICULTURE

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

### La désinfection des châtaignes,

par M. Paul VAYSSIÈRE, *membre du Conseil.*

La production française de châtaignes ne paraît pas avoir varié depuis une quinzaine d'années et s'élève à 200 000 t environ par an.

Si, pour le propriétaire, la maladie de l'encre doit être considérée comme l'affection la plus importante de l'arbre, il est incontestable qu'au point de vue du consommateur, il existe des parasites des châtaignes qui le préoccupent beaucoup plus : ce sont les agents des châtaignes véreuses et des châtaignes moisies. Dans certaines régions, ils ont entraîné la destruction, au cours de ces dernières années, de plus de 60 p. 100 de la récolte, causant ainsi un très grand préjudice aux producteurs pour lesquels, à la suite de l'hybridation obtenue en greffant nos variétés indigènes sur des plants d'Extrême-Orient à peu près réfractaires à la maladie de l'encre et en raison des conditions économiques internationales, s'ouvrait la possibilité d'importantes exportations de fruits sains à l'étranger, aux États-Unis en particulier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est ainsi que nous fûmes amené à chercher la technique à préconiser permettant de réduire le nombre des fruits altérés et de fournir aux clients étrangers une denrée répondant à leurs desiderata[1].

Une étude des divers parasites de la châtaigne fut donc poursuivie ces derniers mois ainsi que celle des procédés de lutte et nous sommes arrivé à la conclusion suivante :

1° les producteurs doivent s'astreindre, dans les châtaigneraies, à appliquer un certain nombre de mesures culturales destinées à détruire les larves de *Balanin* et les chenilles de *Carpocapse* avant leur enfouissement en terre pour s'y nymphoser ou s'y chrysalider, c'est-à-dire plus particulièrement au moment de la chute ou de la récolte des fruits; il faut donc s'astreindre à procéder, dès avant la chûte des premières châtaignes, à un nettoyage soigné du sol, caractérisé essentiellement par la suppression de toutes les herbes, de façon à pouvoir, dans la suite, ramasser chaque jour ou à peu près, et d'une façon aussi complète que possible, tous les fruits qui tombent, quelle que soit leur valeur commerciale; il il faut immédiatement détruire, non seulement celles des châtaignes ainsi ramassées qui sont véreuses, mais aussi leur bogue, et se bien garder de les enfouir dans le sol.

2° les commerçants doivent refuser de mettre sur le marché métropolitain des fruits manifestement véreux et faire assurer, en vue de l'exportation, une désinfection efficace (et non une désinfection apparente) par l'une des stations officielles de notre territoire. La délivrance d'un certificat phytosanitaire, sérieusement établi, facilitera d'ailleurs les transactions commerciales[2].

(1) La tolérance actuelle des Américains est de 15 p. 100 de fruits altérés et d'aucun ver vivant dans les lots de fruits importés.

(2) Pour un exposé plus détaillé de la question voir : P. VAYSSIÈRE, *La désinfection des châtaignes* (*Revue de Pathologie végétale et Entomologie agricole*, XXV. t. 4, Paris, 1938).

*L'agent général, gérant*, E. LEMAIRE.

Imprimé en France par BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les statuts de la Société d'Encouragement, qui datent de 1801, c'est-à-dire d'une époque pendant laquelle notre pays jouit d'une paix chèrement payée, ne font aucune distinction entre l'état de paix, qui régnait alors, et l'état de guerre qui devait suivre pendant encore de nombreuses années. Aussi, conformément à ses statuts, la Société d'Encouragement a-t-elle toujours joué le rôle que lui assignaient ses statuts, même pendant les périodes les plus critiques de notre histoire. Nous sommes entrés dans une de ces périodes. Aussi, la Société d'Encouragement, approuvant et faisant siennes les paroles prononcées au micro, par M. Edouard Daladier, président du Conseil, et M. Paul Reynaud, ministre des Finances, poursuit-elle sa tâche, aujourd'hui plus que centenaire, comme par le passé.

Rappelons d'abord quelques-unes des paroles prononcées par nos deux hommes d'État; elles précisent notre devoir et renferment aussi tout un programme d'action.

La France et l'Angleterre ont multiplié leurs efforts pour sauver la paix. La cause de la France se confond avec celle de la justice. Elle est celle de toutes les nations pacifiques et libres. Elle sera victorieuse.

Français et Françaises, nous faisons la guerre parce qu'on nous l'a imposée. Chacun de nous est à son poste, sur le sol de France, sur cette terre de liberté où le respect de la dignité humaine trouve un de ses derniers refuges. Vous associerez tous vos efforts dans un profond sentiment d'union et de fraternité pour le salut de la Patrie. Edouard DALADIER

Rien n'existe plus que la défense du pays. Pour elle, il faut mobiliser toutes les richesses accumulées, et c'est pour elle aussi que nous devons maintenir un minimum d'activité économique. D'abord, produire le plus possible; fabriquer des avions, des canons, des munitions, certes! mais aussi produire de quoi nourrir et vêtir la population civile, et enfin, exporter au maximum, afin de ménager nos réserves d'or. Qui peut produire doit produire. Qui peut travailler doit travailler. Paul REYNAUD

Ce programme d'action, la Société d'Encouragement l'avait déjà exécuté dès le début de cette année par l'intensification de son rôle. Dès le mois de juin, elle avait entrepris la poursuite de sa réalisation dans la même voie. C'est ainsi qu'elle avait prévu, pour le mois de mai de 1940, une manifestation importante dont le thème était et reste : *Ce que l'Empire français peut fournir à l'industrie nationale; ce que l'industrie nationale peut fournir à l'Empire.* En choisissant ce programme, il avait semblé à la Société d'Encouragement que, tout en apportant sa contribution au dévelop-



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pement de l'idée coloniale en France, elle restait exactement dans le rôle défini par son titre : encouragement à l'industrie nationale.

Dès le 10 juillet, le patronage moral à cette manifestation avait été demandé à une quinzaine de groupements français, ainsi que leur concours, le cas échéant. Tous avaient répondu favorablement, ce qui donnait à notre manifestation le caractère collectif que la Société d'Encouragement désirait.

*Rien n'est changé à ce programme*, auquel les événements actuels donnent plus que jamais un caractère d'actualité. Les membres de la Société d'Encouragement seront tenus à temps au courant des modalités de cette manifestation, à laquelle ceux qui le peuvent, doivent prêter leur concours.

De plus, conformément au programme tracé par M. Paul Reynaud, la Société d'Encouragement se propose de rechercher les moyens de : 1° maintenir et développer la vie intérieure du pays; 2° maintenir et intensifier les exportations françaises. Dès à présent, ces moyens sont à l'étude.

En attendant, les travaux ordinaires de la Société se poursuivent, comme avant les hostilités, et conformément aux indications portées sur le calendrier que MM. les Sociétaires ont reçu au début de l'année.

La *Bibliothèque* a ouvert ses portes le 18 septembre à la date prévue, et, dès le premier jour, a reçu une douzaine de lecteurs. Elle sera toujours ouverte à 14 h. mais ne le restera que jusqu'à la nuit tombante. Nous tenons à attirer l'attention sur ce que des trois bibliothèques parisiennes les plus riches en ouvrages et périodiques de chimie pure et appliquée, elle est la seule qui, pratiquement, reste ouverte au public.

Les *comités*, *commissions* et *bureau* se réunissent et continueront à se réunir aux dates prévues au calendrier précité, mais, tous, au début de l'après-midi. Quant aux *séances publiques*, le programme a dû en être modifié, les conférenciers prévus ayant été touchés par la mobilisation. Un nouveau programme est à l'étude. MM. les Sociétaires en seront informés en temps voulu.

Le *Bulletin* continue à paraître. Ce numéro d'août-septembre paraîtra avec un certain retard en raison des réglemenations et restrictions imposées par l'état de guerre, notamment en ce qui concerne la censure et la consommation du papier. C'est ainsi que, faute de place, on n'y trouvera pas le texte de la conférence faite le 16 mai par M. Edmond DU VIVIER DE STREEL sur *L'établissement d'une économie impériale*; il ne paraîtra que dans le prochain numéro.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# EXPOSITION DES APPLICATIONS ARTISTIQUES FRANÇAISES DE L'INDUSTRIE DES MATIÈRES PLASTIQUES

## organisée par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale du 8 au 23 mai 1939

Le *Bulletin* de juin-juillet 1939 a commencé le compte rendu des solennités organisées par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale pendant le mois de mai 1939. Dans un exposé succinct, il a notamment fait mention de « l'Exposition des Applications artistiques françaises de l'Industrie des Matières plastiques », ainsi que du Concours ouvert à cette occasion entre les artistes, en vue de la présentation de projets à exécuter en matières plastiques.

Cette double manifestation inaugurait l'ensemble de celles qui, pendant les mois de mai et juin, furent organisées à Paris par différents groupements animés du même esprit de recherche et de propagande en faveur de ces industries nouvelles. Un accord préalable étant intervenu entre plusieurs de ces groupements, ces différentes manifestations eurent chacune un caractère particulier, par le choix de leur programme et l'esprit de leur réalisation. Il y eut, en dehors de l'Exposition de la Société d'Encouragement, quatre principales manifestations :

A la Foire de Paris, on pouvait voir cette année, dans une exposition plus importante que celles des années précédentes, les matières plastiques les plus employées, telles qu'elles sont remises aux façonniers, et, dans d'autres stands, l'outillage utilisé pour la mise en œuvre des produits, depuis la matière première jusqu'à la pastille prête au travail de presse.

Au Palais de l'Artisanat, une « Semaine de la Matière plastique et du Caoutchouc » avait été organisée du 18 au 25 mai par l'Institut national des Métiers; son rôle était uniquement d'exposer les œuvres artisanales réalisées en matières plastiques.

A la Société des Ingénieurs civils de France, cette sorte de « croisade » prit la forme de communications, dont deux, faites le 12 mai par M. L. Frossard et M. A. Durr, traitèrent de la fabrication des matières plastiques proprement dites; deux autres, faites le 26 mai par M. Ambros et M. Ottenhoff, traitèrent des caoutchoucs synthétiques, qui, par leur fabrication et leurs propriétés, ont une certaine parenté avec les matières plastiques.

C'est enfin à la Maison de la Chimie que se sont tenues du 10 au 18 juin « Les Journées des Matières plastiques et des Résines synthétiques », organisées par la Société de Chimie industrielle et le Centre de Perfectionnement technique. Ces journées comportaient : des séances de travail et des causeries professionnelles faites par des spécialistes, une Exposition avec visites-conférences, montrant la genèse des matières plastiques et des résines synthétiques, leurs transformations successives, depuis les matières premières jusqu'aux objets variés dans la transformation desquels elles interviennent, ces objets étant surtout ceux réservés à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un usage industriel. Des schémas faisaient paraître par quelles opérations chimiques on passe des matières premières aux produits intermédiaires et à ceux qui, finalement, sont offerts aux utilisateurs; des visites dirigées animaient de plus cette Exposition. Ces « Journées » étaient complétées par quatre conférences plénières présentant à la fois un caractère général et éducatif. A la demande de M. Gérard, directeur de la Maison de la Chimie, M. H. M. Magne fit, au titre de président de la Société d'Encouragement, une de ces conférences dont le sujet était : « Les matières plastiques dans la vie humaine ». M. R. Dubrisay traita : « Les matières plastiques », M. de Casabianca : « Les matières plastiques et la vie industrielle », M. Mastier : « Matières plastiques, couleur et lumière ».

Si le texte de ces conférences a été publié dans le compte rendu de ces Journées par les soins de la Maison de la Chimie, il faut rappeler que M. Painvin, en présidant la conférence faite par M. Magne, tint à affirmer la communauté de vues des puissances industrielles avec les intelligences intellectuelles et artistiques, devant la nécessité de resserrer plus étroitement la collaboration des activités manuelles et spirituelles et de favoriser de toutes les façons possibles leur interpénétration.

Ainsi que ce résumé le montre, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale doit se féliciter de ces manifestations diverses. Leur importance est attestée par le nom des personnalités qui y prirent la parole et le succès réservé à chacune d'elles par le rôle qui lui était assigné dans l'ensemble.

Aussi convient-il d'examiner en détail les plus caractéristiques des œuvres et des projets présentés à l'Exposition des Applications artistiques françaises de l'Industrie des Matières plastiques, dont les dispositions d'ensemble ont été relatées par le *Bulletin* de juin-juillet, afin d'en dégager des conclusions utiles pour le bien de l'effort collectif entrepris.

Parmi les objets présentés, des œuvres attestant le sérieux travail déjà accompli pouvaient donner la base la plus solide à de nouveaux efforts et à une activité décuplée de l'industrie des matières plastiques; cette industrie a passé le stade de l'enfance, son inertie serait actuellement sans excuse.

C'est en effet au milieu du siècle dernier que l' « âge des matières plastiques » est né, après la découverte du caoutchouc, et de ses procédés de vulcanisation qui donnèrent l'ébonite, lorsque les procédés de synthèse permirent l'obtention du celluloïd, première en date des matières dites plastiques. Mise à part son application aux jouets, le celluloïd ne s'est guère développé depuis sa création; son utilisation pour les objets de toilette ou la parure a même sensiblement diminué.

Oyonnax est devenu aujourd'hui la patrie adoptive du celluloïd et l'Exposition de jouets qui était faite dans les vitrines de la rue de Rennes témoignait de la pleine prospérité de cette industrie. Si les traditionnelles poupées que présentait la Maison CONVERT (fig. 1)[1] et qui font autant la joie des grands que des petits, montraient l'évolution moderne d'une industrie très ancienne, on pouvait

(1) Les photographies qui illustrent cet exposé sont de M. Georges ALLIÉ, Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avoir l'heureuse surprise de constater que le celluloïd a supplanté toutes autres matières dans la fabrication du jouet, puisque le verre et le métal étaient exprimés par le celluloïd, dans les aquariums de M. Convert et les automobiles, les avions, les bateaux de MM. Maillet et Descotte. Le prix peu élevé du celluloïd et sa facilité de mise en œuvre maintiendront pendant quelque temps encore son emploi pour les articles courants, comme le peigne. Cependant, la découverte

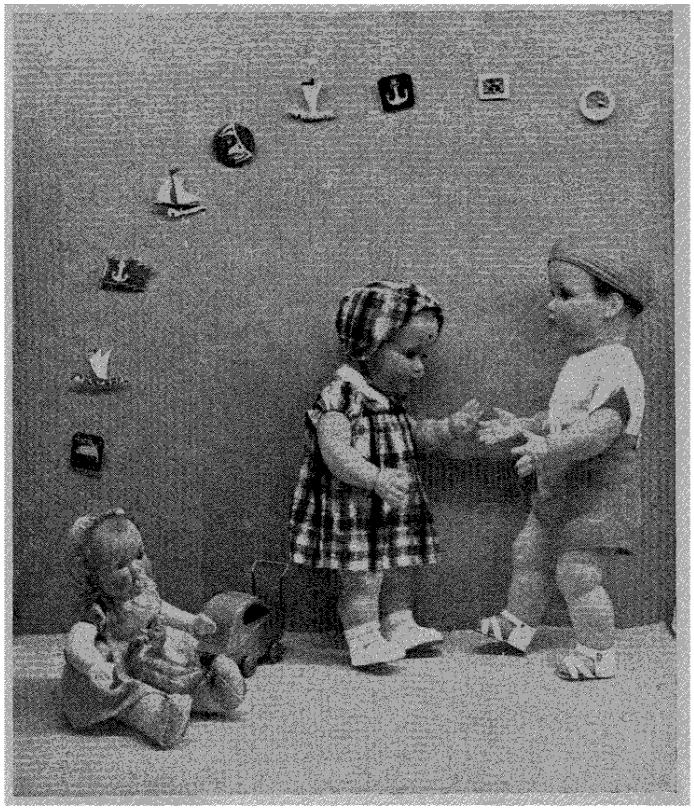


Fig. 1. — Poupées et jouets édités par M. Convert. Insignes de MM. Ecuyer et Zirotti.

d'autres matières plastiques, la sensibilité du celluloïd à la chaleur, pourraient entraîner sa défaveur, et s'il n'opposait pas à des matières plus nouvelles comme le rhodoïd une parfaite stabilité devant les variations de l'état hygrométrique du milieu ambiant, sa production tomberait rapidement.

Le rhodoïd est en effet un des plus redoutables concurrents du celluloïd par son ininflammabilité et la plus grande diversité d'effets qui peuvent en être tirés. Dans l'industrie du peigne, il a pris une place toute particulière en raison des possibilités nouvelles qu'il apportait. On a pu voir qu'Oyonnax avait remis à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'honneur le diadème, autrefois bijou d'apparat garni des pierres et des brillants les plus riches que les femmes coiffaient à l'occasion de fêtes ou de réceptions.



Fig. 72. — Diadèmes et boîte édités par A. Bonnaz. Tête de M. Jacquenot.

La formule que proposent aujourd'hui les industriels d'Oyonnax est plutôt un peigne léger, destiné à maintenir la chevelure par ses dents et par une couronne extérieure, qui donne lieu à toutes les fantaisies que permet la matière. Emplo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

yant de préférence une semi-transparence qui laisse deviner la chevelure, la Maison Auguste Bonnaz présentait sur une tête de M. Jacquenot, en rhodoïd transparent rose, des diadèmes de formes très différentes (fig. 2), appliquant tour à tour toutes les ressources de la matière, qui, seules, pouvaient donner quelque nouveauté et quelque originalité à ces œuvres, pour lesquelles il faut

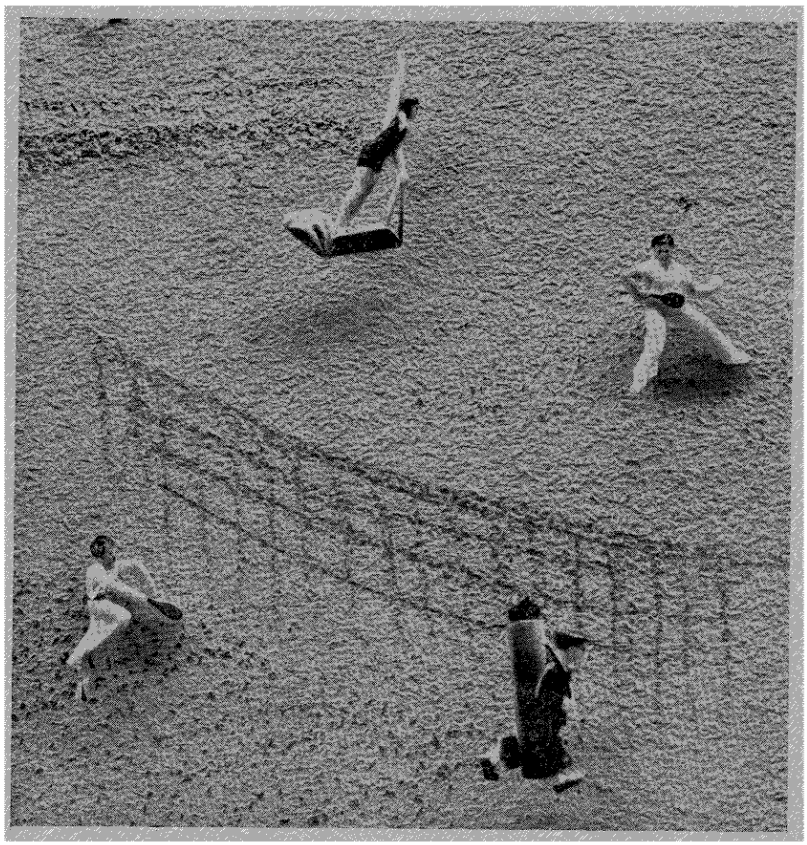


Fig. 3. — Insignes édités à Oyonnax.

féliciter les artisans qui ont su, dès le début de leurs productions, se dégager des formules du passé. Le rhodoïd, en effet, est inapte au travail de la presse pour des modèles de formes compliquées, tandis qu'il est très docile au découpage à la scie, au cintrage à chaud, se soude aisément à l'acétone, et reçoit facilement les incrustations de pierres, technique que M. A. Bonnaz a employée pour souligner par des rangées de brillants certains contours de diadèmes.

Oyonnax présentait encore quantité d'objets façonnés en rhodoïd, et c'est à tort que la réputation mondiale, que lui a faite son industrie particulière du peigne, en fasse une exclusivité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On pouvait voir ces insignes de toutes sortes, dont la fabrication avait été, jusqu'à cette année, la fortune de la ville de Gablonz, en Tchécoslovaquie, fabrication qui fut, par l'intelligence d'initiatives privées, entièrement ramenée à Oyonnax au moment des événements du mois de mars dernier; servant par exemple de jeu de fond aux poupées de M. Convert, les insignes de MM. Ecuyer et Zirotti (fig. 1), ceux de M. Barbatto (fig. 3) amusaient les fonds de chacune

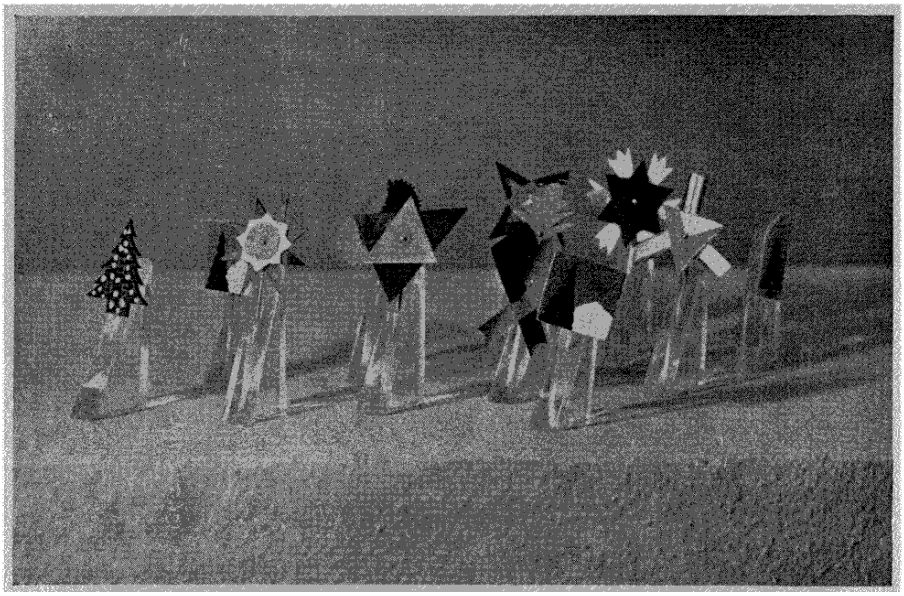


Fig. 4. — Épingles et broches d'enfants réalisées à l'École nationale des Matières plastiques.

des vitrines où les industriels de la ville d'Oyonnax s'étaient groupés et attestaient l'importance de cette fabrication.

L'Ecole des Matières plastiques d'Oyonnax avait exposé des réalisations très diverses, depuis des épingles et des broches d'enfant (fig. 4) composées de feuilles de rhodoïd multicolores découpées avec esprit et assemblées à chaud par superposition, un nécessaire de fumeur, que le Jury du Concours avait récompensé, jusqu'à une maquette de décor de théâtre. Les artisans de cette maquette avaient surtout tenu à démontrer quelles ressources l'art du théâtre pouvait trouver dans l'emploi de ces nouvelles matières, qui, extrêmement perméables aux colorants fluorescents, sont susceptibles de donner sous l'action de la lumière noire des effets d'une puissance, d'une intensité et d'une richesse de couleurs capables de créer l'irréel théâtral difficilement obtenu par les moyens employés jusqu'ici. Un certain abus y avait été fait par l'utilisation de tous les coloris possibles; cet abus eût été critiquable s'il se fût agi d'une réalisation définitive et non d'une démonstration.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est encore dans la parure de la femme que l'on a pu voir de nombreuses applications de l'emploi du rhodoïd. MM. Ecuyer et Zirotti présentaient une

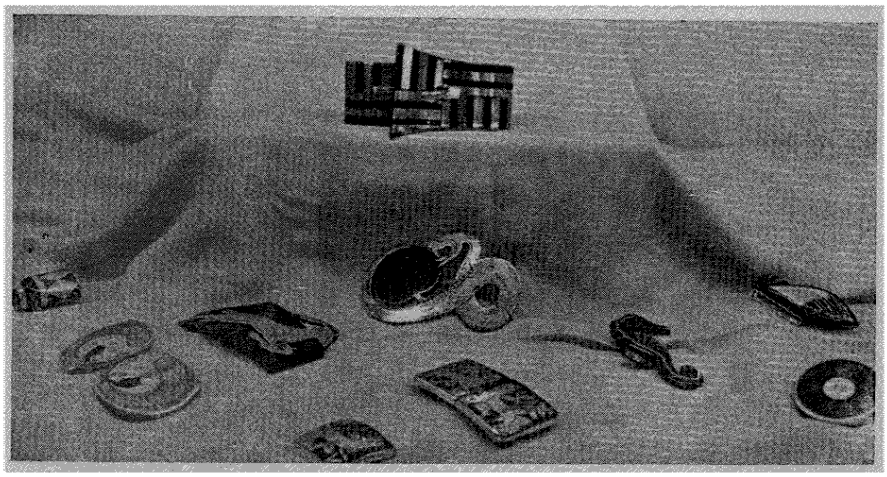


Fig. 5. — Boucles de ceinture éditées par MM. Ecuyer et Zirotti.

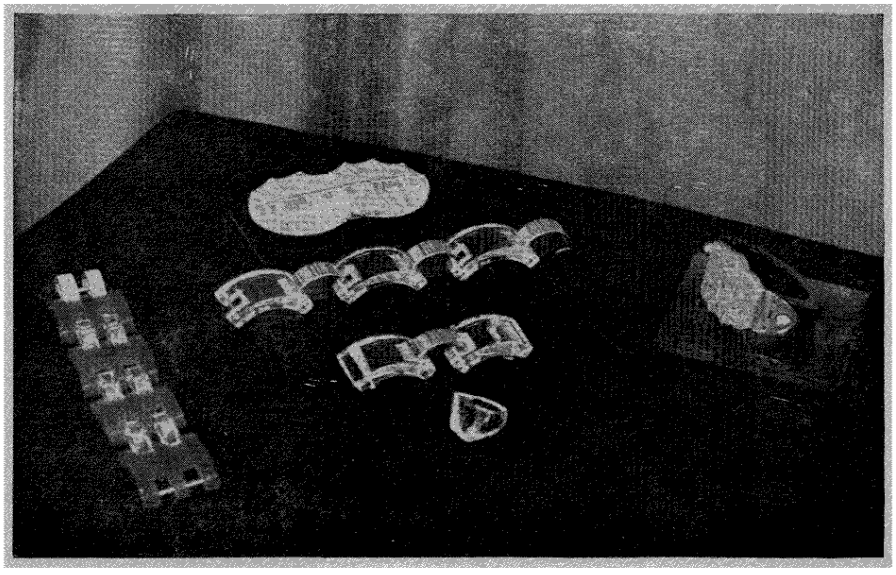


Fig. 6. — Bijoux édités par la Maison Duc-Mauger.

grande diversité de boucles en rhodoïd noir opaque (fig. 5), où l'incrustation pratiquée pour les brillants dans les diadèmes était traitée dans un esprit beaucoup plus large, par grandes plaques de métal découpées, et dessinant les motifs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'oiseaux, de serpents ou tous autres animaux. La Maison DUC-MAUGER faisait jouer au contraire la transparence du rhodoïd blanc ou mordoré avec les reflets de grosses montures métalliques, dans une collection de bracelets, de broches, de colliers et de bagues présentant les aspects les plus variés (fig. 6).

Dans un domaine purement décoratif, les Établissements CHAUVIN avaient

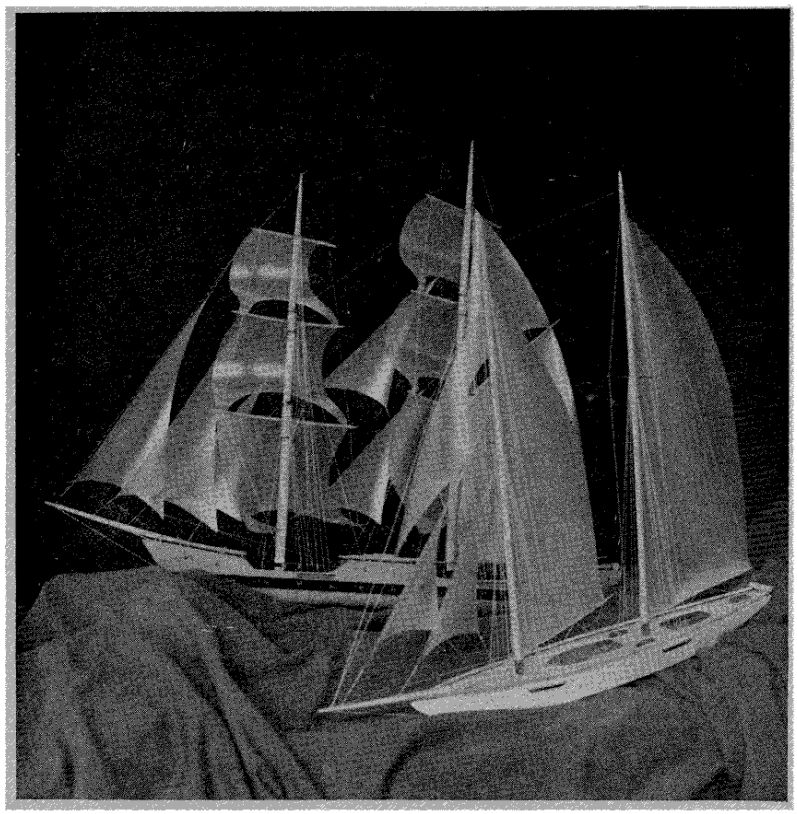


Fig. 7. — Voiliers édités par les Établissements CHAUVIN.

présenté deux voiliers (fig. 7) entièrement conçus en rhodoïd blanc, et si l'œil éprouvait une véritable jouissance à contempler les formes élégantes des deux navires et les fantaisies de la lumière jouant à travers la semi-opacité des voiles, la perfection du travail des façonniers qui en étaient les auteurs était un réconfort pour l'esprit pessimiste de notre époque qui considère comme révolu le temps où l'habilité de la main était une des gloires de la France.

La Société RHÔNE-POULENC avait présenté des pièces entières ne servant pas uniquement à la parure, mais au costume proprement dit, telle une robe pailletée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de rhodoïd noir (fig. 16) sur laquelle venaient en broderie des paillettes de rhodoïd multicolores, formant de grands motifs et interprétant des oiseaux ou des fleurs du plus heureux effet, tel un foulard entièrement tissé en fils de rhodoïd blancs et jaunes, tels des cothurnes de la Maison ENZEL (fig. 8), où l'emploi du rhodoïd en feuilles très épaisses, cintrées à chaud et soudées à l'acétone, donnaient, sur la tranche ou sur le plat des feuilles, des effets de lumière en contraste ou en

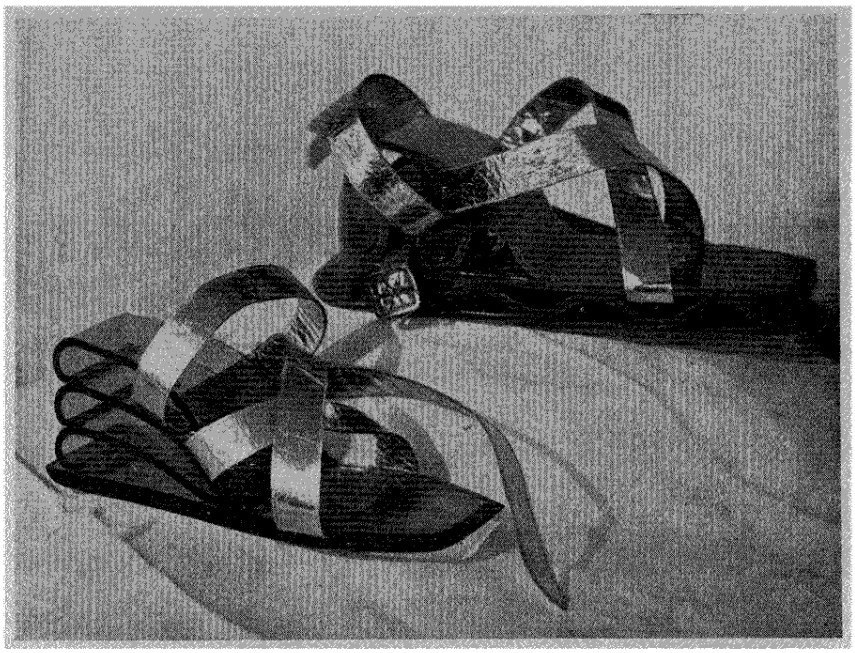


Fig. 8. — Cothurnes édités par la Maison ENZEL.

dégradé, effets que l'on n'eût pu tirer que de matières fragiles et coûteuses comme le verre.

C'est une critique souvent formulée qui reproche aux matières plastiques de rappeler telle ou telle matière et, par là, de tromper sur la qualité de tel objet qui présente l'aspect du verre, du jade, de l'ivoire, de l'écaille, etc., et n'est en réalité qu'un objet façonné dans un produit de synthèse. L'exemple des cothurnes de Enzel prouve au contraire que cette faculté des produits de synthèse, de pouvoir diffuser, étant donné leur prix peu élevé et leur facilité de fabrication pour des objets usuels, donc nécessaires, les qualités de richesse, de transparence, de couleurs, de grain des matières les plus précieuses, sans en avoir la fragilité, est une des plus belles conquêtes de la chimie moderne. Et de même que les feux multicolores qui font son prix garderont toujours au diamant sa préciosité unique, de même il n'est rien de semblable au plus fin cristal pour goûter le vin de France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La nécessité de ces considérations s'imposait pour pouvoir admirer sans réserve la magnifique présentation qu'avait faite la Société L'AMBROLITHE. Celle-ci occupait une vitrine entière où étaient présentés un service de fumeurs, un nécessaire de toilette (fig. 9), une lampe de bureau, des accessoires de table, tels que des salières, des porte-carafe, des porte-couteau, des dessous de plat, des porte-menu, etc. Des grands plans simples, des lignes très pures à leurs ren-

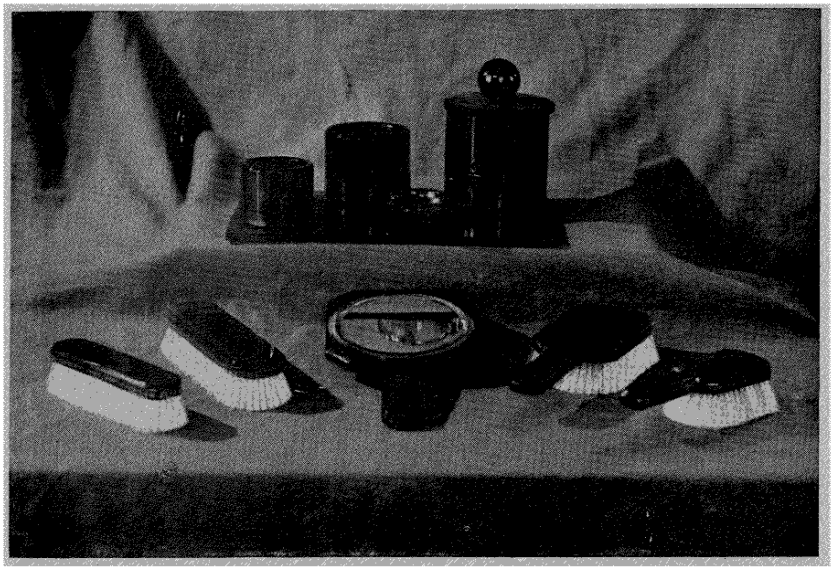


Fig. 9. — Service de fumeur et nécessaire de toilette édités par la Société L'AMBROLITHE.

contres, permettaient le jeu de la transparence de cette belle matière. Cette sobre richesse était du meilleur goût pour des objets aussi usuels.

On a vu plus haut que l'un des principaux inconvénients du rhodoïd était sa grande affinité pour l'humidité de l'air; il possède en outre l'inconvénient d'avoir une dureté Brinell assez faible, ce qui lui fait préférer d'autres matières pour certains usages, notamment pour l'usage domestique et les objets supportant une grande fatigue.

D'une manière générale, les objets manufacturés dans ces autres matières sont obtenus par moulage à la presse. L'outillage étant en acier nitruré, la moindre assiette à faire suivant ce procédé coûte plusieurs milliers de francs, d'où l'obligation d'en tirer un très grand nombre d'exemplaires, afin que les frais d'amortissement interviennent pour une petite part dans le prix de l'objet; il y a donc lieu pour le dessinateur de modèles de faire une étude très profonde du modèle qu'il va concevoir, de s'assurer de l'effet définitif par un modèle, toute retouche du moule étant impossible après son exécution. La plus ancienne des matières

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moulées est la bakélite, dont on pouvait voir de nombreux exemples à l'Exposition de la Société d'Encouragement.

L'École nationale des Matières plastiques avait ainsi exposé un ensemble de

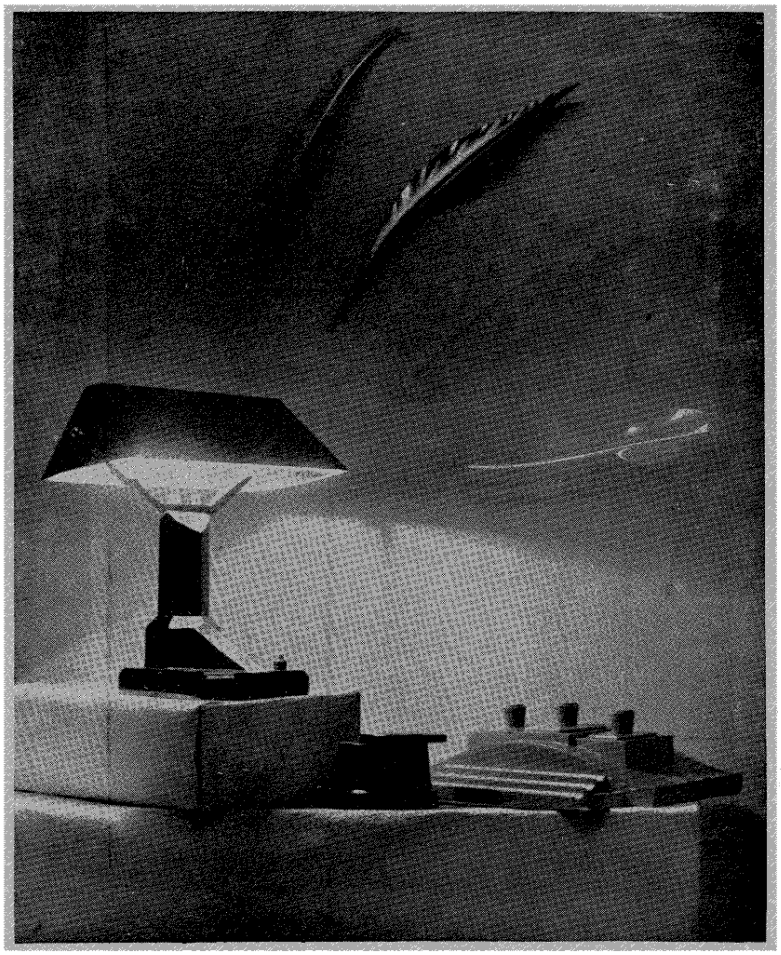


Fig. 10. — Ensemble de bureau réalisé à l'École nationale des Matières plastiques. Plumes éditées par M. B. Bonnaz

bureau en bakélite rouge et noire (fig. 10) auquel la Maison B. Bonnaz avait collaboré en exposant des plumes en rhodoïd transparent d'une légèreté des plus agréables. C'est encore à l'École nationale des Matières plastisques qne l'on doit d'avoir imaginé d'établir une forme d'objet à titre d'ébauche, pour permettre au travail artisanal, pour lequel les frais d'installation d'une presse seraient trop oné-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

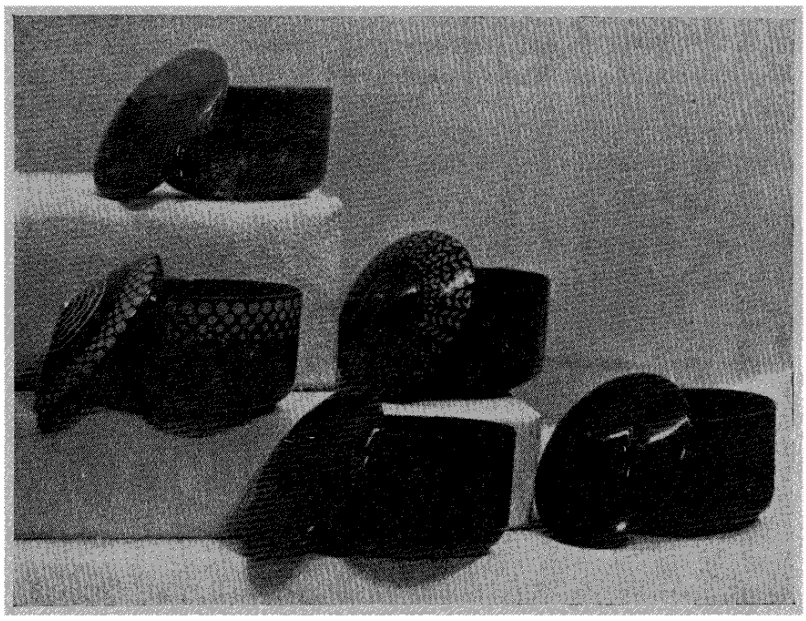


Fig. 11. — Poudriers réalisés par l'École nationale des Matières plastiques.

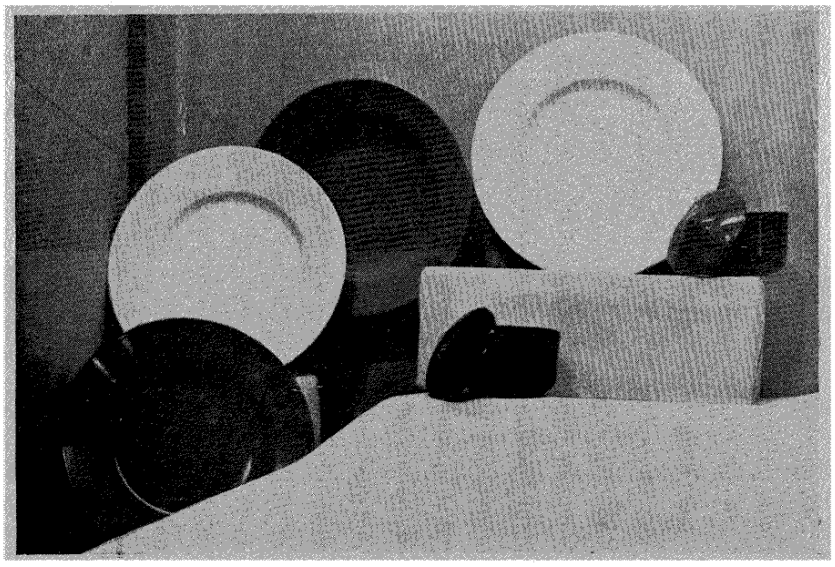


Fig. 12. — Assiettes et boîtes réalisées par l'École nationale des Matières plastiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reux, de travailler sur des produits moulés, en complétant l'ébauche obtenue par moulage par le travail du reperçage ou du tour, par l'application de décor obtenu par laquage ou par incrustations. Une collection très intéressante de poudriers (fig. 11) était ainsi présentée par l'École dans une de ses vitrines. On pouvait voir aussi dans ces mêmes vitrines toute une gamme d'assiettes de couleurs différentes (fig. 12) et des coupes auquelles était appliquée la technique du laque, donnant une véritable richesse à ces objets de création purement indus-

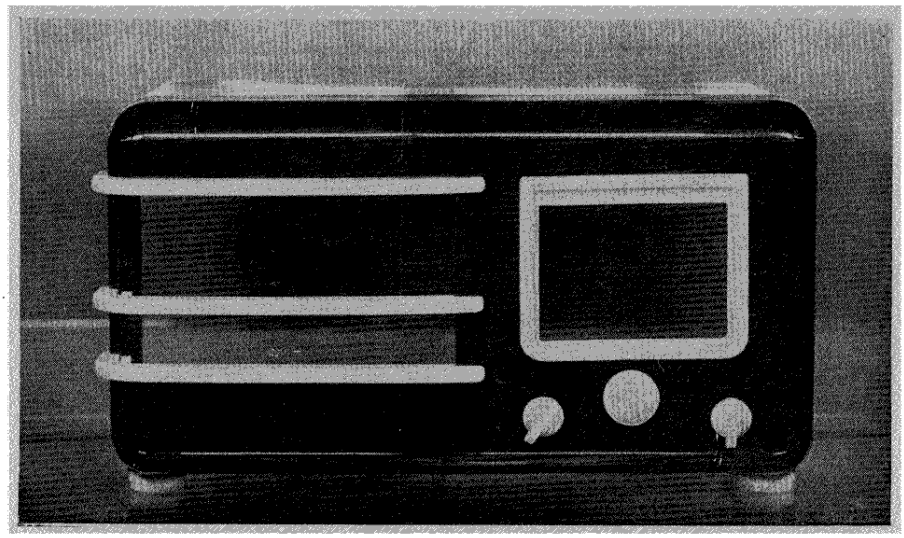


Fig. 13. — Poste de T. S. F. édité par la Société M. I. O. M.

trielle. La Société M. I. O. M. avait groupé, dans une élégante vitrine basse, plusieurs de ses productions en bakélite, allant depuis de simples coupes, dont le profil étudié avec finesse mettait seul en valeur le fini de la matière, jusqu'au poste de T. S. F. (fig. 13) moulé dans une bakélite brune, avec encadrements de pollopas blanc autour du cadran; la composition de l'ensemble s'attachant à le rendre d'une distinction telle que l'objet soit susceptible d'entrer dans le cadre de n'importe quel appartement, ancien ou moderne.

Si la bakélite trouve encore de nombreux emplois dans de menus objets comme les boîtiers de montre qu'exposait la Maison Plyex, les poudriers, etc., elle a été remplacée pour le service de table et la cuisine par le pollopas. La bakélite, en effet, dont le premier succès avait été d'offrir une matière légère et incassable au service de la table, fut reconnue à l'usage d'une certaine fragilité, et surtout se comportait mal à l'eau bouillante où elle perdait son poli. C'est en supprimant ces deux inconvénients que le pollopas eut un succès considérable. Les exemples de toutes formes et de toutes couleurs étaient nombreux. On y pouvait voir des services à déjeuner pour enfants, édités par la Société M. I. O. M.;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des services de table complets; des services à salade; des services à café édités par la Maison PLASCO (fig. 14), et, si un choix devait être fait entre ces différents services, il est certain que les plus intéressants au point de vue artistique étaient ceux dont les profils particulièrement étudiés laissaient intactes les belles surfaces semi-transparentes de la matière, à l'exclusion de toute ligne ou de toute arête superflue.

Les Établissements KUHLMANN avaient groupé dans une très intéressante

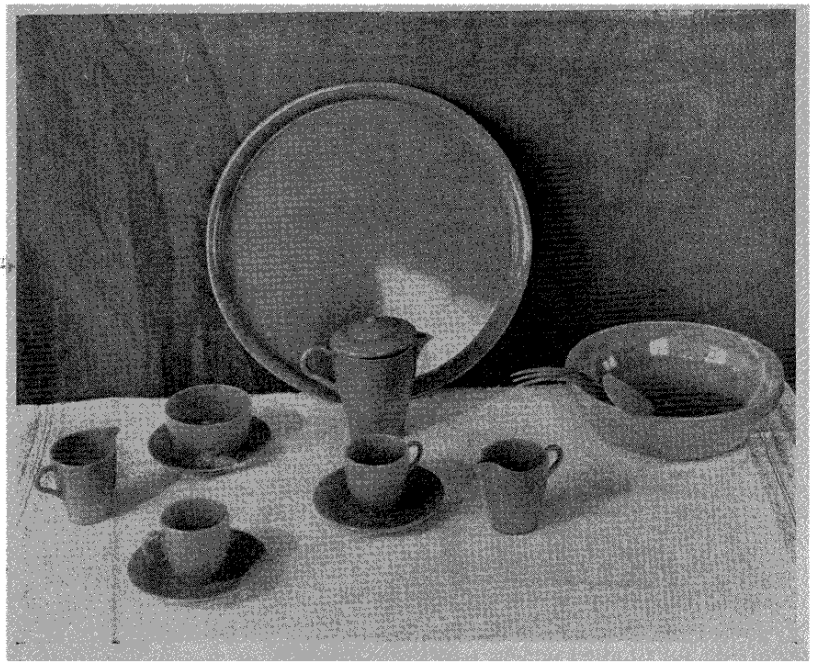


Fig. 14. — Service à café et saladier édités par la Maison PLASCO.

vitrine plusieurs réalisations en pollopas; et on pouvait y voir, à côté de beaux bijoux de la Maison DUC-MAUGER, des réalisations des Studios ALJANVIC, dans des plats où la matière était rehaussée par la gravure, des boîtes (fig. 15) où le découpage et la sculpture avaient permis d'enrichir l'objet de la plus heureuse façon. L'intérêt de cette vitrine était aussi de montrer avec quelle virtuosité les chimistes ont su, dans une même matière comme le pollopas, passer du blanc ivoire le plus pur d'une boîte au beau vert-jade d'un bijou ou au noir ébène d'un plat.

Depuis quelques années seulement, les applications des matières plastiques se sont étendues au mobilier et à la décoration fixe. Il s'agissait en effet pour de tels programmes d'avoir plus de certitude quant à la résistance de la matière et de créer les outillages nécessaires à la mise en œuvre de grandes quantités de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

matière, autant de problèmes dont la solution demande de nombreuses années de patience et de recherches.

Pour le mobilier comme pour le luminaire, l'Exposition de la Société d'Encouragement montrait les différents stades parcourus pour arriver à des solutions rationnelles. Un premier stade montrait l'emploi de la matière plastique soit en placage, soit en feuilles, limité aux pièces ne supportant aucun effort,



Fig. 15. — Plats et bottes édités par le Studio ALJANVIC.

laissant au bois ou au métal le soin d'assurer la rigidité des pièces soumises aux efforts de compression, de torsion, de flexion, etc. Un stade, tout récent encore, démontrait qu'il était possible de concevoir une application exclusive et intégrale de la matière en choisissant chaque produit suivant l'effort qu'il lui serait demandé de fournir.

C'est encore le premier stade que la plupart des meubles exposés représentaient. La Société RHÔNE-POULENC montrait ainsi tout un ensemble (fig. 16) où se trouvaient réunis : une table basse formée dans une seule feuille de rhodoïd jaune semi-transparente, l'écartement des deux côtés étant maintenu par une traverse métallique; un guéridon édité par la Maison LINTON sur les dessins de



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mlle Odette ELINA, où le rhodoïd intervenait de la façon la plus originale ; d'une teinte chamois, le rhodoïd plaqué avait été maté et ornementé d'une gravure rehaussée d'une teinte plus soutenue, le moulage et le placage intervenant tour à tour dans les pieds et le dessus ; l'ensemble était enfin complété par la robe pailletée, dont il a été parlé plus haut, posée sur un fauteuil édité par la Société M. I. O. M. Les piètements de ce fauteuil en tube d'aluminium poli servaient de support aux siège, dossier, accoudoirs, en bakélite moulée. La très

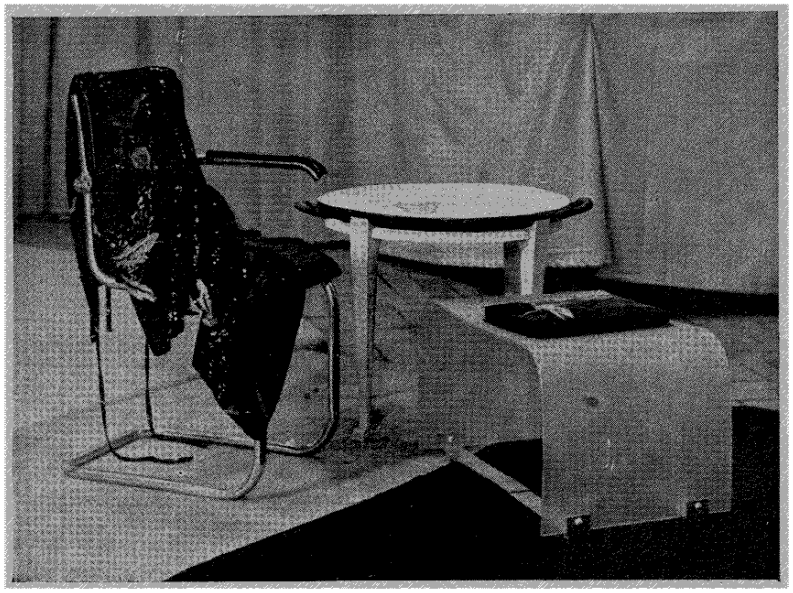


Fig. 16. — Ensemble présenté par la Société RHÔNE-POULENC.
Fauteuil édité par la Société M. I. O. M.

grande simplicité de ces sièges, qui pourrait être critiquée s'il s'agissait d'en meubler un salon de réception, était au contraire parfaitement appropriée à la salle de conférences de la Société d'Encouragement, à qui la Société M. I. O. M. avait confié ses prototypes pendant la durée de l'Exposition. Un grand bahut, édité par M. MAUBERT, occupait le trumeau du fond de la salle du rez-de-chaussée (fig. 17). Ce grand bahut, aux formes simples, était fermé par deux grandes portes plaquées en dilophane blanche mouchetée or. Si ce meuble fut très remarqué pour son élégance et ses oppositions de couleurs et si l'idée de remplacer le bois par une matière insensible aux écarts de température et aux variations de l'état hygrométrique de l'air n'est pas indifférente, il serait souhaitable de voir les matières plastiques jouer un autre rôle dans l'ébénisterie que ce rôle de placage qui est celui où le bois se comporte le mieux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

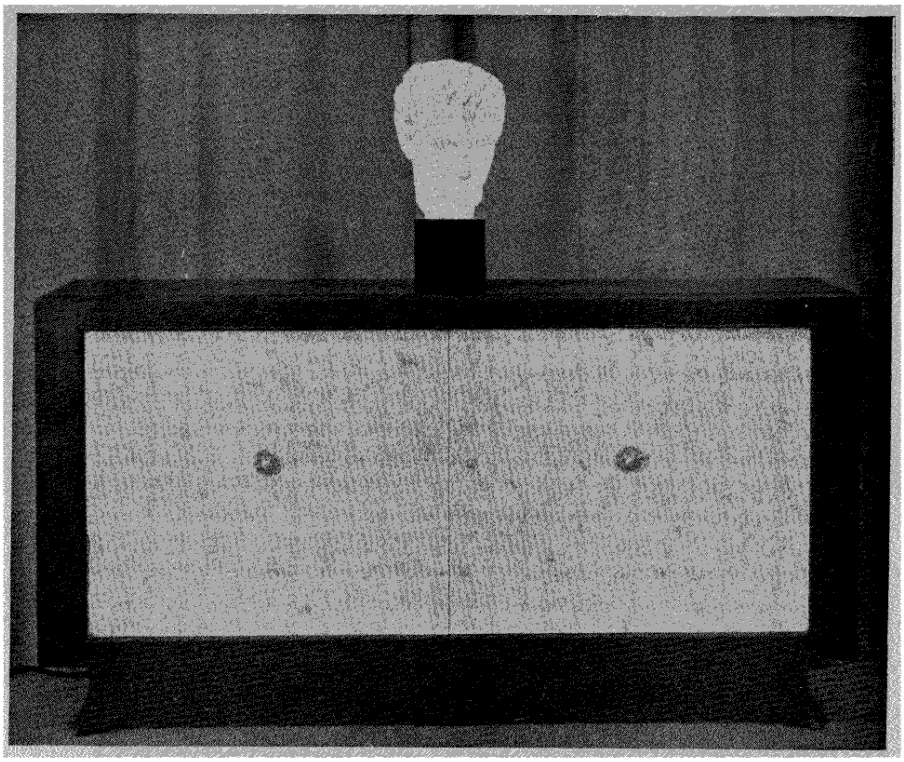


Fig. 17. — Bahut édité par M. Maubert. Luminaire édité par la Maison Etlin.

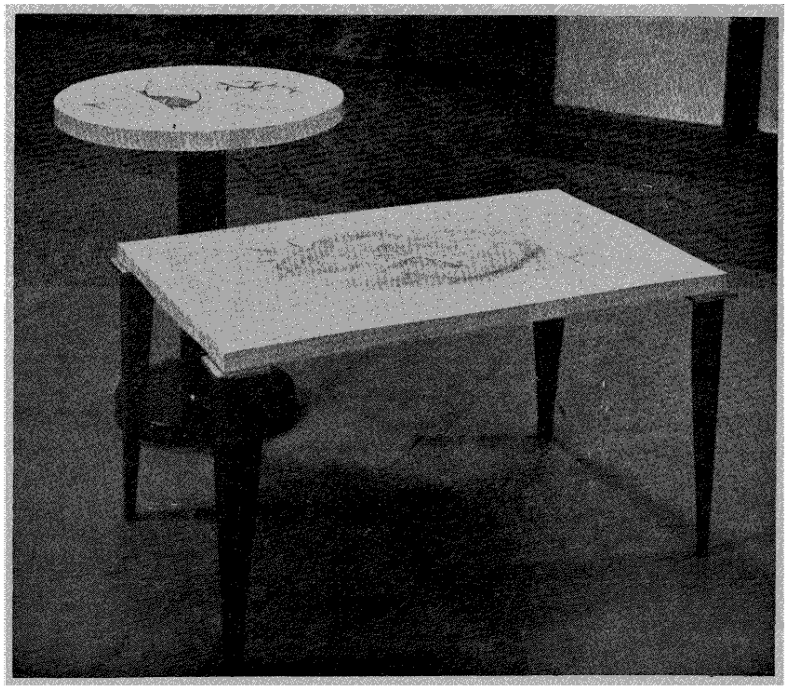


Fig. 18. — Table de M. Julien, éditée par la Fibre-Diamond. Guéridon édité par la Maison Bott.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est au second stade qu'il convient de rattacher une table basse présentée par la Société RHÔNE-POULENC (fig. 18), table composée par M. JULIEN, entièrement réalisée en matières plastiques. Derrière cette table, se trouvait un guéridon circulaire éditée par la Maison BOTT, où le placage de rhodoïd intervenait pour le piètement; le dessus en dilophane avait l'avantage de rendre lavable ce

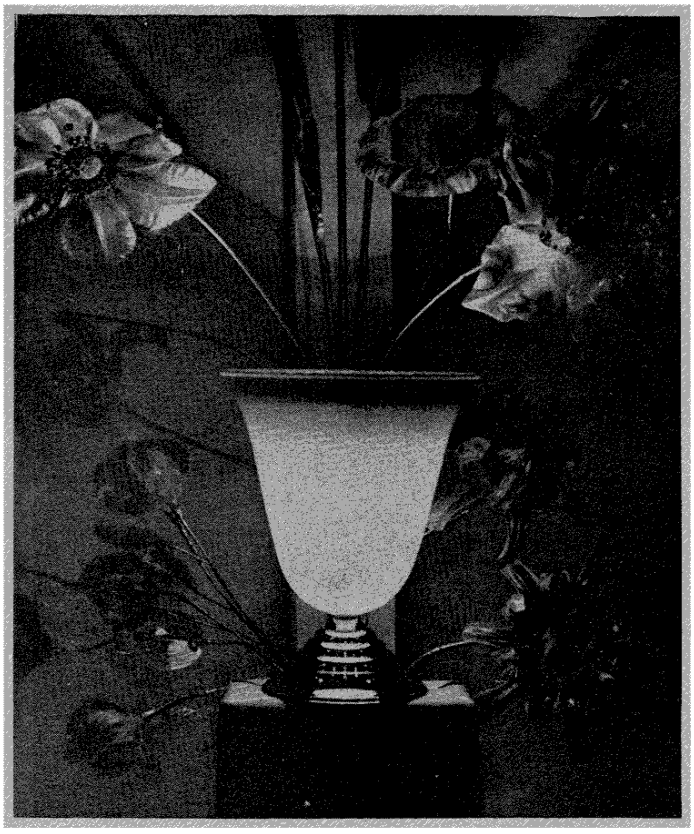


Fig. 19. — Luminaire et fleurs présentés par la Société RHÔNE-POULENC.

guéridon destiné à l'usage d'un café. Les piètements de la table de M. Julien étaient entièrement façonnés dans une feuille de « Fibre-Diamond » découpée et pliée à chaud; le dessus en dilophane était décoré par un motif allégorique, traité en gravure légère, rehaussée d'un camaïeu sanguine. La réalisation d'un semblable prototype est du meilleur augure pour les applications futures des matières plastiques, d'une manière intensive, comme la suggestion en fut faite par une maquette de M. PERNET, dont il sera question plus loin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le luminaire avait été l'objet de réalisations très intéressantes, surtout par l'emploi de matières qui n'avaient jusqu'ici reçu aucune autre application particulièrement remarquable. La lampe en bakélite moulée présentée plus haut (fig. 10) dans une vitrine de l'École des Matières plastiques, une lampe de bureau en rhodoïd réalisée par Mlle IDOT, traitées toutes deux d'une façon très différente, n'apportaient cependant rien qui fût spécial aux matières plastiques dans le domaine de l'éclairage. Un projecteur présenté par la Société RHÔNE-POULENC (fig. 19) qui se détachait dans une vitrine sur un fond de fleurs en rhodoïd était déjà d'un effet plus curieux. Composé de trois corps en rhodoïd blanc, le corps extérieur opale et lisse servait d'écran pour la projection, par la lumière intérieure, d'arabesques obtenues par moulage dans les deux autres corps transparents.

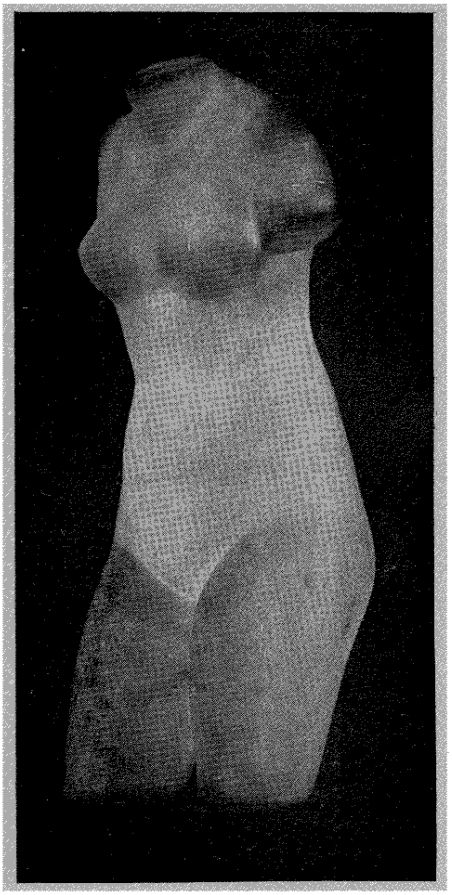


Fig. 20 — Luminaire édité par la Maison ETLIN.

L'exposition qu'avait faite la Maison ETLIN apportait une formule vraiment nouvelle dans le mode d'éclairage. Utilisant une matière d'une transparence diffuse et dorée, incombustible et indéformable à la chaleur, matière qui, éclairée par réflexion avait le charme de l'albâtre, la Maison Etlin s'était servie de motifs architecturaux ou des objets qui ornent le dessus des meubles ou les angles dénudés des appartements, pour réaliser l'éclairage. Les pièces qui étaient exposées, inspirées de modèles anciens destinés à l'éclairage d'appartements de style, ne pouvaient être jugées pour leur propre valeur d'invention artistique, comme le torse de Vénus (fig. 20) réalisé sur un moulage d'antique, ou le petit Amour (fig. 21) venu des niches du Petit Trianon, mais pour l'intérêt qui résulte, tant au point de vue technique de l'éclairage que pour l'aspect des appartements, de faire à la fois œuvre d'art et œuvre utile.

On a pu voir dans le dernier *Bulletin* la liste des nombreux lauréats du Concours de Projets à exécuter en matières plastiques; si certains d'entre eux furent particulièrement remarqués par le Jury pour l'harmonie parfaite entre le choix du programme et la conception de sa réalisation, tel le projet de jeu

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'échecs de M. MAISTRE (fig. 22) ou pour l'audace de leurs formes, telle une silhouette des Frères MARTEL (fig. 23), les projets les plus remarquables sont certainement ceux qu'ont inspirés les programmes les plus utilitaires. L'un de ces projets, le plat à œufs de M. DE BARDYÈRE (fig. 24) est d'une forme tout à fait



Fig. 21. — Luminaire edité par la Maison ETLIN.

nouvelle, qui résulte d'une disposition optima adoptée pour le classement des coquetiers et des salières, ainsi que de la forme des alvéoles conçues pour le transport et la présentation de denrées aussi fragiles que les œufs. La simplicité des plans laisse à la matière plastique employée la possibilité de faire valoir la pureté d'un poli impeccable et la finesse des arêtes, qualités qu'aucune autre matière employée jusqu'à ce jour au service de la table n'était susceptible d'apporter.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un autre excellent projet était l'ensemble de maquettes présenté par M. LARDIN (fig. 25), maquettes spécialement conçues pour une exécution en celluloïd soufflé. Cette matière a de plus en plus la faveur des fabricants de jouets auxquels elle semble avoir été particulièrement destinée, tant sont grandes ses qualités d'élasticité, de légèreté, son innocuité en raison de sa grande perméabilité aux colorants organiques et, par là, sa ténacité à les garder, et par la manière dont il se brise en larges parcelles. Il est louable qu'un artiste, tout en se préoc-

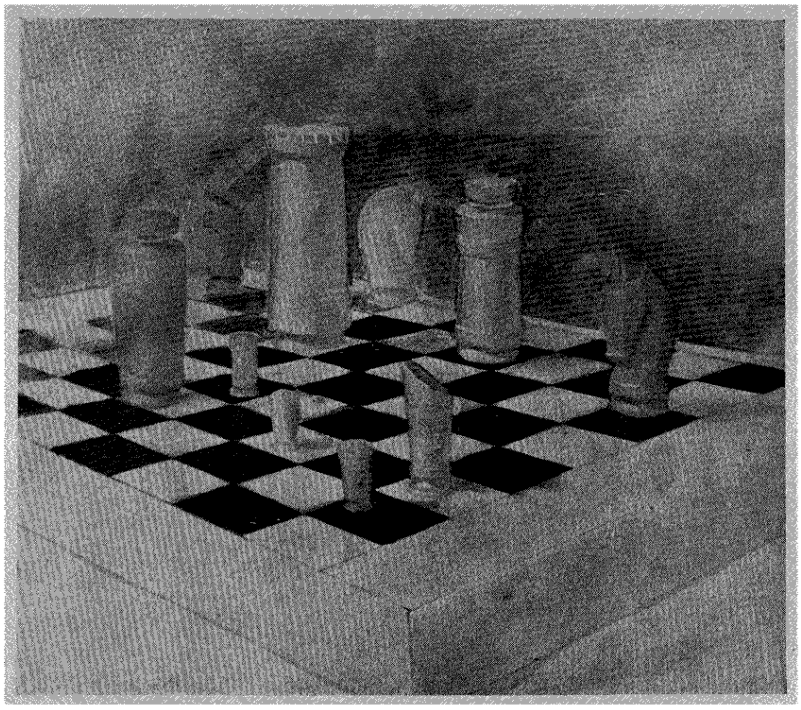


Fig. 22. — Projet de jeu d'échecs de M. MAISTRE.

cupant du côté technique de la réalisation, ait su concilier l'art avec le côté schématique que doit avoir tout objet destiné aux petits, pour être compris par eux. M. MESLÉ donnait une solution nouvelle et pratique du compteur électrique. Enfin, une maquette de chambre à coucher avait été conçue et réalisée par M. PERNET (fig. 26). Cette étude apportait un élément nouveau à l'activité des matières plastiques, puisque son auteur avait imaginé la réalisation intégrale des meubles, des portes et des lambris en matières plastiques, portant le problème sur un terrain plus ample. A ceux qui expriment le regret que la production des matières plastiques n'atteigne pas en France plus du 1/25 de la production mondiale, il doit être réconfortant de voir qu'un artiste n'a pas craint de s'échapper

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des problèmes ménagers, pour consacrer son activité à une réalisation de plus grande envergure. Si la maquette de M. PERNET témoigne du souci du confort et du sens pratique, si certaines recherches de formes dans les piètements et les grandes surfaces légèrement incurvées font honneur à l'artiste, le soin avec

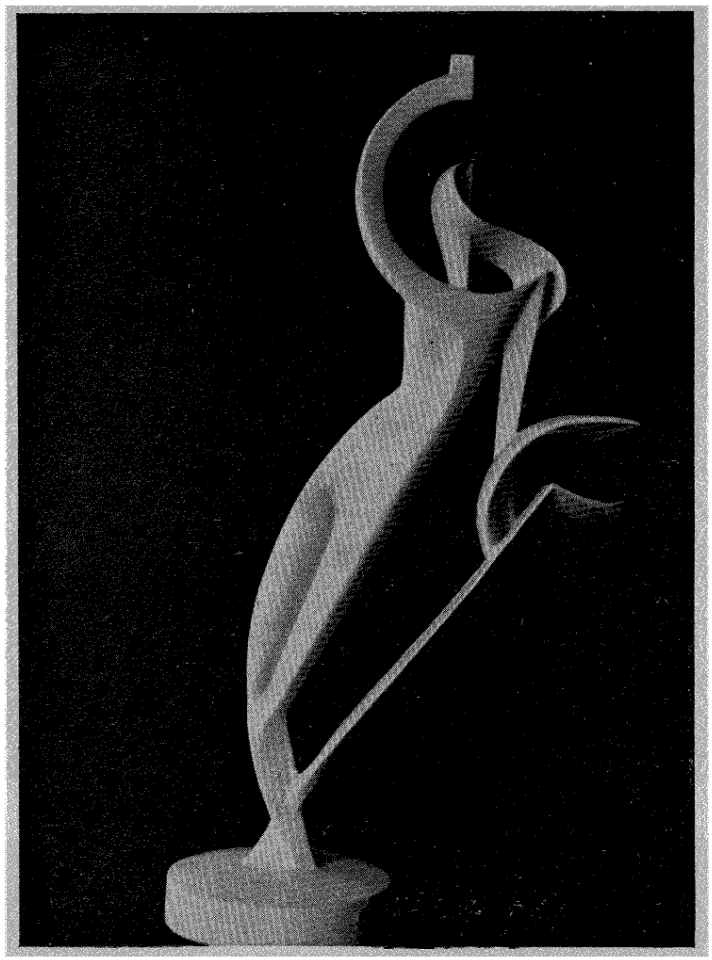


Fig. 23. — Maquette de silhouette des Frères MARTEL.

lequel les possibilités techniques de réalisation avaient été étudiées mériterait que l'industrie s'attaquât avec la même audace que l'artiste à la mise au point, puis à la réalisation de telles œuvres.

Il n'était pas moins réconfortant de voir un artiste comme M. BRUNET présenter les panneaux de cuivre et cuir (fig. 27) du maître-autel moderne qu'il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

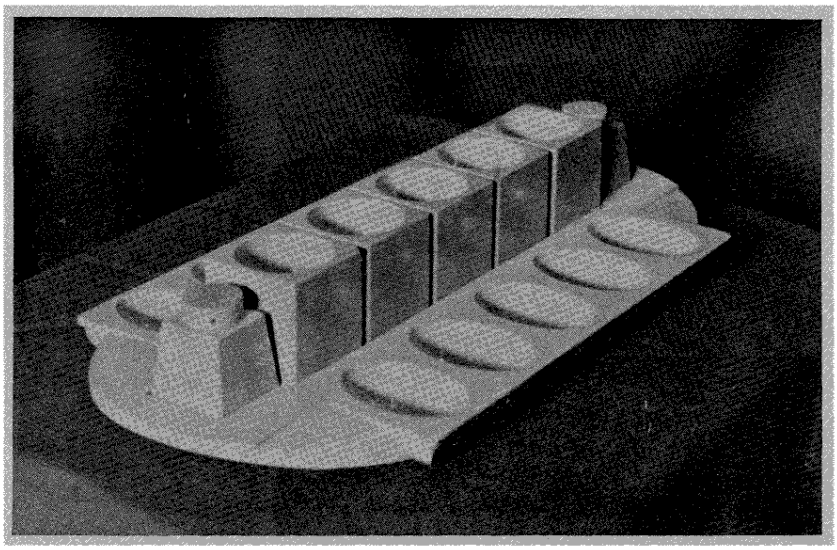


Fig. 24. — Maquette de plat à œufs de M. DE BARDYÈRE.

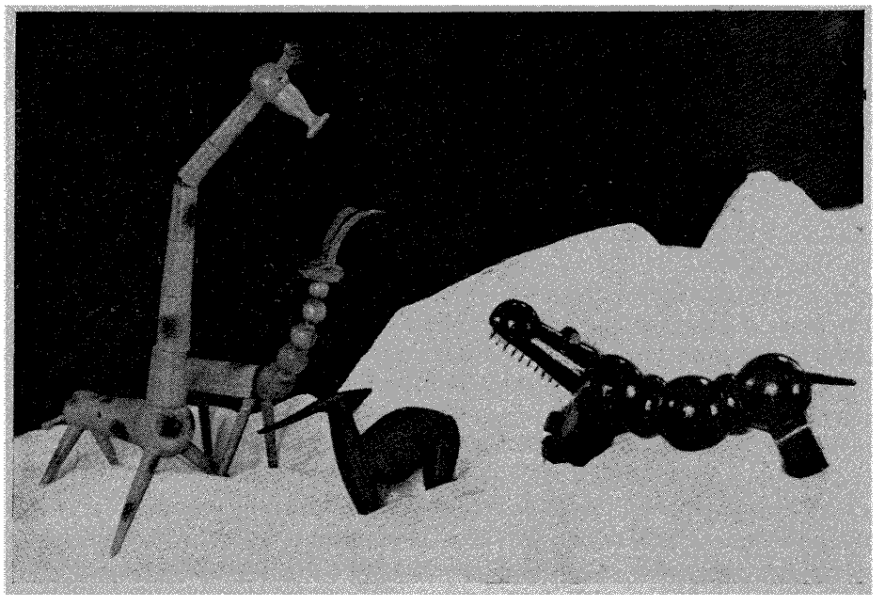


Fig. 25. — Maquettes de jouets de M. LARDIN.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réalisa récemment pour la cathédrale de Chartres, afin de donner un exemple des programmes les plus nobles qui pourraient convenir à l'emploi des matières plastiques.

Le cadre restreint de l'Exposition de la Société d'Encouragement ne permettait pas le développement d'œuvres aussi amples par leur programme et leurs dimensions, que peuvent être des pièces destinées à l'architecture.

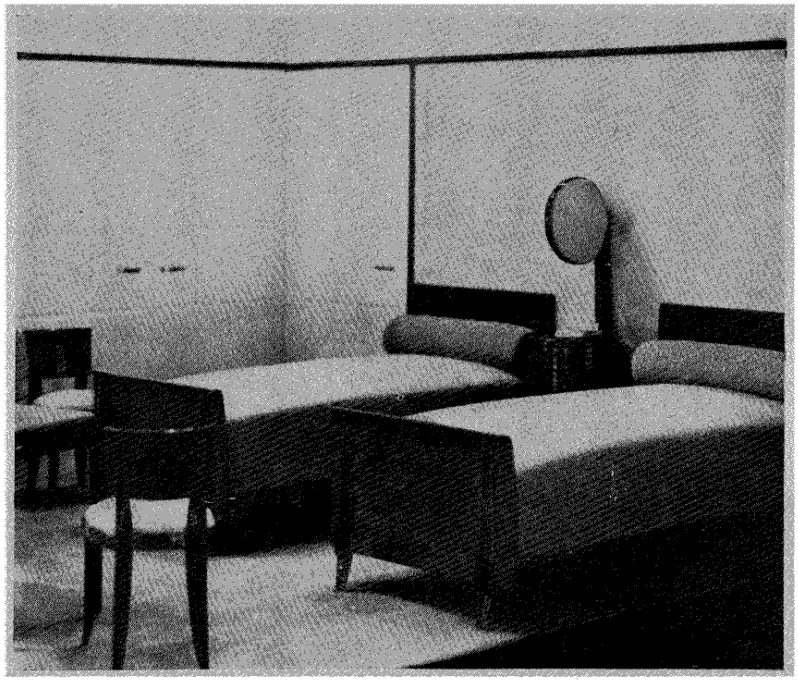


Fig. 26. — Maquette de chambre à coucher de M. PERNET.

On se souvient des immenses vitrages en rhodoïd, formant coupole, qui assuraient la couverture du Pavillon de l'Aviation à l'Exposition de 1937.

Cette réalisation étonna tout d'abord, émerveilla même : une telle conception ne manquait pas d'audace. L'état de ces vitrages à la fin de l'Exposition, qui, d'abord déformés par les alternatives de pluie et de soleil, se percèrent ensuite sous l'action des acides de l'atmosphère, fit tomber les admirateurs des premiers jours dans un excès contraire de critiques. La difficulté d'emploi de matériaux quels qu'ils soient, en architecture, résulte du fait que l'homme y doit lutter contre ses pires ennemis : l'air, l'eau et le feu, qui, intervenant tour à tour, compromettent sérieusement la longévité des œuvres humaines. L'homme ne s'avoue cependant jamais vaincu, et l'on a pu voir à l'Exposition de la Société d'Encouragement de grandes photographies représentant les vitrages en rhodoïd, conçus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par MM. Beaudouin et Lods pour la nouvelle Maison du Peuple à Clichy (fig. 28).

On remarquera que le rhodoïd étant instable suivant le degré hygrométrique de l'air, et gauchissant sous une poussée d'humidité, a été employé par les architectes de la Maison du Peuple sous la forme de rideau ondulé, pouvant jouer librement sous l'influence de l'humidité. Remédiant ainsi aux défauts de la matière, ils ont pu l'utiliser dans la plus large mesure où ils ont voulu faire œuvre d'invention.

Il est en effet très séduisant de solutionner le problème de la fenêtre qui

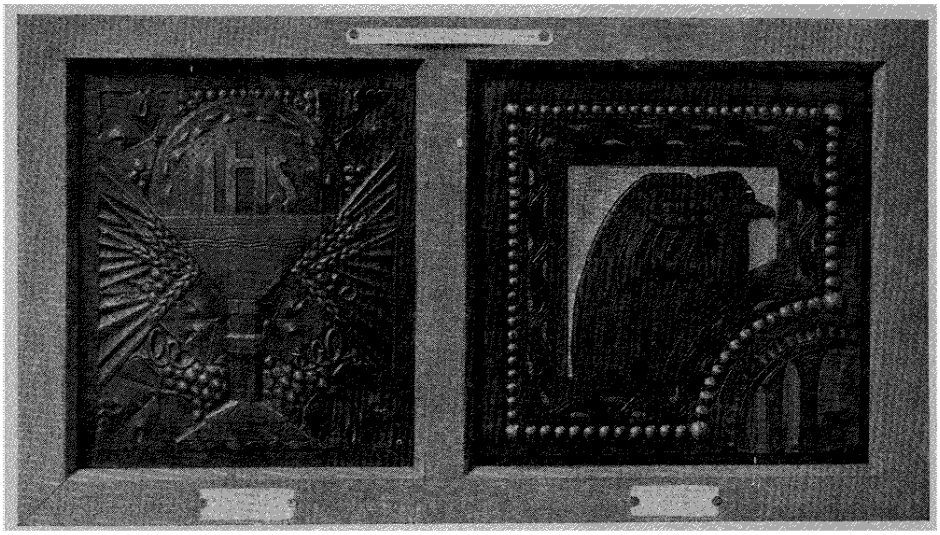


Fig. 27. — Décoration du maître-autel de la cathédrale de Chartres. Modèles de M. Brunet.

comporte encore aujourd'hui un châssis opaque et une partie transparente extrêmement fragile, par une seule matière qui, suffisamment souple et transparente tout en possèdant une certaine rigidité, réalise la fermeture et l'éclairage avec la simplicité d'un store. C'est un exemple à retenir que celui de MM. Beaudouin et Lods, qui, construisant dans une matière nouvelle, ont su penser leur œuvre en faisant table rase du passé, qui, lui aussi, avait trouvé les meilleures solutions adaptables aux matériaux dont il disposait. Le discrédit a été trop souvent jeté sur telles matières nouvelles mal employées par une incompréhension des ressources qu'elles offraient, aussi bien que des défauts inéluctables qu'elles présentaient.

L'Exposition de la rue de Rennes, en se limitant volontairement aux applications artistiques françaises de l'industrie des matières plastiques, a tenu à démontrer que le domaine était assez vaste pour créer à l'Empire français des débouchés considérables sur les marchés du monde. La production française est, en général, d'un prix trop élevé pour pouvoir lutter sur ce terrain avec une production identique étrangère. La qualité industrielle des produits des princi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

paux pays du monde est équivalente. La France ne peut donc lutter avec eux que sur le terrain du génie inventif et de la qualité artistique. Depuis de longs siècles, l'expérience a prouvé que la prospérité du pays, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, a coïncidé avec ses grands mouvements artistiques, qu'il s'agisse du siècle de Louis XIV ou de la période de l'après-guerre, comprise entre 1924 et 1926 où, fait inconnu depuis des années, la balance commerciale du pays était passée d'un bilan négatif à un bilan positif.

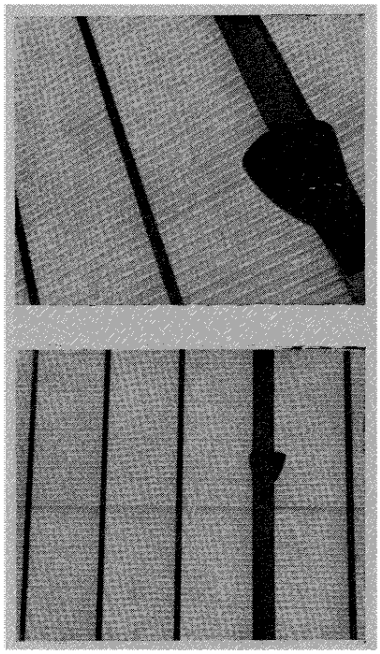


Fig. 28.
Vitrages de la Maison du Peuple à Clichy, de MM. Beaudouin et Lods.

Aujourd'hui comme jadis, l'invention artistique doit compléter l'invention scientifique et industrielle, et le développement de l'industrie des matières plastiques peut donner une vitalité nouvelle à l'artisanat.

Les matières de synthèse, inventées dans les laboratoires, offrent des propriétés qui souvent ne ressemblent en rien à celles des matériaux couramment employés depuis des siècles, bien que quelques-unes de ces propriétés leur soient communes; de plus, ces propriétés présentent une très grande diversité, et, pour un même mode d'obtention, elles sont constantes, à l'inverse de ce qu'on observe pour les produits naturels, pierre, métaux, bois, os, corne ou cuir.

L'avantage est que si on travaille une matière plastique recherchée pour une ou plusieurs de ses propriétés, ces propriétés désirables, et d'autres qui peuvent ne pas l'être, sont constantes. L'inconvénient est que chaque matière plastique comporte une ou des techniques nouvelles qui lui sont propres; elles doivent donc être connues, pour que, compte tenu de la forme et des dimensions de l'objet à réaliser, son exécution soit possible. Il est donc indispensable qu'une collaboration étroite s'établisse entre les artisans et les fabricants de matières plastiques. Ceux-ci trouveraient alors un nouveau débouché pour leurs produits, car il n'est pas douteux que la valeur artistique de nos œuvres artisanales assurerait leur placement, et cela, peut-être plus encore à l'étranger qu'en France.

En réunissant au cœur de Paris les hommes de bonne volonté qui, artistes ou industriels, s'étaient ingéniés à faire jaillir de ces matières nouvelles, une expression de la civilisation française moderne, la Société d'Encouragement a, une fois de plus, montré l'utilité de son action, par les collaborations nouvelles qu'elle a ébauchées et par le poids de l'appui moral qu'elle leur donne.

Claude Magne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# FÉDALA

par M. R. FÉAU, *membre correspondant du Comité des Constructions et des Beaux-Arts.*

Sur la côte africaine de l'océan Atlantique, à 23 km au Nord-Est de Casablanca, entre l'embouchure de l'oued Nefifik et celle de l'oued Mellah, dont le cours sinueux forme des poches d'eau stagnante et des marécages, un éperon rocheux, accompagné d'écueils, s'avance dans la mer.

En 1912, il n'y avait là rien d'autre que les dunes, le rocher, des marais. Une petite colonie de pêcheurs et de bergers indigènes y vivait misérablement. Aujourd'hui, à la place des marais, il y a un immense jardin; la petite baie est

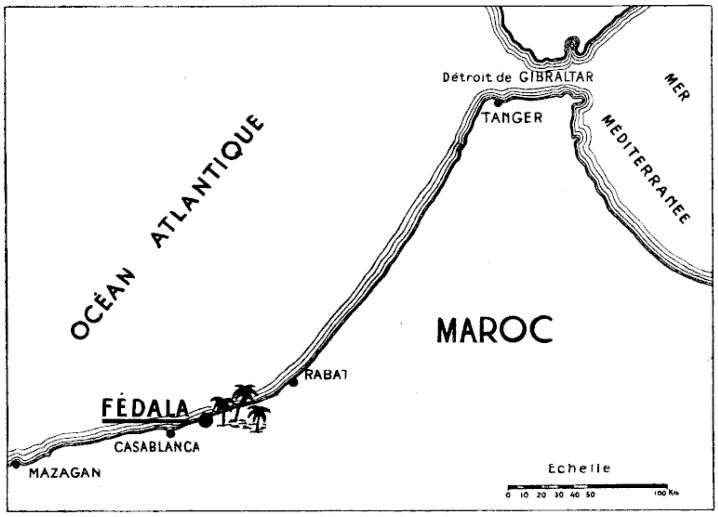



Fig. 1. — Carte montrant la situation de Fédala.

devenue un port animé; une ville moderne voisine avec une agglomération indigène, propre et salubre; des hôtels, une belle plage, un terrain de golf invitent au délassement; les routes, le chemin de fer, un aérodrome permettent la liaison entre le port et l'intérieur du pays. Cette région est le territoire des Zenata. La ville s'appelle Fédala.

Quand on considère cet essor, la première réflexion qui s'impose est que la nature devait s'y prêter, et l'on n'est pas étonné d'apprendre qu'un tel succès n'est pas sans précédent.

L'an 500 avant notre ère, la ville de Carthage chargeait Hannon de prendre la tête de 65 vaisseaux porteurs de 30 000 colons, avec mission de découvrir et de coloniser la côte occidentale de l'Afrique. Les Carthaginois, excellents navigateurs et commerçants avisés, ne manquèrent pas de remarquer la situation de cette muraille rocheuse qui formait une baie abritée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des vents dominants. Ils y construisirent la cité d'Hermacum, qui devint l'une des plus prospères des 300 villes fondées lors de cette expédition.




Fig. 2. — Fédala en 1912 et en 1938.

Trois siècles et demi plus tard, Carthage, cœur et cerveau de l'Empire, détruite par Scipion, les colonies s'étiolèrent et finalement disparurent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913, la France ayant pris pied au Maroc entreprenait l'organisation du port de Fédala. Ce fut d'abord modeste. On se contenta de relier deux îlots au promontoire et d'amorcer une petite jetée. Mais ce port, quoique inachevé en 1914, rendit de précieux services au cours de la guerre de 1914-1918.

La mère-patrie avait alors besoin de toutes ses ressources, et ses colonies ainsi que les pays protégés durent se suffire à eux-mêmes. Le Maroc, incomplètement pacifié et dont la mise en exploitation était récente, se trouvait dans une situation particulièrement difficile. Les colons, privés des apports de la métropole,

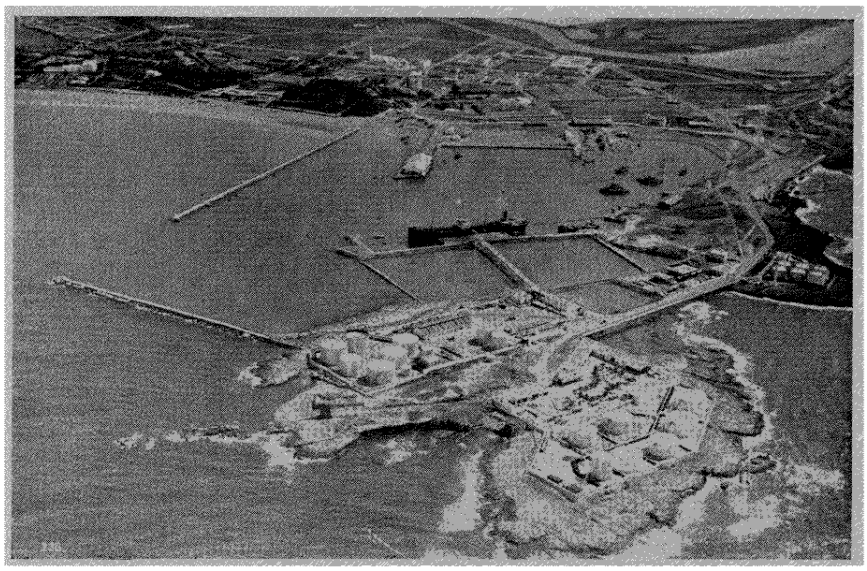


*Photo Flandrin, Casablanca.*

Fig. 3. — FÉDALA : Vue aérienne du port et de la ville.

durent pourvoir eux-mêmes à leur approvisionnement. C'est en 1916 que la Compagnie franco-marocaine de Fédala, avec un capital de 50 000 fr. entreprit de transformer les marais et les terrains incultes en potagers et planta des légumes au milieu des palmiers nains.

La première année, 5 ha furent gagnés sur l'herbe folle. Les résultats furent probants, et l'initiative privée permit d'alimenter en produits frais le marché de Casablanca. La population de Fédala, qui ne comprenait que 250 indigènes et quelques Européens, était, en effet, largement pourvue. Mais le succès est générateur de nouveaux efforts et de nouveaux succès. C'est ainsi que, dès 1921, grâce à l'eau qui se trouve en larges nappes dans le sous-sol et avec laquelle on put irriguer les jardins, 21 ha furent convertis en potagers, 460 en 1926, 1950 en 1932, pour dépasser en 1937 le chiffre de 4 000 ha, les cultures de cette région totalisant ainsi 90 p. 100 de la production entière du Maroc en primeurs d'exportation.

Le marché marocain étant pleinement approvisionné, il fallut, en effet, vers

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1930, songer à trouver des débouchés à l'extérieur. Ce fut toute une nouvelle machine à mettre en branle, les marchés étrangers ayant leurs fournisseurs, et les clients des idées bien arrêtées. Les autres pays producteurs ne virent pas sans inquiétude le jeune concurrent se dresser d'une façon aussi inattendue. Tout faux pas pouvait provoquer un échec grave, et le Gouvernement du Protectorat se rendit compte de la nécessité de faire une affaire d'État de la conquête du marché. Un Bureau d'Études fruitières et maraîchères fut créé en 1931 et, en 1932, un arrêté institua l'Office chérifien de Contrôle et d'Exportation (O.C.E.).



*Photo Chelle, Casablanca.*

Fig. 4. — FÉDALA : Une allée de palmiers.

Les principales attributions de cet organisme sont : l'établissement de normes auxquelles doivent répondre les produits marocains pour pouvoir être exportés ; le contrôle qualitatif des exportations ; la délivrance de la « marque nationale chérifienne » aux produits de première qualité ; la recherche de nouvelles variétés de fruits et primeurs en collaboration avec les stations expérimentales et les principaux producteurs ; le refoulement de toutes les marchandises ne répondant pas aux normes de qualité ; la recherche de nouveaux débouchés pour la production marocaine, ainsi que des améliorations susceptibles d'être apportées à la culture et au commerce de ces produits ; enfin, l'enseignement et la propagande pour une discipline de production.

Les bienfaits de cette politique ne tardèrent pas à se faire sentir. Pour ne donner qu'un seul chiffre, l'exportation des tomates est passée de 427 000 qu en 1932 à 1 322 000 qu en 1936. Les catégories de produits contrôlés sont actuellement au nombre d'une cinquantaine.

Mais on ne peut pas toujours exporter. Des réglements sévères fixent les dates

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

limites au-delà desquelles les primeurs d'une région favorisée doivent s'effacer devant celles des pays où la maturité est plus tardive, l'Algérie, le midi de la France, la Bretagne. Il fallut donc penser à transformer en conserves les fruits et les légumes qui prennent la liberté de mûrir en dehors des dates réglementaires. Fédala, port, centre maraîcher, devint centre industriel.

Après la guerre de 1914-1918, les travaux du port avaient été repris. Une jetée de 250 m et un épi de 500 m limitent un plan d'eau de 23 ha auquel on accède par un chenal de 80 m de largeur. A partir de 1923, le port fut aménagé pour les

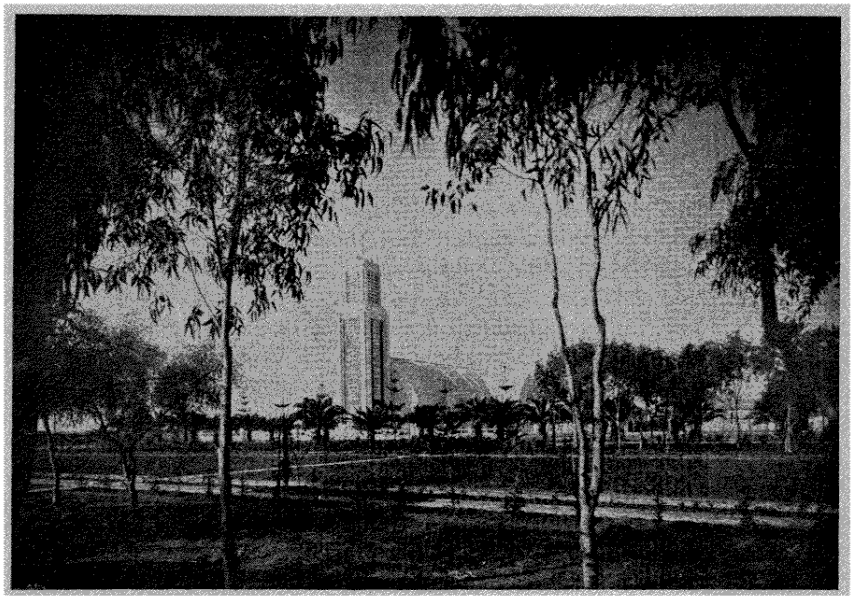


*Photo Flandrin, Casablanca.*

Fig. 5. — FÉDALA : L'église.

besoins du commerce du pétrole, dont les réservoirs, construits sur les îlots rocheux avancés, ne présentent aucun danger pour l'agglomération. Une partie du bassin est réservée au trafic général et un port de pêche ménagé à proximité des usines de conserves : environ 100 000 t de pétrole se déversent annuellement dans les réservoirs de Fédala, soit 80 p. 100 de la consommation totale du Protectorat. Le trafic des marchandises générales, inférieur à 3 000 t en 1928, dépasse 17 000 t en 1938 et celui du poisson passe pendant la même période de 700 à 4 000 t.

L'aménagement et l'exploitation du port, la création de ces jardins aux récoltes miraculeuses attirèrent et fixèrent dans la région une main-d'œuvre sans cesse croissante. Tous ceux que leur travail retenait à Fédala durent y trouver un logement. Or, en 1912, une kasbah misérable abritait quelques centaines d'indigènes. En 1928, deux ou trois hôtels et quelques villas pouvaient recevoir les



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Européens, mais les indigènes étaient déjà plusieurs milliers. La ville était presque inexistante, mais il s'y manifestait une activité ordonnée. Un plan bien défini était appliqué jusque dans ses moindres détails par une volonté de réalisation méthodique. Quelques travaux d'édilité avaient été commencés : deux routes conduisaient au port, l'une directement, l'autre en passant par la kasbah. Des travaux importants avaient permis de conquérir sur le marais les terrains où se bâtissait la ville naissante. Des arbres croissaient et les jeunes palmiers marquaient le tracé des rues futures.

Tout cela avait été réalisé par les seuls moyens de l'initiative privée. Fédala n'ayant pas de vie officielle ne possédait aucun budget, aucun revenu fiscal, aucun domaine public. Mais les réalisations accomplies attirèrent l'attention de l'Administration supérieure et le Centre de Fédala fut constitué en municipalité en juillet 1928.

Dès son entrée en fonctions, la nouvelle municipalité se trouva en face de sérieux problèmes. Il fallait assurer le développement du quartier industriel comprenant le port et les usines. Il fallait embellir la ville proprement dite et tirer parti d'une plage, unique au Maroc. Il fallait suivre la poussée verticale de l'industrie des primeurs qui faisait de Fédala un centre important. Mais le plus grave de tous ces problèmes était celui du logement de la main-d'œuvre indigène, nécessité par le développement économique de la région.

L'antique kasbah où, en 1912, végétaient 300 personnes, avait été débordée. Les indigènes s'installaient dans des paillotes sordides dont l'agglomération n'était ni esthétique ni salubre. Le premier effort de la municipalité fut d'aménager et d'agrandir le quartier indigène, de faire disparaître les paillotes, d'empierrer les rues, d'assurer l'écoulement des eaux dans les égouts, de distribuer l'eau et la lumière électrique, de construire des locaux de bienfaisance. Et la population augmentant sans cesse, il fallut prévoir et aménager un nouveau quartier arabe pour la construction duquel dut être fait un emprunt d'un million. C'est la seule dette de cette courageuse municipalité, dont les réalisations sont importantes et le budget modeste. Mais elle a su ne pas en laisser absorber la plus grande partie par les frais de gestion. A Fédala, les trois quarts des ressources annuelles (dont la moyenne est de 1 800 000 fr) ont pu être employés à des aménagements d'intérêt général et à l'équipement du centre en vue d'en faire une région attrayante et saine.

D'une part, l'harmonie dans le développement maritime, agricole et urbain; d'autre part, le parallélisme entre l'initiative du début, le choix de l'emplacement et les essais de culture, le recrutement de la main-d'œuvre et le plan de l'agglomération, l'organisation et le contrôle de la production, la construction du port et l'exportation, en un mot la méthode claire et imperturbable mise en œuvre, sont des exemples salutaires.

Aujourd'hui, l'Office chérifien de Contrôle et d'Exportation nous propose des oranges et des citrons. Puissent les Français comprendre à quel point il est inhumain et criminel d'acheter 80 p. 100 de leur consommation d'agrumes à l'étranger, quand travaillent pour eux sur une annexe de la terre de France les hommes qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ont su, en un quart de siècle, créer de toutes pièces le centre maraîcher des Zenata et la ville de Fédala.

A l'intention des lecteurs qui prendraient cet article pour une œuvre d'imagination, j'ai pris soin de consulter la moins fantaisiste des publications, le *Bottin* de 1915, celui de 1926 et celui de 1939, aux pages relatives à Fédala. En 1915, une population de 1 000 habitants, un poste militaire et le passage annuel de pêcheurs de langoustes y font l'objet d'une simple mention. En 1926, la population est estimée à 3 000 habitants, 10 120 en 1939. Si les commerces de l'alimentation n'ont pas augmenté dans une proportion notable, en revanche, les entreprises du bâtiment se sont multipliées et 4 agences immobilières ont été créées. En effet, au cours de ces 13 années, les agriculteurs sont passés de 10 à 62, sans compter les 163 colons, les 37 maraîchers, les 36 expéditeurs de fruits et primeurs, dont il n'était pas fait mention en 1926. Au lieu de 3 restaurants, 2 hôtels, 1 marchand d'automobiles, 1 marchand de cycles, 1 garage, il y a aujourd'hui 11 restaurants, 10 hôtels, 3 négociants en automobiles, 5 marchands de cycles, 6 distributeurs d'essence. On voit apparaître plusieurs usines de conserves, et 1 ferblanterie, ainsi que 4 raffineries de pétrole. La vie familiale s'est organisée à Fédala où se trouvent actuellement : 2 médecins, 2 pharmaciens, 2 sages-femmes et 1 dentiste; 3 magasins de nouveautés et 3 cordonniers permettent à la population de se vêtir sans aller à la ville la plus proche; 4 horticulteurs ont mission d'embellir les jardins; et, comme il faut prévoir le délassement après le travail, un golf, un casino, 8 cafés et 8 sociétés, sportives et autres, permettent à chacun d'utiliser ses loisirs selon ses goûts.

---

## L'ORGANISATION DE LA DOCUMENTATION AÉRONAUTIQUE (*)

par M. Émile LEROUX, *Ingénieur en chef de l'Aéronautique,*
*directeur du Groupement français pour le Développement des Recherches aéronautiques.*

M. le Président, Mesdames, Messieurs,

Vous me permettrez certainement, avant d'aborder le sujet de ma conférence, de remercier la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale de l'occasion qu'elle a bien voulu me donner de vous parler aujourd'hui de cette organisation.

Je m'en voudrais également de ne pas remercier dès maintenant votre vice-président, M. l'Inspecteur général Dumanois, des paroles trop aimables à mon égard qu'il vient de prononcer; je le dois d'autant plus que, comme je vous le montrerai tout à l'heure, c'est à lui qu'il convient d'attribuer le mérite principal de l'organisation dont je compte vous entretenir.

Je vous avouerai d'ailleurs qu'avant d'aborder mon sujet me vient un scrupule. La question de la documentation est d'une nature assez aride; elle n'est pas de celles qui puissent passionner le grand public et, si je n'étais en face d'un auditoire aussi averti de tout ce qui touche aux questions techniques et industrielles, je craindrais singulièrement que son sujet paraisse trop ingrat.

(*) Communication faite en séance publique le 29 juin 1939.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aussi, m'excuserez-vous si je donne plutôt à mon exposé l'allure d'une causerie et me serez-vous reconnaissants, j'en suis sûr, si je m'efforce d'être particulièrement bref pour ne pas lasser votre attention.

Pour la clarté de ce qui va suivre, il est nécessaire, je crois, que je vous donne tout d'abord quelques indications sur ce qu'est le Groupement français pour le Développement des Recherches aéronautiques, dont j'ai l'honneur d'être le directeur.

Cet établissement a été créé, il y a un an environ, sur l'initiative de M. l'Inspecteur général Dumanois, par les Sociétés nationales de Constructions aéronautiques, avec l'appui très actif et très effectif du Ministère de l'Air.

Son but, comme l'indiquent ses statuts mêmes, est de « provoquer et d'intensifier en France les études, recherches et expériences de toutes natures susceptibles de faire progresser la technique aéronautique. »

Pourquoi un tel groupement a-t-il été constitué? C'est parce qu'il a paru nécessaire, au moment surtout où la plus grosse partie de l'industrie aéronautique française se trouvait nationalisée, et dépendait ainsi d'une façon encore plus directe de l'État, de créer un organisme commun, émanation à la fois de ces Sociétés nationales de Constructions aéronautiques, et, plus généralement, de l'ensemble de l'industrie aéronautique française, et des services officiels, qui pût faire appel à toutes les compétences, ingénieurs des services et établissements d'État, ingénieurs des bureaux d'étude industriels, techniciens indépendants, personnalités scientifiques qualifiées, pour préciser les points sur lesquels nos connaissances s'évèrent le plus incomplètes et tracer les programmes des recherches dont l'entreprise apparaît comme la plus urgente.

Ceux d'entre vous qui suivent plus particulièrement les questions aéronautiques se rappellent qu'il existe depuis longtemps à l'étranger des organismes similaires, en particulier le National Advisory Committee for Aeronautics américain, le N. A. C. A. comme on dit en France, dont les travaux poursuivis avec continuité et ténacité depuis 20 ans ont acquis une renommée mondiale.

C'est avec l'ambition, et dans l'espoir de voir fonctionner en France un émule de ce N. A. C. A. américain que M. l'Inpecteur général Dumanois préconisa la création de notre Groupement et réussit à le faire constituer; c'est dans cet esprit qu'il en assure la présidence.

J'ajouterai que ce Groupement, doté de par ses statuts d'une personnalité civile indépendante et d'une large autonomie financière et administrative, se trouve par là-même dans la possibilité d'agir avec rapidité sans être astreint aux formalités qui, dans notre pays, empêchent ou retardent si souvent l'action des services officiels.

Voici donc notre Groupement chargé, comme je viens de vous le dire, de développer les recherches concernant la technique aéronautique.

Ce n'est certes pas devant un auditoire tel que le vôtre que j'ai besoin de souligner l'utilité, ou plutôt la nécessité, de cette tâche. Le progrès continu est la loi de toutes les techniques, mais il n'est pas douteux que, parmi toutes ses sœurs aînées, la technique aéronautique est celle qui a connu et qui continue à con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

naître les progrès les plus rapides. On ne peut mieux synthétiser, il me semble, la rapidité de cette évolution qu'en rappelant que la durée d'emploi d'un avion moderne, de l'ordre de trois ans, est à peine égale à 3 ou 4 fois la durée de sa construction proprement dite et qu'elle est presque toujours inférieure au temps qui s'est écoulé entre la conception initiale du modèle et sa mise en service.

A cette cadence forcenée, ceux qui marquent le pas sont rapidement distancés, et cette simple remarque vous expliquera sans doute comment, à certains moments, la situation de telle aviation nationale a pu paraître tragique, alors que, peu d'années avant ou peu d'années après, elle était relativement satisfaisante ou même brillante.

Et j'ajouterai que c'est spécialement dans une période comme celle que nous vivons aujourd'hui, où les efforts déployés en matière de production sont véritablement gigantesques, qu'il convient le plus de penser, non seulement au présent, mais à l'avenir, et de préparer les voies aux progrès de demain.

*
* *

A ceux qui abordent le problème des recherches appliquées, que ce soit d'ailleurs en technique aéronautique ou dans toute autre technique, une difficulté immédiate se présente, celle de la documentation.

Il n'est presque pas de questions, en effet, qui n'aient été déjà, peu ou prou, abordées; sans parler du support que constituent pour toutes ces recherches les sciences exactes en général, lesquelles sont déjà en perpétuelle transformation et s'enrichissent sans cesse de nouveaux apports, de très nombreux instituts et laboratoires se consacrent, de par le monde, à des problèmes de recherches appliquées. Les résultats obtenus sont publiés, en diverses langues, dans des journaux ou périodiques de toutes sortes. Et si l'on veut savoir ce qui a déjà été publié sur un sujet déterminé, ou même si l'on veut plus modestement suivre au jour le jour ce qui se publie sur un tel sujet dans le monde entier, on constate bien vite que ce seul travail de documentation, s'il n'était convenablement préparé, absorberait à lui seul l'activité des chercheurs.

Une telle constatation n'est pas particulière à la technique aéronautique. Dans son livre, si riche en aperçus profonds, « *L'homme, cet inconnu* », le Dr Carrel, parlant de la science de l'homme, écrit : « Le nombre immense des « données que nous possédons aujourd'hui sur l'homme est un obstacle à leur « emploi. Pour être utilisable, notre connaissance doit être synthétique et « brève. » Et, développant plus loin cette idée, il en vient à préconiser la reconstitution d'espèces de monastères, « des îlots de solitude, où la méditation soit possible », et où, soustraits à l'agitation de la cité moderne, des hommes qualifiés puissent méditer à loisir.

Ce qui est vrai de la science de l'homme est vrai de toutes les techniques. Partout, c'est un amoncellement de résultats dont la richesse même est une gêne. Et pourtant, à côté de cette pléthore de connaissances, que de lacunes dans notre science. Si l'on creuse une question particulière en vue d'une application immédiate, on est presque toujours arrêté par un trou de notre savoir :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

c'est une action complexe dont les différents facteurs déterminants n'ont pas été séparés par une expérimentation systématique ; ce sont des constantes numériques qui font défaut; c'est parfois un domaine entier qui est encore totalement inexploré. Pour combler ces lacunes, il faut d'abord — c'est l'évidence même — les diagnostiquer avec sûreté et les localiser avec précision.

C'est pour avoir méconnu cette nécessité que l'on voit tant de chercheurs redécouvrir ce qui a déjà été découvert ailleurs, ou s'engager dans des voies qui ont déjà été reconnues sans issue, ou tout au moins progresser à grand peine dans la forêt vierge quand un layon tout tracé existe à leur insu tout près d'eux. Mais si ces remarques sont vraies pour toutes les techniques, elles acquièrent une force bien plus grande lorsqu'il s'agit de la technique aéronautique.

Celle-ci, comme je le rappelais tout à l'heure, est soumise au régime de la contraction, sans cesse accrue semble-t-il, de l'échelle des temps. C'est par conséquent dans des délais extrêmement brefs qu'elle a besoin d'avoir à sa disposition des matériaux qu'ailleurs on pourrait se donner quelque loisir pour recueillir. C'est, pour elle, par jours et par semaines qu'il faut compter là où ailleurs on compterait par mois ou par années.

C'est, en outre, un domaine immense qu'il s'agit d'explorer. Quand on parle de technique aéronautique, ce sont naturellement les questions d'aérodynamique, de forme des machines, d'écoulement des fluides, qui viennent à l'esprit.

Mais, en dehors de ce domaine en quelque sorte spécifique, ce sont bien d'autres questions qui requièrent au premier chef l'attention du constructeur d'une machine volante. D'abord le moteur, qui anime toute la machine, et qui pose les plus délicats problèmes concernant la thermodynamique, la physique et la chimie des combustibles, la mécanique appliquée. C'est aussi tout ce qui touche aux matériaux de construction, puisqu'aussi bien, qu'il s'agisse de l'avion proprement dit ou du moteur, ce sont les plus nobles parmi tous les matériaux à la disposition de l'homme qu'il lui faut employer pour obtenir dans la machine volante la légèreté spécifique qui est la condition même de son existence et le facteur principal d'amélioration progressive de son rendement.

Si l'on ajoute à ces diverses questions toutes celles qui ont trait aux instruments de vol et de navigation : altimètres, anémomètres, clinomètres, variomètres, compas, indicateurs gyroscopiques d'assiette, d'inclinaison, d'embardée, appareils de radio-communication et de radio-guidage, pilotes automatiques, etc., c'est véritablement une part considérable de l'ensemble des techniques de l'ingénieur qui se trouve intéressée à la construction aéronautique.

Et c'est par conséquent une masse singulièrement importante de documents qu'il s'agit de rechercher et de mettre sous une forme rapidement assimilable.

C'est ce travail, que je pourrais qualifier sans exagération de travail de bénédictin, que le Groupement de Recherches aéronautiques devait entreprendre pour orienter convenablement ses recherches.

Ici, vous me permettrez d'ouvrir une parenthèse et d'aller au devant d'une objection certaine. La découverte vraiment importante, dira-t-on, est l'œuvre d'un isolé, d'un illuminé, d'un homme de génie, qui, seul et sans aucun secours

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

extérieur, aperçoit tout-à-coup le fait décisif ignoré jusque-là. Cet homme tire tout ou presque tout de lui-même et rien ou presque rien des travaux antérieurs. Point n'est besoin pour lui d'une documentation.

La chose est vraie, au moins jusqu'à un certain point. Mais n'oublions pas qu'il n'y a que quelques découvertes sensationnelles par siècle et que, si l'humanité leur doit beaucoup, elle doit tout autant, et peut-être plus encore, aux perfectionnements de détail, patiemment et longuement accumulés, dont chacun n'a qu'une importance relativement minime, mais dont la somme devient considérable.

Et, pour ces perfectionnements particuliers et incessants, il est vraiment indispensable de connaître avec précision ce qui a été fait ailleurs; faute de quoi, ce seraient de lourdes pertes de temps et d'argent.

*
* *

Je pense avoir suffisamment défini le but que nous nous sommes proposé en organisant un Service de documentation aéronautique, et j'en viendrai maintenant rapidement à la façon dont a été conçue et réalisée cette organisation.

Ce service ne constitue, bien évidemment, qu'un des éléments d'activité de notre Groupement, dont le but final est l'exécution même de recherches dans des laboratoires dont l'un, celui d'aérodynamique, fonctionne déjà, et dont les autres sont en cours de construction.

C'est même un élément qui pourrait apparaître comme secondaire si l'on ne considérait que les effectifs en personnel et les capitaux mis en jeu, mais je pense vous avoir persuadés que son rôle est tout à fait fondamental.

Je m'en voudrais d'ailleurs de vous laisser croire que rien n'existait antérieurement dans ce domaine de la documentation aérotechnique. En fait, de nombreux organismes s'étaient trouvés en face de cette nécessité d'assurer leur propre documentation : le Ministère de l'Air d'abord, dont le Service technique de l'Aéronautique possède une Section de Documentation qui, depuis plusieurs années, publiait une note hebdomadaire faisant connaître la liste des articles et publications intéressant la technique aéronautique et établissait, malheureusement avec un décalage de plusieurs mois, des fiches analytiques concernant les plus importantes de ces publications; les industriels ensuite, ou les compagnies de navigation comme Air France, qui avaient chacun un embryon plus ou moins développé de service de documentation. Enfin, à l'Aéro-Club de France fonctionne, depuis 1927, le Centre de Documentation aéronautique international, fondation du Daniel Guggenheim Fund for the Promotion of Aeronautics, et dont l'activité s'étend d'ailleurs aux informations aéronautiques de toutes natures.

Des initiatives individuelles très méritoires, comme les « *Cahiers aérotechniques* » de M. Koporindé, s'étaient également manifestées.

Mais on peut affirmer, je crois, qu'aucun de ces organismes, malgré leur nombre, et à cause peut-être même de leur nombre, ne possédait l'ampleur et les moyens nécessaires pour accomplir d'une manière complète et satisfaisante la tâche si étendue que j'ai définie tout à l'heure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Convenait-il que le Groupement de Recherches Aéronautiques superposât à ces organismes, déjà trop nombreux, un organisme nouveau? C'eût été aggraver encore les inconvénients de la situation existante. Nous avons pensé, au contraire, qu'il convenait de rassembler tous les moyens et tous les efforts en un organisme unique, puissamment étoffé et doté de tous les moyens matériels nécessaires, qui, moyennant participation financière des intéressés, assumât la charge de recueillir, de mettre en forme et de diffuser une documentation aérotechnique complète pour tous les usagers français et les dispensât, par conséquent, des mêmes soucis.

Grâce au parfait esprit de compréhension et à la collaboration très efficace que notre initiative a immédiatement rencontrés, tant auprès des Ministres de l'Air et de la Marine, que de l'Aéro-Club de France, des Sociétés nationales de Constructions aéronautiques, des principaux constructeurs, et d'un nombre important de participants que je m'excuse de ne pouvoir citer tous, il nous a été possible de créer et de faire fonctionner, depuis le 1er mars dernier, une véritable centrale d'informations aérotechniques travaillant au bénéfice de l'aéronautique française tout entière et de tous ses usagers et qui, se substituant aux organisations moins complètes antérieures, a assumé la charge de fournir une documentation aérotechnique complète à tous les intéressés.

Comment fonctionne ce Bureau de Documentation? C'est ce qu'il me reste à indiquer brièvement, en passant successivement en revue ses sources de documentation, son organisation intérieure, ses publications.

Je dirai d'abord, qu'avant d'organiser ce Bureau de Documentation, nous avons tout naturellement étudié avec soin les organisations similaires déjà existantes, soit à l'étranger dans le domaine de la technique aéronautique, soit en France pour des techniques différentes.

C'est ainsi que nous nous sommes largement inspirés du D. V. L. allemand, dont la publication consacrée à la documentation, *Luftfahrt Literaturschau*, est bien connue des spécialistes et que nous avons recueilli des renseignements très précieux, dont nous lui sommes très reconnaissants, auprès du Centre de documentation de la Maison de la Chimie.

Le Bureau de Documentation du Groupement des Recherches aéronautiques reçoit, par voies d'abonnements directs, près de 200 publications françaises ou étrangères intéressant l'aéronautique ainsi que les sciences et techniques immédiatement connexes.

A ces publications de toutes langues (actuellement environ 90 publications françaises, 30 publications allemandes, 30 publications américaines, 25 publications anglaises, 6 publications italiennes, 12 publications diverses) dont la liste est naturellement tenue à jour et augmentée éventuellement suivant les circonstances, viennent s'ajouter les publications à caractère semi-périodique ou intermittent émanant des services officiels de recherches, universités, instituts, etc., français ou étrangers, avec lesquels le Groupement de Recherches aéronautiques a établi des échanges systématiques.

Je passe, car aussi bien il s'agit là de détails qui vous importent peu, sur la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

façon dont ces publications sont classées, répertoriées, archivées, de façon à pouvoir être à tout moment retrouvées et consultées. J'indiquerai seulement le résultat, à savoir que, par le moyen de fiches extraites de la *Note périodique* dont je vous parlerai dans un instant, chaque article retenu comme intéressant la technique aéronautique se trouve introduit dans trois systèmes de fichiers : un fichier à classement méthodique ou analytique d'après la nature de la question traitée; — un fichier alphabétique à classement par nom d'auteurs; — un fichier établi par publications ou périodiques d'origine. Ces fichiers permettent de retrouver sans difficulté, suivant un système d'entrée triple, une source quelconque à laquelle on désire se référer.

Il reste à mettre cette documentation sous une forme directement utilisable. Pour cela, il faut de toute nécessité, nous l'avons vu tout à l'heure, la condenser considérablement, tout en la mettant entièrement en langue française.

Il faut aussi la diffuser parmi les différents usagers. L'expérience montre, en effet, qu'il ne suffit pas de créer des centres spécialisés où les utilisateurs éventuels puissent venir consulter la documentation. Cette consultation sur place représente souvent pour eux une perte de temps beaucoup trop considérable. Il faut que la documentation aille à l'utilisateur, quitte à ce que celui-ci approfondisse après coup tel point particulier auprès du centre spécialisé.

Ce double rôle est rempli par la *Note périodique sur la documentation aéronautique française et étrangère*, dont je prononçais le nom il y a un instant.

Je pense que le plus simple, pour faire connaître cette Note, est d'en faire circuler parmi vous quelques exemplaires.

Comme vous pouvez le constater, c'est un document publié tous les dix jours, les 10, 20 et 30 de chaque mois. Il est imprimé sur papier fort, et chacun de ses feuillets renferme trois résumés analytiques qui peuvent se détacher suivant un tracé perforé à l'avance pour obtenir trois fiches de format normalisé, immédiatement prêtes à être classées d'après un index qui est inscrit en haut de chaque fiche. Il est ainsi possible aux divers usagers, soit de conserver la *Note périodique* sous forme de volume, soit de la transformer en fiches archivées dans des fichiers de modèle standard.

De nombreuses fiches, dont la matière touche à plusieurs sujets, portent, en plus de l'index principal, des index secondaires relatifs aux questions accessoirement traitées, qui permettent d'établir des fiches de rappel placées sous l'index-secondaire correspondant. Chaque fiche donne la référence bibliographique complète grâce à laquelle il est possible de se reporter au document original; elle comporte en outre une analyse succincte, de 2 000 signes ou intervalles typographiques au maximum, mais aussi précise que possible, qui permet de se faire une idée rapide de la substance de l'article analysé. Il est possible, en particulier, de distinguer immédiatement, ce qui est essentiel pour les usagers, s'il s'agit d'une redite, d'un exposé didactique, d'un article de vulgarisation ou d'un travail véritablement original.

Les trois notes périodiques d'un même mois renferment en moyenne un total de 500 à 600 fiches. C'est la matière que l'expérience nous a montré intéresser,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à l'époque présente, la technique aéronautique parmi la masse des documents publiés dans les divers pays. Ce nombre confirme bien les affirmations que j'avançais tout à l'heure quant au volume considérable de la documentation à considérer.

Je disais également qu'il est tout à fait indispensable que la documentation aéronautique soit exploitée dans des délais très brefs. C'est un point auquel nous nous sommes spécialement attachés, nous efforçant de mettre en jeu les moyens les plus rapides et de réduire au maximum tous les temps élémentaires nécessaires à l'établissement de la *Note périodique*. C'est ainsi que, si plusieurs articles doivent être analysés dans un même numéro de revue, nous procédons à une reproduction photographique de la revue en cause de façon à pouvoir mettre en main simultanément, auprès de plusieurs analyseurs, les divers articles en cause.

Nos analyseurs eux-mêmes, sur qui repose une des parties les plus délicates de la tâche à accomplir, sont en nombre relativement important; nous pouvons ainsi faire appel en chaque matière à un spécialiste particulièrement qualifié et obtenir une exécution très rapide de l'ensemble.

En fait, chaque *Note périodique* contient l'analyse des documents qui nous sont parvenus durant une période comprise entre le 20e et le 7e jour avant la publication de la Note. C'est, je crois, un délai assez remarquable et qu'il paraît à peu près impossible, et d'ailleurs inutile, de réduire davantage.

Je m'en voudrais de ne pas ajouter que, si l'organisation de la documentation aéronautique réalisée par le Groupement de Recherches aéronautiques et dont je viens de vous brosser le tableau, a, comme nous le croyons, donné jusqu'ici toute satisfaction à ses divers usagers, ce n'est pas tant à moi, comme le disait tout à l'heure M. l'Inspecteur général Dumanois, qu'en revient le mérite, mais à tous mes collaborateurs parmi lesquels je citerai seulement M. Delanghe, le Chef de notre Bureau de documentation, mais que j'englobe tous, analyseurs, rédacteurs, traducteurs, sténographes, imprimeurs, dans le même hommage de reconnaissance.

En vous remerciant, M. le Président, Mesdames et Messieurs, de l'attention que vous avez bien voulu me prêter, je m'excuse à nouveau auprès de vous de l'aridité de mon sujet. J'espère qu'il a pu cependant être pour vous de quelque intérêt, puisqu'il touche à un problème qui se pose, sous une forme plus ou moins aiguë, dans toutes les techniques. Et nous serions heureux d'avoir atteint notre but si les indications que je viens de vous donner pouvaient être de quelque utilité à ceux qui, dans d'autres domaines, auront à mettre sur pied une organisation analogue.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# RECHERCHES OCÉANOGRAPHIQUES DE SURFACE A BORD DU NAVIRE PÉTROLIER « ÉMILE MIGUET » (*)

par M. Jules ROUCH, *professeur à l'Institut océanographique, membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Grâce à l'amabilité de M. R. Gasquet, directeur de la Compagnie navale des Pétroles, j'ai pu effectuer au cours de l'été 1938 un voyage de recherches océanographiques à bord du navire pétrolier *Émile Miguet*, du Havre à Tripoli de Syrie.

L'*Émile Miguet* est un des plus grands navires pétroliers du monde. Il a plus de 175 m de longueur, 22,50 m de largeur. Son port en lourd dépasse 21 000 t. Des aménagements spacieux, un état-major de valeur, un équipage d'élite m'ont facilité et rendu très agréables mes travaux. Je m'étais proposé des recherches de physique du globe, de météorologie, et d'océanographie, dont je veux simplement ce soir vous exposer les grandes lignes, les résultats de mes observations devant être publiés dans des mémoires spéciaux des *Annales de l'Institut de Physique du Globe* et des *Annales de l'Institut océanographique.*

D'abord je voulais *mesurer le champ électrique de l'atmosphère en mer.* Les mesures du champ électrique en mer sont très rares. Celles que nous avons effectuées en 1908 à bord du *Pourquoi-Pas?* étaient, si je ne me trompe, les premières mesures faites à bord d'un navire français. On se heurte, en effet, à bord d'un navire, à des difficultés nombreuses. Les roulis et les tangages peuvent rendre impossibles les lectures des électroscopes; il est difficile de trouver à bord un endroit commode et suffisamment dégagé pour n'avoir pas à craindre des perturbations accidentelles du champ, et même pour qu'il y ait un champ pratiquement mesurable; les chaudières, les moteurs ou les cuisines déversent dans l'atmosphère des fumées et des gaz qui modifient considérablement le champ électrique.

Sur le *Pourquoi-Pas?* j'étais dans les conditions les plus mauvaises : très forts roulis à la moindre houle, pont excessivement encombré, petit bateau à voiles au gréement très important, voisinage très proche des cheminées. J'avais réussi cependant à effectuer de France au détroit Magellan 70 mesures.

A bord de l'*Emile Miguet*, les observations ont été beaucoup plus faciles. Sa forme générale est celle du type classique des pétroliers à trois superstructures (gaillard, château, dunette). Ses grandes dimensions lui donnent une stabilité de plateforme remarquable. Le gréement est extrêmement réduit. L'appareil moteur ainsi que les cuisines sont tout à fait à l'arrière. La partie du château où je faisais mes observations est située à plus de 80 m des cheminées. La vitesse, assez grande, du navire (14 nœuds) empêchait le plus souvent les fumées d'être rejetées sur l'avant, et, en fait, pendant toute la traversée, elles n'ont jamais été gênantes. C'est là le principal avantage d'un grand navire pétrolier pour ces mesures.

Comme toujours, dès qu'il s'agit d'électricité atmosphérique, c'est le main-

(*) Communication faite à l'Académie de Marine en janvier 1939.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tien de l'isolement qui présente le plus de difficultés. L'atmosphère saturée de sel marin de la Méditerranée m'a donné à ce sujet des ennuis que je n'avais pas eus dans l'Atlantique.

Les principaux résultats de mes mesures sont les suivants :

Dans le golfe de Gascogne et sur les côtes du Portugal, le champ varie au mois d'août de 100 à 130 V. Ces valeurs du champ sont assez voisines de celles que j'ai observées à peu près à la même époque de l'année à bord du *Pourquoi-Pas?* en 1908. Au détroit de Gibraltar, le champ monte jusqu'à 210 V; il diminue ensuite à 130 à 140 V sur les côtes d'Algérie. Il remonte de nouveau entre la Sicile et la Tunisie à 250 V. Il diminue lentement à mesure qu'on avance dans la mer Ionienne, et prend des valeurs variant de 100 à 140 V entre les côtes Sud de Grèce et de Syrie.

Comme je l'avais déjà constaté dans l'Atlantique à bord du *Pourquoi-Pas?*, le champ électrique de l'atmosphère a en mer des valeurs plus fortes l'après-midi que le matin : la moyenne des observations faites entre 17 h. et 19 h. est le double de celles faites entre 8 h. et 9 h.

Les observations du champ électrique de l'atmosphère en mer sont actuellement si peu nombreuses qu'il serait prématuré de proposer à leur sujet une explication. Contentons-nous pour le moment de recueillir des faits.

La deuxième raison qui m'avait poussé à faire une traversée sur un pétrolier se rapportait à la *mesure de la hauteur des vagues* de la mer.

La hauteur des vagues de la mer au large a été et est encore l'objet de discussions assez vives. La mesure n'est pas commode, et il faut reconnaître que, par très mauvais temps, le navigateur, qui a d'abord à songer à la sécurité de son navire, a d'autres préoccupations que de mesurer exactement la hauteur des vagues. On est bien sûr, lorsqu'on a beaucoup navigué, qu'on a rencontré des vagues certainement plus hautes que celles dont on a pu effectuer la mesure.

Pour ma part, au cours de ma carrière, j'ai mesuré la hauteur de plusieurs centaines de vagues; j'ai même réussi à enregistrer ces hauteurs à l'aide du statoscope enregistreur Richard. Les plus hautes vagues dont j'ai effectué la mesure avaient l'une 12 m, au cours d'un cyclone à l'Est de Madagascar, l'autre 11 m, dans l'océan Pacifique Austral. On admettait récemment encore que la hauteur de 15 m était atteinte au large exceptionnellement.

Faut-il affirmer que des vagues plus hautes n'existent pas? Je ne le ferai pas aujourd'hui aussi résolument que je le faisais il y a quelques années. M. Vaughan Cornish, observateur anglais réputé, qui a consacré une grande partie de son existence à étudier les vagues, a publié en 1934 quelques-unes de ses observations, ou d'observations qu'il a personnellement contrôlées. En octobre 1921, dans le Pacifique, au Sud du Japon, une vague de 70 pieds, soit 21 m, a été observée; en décembre 1922, dans l'océan Atlantique Nord, une observation a donné 80 pieds (24 m), d'autres observations 60 à 90 pieds (18 à 27 m) (*Ocean Waves and Kindred Geophysical Phenomena*, Cambridge, 1934).

Une autre observation impressionnante a été publiée par la *Revue hydrographique internationale* de mai 1935. A bord du pétrolier de la marine de guerre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des États-Unis *Ramapo*, dans l'océan Pacifique Nord, au cours d'une très violente tempête où le vent atteignait la vitesse de 125 km/h, le capitaine de corvette R. P. Whitemarsh a observé une vague de 34 m de hauteur. D'autres mesures ont donné, pendant la même tempête, 25, 26, 33 et 36 m. Ces observations paraissent avoir été faites avec toutes les garanties d'exactitude. Le *Ramapo* a 146 m de longueur, la longueur des vagues était de 360 m en moyenne. Les vagues venaient exactement de l'arrière. Le procédé d'observation est décrit en détail dans la *Revue hydrographique*. L'observateur voyait les vagues qui approchaient de l'arrière masquer l'horizon, et il notait sur le grand mât le point où passait alors son rayon visuel.

Je n'avais pas évidemment envisagé que j'aurais l'occasion, à bord de l'*Émile Miguet*, d'observer des vagues aussi hautes, mais je voulais me rendre compte des conditions d'observation à bord d'un pétrolier. J'en ai discuté avec les officiers du bord pendant toute la traversée ; le croquis en main du *Ramapo*, dessiné par le commandant Whitemash, nous avons examiné toutes les erreurs d'observation qui avaient pu être commises ; nous sommes arrivés à cette conclusion que l'erreur pouvait atteindre au plus 4 ou 5 m : le *Ramapo* a donc bien rencontré des vagues de 30 m de hauteur. Si l'on se rappelle qu'Arago avait couvert de ridicule Dumont d'Urville, parce que celui-ci prétendait avoir vu des vagues de 30 m, peut-être pouvons-nous penser que c'était Dumont d'Urville qui avait raison.

Je n'insiste pas sur les résultats océanographiques proprements dits de mon voyage. Ils feront l'objet d'un mémoire détaillé. Je voudrais simplement vous signaler deux faits assez curieux qu'il m'a été permis d'observer.

D'abord une *baisse très sensible de la température de l'eau de mer le long des côtes du Portugal*. Alors que, dans le golfe de Gascogne, nous avions observé des températures de 18°, et même 19°8, le long des côtes du Portugal, à une dizaine de milles du rivage, la température de l'eau de mer n'était que de 14° à 15°. Au Sud du cap Saint-Vincent, la température de nouveau dépassa 20°.

Ces basses températures ne figurent pas sur les atlas des températures moyennes de l'eau de mer publiés par les Services météorologiques anglais ou hollandais. Elles peuvent donc être considérées comme exceptionnelles. Toutefois, j'en avais observé du même ordre sur le *Pourquoi-Pas?* en 1908, et, d'une enquête à laquelle je me suis livré, elles ont été observées à d'autres époques par d'autres navigateurs. Grâce à l'amabilité de plusieurs services hydrographiques et météorologiques étrangers, je suis en train de réunir une documentation sur ce sujet, afin de le mieux connaître, sinon de l'expliquer. Il est toujours facile de proposer des explications romancées à la circulation des océans, mais c'est là un problème très difficile, et, comme pour l'électricité atmosphérique, il faut d'abord réunir un ensemble de faits suffisamment contrôlés.

La deuxième observation sur laquelle je désire attirer votre attention est la suivante :

Le 6 septembre 1938, dès les premières heures du jour, alors que nous longions les côtes méridionales de l'île de Chypre, nous aperçûmes à la surface de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la mer des vaches et des bœufs morts, en quantité assez impressionnante : nous en eûmes en vue à un moment une quarantaine. En même temps, alors que la densité et la salinité de l'eau de mer auraient dû augmenter à mesure que nous nous approchions des côtes de Syrie, elles diminuèrent sensiblement. L'explication était dès lors facile : *la forte crue du Nil* du début de septembre, dont nous avions eu des échos par T. S. F., *se faisait sentir jusqu'à cette latitude*, c'est-à-dire à 400 milles environ du delta. On savait que la crue du Nil était appréciable chaque année sur les côtes de Palestine, mais on affirmait qu'elle n'avait aucune influence sur les eaux de la mer au Nord du parallèle d'Haïfa. Quelques jours plus tard, le 18 septembre, j'observais à Beyrouth une salinité de l'eau de mer de 35,4, c'est-à-dire très inférieure aux salinités généralement admises, qui dépassent 39. Nous étions donc en présence d'un phénomène sinon nouveau, mais encore incomplètement étudié.

Les exemples que je viens de vous citer montrent combien nous savons encore peu de chose sur les océans. Il n'est pas besoin pour observer des faits intéressants de courir au bout du monde et de monter à grands frais une expédition océanographique. Il suffit presque de regarder autour de soi lorsqu'on navigue pour voir surgir des problèmes dont la solution n'est pas encore acquise.

Et puisque nous avons le privilège, à l'Académie de Marine, d'avoir parmi nos collègues les plus éminents représentants de la Marine marchande et des Compagnies de Navigation, je fais appel à leur bienveillant concours pour permettre à des chercheurs qui n'ont pas à leur disposition les inépuisables subventions du Gouvernement, de continuer à bord des navires français leurs recherches sur les océans : ils mettront ainsi en pratique la devise des océanographes, qui est aussi évidemment celle de l'Académie de Marine : mieux connaître la mer, pour mieux l'aimer.

---

## COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ.

## ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 29 JUIN 1939.

Présidence de M. Paul DUMANOIS.

La séance est ouverte à 17 h. 30 m.

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

M. CHAMPETIER DE RIBES (Armand), Ingénieur agronome, Ingénieur E.S.E., Ingénieur du Génie rural, 23, rue du Lycée, Laval (Mayenne), présenté par M. Rolley;

M. ESTIVAL (Jean) (✻), Ingénieur en chef des Mines, Arrondissement minéralogique de Bordeaux, 10, rue Ferrère, Bordeaux (Gironde) présenté par MM. Walckenaer et Blondel;

M. MESNARD (Félix) (✻), Inspecteur départemental de l'Enseignement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

technique, membre du Conseil de la Chambre syndicale des Entrepreneurs de Menuiserie du Département de la Seine, entrepreneur de menuiserie d'art et de bâtiment, 10, rue Pierre-Levée, Paris (11e), présenté par M. Magne.

Lecture est donnée du rapport de M. CORNU-THENARD, présenté au nom de la Commission des Fonds, sur l'exercice financier de la Société pendant l'année 1937[1]. Ce rapport est approuvé à l'unanimité.

Lecture est donnée du rapport présenté par M. ALBY, au nom des Censeurs, sur ce même exercice financier 1937[1]. Ce rapport est approuvé à l'unanimité.

M. P. DUMANOIS. — M. Leroux venait d'être reçu à l'École polytechnique en 1914, au moment où la guerre éclata. Il fit donc toute la campagne, brillamment d'ailleurs, comme lieutenant d'artillerie. Il eut même l'occasion de s'initier aux surprises de la mer au cours d'un torpillage.

Après les hostilités, M. Leroux, classé dans le Génie maritime, était affecté au Service technique de l'Aéronautique, où il s'occupa d'abord des hélices, pour prendre ensuite la direction de la Section des Appareils de Navigation.

M. Leroux s'est tout de suite révélé, non seulement comme un ingénieur remarquable, mais comme un organisateur et un administrateur. Aussi, lorsqu'en 1934 je pris les fonctions de directeur des Constructions aériennes, ce fut à la condition d'avoir M. Leroux comme sous-directeur.

M. Leroux fut affecté ensuite à la Direction du Service des Marchés, service particulièrement délicat au moment où se faisait la transformation due aux nationalisations et qu'il dirigea avec la mentalité d'un grand fonctionnaire uniquement soucieux des intérêts supérieurs de l'État.

Il prend ensuite la direction de l'Établissement d'Expériences d'Issy-les-Moulineaux, et, lorsqu'en 1938 fut constitué le Groupement français pour le Développement des Recherches aéronautiques, c'est avec une joie profonde que j'appris que le Ministre voulait bien mettre M. Leroux à ma disposition pour diriger ce Groupement. Une de nos premières préoccupations a été de créer une documentation aussi complète que possible, qui est à la base des travaux de recherches. M. Leroux est donc particulièrement qualifié pour vous exposer ce qui a été fait, grâce à son dévouement et à celui de ses collaborateurs.

M. Émile LEROUX, Ingénieur en chef de l'Aéronautique, directeur du Groupement français pour le Développement des Recherches aéronautiques, fait une communication sur *L'organisation de la documentation aéronautique*[2].

M. DUMANOIS. — Comme l'a dit M. Leroux, la documentation est une science aride; mais il a su nous la présenter sous une forme séduisante; nous devons l'en féliciter; nous devons aussi féliciter M. Delanghe, Ingénieur des Arts et Manufactures, qui a su organiser le travail et le dirige de façon remarquable.

(1) Faute de place, ce rapport sera publié dans un prochain numéro du *Bulletin*.
(2) Voir dans le présent *Bulletin*, p. 439, le texte de cette communication.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Vous avez pu vous rendre compte que le nouvel organisme n'est pas venu s'ajouter à d'autres organismes s'occupant de la même tâche, mais s'est substitué à eux en plein accord avec eux et avec les services officiels. Il a aussi une façon de travailler qui ne supporte pas les lenteurs administratives et qui explique la rapidité avec laquelle les fiches sont fournies aux intéressés : il s'agit là, en effet, d'une véritable petite industrie qui travaille en série.

Je crois devoir faire une remarque au sujet des grandes découvertes, c'est-à-dire celles qui provoquent une discontinuité dans la technique ; je ne pense pas qu'elles soient dues uniquement au hasard : c'est bien le hasard qui conduisit Newton à la découverte de la gravition universelle et Becquerel à celle de la radioactivité; mais c'est parce que le hasard avait fourni à tous deux l'occasion de tirer parti de toutes les connaissances qu'ils avaient acquises antérieurement qu'ils ont su se servir du hasard.

M. F. BLONDEL. — Quoique dans un domaine différent, je m'occupe aussi de documentation et j'y rencontre deux difficultés : 1° où est la frontière entre ce qu'il faut retenir et ce qu'il faut laisser? 2° comment connaître tous les ouvrages non périodiques, paraissant en librairie et qui doivent entrer dans la documentation?

M. LEROUX. — Ces difficultés sont réelles et nous les rencontrons aussi. La première peut être surmontée avec un peu de doigté, et, en cas de doute, il convient de retenir trop plutôt que pas assez ; cela nous a même valu quelques reproches, notamment à propos des matériaux de construction. J'estime qu'ils n'étaient pas fondés, car un matériau nouveau qui a trouvé des applications dans une autre technique que l'aéronautique peut un jour trouver sa place dans celle-ci s'il y a quelque analogie dans les modes d'emploi.

Pour surmonter la seconde difficulté, nous avons organisé des échanges systématiques de publications avec les organismes de recherches étrangers, et nous avons passé des ententes avec les principales librairies techniques du monde entier : nous nous engageons à publier un compte rendu de tout ouvrage nouveau intéressant l'aéronautique qui nous est adressé par elles ou l'éditeur. Je crois qu'ainsi on peut réduire au minimum les lacunes.

M. CANAC. — Mon service reçoit vos fiches; vous nous en fournissez ainsi 500 à 600 par mois; mais toutes ne nous intéressent pas; n'est-ce pas trop? Ne pourriez-vous pas limiter votre documentation, aux faits nouveaux par exemple, ou attirer notre attention sur celles de ces fiches qui vous paraissent les plus intéressantes?

M. LEROUX. — Nous répondons à votre désir, en marquant certaines fiches d'un signe spécial; ce signe indique ce qui, à votre avis, doit être lu ou traduit *in extenso*. Mais, naturellement, cette appréciation est formulée sous toutes réserves.

M. DUMANOIS. — Je remercie à nouveau notre conférencier des renseignements complémentaires qu'il vient de nous donner et qui montrent qu'il a pensé à tous les cas et à toutes les difficultés qui peuvent se présenter.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

*L'agent général, gérant*, E. LEMAIRE.

Imprimé en France par BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## LA VIE FRANÇAISE CONTINUE.

Au nom de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, le Bureau rend hommage aux Gouvernements qui, dans ce nouvel épisode de la lutte séculaire de la civilisation contre la barbarie, ont su donner à la civilisation un mur solide à défendre, et tenir ainsi la guerre hors de nos frontières, ce qui n'était pas arrivé depuis plus d'un siècle et ce qui permet à la vie française de pouvoir continuer.

Le numéro d'août-septembre de notre *Bulletin* avait été composé et imprimé au moment où la volonté de paix de la France et de l'Angleterre paraissait encore devoir arrêter dans sa folie criminelle le gouvernement allemand.

Aussi la Commission du *Bulletin* jugea-t-elle nécessaire de faire précéder ce numéro d'un préambule de circonstance, définissant la ligne de conduite de la Société d'Encouragement, conforme aux vœux des chefs du Gouvernement français.

Le Bureau estime aujourd'hui devoir insister, non pas tant sur le rôle de la Société, puisqu'il a été fixé, mais sur celui des sociétaires.

D'abord, il tient à adresser ses vœux fervents à tous ceux des membres de la Société qui combattent ou voient aller au combat les êtres qui leur sont le plus chers.

Il veut aussi exprimer sa confiante fierté à ceux des membres du Conseil qui ont été désignés pour les postes techniques les plus élevés, notamment à M. Dautry, membre du Comité de Commerce, nommé Ministre de l'Armement, à M. Caquot, membre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, nommé directeur général des Services techniques du Ministère de l'Air; à ceux de ses membres qui continuent leur activité civile, il exprime une égale confiance que cette activité répondra au vœu du Ministre des Finances : « Qui peut produire doit produire, qui peut travailler doit travailler. »

Le nombre des maisons qui ont fermé le jour de la déclaration de guerre, le nombre des ouvriers qui se sont trouvés de ce fait en chômage, sont compréhensibles en raison des nécessités immédiates de la mobilisation. Mais il n'est pas possible que cet arrêt momentané de l'activité intérieure devienne définitif.

Chaque jour nous lisons qu'un paysan dont les fils sont partis prépare



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec sa femme ses cultures. Nous connaissons tel atelier qui avait fermé parce que le patron, le directeur et la moitié des ouvriers étaient mobilisés, et que la femme du patron a rouvert, avec des ouvriers qui ont comblé les vides, et une nouvelle direction.

Il ne suffit pas de rendre hommage à la femme courageuse qui, prenant une lourde responsabilité, rend possible l'exécution de commandes importantes dont l'étranger attend la livraison. Il faut imiter de tels exemples; il faut les aider. Car le succès de la reprise de bien des entreprises serait plus certain si le patron, mobilisé parfois à l'intérieur ou dans le service auxiliaire, avait plus de facilité pour communiquer avec sa maison.

Nous sommes sûrs que le Gouvernement, qui a si nettement tracé le programme nécessaire de l'activité intérieure du pays, qui vient, dans ce but, de démobiliser deux classes, trouvera les solutions permettant, sans nuire à l'action militaire, de favoriser l'action civile.

Cette action civile aiderait les finances françaises, par la résorption du chômage de l'industrie et de la main-d'œuvre. Un des résultats de cette résorption serait d'améliorer la situation alarmante de la propriété foncière : il en résulterait une nouvelle activité des industries du bâtiment et de leur main-d'œuvre, et des rentrées d'impôts.

Cet enchaînement de faits salutaires pour la situation intérieure aurait des conséquences encore plus heureuses par sa répercussion extérieure, pour le présent et pour l'avenir. Le tableau des marchés étrangers montre la place que le blocus rend actuellement vacante pour l'exportation française, place qu'elle pourrait prendre, et conserver.

Nous avons dit que c'est un enchaînement, et c'est pour cela que la Société d'Encouragement, qui est le plus large organe de liaison entre toutes les activités, peut, par l'union de la volonté de tous ses membres, jouer un rôle capital afin que la vie française continue.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'ÉTABLISSEMENT D'UNE ÉCONOMIE IMPÉRIALE (*)

par M. Edmond DU VIVIER DE STREEL, *membre du Conseil supérieur de la France d'Outre-mer et de l'Union coloniale française.*

Mesdames, Messieurs,

Si des esprits ignorés animent les pierres de cette maison plus que centenaire et les précieuses archives qu'elle renferme, ils tressailleront sans doute de joie en entendant l'apologie impériale que vous m'avez autorisé à faire devant vous aujourd'hui, Grâce à eux je pourrai me flatter de n'avoir pas déçu tout mon auditoire et d'avoir réveillé des échos endormis depuis de nombreuses décades. Qui osait, hier encore, prononcer sans tristesse ou sans amertume, le mot d'Empire. Mais « Les temps sont changés. » Le mot sacrilège est prononcé aujourd'hui avec piété, avec ferveur, — mais avec un sens différent, toutefois, — comme une incantation qui contient en elle un pouvoir magique, qui symbolise un idéal nécessaire, qui résume les grands espoirs et contient le suprême salut!

Ce changement est d'hier. Lorsqu'en 1930, M. Daladier, alors ministre des Colonies, décidait de réunir une Conférence pour concilier des intérêts métropolitains et coloniaux qui se heurtaient violemment, il n'osait pas encore lui donner le titre de Conférence impériale. C'est au cours de ce Congrès officiel, qui tint ses assises de septembre 1931 à mars 1932, que le mot d'économie impériale fut prononcé et bientôt employé si couramment que la Conférence que M. Daladier avait dénommée coloniale fut baptisée instinctivement Conférence impériale, et conserva désormais cette appellation.

Malgré cette évolution, connue seulement de quelques-uns, le grand public continuait à parler de la France et de ses colonies, non de l'Empire Français. Mais bientôt survinrent les revendications du Reich sur les territoires à mandat et la conquête de l'Éthiopie par l'Italie; ces manifestations ont montré à tous les Français que la possession de colonies était considérée par les puissances totalitaires comme un chevron indispensable à toute couronne impériale. Puis ce fut l'échec de notre politique européenne qui, depuis des siècles, absorbe — trop exclusivement à mon avis — la pensée des Gouvernements français et l'attention publique. L'édifice des alliances péniblement construit depuis la guerre s'effondrait après l'Anschluss et Munich, laissant une France isolée sur son vieux et tout petit continent, sans autre soutien que celui d'une puissance insulaire dépourvue d'armée, mais souveraine sur les mers, et capable, de ce chef, de nous protéger sur la surface du globe partout où existent des terres obéissant à notre souveraineté.

Alors, subitement, l'opinion française s'est tournée vers ces terres lointaines qu'on voulait nous arracher. Elle s'est aperçue que celles-ci comprenaient 60 mil-

(*) Conférence faite en séance publique le 16 mai 1939.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lions de sujets, qu'elles fournissaient à la mère patrie le tiers des approvisionnements qu'elle achète au dehors, qu'elle servait de principal marché à ses exportations (à concurrence de 26 p. 100 de leur montant total), qu'elles contenaient surtout des possibilités presque illimitées et pouvaient faire de la France le plus puissant et le plus riche État du monde. Et de toutes les lèvres s'est élevé un acte de foi et d'amour pour... l'Empire Colonial. Impulsion instinctive, inconsciente et miraculeuse, qui contraint à croire que des forces supérieures se manifestent pour les nations comme pour les individus, et leur dictent, à un moment donné, la volonté, l'énergie et les actes capables de les sauver de la déchéance et de la mort! Si j'étais un philosophe, un historien ou un poète, je m'attarderais à étudier et à analyser ce « subconscient » collectif, dont l'existence indéniable vous oblige à croire à la présence des forces inconnues et irrésistibles qui dominent le monde et ses habitants, aussi faibles que présomptueux. Mais je ne suis ni un philosophe, ni un poète, et ce n'est pas, au surplus, le sujet qu'on m'a demandé de traiter devant vous.

Je dois, plus modestement vous parler de l'Empire français et de l'établissement d'une économie impériale : je vais essayer de le faire aussi clairement que possible.

*
* *

L'organisation de cette économie ne peut être étudiée, à mon avis, en faisant abstraction complète de l'organisation politique de notre Empire. Vous savez à quel point politique et économique sont liés dans les pays d'Europe. Nous n'éprouvons que trop en ce moment l'étroite dépendance de ces deux aspects de la vie des nations. Le régime politique de notre pays depuis 1936 a complètement dominé, nul ne l'ignore, sa vie économique, l'a empêché notamment de ressentir en 1937 les effets de la reprise qui s'est produite dans le monde entier après la crise cruelle de 1929-1931 et lui a fait courir des dangers que beaucoup à certains moments ont crus mortels. Fort heureusement, il ne faut jamais douter du bon sens français et de ses réactions, imprévues et triomphantes. Nous en faisons l'expérience une fois de plus en ce moment et devons en éprouver une « heureuse fierté ».

Je n'ai pas besoin d'insister d'autre part sur les effets néfastes de la politique extérieure sur la vie économique des nations et sur les troubles qu'elle ressent actuellement par la volonté des peuples impies qui veulent par le recours à la violence triompher des résistances légitimes opposées à leur ambition raciale.

Il me paraît donc nécessaire de vous dire quelques mots de l'organisation politique de l'Empire Français... ou plutôt de ce qu'elle devrait être,

*Censuré.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Censuré.*

Il s'agit à mon avis, — et je ne pense pas désormais devoir rencontrer de contradictions sur ce point, — de faire de la politique qui nous permettra de lier indissolublement à nous les peuples qui ont accepté notre souveraineté, et de faire de l'Empire une réalité solide et *impérissable*. Cela doit être parce que nous avons contracté ce devoir vis-à-vis de nos populations indigènes, que nous ne pouvons laisser à l'abandon et exposées à devenir la proie de puissances dont les théories raciales comportent l'état de servitude pour ceux de leurs sujets qui n'auraient pas eu la chance de naître avec les cheveux blonds, qui sont, nul ne l'ignore, le privilège et l'insigne du pur aryanisme ; cela doit être parce que nous désirons rester une grande nation, digne de son passé, capable de remplir sur le globe la mission civilisatrice, éducatrice et morale qui lui fut toujours impartie et qui permet de dire aujourd'hui comme hier que, sans elle, l'Europe et le monde assisteraient à une régression douloureuse du progrès, du droit et de la liberté.

Or la France réduite à 40 millions de sujets, à côté d'États comme l'Angleterre qui en a 450 millions, la Russie 160, les États-Unis 130, l'Allemagne 80, ne serait plus une grande nation. En assimilant ses populations indigènes, comme elle a assimilé jadis les Francs, les Romains, les Normands, elle deviendra un État de 100 millions d'êtres humains dont le nombre doublera en un siècle et pourra ainsi conserver son rang, son influence, son prestige, sa puissance et sa prospérité.

Pour réaliser cette œuvre nécessaire il faut faire une politique permettant de franciser l'âme indigène, et d'animer d'un même patriotisme des populations auxquelles l'idée de patrie a été jusqu'ici étrangère mais qui ne se montrent nullement rebelles à accepter l'idéal qu'elle contient. Il faut aux masses, si primitives qu'elles soient, un idéal élevé. Il n'en est pas de plus noble, quoi que l'on pense à Moscou, que l'amour de la patrie.

Unifier l'âme des indigènes, donner à ceux-ci le même idéal national ne signifie pas d'ailleurs qu'il faille fondre toutes nos populations coloniales dans un même moule, les soumettre à un régime identique et à une direction unique. L'Empire Français doit être, dans un avenir dont il n'est pas possible de fixer encore l'échéance, une organisation fédérale, dont chaque État jouira d'une certaine autonomie, comme les États Américains, mais recevra une impulsion identique, sous les plis d'un seul drapeau. L'œuvre politique a accomplir pour arriver à ce but exigera du temps, de la persévérance, de l'ingéniosité ; elle ne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dépasse pas nos moyens, à condition que nous ne tardions pas à l'entreprendre. Elle exige une unité de commandement, c'est-à-dire que nos possessions ne dépendent pas de trois ministres mais d'un seul, et que celui-là soit stable et ne soit pas exposé à subir le sort des cabinets changés à tout propos pour des motifs dont le caractère colonial est certainement contestable. L'Empire ne doit pas être un château de cartes qui puisse être démoli par les courants d'air du Palais-Bourbon!

Le Ministre des Colonies ne devrait pouvoir être renversé que pour les actes de sa gestion. C'est pourquoi j'ai suggéré qu'il soit nommé par le Président de la République, comme le Président du Conseil, et assisté, ainsi qu'en Belgique, d'un Haut Conseil dont il serait tenu de prendre l'avis. Il faut éviter, en effet, que l'absence de contrôle favorise les abus que les pouvoirs étendus d'un ministre qui, à la différence de ses collègues, dispose du pouvoir législatif, pourraient l'entraîner à commettre.

Politique d'assimilation graduelle de tous les sujets de l'Empire sous la conduite et l'inspiration d'un ministre stable, telle est l'organisation qui nous paraît devoir former la base de la future grande France et servir de cadre à la politique économique dont je vais maintenant essayer de dresser le plan tout au moins dans ses grandes lignes.

*
* *

Ici, aussi, il faut se poser la question Foch : De quoi s'agit-il?

Il s'agit d'atteindre deux buts :

1° Faire contribuer l'économie coloniale à l'amélioration de l'économie métropolitaine en fournissant à celle-ci les matières premières qui lui font défaut et qu'elle achète à l'étranger, ainsi que des débouchés pour les produits fabriqués dans ses usines en évitant, autant que possible, les concurrences et les oppositions d'intérêts préjudiciables aux deux économies;

2° Assurer le bien-être des populations indigènes pour remplir la mission que nous avons assumée, et pour attacher à nous ces populations afin qu'elles ne soient pas tentées de jeter un regard d'envie sur des voisins plus choyés.

Il n'est pas question en l'espèce, — je m'empresse de le dire, — d'organiser une autarcie complète, un circuit fermé entre la Métropole et ses possessions, mais seulement une économie de base, reposant sur des échanges réguliers et massifs entre métropole et colonies, échanges qui n'excluront pas les transactions de chacun des éléments avec les pays étrangers, mais qui permettront, si par malheur ceux-ci fermaient leurs portes, de conserver une activité commerciale suffisante pour assurer du travail et une prospérité normale à toutes les parties de l'Empire.

L'organisation de cette économie fut cherchée jadis dans un système qu'on a dénommé Pacte Colonial, système qui obligeait les colonies françaises à s'approvisionner seulement dans la métropole et en vertu duquel, réciproquement, la métropole était tenue de n'acheter que les produits de ses colonies. Le Pacte

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Colonial est mort en laissant une mauvaise réputation comme tous les égoïstes, mais il a été, pendant un temps, remplacé par un régime à sens unique, comportant une protection douanière très lourde qui contraignait les Colonies à acheter les marchandises françaises sans que la métropole fût obligée de donner, de son côté, sa préférence aux produits coloniaux. Ce régime à sens unique, plus défavorable que le Pacte Colonial, a été fort heureusement entamé. Les domaines conquis durant les 50 dernières années n'ont pas été soumis au même régime douanier que nos anciennes colonies dites assimilées; sur certains territoires même a été institué ce qu'on a nommé le régime de la « porte ouverte », c'est-à-dire que les marchandises françaises ne peuvent y jouir d'aucun privilège douanier. C'est le régime du « Bassin conventionnel du Congo » (A. E. F.), des territoires à mandat (Cameroun, Togo), du Maroc, et, pour une large part, de la Tunisie. En même temps, la taxation de certains produits exotiques étrangers à leur entrée en France y a favorisé l'importation de nos denrées coloniales.

Chercher par une protection douanière prohibitive, comme on le fit aux XVII^e^ et XVIII^e^ siècles, à établir un lien économique étroit entre la métropole et ses possessions ne me paraît pas la solution d'avenir, d'autant que les privilèges douaniers sont l'objet d'attaques violentes de la part des États qui n'ont pas de colonies et qui voudraient payer avec leurs marchandises les matières premières qu'elles leur fournissent. Il faut, selon moi, s'orienter vers des mesures, plus compliquées peut-être, mais qui répondent mieux aux possibilités et aux aspirations actuelles.

La protection douanière a d'ailleurs un grave inconvénient. En frappant les marchandises françaises de droits élevés à leur entrée dans nos colonies, on en élève le prix de vente; on crée donc la vie chère pour l'indigène. Celui-ci réclame alors des salaires plus élevés que ses congénères des colonies voisines; le prix de revient des produits coloniaux est, de ce chef, plus élevé dans les colonies françaises que dans les colonies étrangères. Il en résulte que le producteur colonial ne peut plus vendre ses produits sur les marchés étrangers et que, pour trouver acquéreur sur le marché français, il doit obtenir sur ce marché une protection qui corrige l'inégalité dont il est victime. C'est alors le consommateur français qui paye la note!

Je crois qu'il serait préférable de limiter les taxes douanières à un taux restreint, en prenant par contre les mesures propres à intensifier la production coloniale et, par suite, les achats de marchandises métropolitaines. Ces mesures peuvent être trouvées mais je ne puis m'attarder à vous les énumérer. Le bénéfice réalisé par notre industrie serait sans doute moindre par unité, mais comme le volume vendu serait accru sensiblement, nos usines et leurs ouvriers y trouveraient quand même un profit supplémentaire.

En dépit des droits élevés derrière lesquels elles s'abritent, les marchandises européennes consommées par les indigènes sont encore en quantité infime. Ces quantités varient, d'ailleurs, d'une colonie à une autre comme permettent de le constater les chiffres suivants :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| | Population | Valeur des importations en 1937 (millions de francs) | Valeur par tête d'habitant (francs) |
|---|---|---|---|
| | — | — | — |
| Algérie | 7 235 000 | 4 085 | 564,7 |
| Tunisie | 2 608 000 | 1 324 | 508 |
| Maroc | 6 296 000 | 1 765 | 280,4 |
| Madagascar | 3 798 000 | 468 | 123,2 |
| Cameroun | 2 387 000 | 258 | 108,1 |
| Togo | 739 000 | 79 | 107 |
| A. O. F. | 14 702 000 | 1 535 | 104,4 |
| A. E. F. | 3 423 000 | 240 | 70 |
| Indochine | 23 030 000 | 1 578 | 68,5 |
| Total | 64 218 000 | | |

Plus les prix des marchandises européennes diminueront, plus la consommation en augmentera dans nos colonies. Plus les prix augmenteront, plus la consommation diminuera. Quand les droits sur les tissus ont été accrus en A. O. F., les indigènes se sont remis à tisser le coton qu'ils récoltaient, et la consommation des tissus européens a diminué.

Quand l'indigène produira davantage, on ne peut nier que son pouvoir d'achat augmentera considérablement. Les chiffres que je viens de donner montrent la marge importante qu'il a devant lui. Si tous les indigènes de nos possessions consommaient autant que les Algériens, les importations dans les colonies passeraient de 11 à 25 milliards. Il n'est donc pas téméraire d'affirmer que la solution la plus favorable aux Français et aux indigènes se trouve dans l'augmentation de la production. C'est elle qui permettra de satisfaire largement aux besoins de matières premières de la métropole qui achète encore à l'étranger un énorme volume de produits qu'elle pourrait se procurer dans son empire. Ces achats représentaient en 1938 un chiffre global de 9 milliards.

Je dois dire que, depuis la guerre, on a déjà ajouté à la protection douanière des mesures qui ont donné les meilleurs résultats. On a créé ce qu'on a appelé la « politique de soutien », dont je parlerai dans un instant; grâce à cette politique, les colonies produisent aujourd'hui la presque totalité du caoutchouc, du cacao, du manioc, des bananes, du poivre, de la vanille, que consomme la métropole. Des progrès très appréciables ont été faits aussi dans la production du riz, du thé, du café, des arachides, du plomb, de l'étain. Mais il en reste de plus grands à faire encore pour la laine, le coton, les produits destinés à la fabrication de la cellulose, la soie, le cuivre, le manganèse, etc.

On m'excusera de citer à cet égard quelques chiffres pour bien préciser notre situation actuelle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Importations en France* (tonnes)

| PRODUITS DU SOL | 1933 | | 1937 | |
|---|---|---|---|---|
| | de l'étranger | des colonies | de l'étranger | des colonies |
| 1° destinés à l'*alimentation*. | — | — | — | — |
| Maïs | 398 373 | 322 040 | 171 877 | 597 145 |
| Oranges | 253 479 | 6 682 | 130 697 | 58 067 |
| Café | 177 948 | 18 487 | 145 219 | 40 283 |
| Bananes | 161 767 | 38 625 | 904 | 175 620 |
| Riz | 42 622 | 526 402 | 28 239 | 728 482 |
| Citron | 29 866 | 223 | 25 358 | 3 420 |
| Tabac | 26 542 | 12 399 | 13 871 | 12 773 |
| Cacao | 9 457 | 35 375 | 4 353 | 36 960 |
| Amandes | 5 290 | 1 583 | 4 467 | 2 504 |
| Ananas | 2 754 | 459 | 2 999 | 667 |
| Thé | 1 628 | 242 | 841 | 544 |
| Poivre | 96 | 2 547 | 4 | 2 621 |
| Dattes | 78 | 11 169 | 99 | 12 833 |
| Piment | 41 | 21 | 32 | 21 |
| Vanille (kg) | 101 | 14 204 | 90 | 6 650 |
| 2° destinés à l'*industrie*. | | | | |
| Arachides | 498 270 | 297 267 | 224 993 | 671 666 |
| Laine | 315 094 | 3 657 | 192 920 | 20 552 |
| Coton | 362 988 | 3 595 | 308 425 | 5 057 |
| Coprah | 170 685 | 28 909 | 86 925 | 50 679 |
| Jute | 95 935 | 185 | 99 090 | 427 |
| Caoutchouc | 63 880 | 7 150 | 83 | 11 941 |
| Cuirs et peaux | 48 098 | 10 630 | 36 056 | 15 934 |
| Sisal | 32 044 | 1 382 | 26 642 | 2 923 |
| Ricin | 18 306 | 2 112 | 15 352 | 2 888 |
| Fibre de coco | 10 650 | 65 | 8 206 | 245 |
| Soie | 5 181 | 111 | 4 975 | 166 |
| Palmistes | 2 299 | 8 650 | — | 70 123 |
| Huile de palme | 1 793 | 14 181 | 85 | 34 039 |
| PRODUITS DU SOUS-SOL | | | | |
| Combustibles solides — Houille crue | 21 595 720 | 149 280 | 21 279 500 | 341 500 |
| Combustibles solides — Agglomérés | 988 000 | — | 1 348 550 | 450 |
| Combustibles solides — Coke | 2 304 000 | — | 3 860 000 | — |
| Combustibles liquides — Pétrole brut | 2 738 630 | 370 | 6 150 950 | 1 050 |
| Combustibles liquides — Essence | 1 664 000 | — | 614 800 | — |
| Fer (minerai) | 520 510 | 37 490 | 674 600 | 246 400 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| PRODUITS DU SOUS-SOL | 1933 | | 1937 | |
|---|---|---|---|---|
| | de l'étranger | des colonies | de l'étranger | des colonies |
| Manganèse (minerai) | 504 570 | 2 430 | 144 210 | 48 200 |
| Pyrites | 457 000 | — | 535 000 | — |
| Soufre (minerai) | 329 000 | — | 37 930 | — |
| Zinc (minerai) | 170 950 | 3 050 | 145 600 | 11 400 |
| Zinc (métal) | 54 680 | 2 020 | 31 750 | 4 750 |
| Cuivre (minerai) | 269 | 1 | 75 | 2 |
| Cuivre (métal) | 133 260 | 1 740 | 138 500 | 2 000 |
| Plomb (minerai) | 16 910 | 1 090 | 37 700 | 5 000 |
| Plomb (métal) | 120 290 | 13 510 | 52 200 | 23 100 |
| Phosphates | 65 400 | 918 600 | 101 400 | 911 600 |
| Sel (NaCl) | 41 100 | 55 500 | 35 000 | 15 000 |
| Chrome (minerai) | 18 700 | 1 800 | 38 170 | — |
| Étain (minerai) | 2 410 | 40 | 33 | — |
| Étain (métal) | 10 585 | 145 | 9 060 | 990 |
| Mica (brut) | 145 | 55 | 637 | 62 |
| Cobalt (minerai) | 10 | 110 | 96 | 1 024 |

Comment améliorer et augmenter encore la production coloniale?

Tout d'abord, en étendant aux produits auxquels elle n'a pas encore été appliquée, la formule de soutien dont je parlais tout à l'heure formule qui consiste à établir, à l'entrée en France de certaines matières premières, une taxe légère qui sert à alimenter une caisse grâce à laquelle pourra être accordée une prime aux producteurs coloniaux des mêmes matières, prime proportionnée au tonnage qu'ils exporteront. C'est ainsi qu'ont été établies des taxes de 0,30 fr par kilogramme de caoutchouc importé, 0,15 fr par kilogr. de manioc, 0,70 fr par kilogramme de tapioca, 0,20 par kilogr. de sisal, 0,05 fr par kilogr. de bananes, 0,40 fr par kilogr. de café, 0,02 fr par kilogr. de coton (taxe tout à fait insuffisante pour ce dernier produit). Grâce aux ressources fournies par la taxe, l'État a pu, sans prélever sur ses recettes budgétaires, donner aux producteurs dont le prix de revient dépassait momentanément le prix de vente (soit en raison de la crise économique, soit parce que leurs plantations ne donnaient pas encore leur plein rendement) une prime leur permettant, non de réaliser un bénéfice, mais d'éviter un déficit. C'était une sorte d'assurance contre les pertes de début. Le résultat a été remarquable. La production des matières telles que le caoutchouc ou la banane, dont il y a 10 ans nos colonies n'exportaient pas une tonne, s'est accrue au point de dépasser les besoins de la consommation française. Nous produirons cette année plus de 60 000 t de caoutchouc pour une consommation française de 30 000 t, et 180 000 t de bananes pour une consommation française de 175 000 t.

Ce succès commande l'extension de la méthode aux matières qui n'en ont pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bénéficié jusqu'ici et dont la production est hautement désirable, telles que la laine, le coton, la cellulose, la soie, le cuivre, dont l'importation globale en France représente une valeur de 6 à 7 milliards. C'est ce qu'a demandé au Ministre des Colonies, en mars dernier, la Commission agricole du Conseil supérieur de la France d'Outre-mer que j'ai l'honneur de présider, avec l'unanime assentiment de ce Conseil. Je veux espérer que son vœu sera exaucé!

Je dois dire que la politique de soutien ne peut être considérée que comme un régime provisoire. Son succès, en effet, la rend, à un moment donné, inopérante. En effet, le jour où il n'entrera plus en France, grâce à elle, que des matières coloniales françaises, la taxe qu'on leur demandera d'acquitter deviendra égale à la prime qu'on leur ristournera à titre d'encouragement. Elle sera même plutôt inférieure, car lorsqu'on met une administration publique dans un circuit, elle retient toujours quelque chose au passage pour payer ses frais généraux et rémunérer ses bons services. Le fisc a généralement un peu de colle aux doigts et les espèces qu'il manie ont une puissance d'évaporation dont on ne saurait trouver l'explication dans les traités de chimie. L'Office du Blé l'a prouvé surabondamment!

La protection douanière ne profite qu'au moment où elle favorise l'exempté contre la concurrence de celui qu'elle atteint. Le jour où les exemptés produisent plus que ne peut consommer leur clientèle, la concurrence s'établit entre eux et ils abandonnent tout ou partie de leur privilège au profit de leurs clients pour obtenir leurs préférences. Le fait a été constaté pour le cacao. Ce produit a été frappé d'un droit de douane de 2,10 fr par kilogr. à l'entrée en France, ce qui a procuré une prime fort avantageuse pour les planteurs de la Côte d'Ivoire et du Cameroun. Tant que leur production n'a pas dépassé le chiffre de la consommation française, qui est actuellement d'environ 45 000 t, ils ont pu vendre leur cacao 2,10 fr de plus que les producteurs étrangers, qui avaient à acquitter un droit d'entrer de ce montant. Mais quand la production coloniale a atteint 80 000 t, ce qui est le cas présentement, les planteurs ont dû abaisser leur prix pour obtenir la préférence du client, si bien qu'actuellement ils ne bénéficient plus de la prime de 2,10 fr qui leur a été accordée; c'est le consommateur qui en profite... ou plutôt qui devrait en profiter, car je ne crois pas que le prix du chocolat ait baissé dans la même proportion que celui du cacao. Il faut dire que le chocolat contient 50 p. 100 de sucre et que les droits sur le sucre ont beaucoup augmenté!

Les mesures de soutien sont donc des mesures temporairement très efficace mais, si l'on veut développer la production coloniale et assurer la prospérité de notre Empire, elles doivent être complétées par des mesures plus durables, plus générales, plus normales. Ce sont ces mesures d'ordre général que je voudrais maintenant examiner.

***

Ceci va m'amener à rappeler quelques principes élémentaires d'économie politique, car cette science, ou cet art, s'applique aussi bien dans les pays chauds ou primitifs que chez les États civilisés des continents tempérés. Ses lois ne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

varient pas suivant le climat et la couleur de la peau des populations. La production est, partout, tributaire du travail, du capital, des moyens de transport, de l'outillage, des méthodes scientifiques qu'elle met en œuvre ; ce sont donc ces divers facteurs essentiels qu'il nous faut examiner en nous demandant s'ils ont été utilisés au mieux, dans la France extérieure, et si des méthodes plus appropriées n'aboutiraient pas à de meilleurs rendements et à une plus grande création de richesse.

Si je formule quelques critiques à ce propos, je vous demande instamment de n'y pas voir la marque d'un esprit de dénigrement et d'un pessimisme quelconque. J'admire, au contraire, de tout cœur, nos colons et nos fonctionnaires. J'irai même jusqu'à dire que, connaissant les chefs d'entreprises et les fonctionnaires de la métropole aussi bien que ceux de nos possessions, je juge ces derniers supérieurs aux premiers parce que la vie difficile qu'ils mènent a développé chez eux des qualités d'énergie, d'initiative, de décision, d'endurance qui expliquent leur plus-value. La lutte trempe les caractères et aiguise les esprits. Cela ne m'interdit pas de porter un jugement, non sur les hommes mais sur les conditions qui leur sont faites et sur la situation dont ils sont victimes plutôt que responsables. Ce qui a manqué jusqu'ici sur le plan colonial c'est la tête, c'est la conception primordiale, l'étude préalable du problème général à résoudre et les moyens d'exécution nécessaires pour le résoudre une fois qu'on l'a clairement énoncé.

Cette déficience s'explique par le fait que l'Empire français n'est pas issu d'une volonté supérieure de la Nation et de ses gouvernements, mais des volontés éparses et isolées de bons Français, animés d'une foi sans écho et de possibilités de réalisation malheureusement limitées à leurs ressources individuelles et à la courte durée de leur existence active. Je n'apprendrai rien à personne en disant que la conquête de l'Empire fut l'œuvre de quelques hommes qu'anima cette impulsion mystérieuse et forte à laquelle je faisais allusion au début de mon exposé, mais que les Pouvoirs publics hypnotisés par les problèmes européens soutinrent longtemps par saccade et sans conviction. Cet état d'esprit s'est un peu modifié depuis la guerre et surtout durant ces dernières années, mais il n'est pas encore tel que le Gouvernement soit décidé à placer, comme il le devrait, les problèmes coloniaux sur le même plan que les problèmes métropolitains. Et cela s'explique en deux mots : il n'y a pas du côté colonial la pression électorale qui s'exerce quand il s'agit de questions métropolitaines. L'électeur français ne se rend pas encore compte, en effet, du rôle décisif que peut jouer l'Empire pour la sauvegarde de sa sécurité et de sa richesse ; jamais il ne lui viendra à l'idée de demander aux candidats qui l'affrontent de présenter un programme sur la mise en valeur de l'Empire. S'il existait des candidats capables de le faire, ce qui est douteux, leurs auditeurs seraient eux-mêmes incapables d'apprécier les opinions qui leur seraient exposées ! L'ignorance serait égale de part et d'autre ! La faute en est pour beaucoup à l'instituteur et à tous les maîtres de notre enseignement qui sont restés fermés à la conception de la France impériale. Rien d'exact ne leur a été enseigné, à eux-mêmes, ni par leurs maîtres, ni par leurs lectures, ni par leurs voyages, ni par les auteurs classiques dont ils se nourrissent. Il faudra

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'ils y viennent, et ils y viendront... comme le paysan est venu à l'électricité, à l'engrais et aux coopératives. Mais ils en sont encore bien éloignés.

*Censuré.*

le Ministère des Colonies dispose de moyens d'action dérisoires. C'est le seul dont le personnel n'a pas été augmenté depuis qu'il existe. Il comprend encore 27 rédacteurs pour un empire grand comme 20 fois la France!

Pouvait-on demander à ces quelques fonctionnaires *rari nantes in gurgite vasto*, qui cumulent la tâche de 10 départements ministériels métropolitains puisqu'ils s'occupent de la politique, de l'économie, de la justice, des services pénitentiaires, de l'armée coloniale, des travaux publics, des mines, des finances, du commerce, des transports maritimes, d'établir pour des ministres dont l'ignorance ne diminuait pas la présomption des plans d'action raisonnés, et d'en assurer l'exécution! Et pourtant des progrès ont été réalisés durant ces dernières années. L'application de la politique de soutien dont je vous ai parler l'atteste éloquemment. On peut donc nourrir quelque espoir en l'avenir, et formuler des suggestions dans la pensée qu'il en sera enfin tenu compte et que le fruit de longues expériences et de mûres réflexions sera cueilli!

Je vais donc m'arrêter quelques instants à l'examen, du point de vue de la production coloniale, des divers facteurs de cette production que j'énumérais il y a un instant : travail, capital, distribution, méthodes scientifiques.

*
* *

Le problème de la *main-d'œuvre* domine celui de la production, aux colonies comme ailleurs. Il s'y présente, pourtant, sous un aspect plus favorable que dans les vieux États où l'on est davantage tributaire des fautes commises dans le passé et dont beaucoup sont irréparables. En Europe comme aux États-Unis, on a, depuis un siècle, envisagé ce problème sous son aspect national, sans tenir compte de l'existence de pays étrangers, en tablant sur une supériorité momentanée des entreprises industrielles qu'on croyait intangible et éternelle. Dans un souci de générosité, très naturel quand on considère la situation pitoyable de l'ouvrier au début du siècle dernier, on a majoré les salaires dans une proportion qui est passée de 1 franc-or par jour en 1830 à 50 francs-papier en 1938, sans s'inquiéter de la prime formidable qu'on donnait aux concurrents étrangers (japonais, chinois, indous), qui maintenaient les salaires bas, tout en s'outillant de la façon la plus moderne. Les vieux pays subissent ainsi un dommage dont leurs ouvriers risquent d'être les premières victimes. Je me permets de dire que s'ils espèrent se tirer de cette impasse par la révolution sociale ils se trompent, à moins que cette révolution ait pour principal effet, comme en Russie, de ramener les salaires aux niveaux les plus bas qu'ils aient jamais atteints,... ce qui attesterait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la duperie dont aurait été victime le monde ouvrier! Dans nos colonies l'erreur des métropoles avait été évitée jusqu'en 1936. A cette époque, le Gouvernement de Front populaire voulut introduire les lois sociales nouvelles sur tous les territoires de l'Empire et relever considérablement les minima de salaires. Le marteau et la faucille devinrent l'emblème de cette révolution, et leur prestige néfaste détermina l'agitation et la grève chez des populations jusqu'alors paisibles et satisfaites.

Mais l'application de la législation sociale n'est guère facile dans des pays où n'existe pour ainsi dire pas de prolétariat, où le nombre des ouvriers employés par des entreprises européennes est infime, où le sort de ceux-ci est d'ailleurs infiniment plus doux que celui des ouvriers employé par les patrons ou les chefs indigènes, où la population comprend surtout des paysans travaillant pour leur compte. A ces divers travailleurs, l'application d'une législation sociale est impossible. En effet, l'autorité administrative ne s'exposera jamais au mécontentement et aux protestations que provoqueraient des mesures de coercition et de rigueur prises dans ce but. Pour contraindre 60 millions d'indigènes, il faudrait plusieurs armées coloniales : nous ne les avons pas, et, si nous les avions, elles auraient mieux à faire que de jouer le rôle de policier fiscal ou social. Les mesures prises ont donc gêné les colons, diminué leur influence sur leur personnel, aggravé leur prix de revient; elles ne sont pas sorties du champ restreint de la colonisation européenne. Elles ont cependant découragé les entreprises nouvelles, ou empêché le développement de celles qui existaient. A cet égard elles se sont révélées déplorables. Le Gouvernement actuel s'en rend compte; il comprend que l'effort à faire pour accroître l'activité laborieuse dans nos possessions n'est pas tant du côté de la hausse des salaires, dont ne profitent que quelques individus, qu'en faveur de la protection et de l'éducation des populations.

Il faut déterminer l'augmentation de la main-d'œuvre utile. C'est-à-dire, d'abord, comme le proclamait le Gouverneur général Carde : « faire du nègre ». Ensuite sauvegarder ceux qui naissent contre la mortalité infantile, les épidémies, les maladies qui font tant de victimes dans la jeunesse puisqu'on constate un déchet de 50 p. 100 sur les naissances durant les quatre premières années de l'enfance. Il faut mettre à la disposition de populations qui s'accroissent suivant une cadence très rapide les terres cultivables dont elles ont besoin pour éviter la famine. J'ai estimé à 3 milliards par an la dépense nécessaire pour cet aménagement, au profit d'un million d'individus, chiffre représentant l'accroissement annuel de notre population indigène.

De ces populations il faut avant tout faire des paysans, et non des prolétaires, leur donner le goût de la propriété individuelle et non collective, régime actuellement dominant, pour les attacher au sol et leur inspirer l'attrait du gain et du bien-être; il faut, en un mot, en faire la réplique de nos paysans en France, image fidèle et émouvante des vertus de la nation, symbole de sa puissance et de sa solidité. Je ne veux pas dire que la colonisation européenne doit être sacrifiée, ou seulement qu'elle ne mérite aucun encouragement. Elle est au contraire nécessaire; elle servira de modèle aux entreprises indigènes, formera des ouvriers

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

habiles, capables ensuite de travailler à leur compte. Les cultures qui exigent le concours de la science et de la technique ne pourront de longtemps être confiées à des indigènes. L'exploitation minière, les industries mécaniques ou chimiques auront besoin de cadres européens et des capitaux de la métropole tant que la science et l'épargne n'auront pas pris la même place dans nos possessions lointaines que dans la Métropole.

Il ne suffit pas que nous accroissions l'effectif des travailleurs dans ces possessions. Il faut aussi que nous en augmentions la qualité par un *enseignement* approprié, c'est-à-dire *surtout professionnel*. L'indigène est attiré vers l'école qui lui donne une instruction générale et lui permet de devenir fonctionnaire plutôt que vers celle qui peut faire de lui un bon cultivateur ou un bon artisan. Il s'imagine qu'en participant à l'administration de nos colonies il s'élève à un rang supérieur où il est associé à notre souveraineté et prend autorité sur ses congénères. Il se figure qu'il y trouvera l'occasion de montrer à leur égard un certain despotisme, d'y commettre des abus et de ménager sa peine, toutes choses aussi attrayantes pour l'indigène que pour l'Européen. Si l'on exagère beaucoup quand on affirme que le noir est un paresseux invétéré, on a le droit de dire que beaucoup d'entre eux sont partisans du moindre effort. A tort ou à raison, en Afrique comme en Europe, les emplois administratifs paraissent être ceux qui se concilient le mieux avec cette inclination ! Il est indispensable de réagir contre une tendance aussi fâcheuse, et qui a produit de si déplorables effets dans la métropole. Tâchons de voir plus clair en pays noir qu'en pays blanc pour éviter de sombres déceptions!

*
* *

J'aborderai, maintenant, le facteur « *capital* ».

Former une main-d'œuvre abondante et experte est la condition première des progrès de la production coloniale. Mais, pour utiliser cette main-d'œuvre, aménager la terre, créer des exploitations agricoles, industrielles ou minières, il faut aussi disposer de capitaux considérables. Faute d'épargne locale, c'est l'épargne métropolitaine qui fournira ces capitaux indispensables. Un peuple pauvre ne peut pas aspirer à jouer un grand rôle dans la colonisation . . . . . .

*Censuré.*

J'étais récemment en Libye, où je visitais avec le plus grand intérêt l'effort remarquable fait par l'Italie en vue d'y installer chaque année 20 000 paysans prélevés sur ses excédents de population qui, vous le savez, atteignent chaque année 500 000 unités environ. J'ai appris, de la bouche même du maréchal Balbo, que chaque ferme créée exige une immobilisation de 150 000 lires. Pour installer 6 000 fermes chaque année il faut dépenser 900 millions de lires; si l'Italie voulait expatrier 500 000 individus chaque année, il faudrait qu'elle dépensât annuellement 22 milliards de lires !

*Censuré.*

Nos voisins d'Outre-Manche ont investi dans leur Empire plus de mille milliards de francs actuels;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais cet investissement les rémunère largement. Les revenus du peuple anglais, vous ne l'ignorez pas, proviennent pour une part importante de leurs placements coloniaux. La France a eu le tort de ne pas imiter cet exemple. Ses placements coloniaux n'atteignent pas 40 milliards. Elle a été plus généreuse à l'égard des pays étrangers, puisqu'elle a donné 18 milliards de francs-or à la seule Russie et continue à fournir chaque année aux Etats d'Europe quelques milliards qui sont employés pour une trop large part en commandes à l'Allemagne. Contre cette politique financière une réaction est nécessaire. Il faut nous persuader que l'essor de l'Empire ne saurait être accéléré sans capitaux. Ce n'est pas avec des discours et un élan unanime de patriotisme qu'on construit une usine d'aviation dans la métropole; c'est avec de l'argent. C'est de même avec de l'argent qu'on développera la production coloniale et non en écrivant dans les journaux : « Nous sommes bien décidés à développer l'activité économique de l'Empire! » On a trop dit que les paroles pouvaient avoir un pouvoir magique. Il n'y a pas de magie, fût-elle noire, qui puisse remplacer les billets de banque!

La Conférence coloniale l'avait si bien compris qu'elle demanda et obtint du Gouvernement la constitution d'un Établissement de crédit colonial destiné à faire outre mer ce que le Crédit national a fait si opportunément dans la Métropole. Cet établissement était destiné à consentir des prêts sous certaines conditions aux entreprises existantes, non à faciliter la création d'entreprises nouvelles. Son champ d'action étant ainsi restreint, le Crédit colonial n'a pu intervenir depuis quatre ans que dans une mesure insuffisante puisque l'ensemble de ses opérations durant cette période n'atteint pas 13 milliards. Son rôle est donc utile, mais il ne répond pas à toutes les nécessités. Il faut que le capitaliste français intervienne directement en fondant de nombreuses entreprises sur tous les points de l'Empire. On dira sans doute que les initiatives qu'il a prises jadis dans ce but n'ont guère été encouragées par le succès. Il est vrai que beaucoup de sociétés coloniales ont, dans le passé, subi des épreuves cruelles pour leurs actionnaires; mais il en est aussi qui ont brillamment réussi et qui occupent dans nos cotes boursières une place enviée. Le capitaliste n'a pas toujours fait des choix judicieux dans ses placements. Il n'a pas su discriminer les hommes ou les affaires qui lui étaient présentées. Il a cherché le placement spéculatif de préférence au placement solide. Les échecs éprouvés il y dix ans n'autorisent pas une condamnation définitive car, depuis lors, il s'est formé des états-majors de chefs qui n'existaient pas antérieurement. On connaît mieux la matière coloniale; on a profité desexpériences faites. On connaît ceux qui méritent d'être aidés et ceux qu'il faut éviter de suivre!

Si les autorités administratives veulent montrer un peu de sympathie à ceux qui portent leurs capitaux dans nos colonies et les seconder au lieu d'entraver leur activité et d'envier leur succès, — état d'esprit qui est encore trop fréquent, — si les Pouvoirs publics consentent à encourager les placements coloniaux par des exemptions fiscales (droits de timbre, droit de transmission, droits de constitution, impôts sur le revenu), les capitaux français pourront s'employer avec fruit dans nos possessions et assurer le progrès qui est impossible sans le concours de l'épargne française.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce concours est utile aussi pour les emprunts publics coloniaux, dont la réalisation s'impose si nous voulons doter l'Empire français de l'outillage public qui lui fait défaut et sans lequel ses richesses naturelles resteront inutilisées et inutilisables. A cet égard on ne peut dire que l'épargne se dérobe. Les emprunts coloniaux ont toujours été en faveur dans le public. Mais c'est l'État qui ne veut pas son argent parce que le Ministre des Finances prétend réserver celui-ci pour les besoins de la Métropole. La rue de Rivoli est, quoi que l'on puisse en penser, à mille lieues de la rue Oudinot! Ces noms impériaux ne fraternisent pas. On ne résiste pas à une demande du Quai d'Orsay en faveur de la Yougoslavie ou de la Roumanie; mais quand on entend parler d'un emprunt de deux milliards pour construire le Transsaharien, qui doit permettre de donner une charpente à l'Afrique française, de transporter les troupes noires au bord de la Méditerranée et de créer entre nos deux Afriques françaises un courant d'échanges continus, tous les rédacteurs du Pavillon de Marsan crient au scandale : au lieu de voir noir ou jaune, ils voient rouge.... Singulier daltonisme! C'est ainsi que durant les sept dernières années, sur les emprunts votés par les Chambres, nos Ministres des Finances n'ont pas autorisé l'émission sur notre marché de plus de 3 milliards 766 millions que se partagent l'Algérie, le Maroc, Djibouti, l'A. E. F., l'A. O. F., Madagascar et la Guyane! En francs Bonnet, cette libéralité ne représente pas, on s'en doute, une amélioration d'outillage très appréciable pour chacune de ces colonies! Il y a là une erreur regrettable et dont nous pourrions payer cher les conséquences. Il ne faut pas oublier en effet que le monde entier a les yeux fixés sur notre politique coloniale, car il y a de nombreux compétiteurs intéressés à démontrer que le poids qu'elle entraîne est trop lourd pour nos épaules. N'est-il pas juste de dire que la démonstration de la puissance d'un État ne résulte pas seulement de son potentiel de guerre. Elle se trouve aussi dans son potentiel de paix. Si nous prétendons conserver le second rang parmi les peuples coloniaux, nous devons justifier de progrès et de moyens d'action qui soient à la hauteur de la tâche que nous avons assumée!

*Censuré.*

Il y a donc, à mon avis, autant pour des raisons politiques que pour des raisons économiques, une obligation impérieuse pour notre Gouvernement à établir un programme financier plus solide, plus régulier, plus large pour assurer l'essor de la production coloniale avec le concours des capitaux privés qu'il encouragera par les mesures très simples que j'ai brièvement indiquées.

*
* *

L'accroissement des moyens financiers mis à la disposition de l'Empire permettra de le doter de l'*outillage public* sans lequel sa production serait sans emploi. Il ne faut pas oublier, en effet, qu'une grande part des produits coloniaux ne sont pas destinés à être consommés sur place mais doivent être exportés sur



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les marchés où se trouvent les acheteurs. Le coton, la laine, le café, les métaux ont leur clientèle non en Afrique et en Asie, mais en Europe ou en Amérique. Il faut donc qu'ils puissent atteindre ces marchés sans être grevés de frais de transport qui en majorent le prix de façon excessive. D'où la nécessité de créer des routes, des voies ferrées, des ports pour assurer cette évacuation dans des conditions comparables à celles qu'obtiennent les produits concurrents. Il faut donc que l'outillage public de nos colonies soit équivalent à celui des colonies étrangères. S'il n'en est pas ainsi, d'immenses territoires coloniaux resteront aussi inutilisables que s'ils étaient dans la lune, au plus grand dommage des Français d'Europe et des populations qui les habitent. Nous avons, à cet égard, rempli une partie de notre tâche, mais une partie seulement. Les autres États coloniaux nous ont dépassés. Il nous reste à construire le Transafricain, plusieurs lignes ferrées en Afrique occidentale et en Afrique équatoriale, un réseau routier plus solide, des ports plus accessibles. Nous avons aussi d'importants travaux d'irrigation à entreprendre pour être capables de nous aligner avec les grands États coloniaux. Le programme d'outillage public existe. Il a été étudié avec le plus grand soin depuis 20 ans. Il peut être exécuté du jour au lendemain, à la cadence que permettent toutefois les ressources en main-d'œuvre dont disposent nos diverses colonies. Il suffit que le Grand Argentier y prête la main. Je m'empresse d'ajouter que les circonstances présentes et les menaces qui nous entourent interdisent aux coloniaux de demander un geste large à M. Paul Raynaud. Elles les autorisent d'autant plus à regretter que ce geste n'ait pas été fait plus tôt. A l'heure grave que nous vivons nous trouverions dans l'exécution du programme imprudemment retardé des motifs de confiance supplémentaires!

*
* *

Il me reste à parler d'un dernier facteur du progrès de la production coloniale : du *concours de la science et de la technique*. Avec ses apparences de savant à lunettes ou de collaborateur silencieux comme sont d'ordinaire les hommes de science qui l'escortent, ce facteur n'est pas moins important que les autres. Il se présente sous deux aspects : l'étude purement scientifique, qui permet, de découvrir des règles de cultures nouvelles, de déceler un ennemi des plantes, d'analyser des terres, de combattre une maladie, de découvrir la présence d'un minerai dans le sol; la collaboration de techniciens chargés sur place de diriger les travaux de culture, de prospecter les terrains, de combattre des parasites, de faire l'éducation des indigènes. Les deux fonctions sont éminmement utiles. Toutes deux exerce une action essentiellement féconde. C'est grâce à la science qu'on est parvenu à la greffe de l'hevea qui a permis d'augmenter de 400 p. 100 le rendement des plantations de caoutchouc d'Extrême-Orient. C'est grâce aux techniciens que, par l'application de bonnes méthodes de culture et à la surveillance des planteurs indigènes, le rendement des champs de cotonniers est passé de 200 à 800 kg/ha au Congo belge. Les exemples de ce genre pourraient être multipliés à l'infini.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De ce côté aussi nous sommes en état d'infériorité vis-à-vis de l'Angleterre, de la Hollande et de la Belgique, non pas que nous ne possédions des savants hors de pair et des techniciens animés d'ardeur et de bonne volonté, mais parce que nous n'avons pas discipliné notre effort et créé une organisation solide et dotée de moyens d'action suffisants.

Il existe à Paris cinq ou six organismes qui se livrent à des études scientifiques à leur gré, sans directives, sans crédits suffisants. Leur effort serait autrement fécond s'il était soumis à une direction unique et alimenté par un budget régulier. De même, dans nos colonies, les Services agricoles sont traités en parents pauvres. Quand le budget de la colonie est en déficit, c'est aussitôt sur eux que l'on cherche à faire des économies. Ils deviennent du jour au lendemain squelettiques ou même disparaissent comme les génies des Mille et Une Nuits. Les établissements locaux spécialisés dans les études concernant une production déterminée font défaut ou n'ont qu'une existence précaire. On ne se rend pas compte des services qu'ils rendent et des économies qu'ils peuvent procurer aux entreprises futures ou existantes. S'il y avait eu un service chargé de l'étude de la culture du thé, il aurait pu renseigner les sociétés qui sont venues s'installer en Indochine il y a dix ans, sur les terrains convenables, le choix des plants, les conditions de la culture, et aurait sans doute permis à ces sociétés d'éviter une perte de 150 millions due à leur inexpérience et à l'ignorance des éléments de succès et des dangers inhérents à leur entreprise. On ne saurait donc trop souhaiter que le Département des Colonies, qui a toujours été peu favorable à l'établissement, rue Oudinot, d'une Inspection générale de l'Agriculture, de l'Élevage et des Forêts, renonce à cette hostilité et constitue fortement un service chargé de discipliner les organismes scientifiques qui s'occupent des produits coloniaux dans la Métropole et de contrôler les travaux poursuivis dans chaque colonie.

***

J'ai fait rapidement devant vous l'examen des facteurs dont dépend le progrès de l'économie coloniale. S'il était tenu compte des vœux dont je me suis fait l'inhabile traducteur, celle-ci progresserait rapidement de la façon la plus profitable aux indigènes et à la Métropole. J'ajouterai qu'il faut éviter que cette progression se fasse dans une direction qui pourrait nuire à certaines productions métropolitaines. C'est une crainte qui a été exprimée, non sans vivacité, par les agriculteurs métropolitains, notamment en ce qui concerne le blé, le vin, le riz et certaines céréales secondaires. Les difficultés ont été à peu près résolues par des accords dont l'Afrique du Nord a fait d'ailleurs les frais pour le blé et le vin. On travaille à les aplanir pour le riz et le maïs. Par contre, il faut demander aux métropolitains de ne pas dépasser la mesure comme ils me paraissent le faire quand ils réclament le contingentement des bananes sous prétexte qu'elles nuisent à la consommation des fromages! Chacun doit se montrer tolérant et faire preuve de bonne volonté.

Le même appel doit être adressé aux industriels qui protestent contre une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

industrialisation éventuelle de nos colonies. Je souhaite sincèrement qu'une concurrence systématique ne s'établisse pas entre la Métropole et nos colonies sur le terrain industriel. Mais il faut penser que nous n'avons pas le droit de limiter l'activité de nos populations indigènes à la production des matières premières extraites du sol ou du sous-sol. Il y a des régions où cette activité ne peut suffire pour assurer l'existence de ces populations. Dans le delta du Tonkin qui est surpeuplé, par exemple, et dont la superficie cultivable est insuffisante pour nourrir sa population, il est indispensable qu'une industrie soit créée pour que les indigènes puissent gagner les salaires qui leur permettent d'acheter des vivres dans les régions agricoles. D'autre part, il est des fabrications qui doivent être entreprises à proximité des terres où l'on produit les matières qu'elles transforment; il est des colonies où les articles fabriqués en Europe ne peuvent, en raison des frais de transport, parvenir à des prix concurrençant ceux de l'industrie locale ou ceux des marchandises similaires provenant de pays limitrophes, tels que le Japon pour l'Extrême-Orient. Interdire certaines fabrications dans les colonies serait donc une hérésie économique et une faute politique que nous risquerions de payer cher et qui ne procureraient, au surplus, aucun profit à notre industrie métropolitaine. Il appartient à celle-ci de tirer parti de nos colonies, non à la faveur d'interdictions inopportunes, mais en s'établissant, elle-même, sur nos terres lointaines (comme elle l'a fait parfois à l'étranger pour éviter des droits d'entrée prohibitifs), en obtenant les facilités, les appuis que lui donne sa nationalité en des pays soumis à notre administration, à notre législation, et où elle est certaine de rencontrer la sympathie et l'appui de colons désireux de l'aider, de s'associer à elle et de lui apporter les fruits précieux de leur expérience et de leur autorité.

*
* *

Messieurs, nous avons parcouru, bien rapidement, et très incomplètement, le vaste champ des problèmes que posent la colonisation et l'établissement d'une économie impériale. Je voudrais maintenant résumer cette étude hâtive.

A la base de mes conclusions, je dois placer cette idée maîtresse : il ne suffit pas que les Français prononcent avec ferveur le mot d'Empire; il faut encore, si je puis ainsi m'exprimer, qu'ils pensent impérialement, c'est-à-dire qu'ils se convainquent qu'ils ne doivent plus considérer les intérêts français du seul plan métropolitain, mais à l'étage supérieur, ce qui les oblige à voir dans leur patrie un État qui a 110 millions d'habitants (200 dans un siècle), qui s'étend sur l'ensemble du globe, qui réunit sous un même pavillon des races différant par leur couleur, par leur religion, par leur degré de civilisation, par la variété infinie de leurs intérêts locaux, de leurs traditions et de leurs aspirations. Il faut qu'ils se rendent compte, aussi, que si l'existence d'un empire coloniale leur confère des droits avantageux et lucratifs, il comporte aussi des devoirs nombreux et parfois lourds. S'il est certain pour moi que nous arriverons à fondre les races groupées sous notre égide en une seule nation, animée du même patriotisme et obéissant aux mêmes ambitions, il l'est aussi que cette fusion ne sera

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas immédiate : elle devra se faire par étapes, en passant par des états intermédiaires qu'il faudra aménager habilement et prudemment d'après un plan mûrement réfléchi et préparé longtemps à l'avance. Si ce plan n'existe pas, s'il n'est pas appliqué avec méthode, compétence et sagesse, nous risquons de pénibles déboires. Un échec serait l'effondrement de la puissance française et nous réduirait au rang de petite nation, qui n'est digne ni de notre passé, ni de la haute valeur de notre race.

Dans l'évolution actuelle du monde, le rôle de petite nation est de moins en moins enviable : de récents événements le prouvent sans qu'il y ait lieu, me semble-t-il, d'insister. Nous devons, à tout prix, rester une grande nation et nous ne le serons que si nous réalisons effectivement l'Empire dont, par une merveilleuse fortune, nous avons tous les éléments en mains. Si nous le réalisons nous serons avec les États-Unis et l'Angleterre une puissance matérielle et morale qui, sans menacer personne, sera digne d'envie et d'admiration.

Pour réussir nous devons créer une organisation politique basée sur l'unité de direction, la stabilité de cette direction, la francisation de l'âme indigène et la préparation d'un régime fédéral donnant aux différentes possessions assez d'autonomie pour se bien administrer et satisfaire leurs populations sous le contrôle d'un pouvoir central établissant les directives favorables à laprospérité générale, assurant la défense et la protection de l'Empire ainsi que ses relations avec les autres États. Ceci est le côté politique sur lequel je n'avais pasà m'étendre mais dont l'influence sur l'organisation économique méritait d'être signalée.

Au point de vue économique, qui intéresse le bien-être et la satisfaction matérielle des populations, le programme à suivre doit être établi, non au jour le jour, mais pour une longue période et suivi avec continuité dans le cadre des indications générales que je me suis permis de vous donner.

Il ne saurait être question d'établir une autarcie brutale, complète, restrictive de tous échanges avec les pays étrangers, basée sur une protection douanière prohibitive, qui créerait la vie chère et le mécontentement. La protection accordée aux marchandises françaises doit être modérée; par contre, toutes les mesures nécessaires doivent être prises pour augmenter la production coloniale et favoriser la consommation par les indigènes des articles français.

Pour augmenter la production coloniale, il faut intensifier le concours de tous les facteurs de cette production : travail, capital, outillage public et privé, ressources scientifiques et techniques. L'accroissement de la population, son éducation professionnelle, le développement de la propriété individuelle et du paysannat indigène, parallèlement à celui de la colonisation européenne, les facilités données aux capitalistes français, — soit pour les entreprises privées, soit pour les emprunts coloniaux, — l'exécution d'un large programme de travaux publics, la place plus large faite aux organismes scientifiques et aux agents techniques mis à la disposition des administrations locales permettront de réaliser des progrès comparables à ceux que l'on admire dans les colonies anglaises, néerlandaises ou belges, et qui se chiffreront par une augmentation des échanges entre la France et ses colonies qui peut rapidement atteindre plusieurs dizaines de mil-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

liards. Nous avons fait des progrès durant ces dernières années, avec des moyens très médiocres, car nous avons dû consacrer nos ressources à réparer les dévastations causées par la guerre, puis à accroître notre armement pour parer aux menaces des puissances autoritaires; le même effort consacré à l'établissement d'une économie impériale nous eût permis de réaliser le programme que nous venons de tracer..... si ce programme avait existé. Il est temps d'établir, au moins, le programme; et l'on peut espérer qu'une fois établi, les circonstances nous permettront de disposer des ressources nécessaires pour l'appliquer.

## COMPTES RENDUS DE LA SOCIÉTÉ

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 29 JUIN 1939[1]

### ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ

**1° Rapport présenté par M. Cornu-Thenard au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de l'exercice 1937.**

Messieurs, les comptes de l'exercice 1937 ont été soumis, conformément à l'article 31 de vos statuts, à votre Commission des Fonds; elle m'a chargé de vous présenter aujourd'hui les résultats de son examen.

Les recettes et les dépenses des Fonds généraux se présentent comme suit :

1re PARTIE : FONDS GÉNÉRAUX

| RECETTES | fr c | DÉPENSES | fr c |
|---|---|---|---|
| 1° Cotisations annuelles des membres ordinaires de la Société. . . . . | 40.523,20 | 1° Bulletin et autres publications de la Société (excédent de dépenses) . | 42.289,15 |
| 2° Arrérages et intérêts divers . . . . . | 78.643,04 | 2° Service de la Bibliothèque . . . . . | 9.887,50 |
| 3° Subvention du Ministère de l'Agriculture . . . . . | 599,70 | 3° Frais d'administration. . | 71.029,00 |
| 4° Recettes diverses . . . . | 150,35 | 4° Immeubles (excédent de dépenses). . . . . | 27.452,00 |
| 5° Recettes d'ordre . . . . | 1.147,90 | 5° Conférences . . . . . | 2.134,20 |
| 6° Prélèvement sur la réserve. . . . . | 36.475,56 | 6° Pension . . . . . | 3.600,00 |
| | | 7° Dépenses d'ordre . . . . | 1.147,90 |
| Total des recettes . . | 157.539,75 | Total des dépenses. . | 157.539,75 |

Les insuffisances, que faisaient ressortir les Rapports précédents, se sont encore aggravées au cours de l'exercice sous revue, du fait tant de

(1) Pour les autres questions portées à l'ordre du jour de cette assemblée générale, voir leur compte rendu dans le *Bulletin* d'août-septembre 1939, p. 450 et 452.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'amenuisement persistant du montant des cotisations annuelles (3 500 fr) et des recettes de tous ordres, que de l'accroissement des dépenses.

Grâce à des compressions sévères, les frais d'édition du *Bulletin* et autres publications de la Société n'ont dépassé que de 2 000 fr les frais correspondants de 1936, malgré le renchérissement de toutes choses; mais les rentrées, par ventes au numéro ou remboursements de tirages à part, sont en régression de 5 700 fr. Par ailleurs, votre Conseil avait pu, l'an dernier, vous vous en souvenez, inscrire exceptionnellement au crédit de ce chapitre une somme de 20 546,20 fr, alors que cette année, compte tenu de dons spontanés de divers membres de la Société, que nous remercions très vivement ici en votre nom, la dotation a dû être réduite à 12 480 fr, ainsi répartie :

| | | |
|---|---|---|
| Dons spontanés de divers membres de la Société . | 980,00 | fr |
| Prélèvement sur la Fondation Baccarat . . . . . | 100,00 | — |
| — — Bapst II . . . . . | 4.000,00 | — |
| — — Fauler . . . . . | 600,00 | — |
| — — Fremont . . . . . | 2.500,00 | — |
| — — Legrand . . . . . | 1.500,00 | — |
| — — Menier . . . . . | 200,00 | — |
| — — de Milly . . . . . | 600,00 | — |
| — sur le Legs Carrion . . . . . | 2.000,00 | — |
| Ensemble . . . . . | 12.480,00 | fr |

Malgré cet apport, c'est encore un déficit de 42 289,15 fr que nous avons à enregistrer. Enfin, la diminution du produit de l'exploitation de vos immeubles et l'obligation de poursuivre l'exécution du programme des travaux urgents d'entretien arrêté en 1934 font apparaître, à ce chapitre, une insuffisance de 27.452 fr. Cet ensemble de résultats défavorables a conduit votre Conseil à vous proposer de prélever une somme de 36 475,56 fr sur la Réserve, pour équilibrer les comptes soumis à votre approbation.

### 2e PARTIE : FONDS SPÉCIAUX ET FONDATIONS

Nous avons la satisfaction de porter à votre connaissance l'inscription comme membres perpétuels, pendant l'exercice 1937, de la Société « L'Accessoire de Précision », des Établissements Jaeger, des Établissements Rigaud, des Ateliers Otis-Pifre, de la Compagnie des Phosphates et du Chemin de fer de Gafsa, des Établissements Sainrapt et Brice, et comme membres à vie de MM. Raymond Martin et Thuloup.

Ainsi que vous nous y avez autorisés antérieurement, nous évitons,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cette fois encore, la dépense relative à la publication détaillée des comptes des divers Fonds spéciaux et Fondations : la lecture du bilan vous renseignera, d'ailleurs, sur l'emploi des sommes correspondantes. Signalons toutefois que les portefeuilles commun et individuels des Fonds généraux et des Fondations se composaient, le 31 décembre 1937, de :

147.368,50 fr de rentes françaises de différents types, et de 828 obligations de chemins de fer, P. T. T. et emprunts coloniaux.

Enfin, sur les revenus des Fondations, il a été prélevé, en 1937, les sommes suivantes.

| | | |
|---|---|---|
| 1° Prix . . . . . | 3.800,00 | fr |
| 2° Médailles aux contremaîtres et vieux ouvriers . | 3.900,00 | — |
| 3° Subventions (dont 11.500 fr au *Bulletin* comme il est dit ci-dessus) . . . . . | 13.712,20 | — |
| 4° Subventions aux auteurs de mémoires parus dans le *Bulletin* . . . . . | 5.130,00 | — |
| Total . . . . . | 26.542,20 | fr |

Nous vous proposons, Messieurs, d'accepter les comptes qui vous sont soumis et nous croyons, en terminant, interpréter fidèlement votre pensée en adressant l'expression de notre reconnaissance aux membres de votre Bureau, sans oublier aucun de leurs collaborateurs : ils ont eu à triompher des difficultés sans nombre que la diminution continue des ressources normales de votre Société oppose à leur gestion et ils ont droit à notre plus entière gratitude.

*Le Rapporteur*
A. CORNU-THENARD.

*Lu et approuvé en assemblée générale, le 29 juin 1939.*

### 2° Rapport des Censeurs sur les comptes de la Société pour l'exercice 1937, présenté par l'un d'eux, M. Alby.

Ainsi que l'avait fait prévoir notre rapport sur les résultats de l'exercice 1936, l'exercice 1937 présente un déficit de 36.475,56 fr dont le rapport de M. Cornu-Thenard explique l'origine ; ce déficit correspond sensiblement aux prévisions que nous avions pu faire dès le début de l'exercice. Les disponibilités de la réserve se sont heureusement accrues, au cours de cet exercice, de 52.117 fr dont la partie principale, soit 36.850 fr, représente la contribution spéciale de nombreux et généreux industriels, et le surplus les arrérages du fonds Jollivet et le solde créditeur de la souscription pour la plaque Lumière. Ces disponibilités permettent de balancer les comptes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1937

## ACTIF

| | fr c | fr c |
|---|---|---|
| Immeuble, 44, rue de Rennes | 600.000,00 | |
| Immeuble, 15, rue Saint-Benoît | 141.452,50 | 2.338.509,55 |
| Portefeuille de la Société (valeur d'achat) | 1.597.057,05 | |
| Portefeuille des Fondations (valeur d'achat) | 1.754.834,31 | |
| Portefeuille du Fonds d'accroissement (fondation Jollivet) (valeur d'achat) | 244.487,92 | 1.999.322,23 |
| Caisse siège social | 11.575,35 | |
| Chèques postaux | 500,52 | |
| Compagnie Algérienne | 87.758,51 | 103.835,04 |
| Comptoir national d'Escompte | 4.000,66 | |
| Fondation Osmond | 2,95 | |
| Subvention du Fonds Loutreuil | 497,50 | 21.795,45 |
| Table décennale | 1.295,00 | |
| Virements | 20.000,00 | |
| Débiteurs divers | | 118.628,42 |
| TOTAL DE L'ACTIF | | 4.582.090,69 |

## PASSIF

| | | fr c |
|---|---|---|
| Valeurs mobilières et immobilières appartenant à la Société | | 2.338.509,55 |
| Valeur des fondations | | 1.999.322,23 |
| Fondation d'Argenteuil | 18.498,63 | |
| — Armengaud | 5.736,50 | |
| — Baccarat | 593,32 | |
| — Bapst I (secours) | 2.686,91 | |
| — Bapst II (recherches) | 1.328,14 | |
| Legs Bardy | 15.997,75 | |
| Fondation Baude (Classe 65, 1867) | 4.674,71 | |
| — Edouard Bourdon | 1.500,00 | |
| — Carré | 1.020,14 | |
| Legs Carrion | 14.846,07 | |
| Fondation Christofle | 2.809,75 | |
| — Christofle et Bouilhet | 4.392,07 | |
| — Classe 21 (1889) | 272,62 | |
| — Classe 51 (1889) | 1.855,64 | |
| — Classe 63 (1889) | 3.741,53 | |
| — Classe 65 (1900) | 1.574,71 | |
| — Danton | 925,92 | |
| — Emmanuel Farcot | 2.049,09 | |
| — Fauler | 3.068,44 | 164.300,89 |
| — Fourcade | 400,65 | |
| — Charles Fremont | 4.586,42 | |
| — Galitzine | 2.247,56 | |
| — Giffard | 1.993,02 | |
| — Legrand | 12.464,89 | |
| — Alfred Letort | 6.341,55 | |
| — Massion | 10.428,76 | |
| — Melsens | 1.672,53 | |
| — Menier | 154,03 | |
| Legs Gaston Menier | 4.157,00 | |
| Fondation Meynot | 5.186,37 | |
| — de Milly | 3.959,50 | |
| — Parmentier (classe 50, 1889) | 1.055,61 | |
| Legs Jules Richard | 1.000,75 | |
| Fondation Félix Robin | 125,64 | |
| — Roy (classe 27, 1867) | 6.562,85 | |
| — de Salverte | 286,55 | |
| — Savalle-Thenard (classe 50, 1867) | 1.060,95 | |
| Souscriptions perpétuelles et à vie | 12.544,30 | |
| Souscriptions au Sanatorium universitaire de Leysin | 500,00 | |
| Créditeurs divers | | 68 069,53 |
| Réserve | | 11.888,51 |
| TOTAL DU PASSIF | | 4.582.090,69 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'exercice 1937 et de laisser encore un compte de la réserve créditeur de 11.888,51 fr.

Mais la situation déficitaire de la Société va se renouveler, en s'aggravant même pour l'exercice 1938, et les ressources extraordinaires recueillies au cours de cet exercice ne suffiront pas pour couvrir l'insuffisance, de telle sorte que nous sommes amenés à renouveler le cri d'alarme que nous avons déjà poussé il y a deux ans, avec l'espoir qu'il sera entendu et que, de nouveau, les généreux industriels qui se sont intéressés à l'œuvre de la Société ne l'abandonneront point. La Société est d'ailleurs décidée à faire des efforts importants pour augmenter l'intérêt de son action et répondre ainsi aux gestes d'encouragement qu'elle a déjà provoqués.

Nous n'avons aucune remarque particulière à faire sur les comptes et nous proposons de les adopter; nous proposons d'adresser à tous les collaborateurs de votre Conseil, et en particulier à son trésorier, M. Matheron, aux secrétaires généraux et à notre agent général nos plus chaleureux remerciements. *L'un des Censeurs*, A. ALBY.

*Lu et approuvé en assemblée générale, le 29 juin 1939.*

---

## COMITÉ D'AGRICULTURE

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

### Les Salons de la Machine agricole de Paris,

par M. André VILLARD, *membre du Conseil.*

De tout temps, au concours d'animaux et de produits ont été annexées des expositions de machines agricoles. Elles étaient autrefois de peu d'importance car, dans les campagnes, la main-d'œuvre était abondante et peu coûteuse, et on ne cherchait pas à diminuer la peine des travailleurs agricoles. En dehors d'intruments de travail du sol très primitifs, il y avait, pour faucher, des faulx ou des serpes, pour faner et ramasser les récoltes, des fourches et des rateaux à bras. Les batteuses à manège et les « trépigneuses » ne furent utilisées régulièrement que plus tard. Et lorsque vinrent les premières faucheuses, les javeleuses et les lieuses il fallait les rentrer chaque soir ou les faire garder car les ouvriers agricoles n'en voulaient à aucun prix, craignant de perdre leur gagne-pain, et ils les détérioraient la nuit.

Les concours agricoles n'étaient donc organisés que pour la présentation des animaux. On choisissait la date et le lieu de leur tenue en tenant compte exclusivement des conditions les plus favorables aux animaux.

Il suffit de se rappeler ce qu'étaient il y a une cinquantaine d'années les concours agricoles au Palais de l'Industrie : les animaux étaient installés à l'intérieur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du Palais; les machines étaient à l'extérieur, sans abri contre les intempéries. Le Concours général agricole qui, avant la guerre, avait lieu en mars, était encore organisé d'après ce principe, de même que les concours nationaux qui se tenaient dans différentes villes de France. On ne tenait jamais compte des nécessités du commerce des machines agricoles pour en fixer le lieu et la date.

En 1913, quelques constructeurs essayèrent de séparer la présentation des machines des concours d'animaux, mais ceux qui avaient préconisé cette méthode se heurtèrent à la tradition. Après la guerre, en 1920, l'idée fut reprise d'organiser un « Salon de la Machine agricole » et le Ministère de l'Agriculture n'ayant pas encore repris les concours généraux, on put la lui faire agréer. Le Salon de la Machine agricole, avec toute l'importance que méritait l'industrie des machines agricoles, fut donc organisé.

Le premier eut lieu au Grand Palais, en 1922; il occupait 8 000 m² environ et comptait seulement 225 exposants, car quelques constructeurs n'avaient pas compris ce que pouvait devenir cette exposition, et ils en attendaient les effets avant de se décider à y participer. Dès l'année suivante, le nombre des exposants doubla presque et, au bout de trois ans, le Grand Palais, bien qu'il fût merveilleusement situé, devint trop petit : il fallut alors transporter le Salon de la Machine agricole au Parc des Expositions qui venait d'être créé; le 4e Salon fut la première exposition de ce genre qui se tint dans ce Parc.

Depuis cette époque le succès des Salons a été chaque année grandissant, et le nombre d'exposants de cette manifestation atteignit en 1929 plus de 600; il est maintenant d'environ 500, et comprend toutes les maisons qui fabriquent en France du matériel agricole, et les agents généraux du matériel étranger. Le mois de janvier ou de février qui a été choisi pour organiser cette exposition est celui qui convient le mieux aux agents pour les marchés de machines agricoles; c'est à ce moment que les revendeurs et les représentants de matériel agricole passent leurs commandes pour la saison, et cela permet aux constructeurs et aux importateurs de s'organiser pour livrer en temps voulu. De plus, les cultivateurs peuvent plus facilement qu'en mars quitter leurs travaux pour venir à Paris. Les Salons de la Machine agricole sont une entreprise strictement syndicale, organisée par l'Union des Exposants de Machines et d'Outillage agricoles, émanation directe des Chambres syndicales de Constructeurs et d'Importateurs; cette Union ne fait aucun bénéfice. Le Ministère de l'Agriculture, à qui l'Union n'a demandé qu'une subvention de principe, patrone cette exposition qui est devenue le marché mondial de la machine agricole. Le Ministère considère même le Salon comme une partie de son Concours général agricole, et cette manifestation est annoncée dans toute la France par une affiche officielle signée du Ministre.

Au dernier Salon, malgré la crise, il y avait pour près de 35 millions de machines exposées, et la surface occupée dépassait 30 000 m².

Les Salons de la Machine agricole sont visités, non seulement par les acheteurs français, mais aussi par un grand nombre d'acheteurs étrangers, qui viennent régulièrement chaque année se rendre compte des fabrications françaises et traiter

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des affaires. Chaque année également, pendant la durée du Salon, se tiennent : le Congrès de la Ligue nationale de Lutte contre les Ennemis des Cultures (depuis trois ans); les réunions du Comité international du Génie rural, et bien d'autres assemblées de groupements agricoles. Une Section des Machines nouvelles, à laquelle le matériel n'est admis qu'après avoir été examiné avec soin par un jury, attire l'attention du public sur les nouveautés réalisées en matière de machines agricoles, et cette section est toujours très visitée.

L'Union des Exposants a tenté, pendant deux ans, d'accord avec le Ministère de l'Agriculture, de faire coïncider le Salon de la Machine agricole avec le Concours général agricole. Le manque de place, la date de ce concours, déterminée par la possibilité de présenter le bétail, date trop tardive pour la vente du matériel agricole, ont fait qu'il a fallu abandonner cette idée et rétablir le Salon en février, alors que le Concours général a lieu en mars. L'importance de cette manifestation est considérable : c'est la seule façon, pour les agriculteurs, de pouvoir comparer dans un même lieu tous les modèles de machines agricoles.

ANNEXE

Nous croyons intéressant de citer quelques chiffres concernant le prix des machines agricoles, car l'on reproche souvent, mais à tort, aux constructeurs français de vendre trop cher. A ce sujet, nous empruntons au discours que M. TAUDIÈRE, député, président de la Chambre syndicale des Constructeurs français de Machines agricoles, a fait au banquet du XVIII[e] Salon, quelques passages qui sont particulièrement édifiants.

« Aux États-Unis, 25 p. 100 des Américains réussissent non seulement à nourrir et vêtir la population tout entière, mais à produire un solde substantiel pour l'exportation. La moitié des Français ne suffisent pas à satisfaire aux besoins d'alimentation et d'habillement de la nation. Mais, en Amérique, les dépenses d'outillage représentent 5,8 p. 100 du revenu de l'agriculteur alors qu'en France elles atteignent à peine 1 p. 100. S'il est de notre intérêt de combler cette marge, en partie tout au moins et progressivement, c'est plus encore l'intérêt du producteur rural, qui a vu depuis quelques années diminuer la rémunération de son travail.

Le revenu moyen de l'agriculture était estimé à : 85,5 milliards en 1926, à 119,5 en 1929, à 124,5 en 1930 et à 85 environ en 1938, mais en francs dévalués... soit seulement 34 milliards de francs Poincaré. Et, cependant, chacun se plaint du « coût de la vie... » et du prix excessif des denrées alimentaires. Lorsqu'en novembre 1938, le Groupe du Matériel de Récolte avait été amené à établir un dossier de demande de relèvement de prix devant le Comité national de Surveillance des Prix, les constatations suivantes ont été relevées. La faucheuse à deux chevaux, qui était vendue 2 700 fr, valait : en Angleterre, 26 livres, soit 4 654 fr; en Allemagne, 309 rentenmarks, soit 4 635 fr; en Belgique, 3 425 francs belges, soit 4281 fr; au Danemark, 480 couronnes, soit 3 840 fr, et, au Canada, 115,5 dollars, soit 4 275 fr. L'exemple de la moissonneuse-lieuse nous fournirait des résultats analogues. Mais nous avons le devoir de rappeler les conséquences désastreuses qu'à entraînées une pareille situation..., et de répondre par un argument de fait à la légende trop facilement accréditée d'après laquelle l'industrie française de la machine agricole rançonnerait sa clientèle et lui ferait payer chèrement ses prétendues inaction et insuffisance technique. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT)

### Modèles de réservoirs d'eau.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT
PRISE DANS LA SÉANCE DU 19 JUIN 1939.

Un concours fut ouvert récemment entre architectes, ingénieurs et techniciens en vue de l'établissement de modèles de réservoirs d'eau satisfaisants au point de vue de l'esthétique. Le jury de ce concours, organisé par le Comité Hygiène et Eau, était présidé par M. Auguste Perret.

L'IRCAT a attendu avec beaucoup d'intérêt les résultats de cette initiative.

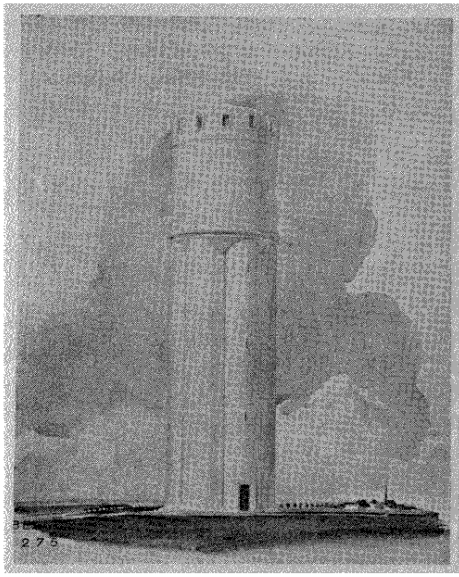


Fig. 1. — Projet de M. R. Duru.

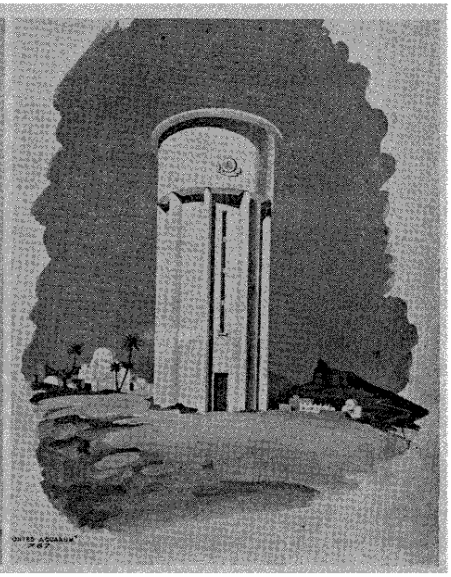


Fig. 2. — Projet de MM. E. Michel et J. Maugy.

Jusqu'ici, en effet, ce genre de constructions avait trop souvent donné lieu, soit à de pures fantaisies architecturales dont les auteurs croyaient devoir dissimuler à tout prix les caractéristiques qui résultent normalement du programme, soit à des conceptions étrangères à tout souci d'esthétique, reproduisant la même formule sommaire dans les sites les plus divers.

Les monuments du passé montrent cependant qu'à toutes les époques l'esprit français a su se soumettre franchement aux nécessités techniques, mais en leur donnant une expression d'art.

Le succès de ce concours, qui réunit 170 projets, montre que les possibilités d'harmonie que l'on peut trouver dans les lignes simples d'une construction utilitaire n'échappent point aux architectes modernes. Parmi les projets retenus par le jury, ceux de MM. BATAILLE et MUTIN méritent particulièrement l'attention

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par une heureuse recherche d'adaptation architecturale; celui de M. R. Duru (fig. 1) par la justesse de ses proportions. Le projet de MM. E. Michel et J. Maugy (fig. 2), dû à la collaboration d'un ingénieur et d'un architecte, s'impose en même temps qu'il séduit par une élégance raisonnable. Le Château d'Eau conçu par M. Grosbois est aussi remarquable au point de vue technique pour le rapport très satistaisant du diamètre à la hauteur de la cuve qu'au point de vue artistique pour les fines proportions de l'ensemble.

Sur les 38 000 communes de France, il n'y en a encore que 13 000 environ qui possèdent un service public de distribution d'eau. L'Ircat émet le vœu que toutes les municipalités qui auront désormais à construire des châteaux d'eau aient connaissance de ces résultats afin que leur choix se porte vers des solutions judicieuses.

---

## Programme de rénovation de l'industrie du meuble,

présenté par MM. Léon Jallot et André Domin.

Décision du Conseil d'Administration de l'Ircat.

prise dans la séance du 19 juin 1939.

De quelle façon l'Ircat peut-il contribuer à une évolution favorable de l'industrie du meuble?

Malgré des initiatives intéressantes, le bois, dans la plupart des cas, garde la préférence du fabricant et de la clientèle; les techniques nouvelles ne sont pas nombreuses, et l'emploi de machines faisant plus vite, mais plus ou moins bien le travail de la main humaine, s'il présente des avantages économiques, ne mérite guère d'être envisagé du point de vue de l'art et de la qualité.

Ne devons-nous pas rechercher plutôt si la corporation du meuble, à tous les degrés, est correctement organisée et si, jusque dans ses rapports avec la clientèle, elle fonctionne normalement?

Que l'on constate de fâcheuses insuffisances chez les jeunes gens qui abordent le métier, que fabricants et revendeurs persistent dans de déplorables errements, que le consommateur les suive sans aucun discernement, cela est indéniable et nous semble poser à chaque échelon un problème d'éducation; mais l'éducation ne peut se faire de même façon dans tous les cas; à l'école, à l'atelier, à l'usine, au magasin et au foyer, l'action réformatrice doit prendre des formes diverses qu'il conviendrait d'examiner en détail. Mais à qui incombe l'initiative de cette action, qui peut en surveiller la mise en œuvre, en assurer la continuité?

Il faut surseoir à répondre jusqu'après examen du problème dans son ensemble. Nous devons donc envisager : la formation de la jeunesse; la formation du producteur; la formation du public ou consommateur.

*Formation de la jeunesse.* — Il y a beaucoup d'écoles d'art décoratif, enseignant l'art du meuble et mettant chaque année en circulation des sujets qui s'imaginent capables de dessiner un meuble ou de faire un projet d'ensemble mobilier. Que doivent nous donner les écoles? De bons dessinateurs et de bons chefs de fabrication... des créateurs aussi, mais ne l'est pas qui veut. Les bonnes écoles sont donc des écoles vraiment techniques, les écoles-ateliers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il en est d'excellentes, vous le savez tous; l'enseignement qui s'y donne est de la plus haute qualité, le travail des élèves y est surveillé et dirigé avec une conscience parfaite, et les maîtres se font un devoir de suivre les jeunes gens dans les premiers ateliers où ils trouvent un emploi.

Mais pour le plus grand nombre, l'apprentissage à l'atelier est la meilleure formation et d'ailleurs, n'avons-nous pas besoin de plus de mains que de cerveaux? Hélas! pour bien des raisons, cette source d'excellents ouvriers se tarit, et l'on se prend à regretter aussi les vieux brevets d'apprenti, d'ouvrier, de maître.

Verrons-nous renaître un jour leur équivalent?

Si l'IRCAT devenait un jour, ce qui est peut-être dans sa destinée, une sorte d'Académie des Métiers, sans doute pourrait-il mettre au service de cette renaissance sa haute influence morale et cela d'autant mieux le jour où la corporation restaurée lui apporterait l'appui d'un organisme harmonieux et complet.

*Formation du producteur.* — Ici, nous tournons dans un cercle vicieux. Si le public avait le goût formé, le producteur ne pourrait mettre en circulation les horreurs qui offensent le regard dans tant de boutiques, humbles ou tapageuses, et dans certaines expositions. Si le producteur avait une culture, le goût du public se formerait aux produits offerts et nous n'aurions pas grand'chose à dire ici.

Actuellement, seuls les jurys d'expositions pourraient faire sentir ces erreurs au producteur; mais, pour satisfaire à toutes les influences et éviter les histoires, un jury comprend parfois jusqu'à trente-cinq membres, pour la plupart incompétents d'ailleurs. Il n'en peut rien sortir de bon. Un jury qui doit faire de bonne besogne ne peut comprendre qu'un nombre restreint d'artistes créateurs et de techniciens. Mais qui donc peut actuellement empêcher qu'on ne quitte la sotte et servile copie que pour tomber dans la niaise et ignorante adaptation?

Comment convaincre le producteur de la nécessité de recourir au talent d'un créateur qualifié? et aussi de le rémunérer correctement? Pour être admis dans certaines expositions, il accepte cette discipline nécessaire — en maugréant — et sitôt après retourne à ses funestes errements. Le producteur, féru de gain et de progrès, ne rêve que machines ou matériaux nouveaux, et son erreur est de croire que cela seulement présente un intérêt économique.

Pour guider sa conscience incertaine aussi bien que pour orienter son choix dans les nouveaux moyens qui sollicitent son désir de perfectionnement, l'IRCAT peut, d'une part, offrir sa doctrine de coordination artistique et technique, et, d'autre part, conseiller l'usage de laboratoires voués au contrôle scientifique de la qualité de toute invention.

*Formation du consommateur.* — Il n'est qu'un seul moyen d'éclairer le jugement du public et d'orienter son goût, c'est de lui montrer fréquemment la réalisation de belles et bonnes choses, d'organiser pour lui des expositions soigneusement préparées et réalisées sans hâte.

De telles manifestations ne doivent être abandonnées ni à l'imagination souvent capricante des artistes, ni au seul esprit de lucre des commerçants.

Pour obtenir un résultat valable, il conviendrait que l'organisation de ces expositions fût entièrement placée sous la responsabilité d'un homme qui, par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

son caractère, sa culture, son goût, ses connaissances techniques, fût apte à *commander* des gens capables d'accepter une discipline, sans crier à la brimade.

En outre, tout en observant la règle générale et immuable de ne présenter que des objets rigoureusement adaptés à la fois au service normal et aux besoins des usagers, il faudrait, pour atteindre le but que nous envisageons, que le cadre et le programme de chaque manifestation fussent nettement délimités.

Voici d'ailleurs quelques thèmes généraux susceptibles de servir de base à l'élaboration d'un programme : A) *Meubles en série* : Mobilier rural, Mobilier citadin de petite et moyenne situation; — B) *Meubles à façon* : Intérieurs riches, Locaux officiels; — C) *Cadre des loisirs individuels* : Le meuble à la campagne, à la mer, à la montagne; — D) *Cadre des loisirs collectifs* : Meubles pour salles de jeux, salles de sport, salles de gymnastique, bibliothèques; — E) *Mobilier d'écoles* enfin! C'est un des plus vastes programmes, et qui chez nous n'a été que trop longtemps négligé.

Et maintenant que, bien incomplètement d'ailleurs, nous avons tâché d'indiquer ce qui pourrait être fait, demandons-nous qui, encore une fois, dans l'état actuel d'inorganisation du métier, peut utilement tenter la réalisation d'un programme. Est-ce l'État? Son autorité est là sans fondement, son personnel mal qualifié et ses crédits bien minimes, hélas! pour tout ce qui n'est pas œuvre de légitime défense.

Est-ce un groupement d'artistes? Aussitôt on soupçonnera la chapelle, à juste titre, et l'effort, négligeant certains éléments sans doute importants, n'aura pas la force probante nécessaire. Et quelles pauvres ressources!

Est-ce un groupement de fabricants? Ils n'en peuvent avoir ni l'idée ni l'envie, ne rêvant pour la plupart que de faire perpétuellement les mêmes choses et s'inquiétant surtout du profit.

Est-ce l'IRCAT? Et qu'en diriez-vous si un jour l'IRCAT se mettait en tête de tenir cette gageure? Ne serait-ce pas un joli témoignage de son utilité, de sa vitalité, de son activité?

Que ce soit à l'occasion d'une importante manifestation ou sous forme de tentative toute modeste et personnelle, comme une expérience de laboratoire, mais avec des gages de succès, assurés par tous les concours que nous pouvons susciter. Ne pourrions-nous mettre en mouvement quelque équipe de jeunes (vous m'entendez, jeunes par l'allant, par la confiance, par le désir de faire neuf...) et qui offriraient à tous : élèves, apprentis fabricants, commerçants et acheteurs, la démonstration de ce qu'on peut faire en France, quand chacun, à sa place, dans son domaine, avec le maximum de conscience et de capacité, mène son effort jusqu'au bout pour la réalisation d'une belle chose, utile et saine tout à la fois.

C'est un vœu que je vous soumets en terminant, avec l'espoir qu'il retienne votre attention et qu'il vous plaise un jour de tenter la réalisation, pour le plus grand bien d'une corporation qui a connu dans notre pays les plus grandes illustrations et pour la satisfaction de tous ceux qui souhaitent de vivre dans un cadre en même temps commode et harmonieux.

*L'agent général, gérant*, E. LEMAIRE.

Imprimé en France par BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LE PALAIS DE LA DÉCOUVERTE.

Le Palais de la Découverte a rouvert ses portes le 28 octobre, peu de temps après la reprise partielle des cours des lycées et collèges, et, aussitôt que la nouvelle en fut annoncée, il reçut une affluence de visiteurs peut-être plus nombreuse qu'avant les hostilités, ce qui prouve bien l'utilité de cette réouverture, dont on ne saurait trop louer ceux qui en ont pris l'initiative. Les descriptions et les commentaires qui suivent ont donc plus que jamais un caractère d'actualité.

Malheureusement, avec ses grandes verrières, le Grand Palais n'est pas à l'abri d'un bombardement aérien, et on ne pouvait songer à protéger les appareils exposés. On n'y verra donc plus quelques-uns de ceux qui avaient fait l'admiration des premiers visiteurs : plusieurs, uniques au monde et pratiquement irremplaçables pour le moment, ont été mis en sûreté « quelque part en France »; d'autres ont été transportés dans des laboratoires et contribuent pour leur part, eux aussi, à la défense nationale. Mais, si la Section de Biologie, par exemple, a été sérieusement réduite, les Mathématiques, l'Astronomie, la Physique et la Chimie sont restées telles ou presque telles qu'auparavant; et c'est ainsi que le problème quotidien des Mathématiques figure toujours à sa place, à côté de la solution du problème posé la veille. (Un grand nombre de ces problèmes sont nouveaux ou peu connus. N'y aurait-il pas intérêt à publier ceux qui ne comportent pas de figure? Ce serait un excellent passe-temps pour de nombreux mobilisés du front).

On retrouve au Palais de la Découverte la plupart des anciens démonstrateurs en blouse blanche. Le nombre des gardiens a été diminué de 30 p. 100 par la mobilisation; mais cette réduction est pratiquement sans inconvénient en raison de la bonne tenue des visiteurs. Les visites en groupes des élèves des établissements d'enseignement, chacun avec son masque à gaz, comme il convient, ont repris comme avant les vacances. Parmi les visiteurs, on remarque un grand nombre de permissionnaires et surtout d'officiers des armées étrangères, qui combattent ou combattront à côté des nôtres. [N. D. L. R.]

## Introduction.

par M. Albert PORTEVIN, *membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

De toutes les réalisations de l'Exposition internationale des Arts et Techniques de Paris, 1937, il n'en est pas qui ait recueilli plus d'appréciations élogieuses et ait eu une influence plus profonde que le Palais de la Découverte; ce fut en effet un très grand succès en même temps qu'une des conceptions les plus originales.

Jamais, en effet, un effort d'enseignement général par l'expérience et l'image de la science sous tous ses aspects, dans toute son étendue, n'avait été conçu et réalisé sous une forme aussi vivante, aussi nouvelle et aussi moderne, grâce au concours désintéressé de personnalités scientifiques les plus éminentes de notre pays.

Toutes les ressources que nous offrent les techniques actuelles, notamment de l'électricité et de la lumière, sont mises à contribution pour présenter, sous un aspect original et souvent inédit, les expériences fondamentales de la science depuis ses origines jusqu'à ses conquêtes actuelles, depuis les principes élémentaires de la mécanique, jusqu'aux dernières découvertes de la physique moléculaire et de la radioactivité.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les expériences d'Archimède et de Galilée sont, grâce à l'emploi des ressources qu'offre l'électricité, mises en vue sous une forme permanente ou automatique, en même temps que l'existence des rayons cosmiques et la diffraction des électrons sont rendues perceptibles ou visibles.

L'initiative d'une telle création est due à l'éminent savant Jean Perrin, qui en fut et en reste l'animateur et l'apôtre. Il fut aidé par une pléiade de collaborateurs sous la direction de ses confrères de l'Institut : les professeurs Fabry et Cotton pour l'optique, Urbain pour la chimie, Borel pour les mathématiques, Esclangon pour l'astronomie; on peut dire que toute l'élite scientifique française a participé à cette réalisation. Plusieurs membres du Conseil de la Société d'Encouragement font partie des comités d'organisation du Palais de la Découverte, notamment dans les sections de physique et de chimie : citons MM. Gabriel Bertrand, Ch. Fabry, P. Jolibois, A. Portevin.

Cette réalisation n'était pas sans rencontrer de nombreuses difficultés. Il fallait, en présentant les expériences essentielles et fondamentales et en retraçant les étapes des grandes acquisitions scientifiques d'une manière frappante, vivante et accessible aux visiteurs, éviter l'écueil de la vulgarisation, qui donne au grand public l'illusion d'avoir compris, en dissimulant les difficultés. Il fallait retenir l'attention d'une foule d'origine, de formation et d'instruction les plus différentes, et instruire aussi l'écolier, tout en intéressant l'homme de science.

On peut dire que ce résultat a été atteint au delà de toute espérance, et il suffit de contempler les visages captivés et recueillis des enfants et étudiants, d'une part, et de noter, d'autre part, les appréciations élogieuses émanant des savants qui sont venus de tous les pays en parcourir les salles.

Ainsi aura été atteint un triple but :

1° répandre dans le public le goût de la culture scientifique, en même temps que les qualités développées par cette culture, précision, probité critique, liberté de jugement, qui sont utiles à tous les hommes;

2° mettre en évidence que tous les progrès matériels, et notamment industriels, ont leur origine et leur possibilité de développement dans les connaissances et la recherche scientifique et que, par suite, cette dernière est un élément essentiel et prépondérant du progrès et de la prospérité nationale;

3° servir de procédé d'enseignement permanent, par l'image et l'expérience, venant compléter l'instruction donnée à tous les degrés et pouvant par suite, susciter des vocations scientifiques, créant ainsi volontairement ce qui fut souvent un hasard, comme pour Faraday.

Peut-être certains se rendront-ils compte alors avec Platon que « la vie qui n'est pas consacrée à la recherche ne vaut pas la peine d'être vécue ».

En raison du rôle éducatif de cet organisme qui comble une lacune de notre enseignement et apporte une aide puissante à tous les professeurs, et du mouvement qu'il doit déterminer en faveur de la recherche appliquée à l'industrie sous toutes ses formes, la Société d'Encouragement se devait de mettre, elle aussi, en évidence cette création qui fait le plus grand honneur aux savants français, et qui doit avoir la plus heureuse influence sur l'industrie de notre pays

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et sur le renom de la science et de la pédagogie françaises à l'étranger.

Aussi dans les pages qui suivent, MM. Leroy et Surugue, tous deux collaborateurs du Palais de la Découverte, vont donner la description des deux sections les plus importantes au point de vue industriel, la chimie et la physique, à l'organisation desquelles ils ont apporté un précieux concours.

Enfin, le Conseil de la Société d'Encouragement s'est associé au vœu [1], déjà formulé par d'autres organismes, tendant à transformer le Palais de la Découverte en organisme permanent, maintenant le public au courant des progrès les plus récents de la science. Ce qui a été fait.

---

## LA PHYSIQUE AU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE

par M. J. SURUGUE, *docteur ès sciences, chef de travaux à l'Ecole de Physique et Chimie.*

### Appareils ayant figuré à l'Exposition des Arts et Techniques de Paris en 1937

La physique tenait, au Palais de la Découverte, en 1937, une place très importante, occupant une très grande surface et embrassant un grand nombre de spécialités avec des expériences très variées.

Nous ne voulons pas donner de tout cet ensemble une description même sommaire, et nous nous contenterons de rappeler ici quelques-unes des expériences caractéristiques montrant le bénéfice qui peut, dans les techniques diverses, résulter de recherches entreprises au laboratoire, le plus souvent sans souci d'applications immédiates.

ÉLECTROSTATIQUE. — Les machines électrostatiques du Palais de la Découverte constituent un bel exemple de l'influence réciproque des progrès de la technique et de ceux de la science pure.

Le principe de tous les générateurs électrostatiques est de transporter vers un conducteur soigneusement isolé, généralement une sphère, des charges électriques au moyen d'un mobile isolant se déplaçant à une vitesse aussi grande que possible. Le potentiel de la sphère est limité par les pertes d'électricité de toute nature, et sa valeur maxima est d'autant plus grande que la sphère est plus grosse. D'autre part, on se sert généralement de deux appareils identiques, produisant des charges de signe différent, de sorte que *la tension entre les deux sphères est le double de celle que produit chacune d'elles.*

L'imposant générateur de MM. JOLIOT, LAZARD et SAVEL, du type dit de van de Graaf, utilise, pour le transport des charges électriques vers les sphères qui les accumulent, des courroies isolantes se déplaçant à grande vitesse (20 m/sec). Les sphères chargées ont un diamètre de 3 m et leur différence de potentiel peut atteindre $5 \times 10^6$ V dans de bonnes conditions de fonctionnement (atmosphère non humide ni poussiéreuse). Les puissantes étincelles qui éclataient entre elles rappelaient irrésistiblement l'antique légende de Prométhée, figurée

(1) Voir à ce sujet, le *Bulletin* de mars-avril 1938, p. 164.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au-dessus de la porte monumentale du Grand Palais, qui avait ravi le feu aux dieux pour l'apporter aux hommes.

L'autre générateur, dû à M. PAUTHENIER et Mme MOREAU-HANOT, utilise pour le transport des charges électriques de fines poussières entraînées par un violent courant d'air.

Ces appareils ont été conçus dans le but de réaliser des tensions continues de plusieurs millions de volts devant servir à communiquer des vitesses aussi grandes que possible à des particules artificielles, des ions, que l'on sait produire facilement en grande quantité. Ceux-ci peuvent provoquer, dès que leur énergie est suffisante, la transmutation des atomes qu'ils atteignent et, dans certains cas, donner ainsi naissance à de nouveaux atomes doués de radioactivité artificielle.

Ce phénomène a été observé d'abord pour les atomes bombardés par les rayons $\alpha$ des corps radioactifs naturels mais le rendement de cette opération est naturellement très faible à cause du petit nombre de projectiles. Au contraire, on peut obtenir des faisceaux d'ions très intenses, et la seule difficulté était de leur communiquer une vitesse ayant l'ordre de grandeur de celle des rayons matériels émis par les corps radioactifs, ce qui exige des tensions électriques de plusieurs millions de volts. Or, au moment où la nécessité est apparue pour ces recherches de tensions aussi élevées, la technique en était très peu avancée car on n'en avait aucune utilisation. On ne réalisait guère que des hautes tensions alternatives ou des impulsions, employées surtout pour les essais de matériel d'isolement des grandes lignes électriques aériennes. On peut dire que les quelques générateurs de hautes tensions continues existant de par le monde à l'heure actuelle ont été conçus et construits spécialement pour des physiciens.

Par ailleurs, ces recherches sur la radioactivité artificielle, primitivement effectuées dans le seul but d'augmenter nos connaissances sur la structure du noyau, ont eu presque aussitôt des applications pratiques, et l'emploi encore tout récent des radioéléments artificiels en biologie ne fait que s'étendre. Nous sommes donc là en présence d'un cas remarquable de recherches de science pure entraînant un progrès important en électrotechnique, celui-ci enrichissant considérablement une autre branche de recherches, avec des applications pratiques presque immédiates.

ÉLECTRONS ET RAYONS X. — Les électrons, les rayons X, la radioactivité, ont été découverts à peu près à la même époque, il y a à peine une cinquantaine d'années, et leur étude a permis tout le développement de la physique moderne en pénétrant la structure de la matière à l'échelle atomique, la radioactivité naturelle, et surtout la radioactivité artificielle, découverte il y a seulement quelques années par M. et Mme JOLIOT-CURIE, conduisant à la connaissance encore rudimentaire du noyau même de l'atome. Dans le domaine des applications, ces travaux n'en ont pas été moins fructueux puisqu'ils sont à l'origine du développement d'une foule d'industries se rattachant à l'électricité, depuis la production industrielle des gros courants jusqu'à la radiophonie. Les expériences fondamentales ayant conduit à la connaissance des propriétés des électrons étaient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

placées sous les yeux des visiteurs. Les rayons cathodiques, issus de l'électrode négative d'un tube à décharge, ont été identifiés comme étant un faisceau d'électrons, c'est-à-dire des projectiles portant une charge élémentaire négative et doués d'une masse 1800 fois plus petite que celle de l'atome d'hydrogène.

L'expérience montrant la nature de la charge des rayons cathodiques (expérience de Jean PERRIN) consiste à les recevoir dans un cylindre de Faraday relié à un électroscope qui accuse l'arrivée d'une charge électrique négative. On peut d'ailleurs remplacer l'électroscope par un microampèremètre, dont le sens de déviation indique également le signe des charges reçues.

La masse de l'électron a été calculée au moyen de deux catégories d'expériences, utilisant soit leur déviation par un champ électrique, soit leur déviation par un champ magnétique, tous deux perpendiculaires à la direction de leur propagation. Dans ces deux phénomènes, la déviation du faisceau est une fonction du rapport $\frac{e}{m}$ de la charge à la masse des corpuscules. L'action du champ magnétique était mise en évidence par plusieurs expériences, dont l'une montrait en particulier la forme circulaire de la trajectoire d'un électron dans un champ magnétique uniforme. La déviation des électrons par les champs magnétiques et les champs électriques est à la base du fonctionnement de l'oscillographe cathodique, dont l'emploi est journalier dans une foule d'applications, et qui est l'instrument essentiel des appareils de télévision.

Dans le même stand étaient présentés plusieurs appareils à rayons X, tant des générateurs que des appareils d'utilisation. Les rayons X sont produits lors du bombardement d'une pièce métallique par un faisceau intense d'électrons. Ce ne sont pas des particules chargées animées d'une grande vitesse, mais une vibration de même nature que la lumière. Les recherches auxquelles leur étude a donné lieu ont été effectuées dans des directions extrêmement variées et ont enrichi à la fois le domaine de la science pure et celui des applications.

En ce qui concerne la physique pure, on peut dire que presque toutes nos idées actuelles sur la constitution de la matière résultent de ces travaux.

Une des premières utilisations scientifiques des rayons X fut leur application à l'étude de la matière cristalline. Les atomes ou les molécules sont, en effet, au sein des cristaux, rangés d'une façon régulière et se comportent vis-à-vis des rayons X comme les réseaux servant habituellement en optique se comportent vis-à-vis de la lumière ordinaire. Cette application est d'ailleurs sortie du laboratoire pour être largement utilisée dans l'industrie.

Cette utilisation, faisant intervenir la nature ondulatoire du rayonnement X, a été suivie d'autres se servant des propriétés granulaires de ce rayonnement. On sait, depuis la célèbre hypothèse des quanta, qu'on doit considérer un tel rayonnement, une lumière, comme l'association d'une onde, d'un phénomène vibratoire périodique, et de points à grande densité d'énergie que sont les photons.

L'étude des rayonnements fournis par un radiateur recevant un faisceau de rayons X permet de mettre en évidence des énergies ou des différences d'énergie bien définies, qui ont conduit au modèle d'atome actuel, dont l'importance est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

capitale pour les physiciens, puisqu'il est lié à toutes les conceptions qu'ils se font de la structure de la matière.

Ce modèle d'atome comporte un noyau chargé d'électricité positive, donnant à l'édifice son individualité, en particulier sa masse, autour duquel gravitent comme autant de planètes, des électrons répartis sur des couches différentes, c'est-à-dire possédant des ensembles distincts de trajectoires. Le nombre d'électrons entourant le noyau, ou nombre atomique, mesure la charge du noyau ; c'est aussi le rang de l'élément dans la classification périodique de Mendéléieff.

Au point de vue pratique, on est étonné de la rapidité avec laquelle les applications des techniques liées à l'étude de ces rayonnements se sont étendues. La radioscopie et la radiographie utilisant l'absorption plus ou moins grande des rayons par les différentes substances sont à l'heure actuelle d'un emploi universel.

Une utilisation amusante de ces appareils est l'examen des tableaux présumés faux, en concurrence d'ailleurs avec d'autres procédés (rayons ultra-violets), basé sur le fait que certaines couleurs utilisées autrefois contenaient des éléments lourds, comme le plomb, dont l'emploi est actuellement moins grand. Quant à l'analyse spectrographique par les rayons X, elle est de plus en plus utilisée par les industriels qui y voient un excellent moyen de contrôle de leurs produits ou de leurs matières premières, le spectre d'un élément étant pour celui-ci aussi sûr pour son identification que les empreintes digitales pour un individu.

PHOTOLUMINESCENCE. — Un phénomène qui se rapproche de l'étude des rayons X est celui de la fluorescence et de la phosphorescence, phénomènes extrêmement importants puisqu'ils ont permis de dégager le mécanisme de la naissance de la lumière au sein de la matière. On constate qu'un certain nombre de substances soumises à un rayonnement électromagnétique sont capables, une fois terminée cette action, d'émettre à leur tour une lumière de plus grande longueur d'onde, soit spontanément (cas de la fluorescence), soit à la suite d'un faible apport d'énergie (cas de la phosphorescence). Ce phénomène qui, d'ailleurs, s'observe également avec les rayons X, est lié à l'existence d'états « excités » de l'atome, c'est-à-dire d'états correspondant à une énergie plus grande que celle de l'état normal, mais instables. On peut produire une excitation suivie de l'émission d'une lumière visible soit avec de la lumière ordinaire, soit avec de la lumière ultra-violette, ou encore par des procédés électriques. En particulier, ce dernier procédé conduit à des rendements très intéressants, et l'Exposition fournissait de nombreux exemples d'éclairages obtenus de cette façon, au moyen de tubes luminescents.

RADIOACTIVITÉ ET SYNTHÈSE ATOMIQUE. — La radioactivité, science toute récente, a bouleversé les idées des chimistes qui ont précédé notre siècle et soulevé de nouveau le problème de la transmutation, vieux rêve des alchimistes.

Pour les chimistes, les atomes sont insécables et indestructibles, au nombre de 89, tous différents, présentant bien certaines parentés (classification périodique de Mendéléieff) mais ne paraissant pas pouvoir évoluer d'un type à l'autre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La découverte de la radioactivité a placé les savants devant des transmutations spontanées de corps simples, des transformations extraordinaires comme celle d'un élément jouissant des propriétés des métaux alcalino-terreux (radium) en un autre élément qui est un gaz (radon) donnant de même une série d'autres éléments dont le terme final est le plomb.

Ces phénomènes sont la preuve que le noyau de l'atome chimique n'est pas un individu insécable, mais, au contraire, un édifice compliqué, dont les éléments plus simples sont communs à plusieurs atomes et certainement, pensent actuellement les physiciens, à tous les atomes.

Les transformations spontanées des corps radioactifs naturel sse produisene avec émission de plusieurs sortes de rayonnements : les rayons $\alpha$, identifiés commt étant des noyaux d'hélium, les rayons $\beta$ qui sont des électrons, c'est-à-dire de la nature des rayons cathodiques, mais généralement beaucoup plus rapides, les rayons $\gamma$, de même nature que les rayons X, mais beaucoup plus « durs » ou pénétrants. Chaque transformation est caractérisée par son rayonnement corpusculaire ($\alpha$ ou $\beta$), le rayonnement $\gamma$ accompagnant seulement le réarrangement du noyau transformé, et par la rapidité avec laquelle il se produit. Ces désintégrations se font en effet suivant les lois du hasard, c'est-à-dire que le nombre d'atomes qui se détruisent en un temps donné est proportionnel au nombre d'atomes présents, de sorte qu'on peut définir une période, intervalle de temps au bout duquel le nombre d'atomes s'est réduit de moitié.

Les expériences présentées montraient la façon dont on a pu mesurer l'intensité de ces rayonnements, voir la trajectoire des rayons corpusculaires et déterminer la période des transformations qui leur donnent naissance.

Les conséquences des recherches poursuivies en radioactivité sont absolument considérables : elles ont ouvert aux savants des horizons nouveaux et ont conduit à une véritable science des atomes, qui s'est particulièrement développée dans ces toutes dernières années. Peut-être leur poursuite amènera-t-elle à une connaissance suffisante de la façon dont sont liés les différents éléments des atomes pour se rendre maître d'énergies considérables qui interviennent dans ces édifices. Celles-ci sont de l'ordre de plusieurs millions d'électrons-volts (énergie communiquée à un électron accéléré par une différence de potentiel de 1 volt), alors que les énergies de liaison des électrons au noyau sont d'une centaine d'électrons-kilovolts (domaine des rayons X) et que les énergies libérées par les réactions chimiques, entre molécules, sont de l'ordre de l'électron-volt ou d'une dizaine d'électrons-volts. Quand on pense que cette dernière source d'énergie est à peu près uniquement utilisée par l'homme, on se demande avec un peu d'anxiété ce qu'il adviendra s'il devient capable d'utiliser quelque chose qui est à peu près 1 million de fois plus grand.

Dans le domaine des utilisations immédiates, la radioactivité n'a pas moins d'importance, et on sait la place que tiennent en thérapeutique les corps radioactifs, en particulier ceux de la famille du radium et de la famille du thorium. De nombreuses recherches de biologie, tout à fait indépendantes du traitement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des tumeurs, sont du reste en cours dans de nombreux laboratoires et sont susceptibles de conduire à d'autres applications intéressantes.

Un domaine immédiatement voisin de celui-ci est celui de la synthèse atomique, domaine encore tout neuf, et déjà si fructueux. La découverte si importante de la radioactivité artificielle a permis de créer des atomes nouveaux, qui, de la même façon que les atomes des corps radioactifs naturels, se désintègrent en donnant naissance à des rayonnements analogues. C'est ainsi, par exemple, que l'aluminium bombardé par des rayons $\alpha$ est transformé en un nouvel élément, jouissant des propriétés du phosphore, qui se désintègre spontanément en donnant un élément isotope du silicium, c'est-à-dire dont l'atome possède le même nombre d'électrons, et qui a les mêmes propriétés chimiques. C'est afin de poursuivre ces recherches en effectuant des bombardements avec des projectiles plus nombreux que ceux que donnent les corps radioactifs, qu'on a construit dans plusieurs laboratoires du monde des machines à haute tension devant permettre de produire des faisceaux intenses d'ions animés de grandes vitesses.

OPTIQUE. — Les stands de l'optique étaient particulièrement riches en expériences de toute nature, montrant les phénomènes essentiels liés à la propagation de la lumière, tant dans l'hypothèse simple de rayons lumineux (optique géométrique) que dans l'hypothèse ondulatoire (optique physique).

La première série d'expériences montrait les lois classiques de la réflexion et de la réfraction, les aberrations géométriques des surfaces réfléchissantes et les aberrations chromatiques dues à la nature complexe de la lumière blanche habituellement employée dans les appareils d'optique. Enfin, une expérience délicate était montée pour mesurer la vitesse de la lumière.

Il est inutile d'insister sur le côté essentiellement pratique de l'optique géométrique, dont les applications sont tous les appareils d'optique, sans lesquels la majeure partie des observations des physiciens auraient été impossibles.

En ce qui concerne l'optique physique, qui donne lieu à des opérations souvent très délicates, on pouvait assister à des expériences très réussies sur les phénomènes d'interférence, anneaux de Newton, miroirs et bi-lentille de Fresnel, interféromètre de Michelson, etc. sur lesquels sont fondés plusieurs appareils très employés, particulièrement pour la mesure des dilatations ou des déformations des corps solides.

Un autre phénomène lumineux intéressant est la diffraction, qui consiste essentiellement dans le fait que la lumière qui traverse une fente fine, ou qui est réfléchie par des objets voisins de petites dimensions, ne se propage pas en ligne droite, la lumière en un point quelconque résultant de la composition de la lumière réémise par chaque point. C'est un phénomène d'un grand intérêt théorique, en ce sens qu'il est une preuve certaine de la nature ondulatoire de la lumière, qui a permis d'expliquer un grand nombre de phénomènes, comme le bleu du ciel par exemple, et dont les applications sont très nombreuses : la diffraction sur des traits parallèles et voisins (réseaux) permet de produire des spectres lumineux présentant sur les spectres donnés par les prismes certains avantages, en parti-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

culier un étalement plus grand et une échelle linéaire pour les longueurs d'onde.

Nous citerons encore la photographie en couleurs par le procédé Lippmann, utilisant la diffraction de la lumière sur des couches très voisines d'argent au sein de la gélatine d'une plaque photographique convenable, et enfin la fabrication de tous les objets artistiques de verre chargé de fines particules de phosphate de chaux et présentant des effets de lumière des plus agréables.

Une dernière catégorie de phénomènes aux applications intéressantes se rattache à la polarisation de la lumière. Une lumière est dite polarisée quand les vibrations lumineuses s'effectuent suivant une direction fixe, alors que dans la lumière naturelle les vibrations s'effectuent dans tous les plans perpendiculaires à la direction de sa propagation.

Au moyen de certains cristaux, on peut facilement produire une telle lumière, dont l'intensité est réglable par la simple orientation d'un second cristal à travers lequel elle est examinée. On s'est particulièrement servi de cette propriété pour supprimer des reflets gênants dans certaines applications.

LES PHÉNOMÈNES OSCILLANTS. — Les phénomènes oscillants sont extrêmement nombreux et jouent un rôle important dans la physique et l'industrie, car tous les mouvements périodiques que sont ceux de toutes les machines, se ramènent à des mouvements oscillants. De même, en physique, on peut expliquer par des propagations oscillatoires tous les phénomènes liés aux transmissions d'énergie à distance, que ce soient des ébranlements sonores, des ondes lumineuses ou des ondes hertziennes. On trouvait donc dans ce stand des expériences empruntées à des domaines très différents de la physique, et des applications très nombreuses embrassant toutes sortes d'activités. Nous signalons seulement les plus intéressantes au point de vue de leurs applications. Les oscillations du quartz et la production des ultra-sons, vibrations de fréquence supérieure à celle des vibrations sonores, sont peut-être le phénomène le plus important.

Une lame de quartz soumise à une tension électrique alternative se met à vibrer à une fréquence qui peut, avec des dimensions convenables, se situer dans le domaine des ultra-sons, et c'est là le moyen le plus simple de les produire. Réciproquement, une telle lame peut servir de récepteur et transformer une vibration mécanique en une oscillation électrique. L'utilisation des ultra-sons dans le repérage des fonds sous-marins se fait à l'aide de ces quartz en mesurant la durée de propagation de la vibration qui va se réfléchir sur un obstacle. C'est un appareil très utilisé, en particulier pour la navigation dans les mers polaires, où l'emploi de la boussole n'est pas toujours possible. Il sert également du reste à la détection des bancs de poissons, sur lesquels l'écho des ultra-sons peut aussi se produire.

D'autres expériences utilisaient cette propriété piézoélectrique du quartz, qui lie les efforts exercés sur une lame à l'apparition de charges électriques; c'est ainsi qu'on présentait des quartz chantants, montés pour produire des vibrations audibles et surtout un quartz monté pour mesurer les pressions par la mesure de la quantité d'électricité produite sur les faces.

C'est là une application également importante de cette propriété, qui est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

utilisée pour la mesure de pressions très différentes, depuis les pressions artérielles jusqu'aux pressions élevées produites par la combustion des explosifs.

Signalons encore le phénomène de stroboscopie consistant à examiner un corps en mouvement périodique à des intervalles de temps dont la fréquence est égale à la sienne, ou peu différente, afin de le voir apparaître en repos ou en mouvement très lent. C'est encore un phénomène aux applications nombreuses pour l'examen des machines en fonctionnement et la recherche des vibrations.

Enfin, une expérience très intéressante montrait la parenté des ondes électromagnétiques et des ondes lumineuses : un rayonnement de courte longueur d'onde peut subir, tout comme la lumière, la réfraction, dans un prisme de paraffine, la réflexion sur un miroir métallique et la polarisation, par un réseau de fils parallèles. C'est une expérience d'un grand intérêt théorique, mettant en évidence le caractère commun de phénomènes très différents au premier abord, et dont l'intérêt pratique augmente de jour en jour avec les progrès de la technique des ondes hertziennes de plus en plus courtes, et pour lesquelles on utilise de véritables réseaux et de véritables miroirs, tant dans l'émission que dans la réception.

### Nouveaux appareils exposés en 1938.

Après l'Exposition de 1937, le Palais de la Découverte s'est enrichi de quelques nouveaux appareils; nous n'en citerons que deux, les plus caractéristiques.

Le stand des électrons des rayons X possède un *microscope électronique*, dont le principe est le suivant. Si on place sur le trajet d'un faisceau conique d'électrons de même vitesse une bobine de même axe que le faisceau, l'effet de celle-ci sur les électrons est le même que celui d'une lentille ordinaire sur la lumière, c'est-à-dire que les électrons, à leur sortie de la bobine, convergent en un point qui est l'image du sommet du cône formé par les rayons incidents. Ces « lentilles électroniques » possèdent une distance focale qui dépend du nombre d'ampères-tours de la bobine et de la vitesse des électrons, et peuvent donner lieu à des combinaisons analogues à celles des lentilles optiques. L'appareil exposé permet de former, sur un écran fluorescent, l'image, avec un grandissement variable, d'une cathode dont on peut ainsi voir l'irrégularité de l'émission en surface.

L'autre appareil, intallé dans la rotonde d'Antin, est le *piano électrique* de M. Tournier. Il utilise les propriétés piézo-électriques du quartz, aux applications déjà si nombreuses : une lame de quartz convenablement taillée, soumise à une tension électrique alternative, se met à vibrer lorsque la fréquence de l'excitation est égale à la fréquence mécanique propre de la lame ou à l'un de ses multiples. En utilisant des lames collées à des masses métalliques convenables, on peut obtenir des fréquences propres dans le domaine des fréquences audibles avec de petites quantités de quartz. Ce piano comprend donc essentiellement : des circuits électriques oscillants, une série de quartz et des amplificateurs à lampes. La possibilité de produire et de doser pour chaque son les harmoniques (de fréquence multiple de celle du son fondamental) que l'on désire permet d'obtenir un timbre quelconque et de reproduire les sons des appareils de musique les plus divers. (*A suivre*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## L'ARCHITECTURE DU BARRAGE DE GÉNISSIAT.

Le printemps dernier furent exposés, dans les salles du Musée des Monuments français, au Palais du Trocadéro, les projets des architectes que la Compagnie nationale du Rhône avait appelés, en un concours restreint, à exprimer leurs conceptions sur la forme architecturale à donner au barrage de Génissiat.

Cette exposition a été transportée depuis dans les salons de l'Hôtel de Ville de Lyon.

On sait que la réalisation de ce barrage, qui sera établi sur le Rhône près de Bellegarde, constituera le premier acte de la construction de la voie navigable Genève-Lyon et, plus généralement, de l'aménagement intégral du Rhône au triple point de vue de l'irrigation, de la navigation et des forces hydrauliques.

L'aménagement hydroélectrique rentable est d'ailleurs la pièce maîtresse de l'équipement financier de la Compagnie nationale du Rhône.

Des conditions qui, uniques en leur genre en Europe, ne peuvent être comparées qu'à celles que présentent les ouvrages du Colorado ou du Tennessee aux États-Unis, se trouvent réunies à Génissiat : 65 m de hauteur de chûte; 150 m³ de débit d'étiage; 800 m³ de débit maximum; 23 km de longueur de retenue jusqu'à la frontière suisse; 50 000 000 m³ d'eau en réserve; 416 000 kW de puissance productible, sont des chiffres d'autant plus impressionnants qu'en raison de l'étroitesse de la gorge, le volume de la maçonnerie du barrage ne sera que de 300 000 m³.

Les travaux préparatoires, commencés au début de 1937, sont à eux seuls considérables en ce qui concerne le détournement du fleuve, de chaque côté de la gorge, en souterrains de 600 m de longueur et de 80 m² de section, les coupures du fleuve à établir en amont des entrées et en aval des sorties des souterrains, coupures qui nécessitent la construction de ponts dont les voies ferrées améneront directement au-dessus du fleuve les wagons contenant les enrochements à déverser brusquement, et qui serviront ensuite à protéger le chantier des fondations de l'ouvrage définitif.

C'est donc une réalisation grandiose, à une échelle inaccoutumée.

A ce titre seul, elle devait retenir l'attention de celui du Comité de la Société d'Encouragement qui s'occupe des constructions.

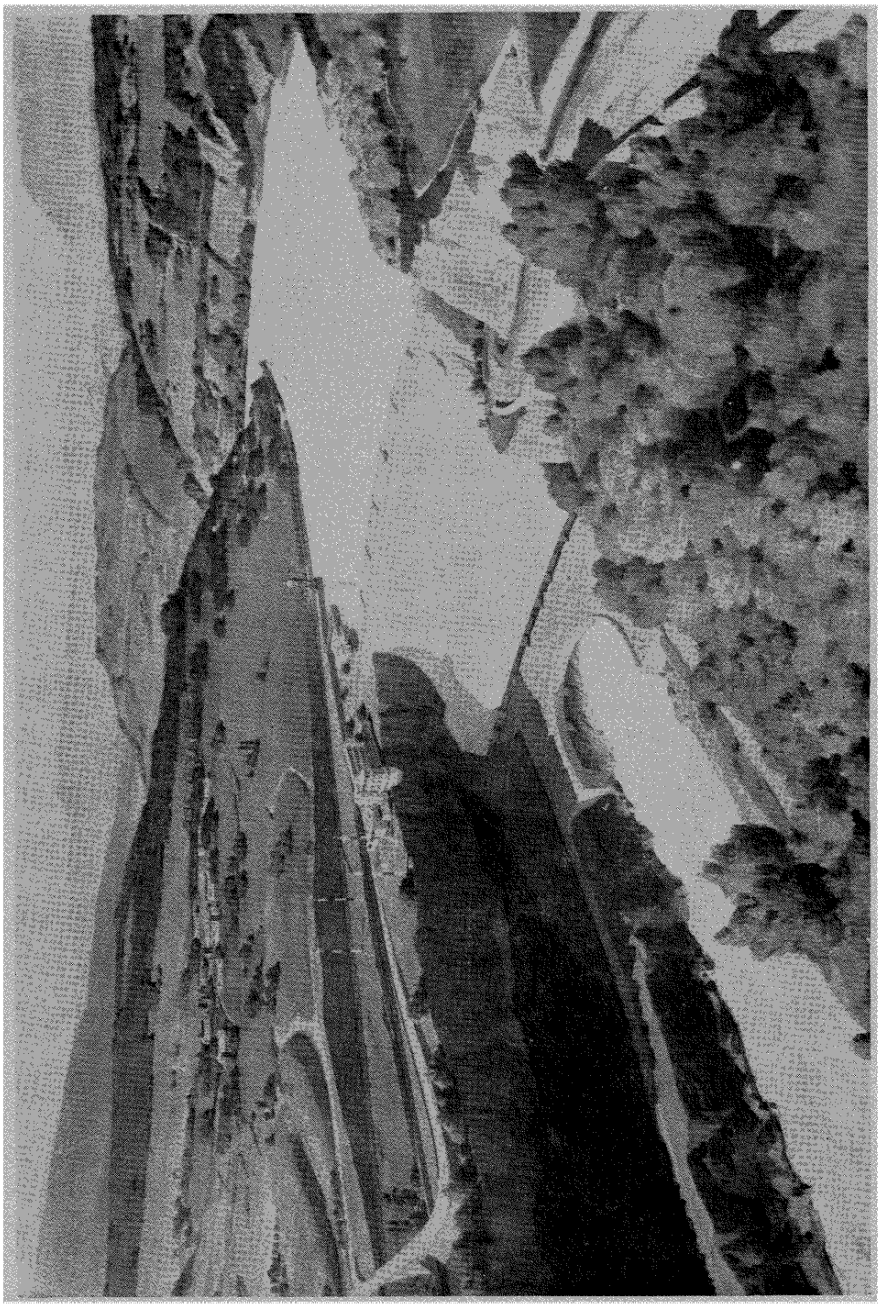
Mais ce Comité a aussi dans ses attributions les Beaux-Arts, et c'est peut-être plus encore à ce titre qu'il croit devoir, après tous les articles parus dans diverses revues sur cette grande œuvre française, souligner l'heureuse initiative qu'a eue la Compagnie nationale du Rhône en appelant un architecte à collaborer avec les ingénieurs qui restent évidemment les maîtres de l'œuvre responsables de la réalisation technique des ouvrages, afin que la construction s'harmonise, dans son ensemble et dans ses détails, avec le site.

Site aujourd'hui admirable (fig. 1), par la profondeur de la gorge où coule le fleuve à la fois majestueux et terrible, qui, demain, sera profondément trans-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires





Projet du barrage de Génissiat, A. Laprade, architecte, en collaboration avec L. E. Bazin.

formé par l'aspect paisible d'un vaste lac, mais qui serait à tout jamais gâté si l'architecture de l'ouvrage de retenue et des usines qui le flanqueront ne participait pas par leur échelle inaccoutumée, elle aussi, à la majesté du paysage.

On ne peut que se féliciter du choix du projet de M. LAPRADE, qui a su éviter toute petitesse et, par le simple galbe du mur, sans aucun décor autre qu'une grande inscription commémorative, par la ligne d'ombre qui le souligne, par la plate-forme de raccord avec les rives, ajoutera à la grandeur de la nature la noblesse de l'œuvre humaine.

Le Comité des Constructions et des Beaux-Arts estime que la Compagnie nationale du Rhône a donné un exemple probant de l'union nécessaire de l'art et de la technique, qui mérite d'être connu, afin qu'il soit suivi.

---

## COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ
## COMITÉ D'AGRICULTURE

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 7 JUIN 1939)

### La disparition du chêne dans les forêts françaises,

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

Depuis une vingtaine d'années dans les forêts françaises, surtout dans les forêts particulières, le chêne est en voie de disparition. Ce n'est pas que les gros arbres manquent, c'est-à-dire dans les forêts traitées en T. S. F., que l'on ne trouve plus, au moment des balivages de grosses réserves, anciens ou modernes; mais les baliveaux, surtout les baliveaux de l'âge du taillis, font complètement défaut, et l'on peut craindre, aux révolutions suivantes, qu'on ne trouve pas de jeunes sujets vigoureux destinés à remplacer les anciens et les modernes; il faudra cependant songer un jour à les faire disparaître.

C'est donc là un appauvrissement certain de nos forêts françaises en chêne, dont il faut chercher à déterminer les causes pour arriver, si possible, à trouver le remède nécessaire. Ces causes sont de deux sortes :

1° La première, c'est l'allongement des révolutions du taillis en raison de la mévente depuis longtemps du bois de feu et la nécessité pour le propriétaire d'obtenir de plus gros bois susceptible de donner du bois de mine, revenu aujourd'hui rémunérateur. Du fait de l'allongement des révolutions, les perches de taillis plus vigoureuses que le chêne, essence de pleine lumière, l'étouffent et, au moment de la coupe, il est rarement possible de trouver des jeunes sujets d'avenir capables de former des baliveaux. On ne saurait, cependant, songer à diminuer la révolution du taillis sous peine de ne trouver, au moment de la vente, que des produits invendables. Il est donc nécessaire de procéder, au cours de la végétation du taillis, à des opérations culturales permettant de fournir aux jeunes semis de chêne, provenant des glands tombant des réserves, assez de lumière pour dépasser la hauteur du taillis naissant et arriver jusqu'au terme de la révolution.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est l'opération connue sous le nom de *dégagement de semis*, qui doit commencer vers cinq ans en moyenne après la coupe et être répétée toujours dans les mêmes brins de cinq ans en cinq ans, en vue de permettre au chêne de dominer toujours le taillis qui l'accompagne.

Cette opération, dans une révolution de vingt-cinq ans par exemple, doit être poursuivie jusqu'à cinq ans au moins avant la coupe du taillis; mais alors, cette opération peut donner des produits vendables; elle prend la forme d'une véritable *éclaircie*, qui permet aux baliveaux de chêne de prendre du corps et de résister facilement au vent après la coupe du taillis, ce qui évite de voir, comme souvent, de jeunes baliveaux de chênes brisés ou courbés par le vent, c'est-à-dire complètement inutiles pour l'enrichissement de la réserve.

Certaines précautions indispensables doivent être prises pour que l'opération soit utile sans être onéreuse; il faut d'abord : *a*) Toujours faire porter les dégagements sur les mêmes sujets depuis le début de l'opération; — *b*) Éviter de dégager de jeunes sujets de chênes trop près des réserves, qui doivent être maintenues sur place au moment du balivage suivant, car, par suite du développement de la cime de ces réserves après la coupe du taillis, ces baliveaux seraient courbés par les grosses réserves trop près des sujets dégagés, et l'opération aurait été faite en pure perte; — *c*) Il faut également ne pas s'astreindre à couper les brins de taillis dominant le chêne dégagé *au ras du sol*, car on diminuerait ainsi la fertilité et l'humidité du sol en même temps que le sujet dégagé se couvrirait de branches basses au détriment de sa cime et de sa croissance. Il faut, au contraire, l'enrober dans le taillis pour favoriser sa croissance en hauteur et l'élongation de la tige. Ce sont là mesures essentielles qu'il ne faut jamais perdre de vue.

2° Une autre cause de la disparition des baliveaux de chêne, c'est l'abondance du lapin surtout dans les forêts particulières où ce rongeur détruit très rapidement tous les semis. La seule mesure à prendre c'est d'engrillager les coupes de taillis et de les protéger pendant dix ans au moins après la coupe.

C'est un axiome forestier que, dans les forêts où le lapin abonde, il est certain que la disparition du chêne sera complète et absolue et qu'aucune régénération du chêne n'est plus possible.

Sans doute, la valeur du chêne comme bois d'industrie peut paraître à première vue moins importante qu'autrefois. Le chêne n'est plus employé comme charpente ou bois de construction; mais l'industrie du contre-placage a modifié son utilisation ; une méthode nouvelle de débit, le *tranchage*, a permis son utilisation en plaques minces employées dans le contre-placage, ce qui exige des arbres de grosses dimensions. Mais, pour obtenir des sujets de cette valeur, il est indispensable d'assurer la régénération des gros chênes et, par suite, d'avoir des baliveaux en nombre suffisant.

Toute la question de la production du chêne dans les forêts françaises est donc d'obtenir des baliveaux en nombre suffisant, et seules les mesures que nous venons d'exposer permettront d'obtenir ce résultat et d'atténuer une crise se faisant sentir de jour en jour davantage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# ÉTUDE D'UNE FAMILLE DE MÉCANISMES PROPRES A DONNER UN MOUVEMENT VARIÉ (*)

par M. Pierre MASSOT, *Ingénieur des Arts et Métiers et des Arts et Manufactures.*

## INTRODUCTION

§ 1. — OBJET ET DIVISION DE CETTE ÉTUDE. — Les mécanismes que nous allons étudier : joint de Cardan, contre-parallélogramme, dispositifs de Whitworth et leurs variantes, donnent lieu à de nombreuses applications et sont cités dans la plupart des traités de cinématique appliquée. Il sera donc inutile d'en expliquer à nouveau le fonctionnement et les divers modes de réalisation. Nous les considérerons comme des moyens pratiques de transformer un mouvement de rotation uniforme en un mouvement de rotation varié ; nous laisserons de côté, avec les détails de fabrication et d'agencement, les autres propriétés cinématiques. Notre but est de mettre le constructeur à même de réaliser judicieusement chaque application.

Afin d'être clair et complet nous rappellerons brièvement quelques propriétés et quelques formules bien connues, mais nous espérons que la plupart des résultats qu'on trouvera ci-après paraîtront nouveaux.

Pour chaque mécanisme nous déterminerons : les lois du déplacement, de la vitesse et de l'accélération angulaires de l'arbre conduit; le mouvement de l'organe intermédiaire entre l'arbre moteur et l'arbre conduit; les forces qui entrent en jeu ; les variantes et les combinaisons usuelles.

Il convient d'indiquer ce qui fait l'unité de cette étude consacrée à des dispositifs aussi disparates de constitution et de fonctionnement; pourquoi étudier ceux-ci et non d'autres? C'est que, dans tous ces mécanismes, le mouvement de l'arbre conduit obéit à une même loi d'accélération. Ce fait fondamental, dissimulé par la diversité des apparences, ne paraît pas avoir été signalé. Il crée une étroite parenté entre toutes ces combinaisons cinématiques et permet d'en abréger l'étude si on les examine en groupe au lieu de les considérer isolément. De plus, cette famille fournit au constructeur la plupart des solutions du problème que pose la réalisation d'un mouvement varié. De là un double intérêt, théorique et pratique, qui justifie la longueur de ce travail.

Nous adopterons la division suivante :

I. — Joint de Cardan;

II. — Contre-parallélogrammes et engrenages elliptiques;

III. — Mécanismes de Whitworth à mouvement continu ou alternatif;

VI. — Relations entre les mécanismes étudiés;

Enfin, une conclusion résumera les principaux points acquis au cours de cette étude.

(*) La Société d'Encouragement a décerné, le 11 mai 1939, à M. Pierre MASSOT, le Prix Alfred Letort, pour le present mémoire (voir, à ce sujet, le rapport de M. Jean Fieux, dans le *Bulletin* de juin-juillet 1939, p. 359) et décidé qu'il serait inséré *in extenso* dans son *Bulletin*.

Depuis la remise de son mémoire, en 1938, M. Massot a été nommé professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## I. — Joint de Cardan.

§ 2. — *Lois du mouvement de l'arbre conduit* (fig. 1). — Soit, dans le plan de la figure, OX, l'arbre moteur à vitesse constante $\Omega$ et $OX_1$, l'arbre conduit qui a $\Omega_1$ pour vitesse et $\Gamma_1$ pour accélération angulaires. Les axes OX et $OX_1$ ont un sens tel que $\Omega$ et $\Omega_1$ sont positifs; l'angle $XOX_1 = \theta$ est aigu, c'est le paramètre unique qui définit cinématiquement le joint de Cardan. Le croisillon s'articule à l'arbre OX par la branche AA', et à l'arbre $OX_1$ par la branche BB'; les angles

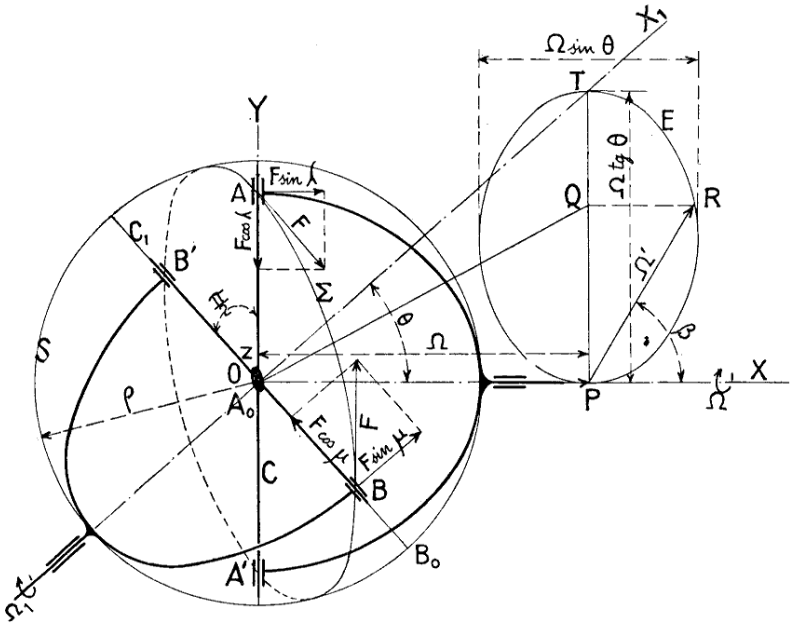



Fig. 1. — *Joint de Cardan* (voir § 2, 4 et 5).

Triangle sphérique $A_0AB$ : $A_0 = \pi - \theta$, $B = \mu$, $A = \lambda$, $AB = \frac{\pi}{2}$, $A_0A = \beta$, $A_0B = \frac{\pi}{2} - \beta_1$; $\operatorname{tg}\beta_1 = \cos\theta \operatorname{tg}\beta$, $\sin\mu = \sin\theta \sin\beta$, $\operatorname{tg}\lambda = \operatorname{tg}\theta \cos\beta$.

XOA, $X_1OB$ et AOB sont droits. Les points moyens des articulations, A, A', B, B', décrivent une sphère S de rayon $\rho$.

$A_0$, position initiale de A, est au-dessus du plan de figure et se projette en O; $B_0$, position initiale de B, est dans le plan de figure et l'on passe de $B_0$ à $A_0$ par une rotation de $+\frac{\pi}{2}$ autour de $OX_1$. Les angles $\beta = \frac{\text{arc } A_0A}{\rho}$ et $\beta_1 = \frac{\text{arc } B_0B}{\rho}$, mesurent les déplacements des arbres moteur et mû. Toutes les propriétés du joint de Cardan s'obtiennent par la considération du triangle sphérique $A_0AB$ (voir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

légende de la fig. 1). D'où la loi du déplacement de l'arbre conduit, en fonction de $\beta$.

$$\operatorname{tg}\beta_1 = \cos\theta \operatorname{tg}\beta \qquad [1]$$

En dérivant deux fois, on a :

$$\Omega_1 = \Omega \cos\theta \frac{1}{1 - \sin^2\theta \sin^2\beta} \qquad [2]$$

$$\Gamma_1 = \Omega^2 \cos\theta \sin^2\theta \frac{\sin 2\beta}{(1 - \sin^2\theta \sin^2\beta)^2} \qquad [3]$$

$\Gamma_1$ est maximum ou minimum lorsque sa dérivée s'annule, c'est-à-dire lorsque l'on a :

$$2\cos 2\beta_1 = \cos 2\beta = \frac{1 + \cos^2\theta - \sqrt{4\cos^2\theta + 9\sin^4\theta}}{2\sin^2\theta} \qquad [4]$$

*Positions conjuguées.* — Soit deux positions du joint de Cardan déterminées par les angles $\beta$ et $\beta'$ décrits par l'arbre moteur. D'après les relations [1] [2] et [3], à $\beta$ correspondront $\beta_1$, $\Omega_1$ et $\Gamma_1$ ; à $\beta'$ correspondront $\beta'_1$, $\Omega'_1$ et $\Gamma'_1$. Si l'on a $\beta' = \frac{\pi}{2} - \beta_1$, la relation [1] donne : $\beta'_1 = \frac{\pi}{2} - \beta$ ; les deux positions seront dites conjuguées, elles donnent lieu aux relations suivantes :

$$\Omega_1\Omega'_1 = \Omega^2, \qquad \frac{\Gamma_1}{\Gamma'_1} = \left(\frac{\cos\theta}{1 - \sin^2\theta \sin^2\beta}\right)^3 = \left(\frac{\Omega_1}{\Omega'_1}\right)^{\frac{3}{2}}.$$

§ 3. — VARIATIONS DE $\beta_1$, $\Omega_1$ ET $\Gamma_1$, EN FONCTION DE $\beta$ ET DE $\theta$. — Si, à un angle $\beta$, correspondent d'après [1] [2] et [3], les valeurs $\beta_1$, $\Omega_1$ et $\Gamma_1$ ; à $\pi - \beta$ correspondront $\pi - \beta_1$, $\Omega_1$ et $-\Gamma_1$ ; à $\pi + \beta$ correspondront $\pi + \beta_1$, $\Omega_1$ et $\Gamma_1$. Il suffit donc, pour discuter les variations de $\beta_1$, $\Omega_1$ et $\Gamma_1$, de faire varier $\beta$ de 0 à $\frac{\pi}{2}$.

Le tableau I donne, en fonction de $\theta$, les valeurs remarquables que prennent $\beta$, $\beta_1$, $\Omega_1$ et $\Gamma_1$. Les valeurs de $\beta$ définies aux colonnes C, D et E, se succèdent toujours dans le même ordre quel que soit $\theta$ et croissent de $\frac{\pi}{4}$ à $\frac{\pi}{2}$ quand $\theta$ varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$.

Les figures 2, 3 et 4 traduisent graphiquement, pour un demi-tour de l'arbre moteur, les relations [1] [2] et [3], lorsque l'angle des axes est égal à 60°. Les points A, B, C, D, E et F, dont les coordonnées sont cotées, correspondent aux valeurs du tableau I.

1° *Courbe des espaces* (fig. 2). — On a porté sur $Ox$ et $Oy$, à la même échelle, des longueurs respectivement proportionnelles à $\beta$ et $\beta_1$ (relation [1]). A $\frac{1}{4}$ de tour



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'arbre moteur, correspond $\frac{1}{4}$ de tour de l'arbre conduit; F est centre de symétrie de l'arc tracé; $A_1$ devient centre de symétrie quand la variation de $\beta$ s'étend de 0 à $2\pi$; $\beta_1$ croît de 0 à $\frac{\pi}{2}$ en restant plus petit que $\beta$.

Deux points de l'arc AF, correspondant à deux positions conjuguées (voir fin du § 2), sont symétriques par rapport à la droite QT; il s'ensuit que QT est axe de symétrie de l'arc AF. Les points B et D correspondent à des positions conjuguées. QT coupe la courbe au point C ($\operatorname{tg}\beta_1 = \cot\beta = \sqrt{\cos\theta}$); la tangente CM en ce point est parallèle à AF.

| Point représentatif | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\beta$ | 0 ↑ | $\frac{\pi}{4}$ ↑ | $\cot\beta = \sqrt{\cos\theta}$ ↑ | $\cot\beta = \cos\theta$ ↑ | $\cos 2\beta = \frac{1+\cos^2\theta - \sqrt{4\cos^2\theta + 9\sin^4\theta}}{2\sin^2\theta}$ ↑ | $\frac{\pi}{2}$ ↑ |
| $\beta_1$ | 0 ↑ | $\operatorname{tg}\beta_1 = \cos\theta$ ↑ | $\operatorname{tg}\beta_1 = \sqrt{\cos\theta}$ ↑ | $\frac{\pi}{4}$ ↑ | $\cos 2\beta_1 = \frac{\cos 2\beta}{2}$ ↑ | $\frac{\pi}{2}$ ↑ |
| $\Omega_1$ | $\Omega\cos\theta$ ↑ *minimum* | $\frac{2\Omega\cos\theta}{1+\cos^2\theta}$ ↑ | $\Omega$ ↑ | $\Omega\frac{(1+\cos^2\theta)}{2\cos\theta}$ ↑ | ↑ | $\frac{\Omega}{\cos\theta}$ ↓ *maximum* |
| $\Gamma_1$ | 0 ↑ | $\frac{4\Omega^2\cos\theta\sin^2\theta}{(1+\cos^2\theta)^2}$ ↑ | $\frac{4\Omega^2\sin^2\frac{\theta}{2}}{\sqrt{\cos\theta}}$ ↑ | $\Omega^2\frac{(\operatorname{tg}^2\theta+\sin^2\theta)}{2}$ ↑ | *maximum* ↓ | 0 ↓ |

Tableau I : *Joint de Cardan* (voir § 3 et fig. 2, 3 et 4.)

Variations de $\beta_1$, $\Omega_1$ et $\Gamma_1$ en fonction de $\beta$.

$\theta$, angle des axes; $\beta$, déplacement et $\Omega$, vitesse constante de l'arbre moteur; $\beta_1$, déplacement, $\Omega_1$, vitesse, et $\Gamma_1$, accélération de l'arbre conduit.

(Les flèches ascendantes indiquent que la fonction croît, les flèches descendantes indiquent qu'elle décroît).

Le coefficient angulaire de la tangente au point d'inflexion A est $\cos\theta$; celui de la tangente au point d'inflexion F est $\frac{1}{\cos\theta}$; ces tangentes se coupent sur l'axe de symétrie, au point P de coordonnées $x = \frac{\pi}{2(1+\cos\theta)}$ et $y = \frac{\pi\cos\theta}{2(1+\cos\theta)}$.

Examinons l'influence du paramètre $\theta$. Lorsque $\theta = 0$, la transmission est uniforme, la courbe des espaces se confond avec la droite $AA_1$. Si $\theta$ croît de 0 à $\frac{\pi}{2}$, la courbe conserve la même allure; le point C reste sur la droite QT et se rapproche de T; les arcs AC, $CC_1$, $C_1A_1$ tendent respectivement vers les portions rectilignes AT, TU et $UA_1$. Toutes les courbes passent par les points A, F et $A_1$ et ne se coupent qu'en ces points.

2° *Courbe des vitesses* (fig. 3). — On a porté sur $Ox$ et $Oy$, des longueurs respectivement proportionnelles à $\beta$ et $\Omega_1$ (relation [2]); FH est axe de symétrie de l'arc tracé. $L_1L_2$ devient axe de symétrie si l'on fait varier $\beta$ de 0 à $2\pi$. Quand

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

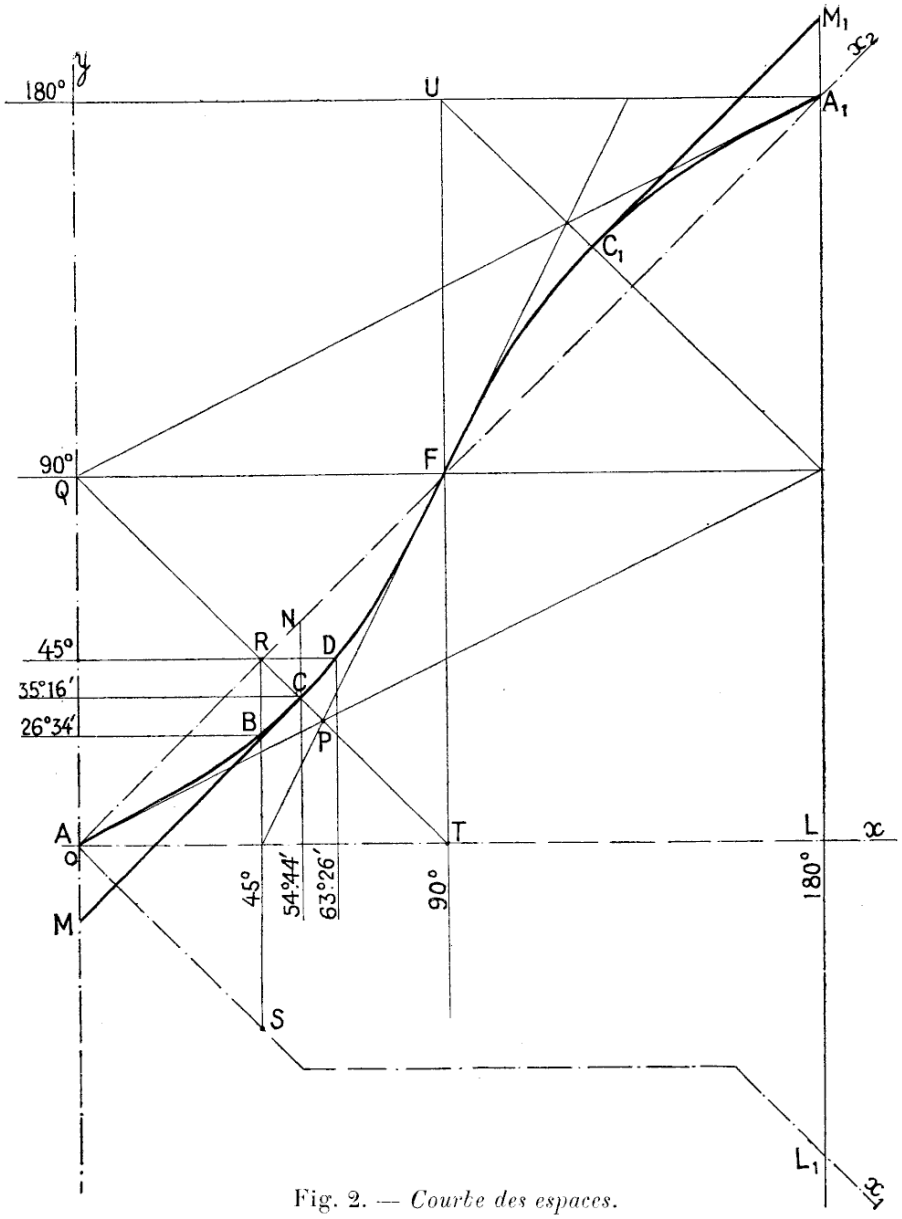



Fig. 2. — *Courbe des espaces.*

1° Joint de Cardan, $\theta = 60°$. — Voir tableau I et § 3, 1°.

2° Contre-parallélogrammes, $E = \frac{1}{e} = 3$. — Voir tableau II et § 8.

3° Mécanismes de Whitworth, $E = \frac{1}{e} = 3$. — Voir tableau III et § 14.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$\beta = 0$, $\Omega_1$ passe par le minimum $\Omega\cos\theta$; puis $\Omega_1$ croît avec $\beta$, prend la valeur $\Omega$ au point C$\left(\cot\beta = \sqrt{\cos\theta}\right)$ et atteint le maximum $\frac{\Omega}{\cos\theta}$ lorsque $\beta = \frac{\pi}{2}$. La vitesse moyenne est $\Omega$.

Examinons l'influence de $\theta$. Lorsque $\theta = 0$, la courbe des vitesses se confond

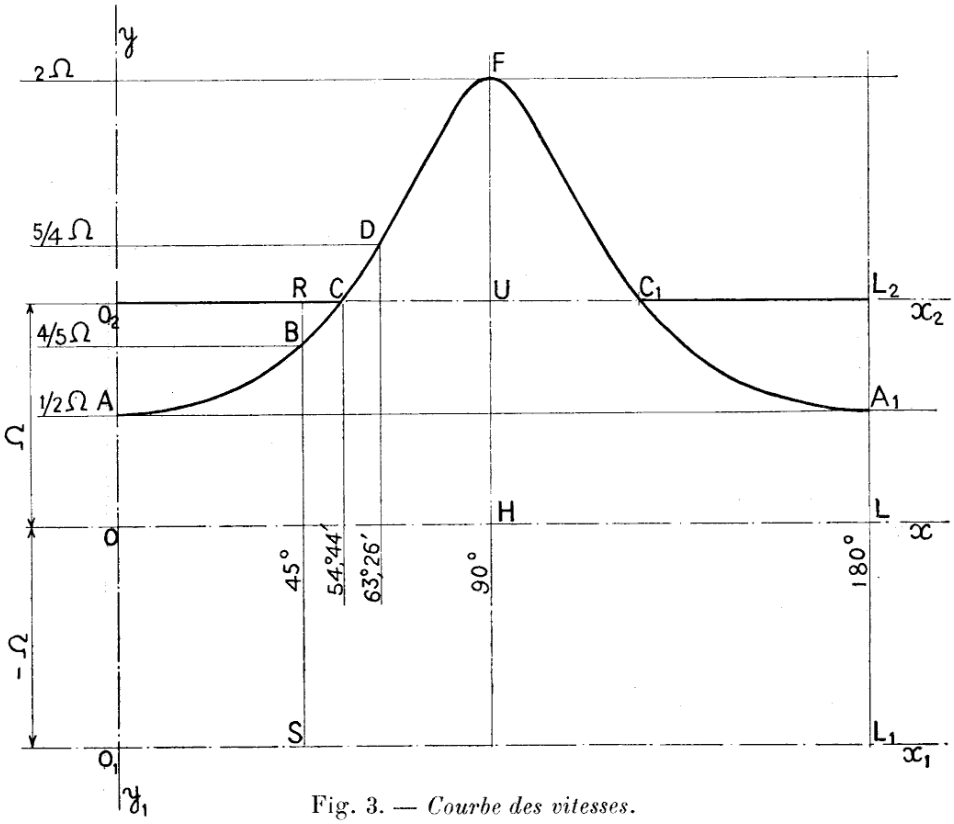



Fig. 3. — *Courbe des vitesses.*

1° Joint de Cardan, $\theta = 60°$. — Voir tableau I et § 3, 2°.

2° Contre-parallélogrammes, $E = \frac{1}{e} = 3$. — Voir tableau II et § 8.

3° Mécanismes de Whitworth, $E = \frac{1}{e} = 3$. — Voir tableau III et § 14.

avec la droite $O_2L_2$ ($y = \Omega$). Quand $\theta$ croît de 0 à $\frac{\pi}{2}$, la courbe conserve son allure; le point A, sur $Oy$, se rapproche de O; le point C, sur $O_2L_2$, se rapproche de U; le point F, sur HU, s'éloigne à l'infini; le point D ($\cot\beta = \cos\theta$) tend vers F. L'arc ABC tend vers le contour polygonal OHU, l'arc CDF tend vers la droite UF, F étant rejeté à l'infini.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° *Courbe des accélérations* (fig. 4). — On a porté sur $Ox$ et $Oy$, des longueurs respectivement proportionnelles à $\beta$ et $\Gamma_1$ (voir relation [3]). F est centre de symétrie de l'arc tracé, $A_1$ devient centre de symétrie si l'on fait varier $\beta$ de 0 à $2\pi$. L'accélération est nulle pour $\beta = 0$ et $\beta = \frac{\pi}{2}$; elle passe par le maximum

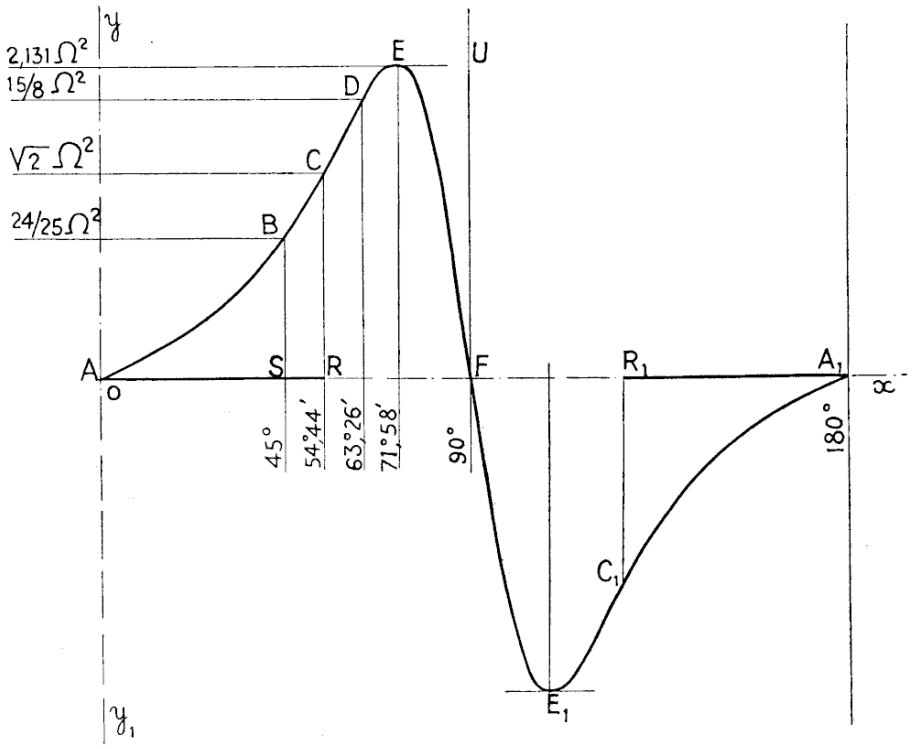



Fig. 4. — *Courbe des accélérations.*

1° Joint de Cardan, $\theta = 60°$. — Voir tableau I et § 3, 3°.

2° Contre-parallélogrammes, $E = \frac{1}{e} = 3$. — Voir tableau II et § 8.

3° Mécanismes de Whitworth, $E = \frac{1}{e} = 3$. — Voir tableau III et § 14.

au point E ($\cos 2\beta = 2\cos 2\beta_1$, voir relation [4]). Quand $\beta$ varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$, l'accélération moyenne est $\frac{2\Omega^2 \operatorname{tg}\theta \sin\theta}{\pi}$.

L'influence du paramètre $\theta$ est ici assez complexe. Quand $\theta = 0$, la courbe des accélérations se confond avec $Ox$. Pour $\theta$ très petit, la relation [3] équivaut à peu près à $\Gamma_1 = \Omega^2 \sin^2\theta \sin 2\beta$; la courbe diffère peu d'une sinusoïde, les points

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

B, C, D, E, sont très voisins. Si $\theta$ croît, l'ordonnée du point B $\left(\beta = \frac{\pi}{4}\right)$, croît jusqu'au maximum $\Omega^2$, valeur atteinte lorsque $\cos\theta = \sqrt{2} - 1$ ($\theta = 65°31'$ environ); puis elle décroît et s'annule lorsque $\theta = \frac{\pi}{2}$. Les points C, D, E sont toujours placés dans le même ordre sur la courbe; quand $\theta$ varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$, leur abscisse tend vers $\frac{\pi}{2}$ et leur ordonnée tend vers l'infini. Pour $\theta$ très voisin de $\frac{\pi}{2}$, on a sen-

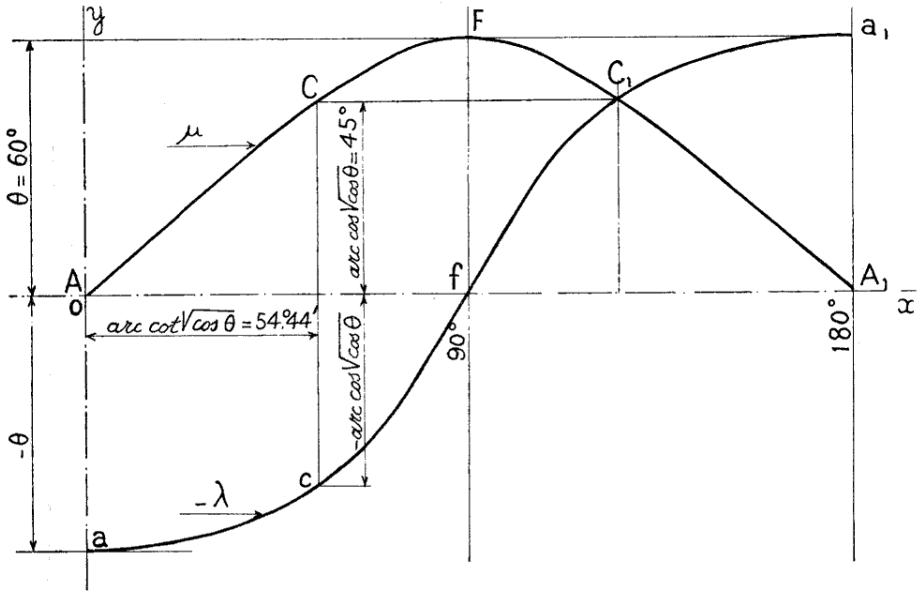



Fig. 5. — *Déplacement du croisillon du joint de Cardan.*

$\theta = 60°$. — Voir § 4, 1° et 2°.
1° par rapport à l'arbre moteur, courbe $afa_1$.
2° par rapport à l'arbre conduit, courbe $AFA_1$.

siblement : $\Gamma_1 = \frac{2\Omega^2 \cos\theta \operatorname{tg}\beta}{\cos^2\beta}$; à la limite, l'arc AEF tend vers les côtés de l'angle droit OFU, U étant rejeté à l'infini.

Toutes les courbes passent par les points d'inflexion A, F et $A_1$.

En résumé, quand $\theta = 0$, la transmission est uniforme,; son irrégularité croît avec $\theta$; $\frac{\pi}{2}$ est une limite théorique de $\theta$ qui ne peut être réalisée, car la vitesse et l'accélération de l'arbre conduit passeraient par des valeurs infinies. D'autre part, des conditions d'encombrement limitent la grandeur de $\theta$ qui, pratiquement, ne dépasse guère 70°.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

§ 4. — MOUVEMENT DU CROISILLON. — 1° *Mouvement par rapport à l'arbre moteur* (fig. 1). — Le plan AOB fait avec le plan du grand cercle C, l'angle $\lambda$ du triangle sphérique $A_0AB$. Pour un observateur lié à l'arbre moteur, les pieds en O et la tête en A, le plan AOB fait à chaque instant l'angle $-\lambda$ avec le plan C; la loi du mouvement est :

$$\operatorname{tg}\lambda = \operatorname{tg}\theta\cos\beta \qquad [5]$$

Le croisillon oscille de $\pm\theta$ de part et d'autre du plan C, à la vitesse

$$\Omega' = \Omega\sin\theta\cos\theta\frac{\sin\beta}{1-\sin^2\theta\sin^2\beta} \qquad [6]$$

2° *Mouvement par rapport à l'arbre conduit* (fig. 1). — Pour un observateur dirigé suivant OB et lié à l'arbre conduit, le plan AOB fait avec le plan du grand

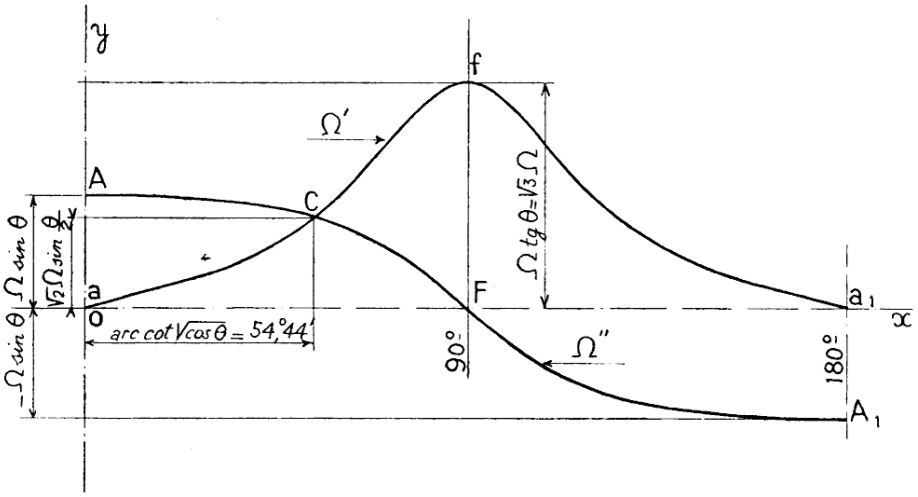



Fig. 6. — *Vitesse du croisillon du joint de Cardan.*
$\theta = 60°$. — Voir § 4, 1° et 2°.
1° par rapport à l'arbre moteur, courbe $afa_1$.
2° par rapport à l'arbre conduit, courbe $AFA_1$.

cercle $C_1$, l'angle $\mu$ du triangle sphérique $A_0AB$, d'où la loi du mouvement :

$$\sin\mu = \sin\theta\sin\beta \qquad [7]$$

L'oscillation est encore de $\pm\theta$ de part et d'autre du plan $C_1$, à la vitesse

$$\Omega'' = \Omega\sin\theta\frac{\cos\beta}{\sqrt{1-\sin^2\theta\sin^2\beta}}. \qquad [8]$$

La figure 5 représente graphiquement les relations [5] et [7] dans le cas où $\theta = 60°$; on a porté sur $Ox$ des longueurs proportionnelles à $\beta$ et sur $Oy$ des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

longueurs proportionnelles à $-\lambda$ et à $\mu$. La figure 6 représente de la même manière les relations [6] et [8]. Lorsque $\operatorname{tg}\beta_1 = \cot\beta = \sqrt{\cos\theta}$, le croisillon est également incliné sur les plans C et $C_1$ et ses vitesses angulaires par rapport à ces deux plans sont égales à $\sqrt{2}\,\Omega \sin\frac{\theta}{2}$; alors $\cos\lambda = \cos\mu = \sqrt{\cos\theta}$.

3° *Mouvement absolu* (fig. 1). — Le mouvement absolu s'obtient en composant le mouvement relatif par rapport à l'arbre moteur (rotation autour de OA, à la vitesse $\Omega'$ donnée par [6]) avec le mouvement propre de cet arbre (rotation autour de OX à la vitesse constante $\Omega$). Portons sur OX, $\overline{OP} = \Omega$, puis parallèlement à OA, $\overline{PQ} = \Omega'$; le mouvement absolu du croisillon, à l'instant considéré, est une rotation autour de OQ à la vitesse $\overline{OQ} = \sqrt{\Omega^2 + \Omega'^2}$. Le vecteur OQ n'est pas dans le plan de la figure, le point Q reste dans un plan perpendiculaire à OX; si on rabat ce plan sur le plan de figure, Q vient en R; alors $\widehat{XPR} = \beta$, et, en vraie grandeur, $\overline{PR} = \Omega'$. La relation [6] est donc, en coordonnées polaires, l'équation du lieu de R; c'est l'ellipse E, tangente à OX, dont le grand axe PT est égal à $\Omega \operatorname{tg}\theta$ et dont le petit axe est égal à $\Omega \sin\theta$.

Le lieu du vecteur $\overline{OQ}$ représentant le mouvement absolu du croisillon, est donc un cône de sommet O, limité à la base PT; cette base, dont le plan est perpendiculaire à OX, se rabat suivant l'ellipse E sur le plan $XOX_1$. Ce cône permet de déterminer rapidement $\overline{OQ}$ en fonction de $\beta$, déplacement de l'arbre moteur.

Rapporté aux axes OX, OY, OZ (voir fig. 1), ce cône a pour équation :

$$Z^2 + Y^2 \cos^2\theta - XY \sin\theta \cos\theta = 0 \qquad [9]$$

Il est symétrique non seulement par rapport au plan XOY, mais aussi par rapport au plan bissecteur de l'angle $XOX_1$.

Les projections de la rotation $\overline{OQ}$ sur OX, OY, OZ sont respectivement :

$$\Omega, \quad \Omega' \cos\beta \quad \text{et} \quad \Omega' \sin\beta.$$

§ 5. — STATIQUE DU JOINT DE CARDAN. — 1° *Équilibre du croisillon* (fig. 1). — Négligeons le frottement et la masse du croisillon. La résultante des réactions d'un tourillon passe au point moyen de ce tourillon, tangentiellement à la sphère S. Par raison de symétrie, les réactions en B et B′ forment un couple qui équilibre le couple des réactions en A et A′; ces réactions sont donc égales et tangentes au grand cercle $\Sigma$ qui passe par A, B, A′, B′.

Au point B, la réaction F du croisillon sur la fourche mue, fait avec le plan $C_1$ l'angle $\mu$ du triangle sphérique $A_0$ AB. Le moment total des réactions en B et B′ est $2F\rho\cos\mu$, par rapport à $OX_1$; il équilibre le moment — M des résistances appliquées à l'arbre conduit et le moment des forces d'inertie $-I\Gamma_1$, I étant le moment d'inertie des masses solidaires de cet arbre. D'après [7] :

$$F = \frac{M + I\Gamma_1}{2\rho\sqrt{1 - \sin^2\theta \sin^2\beta}}. \qquad [10]$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Posons $F = F' + F''$, $F'$ dépendant seulement de M et $F''$ dépendant seulement de $I\Gamma_1$; il vient d'après [10] et [3] :

$$F' = \frac{M}{2\rho\sqrt{1 - \sin^2\theta \sin^2\beta}} \qquad [11]$$

$$F'' = \frac{I\Omega^2 \cos\theta \sin^2\theta \sin 2\beta}{2\rho(1 - \sin^2\theta \sin^2\beta)^{\frac{5}{2}}} \qquad [12]$$

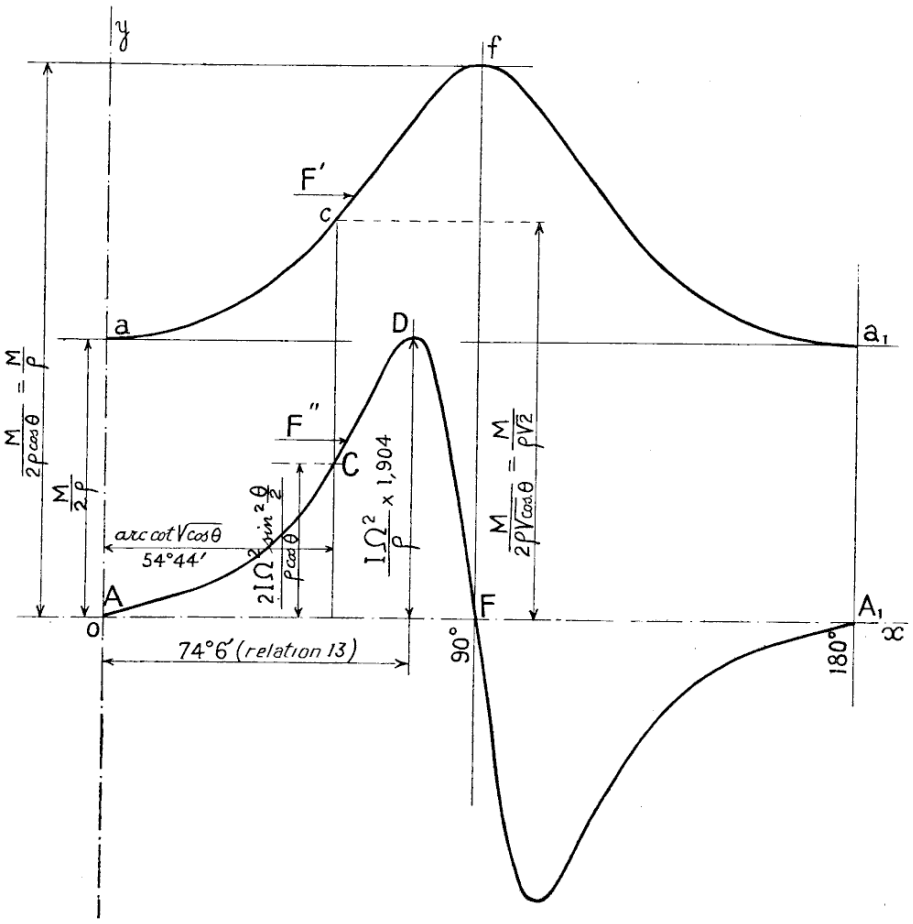



Fig. 7. — *Réactions au contact des mécanismes conjugués.*

1° sur le croisillon du joint de Cardan, § 5, 16.
2° sur les dents de l'engrenage elliptique, § 11.
3° sur le coulisseau des mécanismes de Whitworth, § 16 : Courbe F', réactions dues au moment résistant supposé constant; Courbe F'', réactions dues aux forces d'inertie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 7 représente graphiquement, dans le cas ou $\theta = 60°$, les variations de F′ (M étant supposé constant) et de F″. Sur $Ox$, on a porté des longueurs proportionnelles à $\beta$ et sur $Oy$ des longueurs proportionnelles à F′ et F″. Le point F est centre de symétrie de la courbe des F″; Ff est axe de symétrie de la courbe des F′.

La dérivée de F″ s'annule lorsque $\beta$ prend la valeur donnée par la relation :

$$\cos 2\beta = \frac{1 + \cos^2\theta - 2\sqrt{\cos^2\theta + 4\sin^4\theta}}{3\sin^2\theta} \qquad [13]$$

F′ est toujours positif; F″ est positif quand $\beta$ varie de 0 à $\frac{\pi}{2}$ et de $\pi$ à $3\frac{\pi}{2}$; il est négatif dans les autres cas. Donc F est toujours moteur lorsque $\beta$ est compris dans le 1er ou le 3e quadrant; mais si $\beta$ est compris dans le 2e ou le 4e quadrant, F est moteur ou résistant suivant que M est plus grand ou plus petit que $-I\Gamma_1$.

*Remarque.* — Pour éviter des considérations qui sortiraient du cadre de ce mémoire et conduiraient à des développements excessifs, nous n'avons pas déterminé la loi des accélérations du croisillon, car sa masse est en général trop faible pour modifier sensiblement la réaction F″ provenant des forces d'inertie. Si quelques cas particuliers ne permettaient pas de négliger cette masse, on obtiendrait simplement une approximation suffisante en supposant la matière du croisillon répartie par quarts sur chacune des articulations A, A′, B, B′; pour être sûr d'évaluer F″ par excès, on peut supposer que cette répartition se fait par moitiés sur les articulations B et B′ de la fourche conduite.

D'autre part, pour ne pas compliquer les calculs outre mesure, nous avons déterminé les réactions sur le croisillon en négligeant le frottement qui, d'ailleurs, influe peu sur la grandeur de ces réactions. On aura une évaluation approchée du travail des résistances passives en partant de la valeur F donnée par la relation [10]. Soit alors $a$ le rayon des articulations A, A′, B et B′, $\varphi_1$ l'angle de frottement, $\Omega'$ (relation [6]) et $\Omega''$ (relation [8]), les vitesses relatives du croisillon par rapport aux fourches. La puissance absorbée à chaque instant par le frottement sera $2Fa\sin\varphi_1\Omega'$ pour les tourillons A et A′, et $2Fa\sin\varphi_1\Omega''$ pour les tourillons B et B′, soit au total :

$$P = 2Fa\sin\varphi_1(\Omega' + \Omega'') \qquad [14]$$

$\Omega'$ et $\Omega''$ sont ici pris en valeur absolue. La valeur trouvée sera approchée par défaut, car l'effet du frottement est de majorer la valeur de la réaction F tirée de la relation [10].

2° *Réactions sur l'arbre conduit* (fig. 1). — La réaction en B se décompose en F cos $\mu$, perpendiculaire à $OX_1$, et en F sin $\mu$, parallèle à $OX_1$. Les composantes F cos $\mu$ appliquées en B et B′ forment un couple qui ne donne aucune réaction sur l'arbre conduit; mais les composantes F sin $\mu$ forment, dans le plan de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fourche conduite, un couple $\mathcal{C}_1$ qui doit être équilibré par les réactions des paliers de cet arbre. D'après [7] et [10] :

$$\mathcal{C}_1 = (M + I\Gamma_1)\frac{\sin\theta\sin\beta}{\sqrt{1-\sin^2\theta\sin^2\beta}} \qquad [15]$$

3° *Réactions sur l'arbre moteur.* — En A (fig. 1), la réaction F du croisillon sur la fourche motrice donne une composante $F\cos\lambda$ perpendiculaire à OX et une composante $F\sin\lambda$ parallèle à OX. Les deux composantes $F\cos\lambda$ appliquées en A et A′ donnent un couple $\mathcal{C}'$ que doit équilibrer la force motrice appliquée à l'arbre OX. D'après [5] et [10] :

$$\mathcal{C}' = (M + I\Gamma_1)\frac{\cos\theta}{1-\sin^2\theta\sin^2\beta} \qquad [16]$$

Les deux composantes $F\sin\lambda$, appliquées en A et A′, forment dans le plan de la fourche motrice un couple $\mathcal{C}''$ qui doit être équilibré par les réactions des paliers de l'arbre moteur; d'après [5] et [10] :

$$\mathcal{C}'' = (M + I\Gamma_1)\frac{\sin\theta\cos\beta}{1-\sin^2\theta\sin^2\beta} \qquad [17]$$

§ 6. — COMBINAISONS DE JOINTS DE CARDAN. — Nous considérons ici le joint de Cardan comme un moyen de réaliser un mouvement varié; nous ne parlerons donc pas de la disposition bien connue qui permet d'obtenir un rapport de vitesses constant à l'aide de deux joints de Cardan. Nous associerons ces mécanismes de la manière suivante.

L'arbre X coupe l'arbre $X_1$ sous un angle $\theta_1$; l'arbre $X_1$ coupe l'arbre $X_2$ sous un angle $\theta_2$, ... etc., jusqu'à l'arbre $X_{n-1}$ qui coupe l'arbre $X_n$ sous un angle $\theta_n$. Ces arbres sont reliés les uns aux autres par des joints de Cardan qui passent tous simultanément par la position initiale définie au § 2. Si les arbres sont tous dans le même plan, il suffit pour cela que les fourches solidaires d'un même arbre soient orientées dans des plans perpendiculaires. Dans le cas général, il faut que lorsque la fourche motrice d'un joint arrive dans le plan des arbres reliés par ce joint, il en soit de même pour la fourche motrice d'un joint quelconque.

En appliquant de proche en proche la relation [1], on trouve que les angles $\alpha$ et $\alpha_n$ décrits par les arbres X et $X_n$, satisfont à la relation :

$$\operatorname{tg}\alpha_n = \cos\theta_1\cos\theta_2 \ldots \cos\theta_n \operatorname{tg}\alpha \qquad [18]$$

Le mouvement de l'arbre $X_n$ est donc le même que s'il était obtenu directement par un joint de Cardan unique commandé par l'arbre X, à condition que l'angle $\theta$ de ces arbres soit tel que $\cos\theta = \cos\theta_1\cos\theta_2 \ldots \cos\theta_n$.

La combinaison de plusieurs joints de Cardan assure un fonctionnement satisfaisant, alors que le joint unique équivalent est irréalisable.

Si l'on ne néglige pas la masse des arbres intermédiaires, le calcul des efforts d'inertie est assez laborieux, car il faut procéder de proche en proche en partant de l'arbre $X_n$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

II. — CONTRE-PARALLÉLOGRAMMES.

§ 7. — LOIS DU MOUVEMENT DE L'ARBRE CONDUIT (fig. 8 et 9). — Le contre-parallélogramme est un quadrilatère articulé plan dont les côtés opposés sont égaux sans être parallèles. Il y a deux dispositions : 1° un des petits côtés est fixe

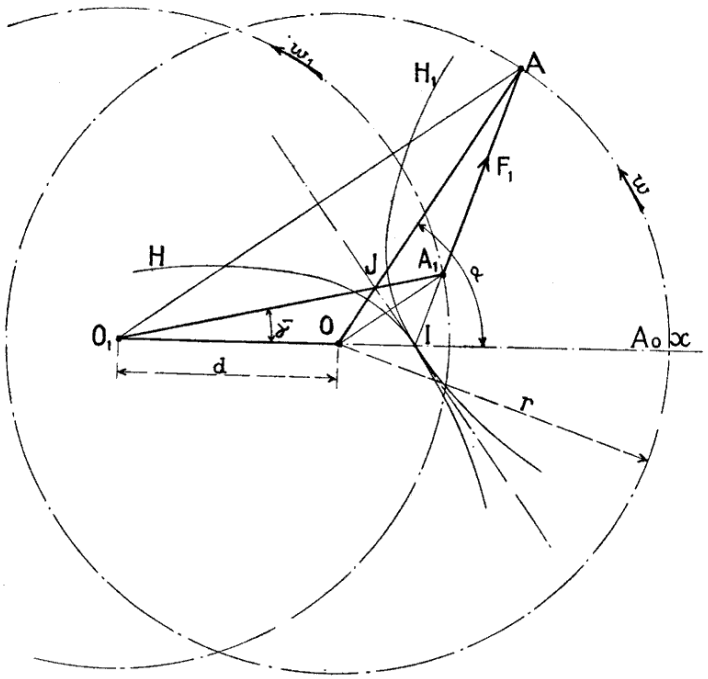



Fig. 8. — *Contre-parallélogramme fixé par nn petit côté. Engrenages hyperboliques.* (Voir § 7, 9 et 10).

(fig. 8); 2° un des grands côtés est fixe (fig. 9); elles donnent lieu aux mêmes formules. Dans les deux cas, $O_1O = d$, est le côté fixe, $AA_1$ est la bielle; la manivelle motrice $OA = r$ tourne à la vitesse constante $\omega$; la manivelle conduite $O_1A_1$ a une vitesse angulaire $\omega_1$ et une accélération angulaire $\gamma_1$. Le mécanisme est défini cinématiquement par le seul paramètre $e = \frac{r}{d}$.

Dans la position initiale, A est en $A_0$, sur la ligne des centres, à l'opposé de $O_1$ par rapport à O. Soit $\alpha = \widehat{A_0OA}$ et $\alpha_1 = \widehat{A_0O_1A_1}$, les angles dont ont tourné les manivelles; les propriétés bien connues de la figure donnent :

$$\cos\alpha_1 = \frac{2e + (1 + e^2)\cos\alpha}{1 + e^2 + 2e\cos\alpha} \qquad [19]$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'où on tire, en dérivant deux fois :

$$\omega_1 = \frac{(e^2 - 1)\,\omega}{1 + e^2 + 2e\cos\alpha} \qquad [20]$$

$$\gamma_1 = \frac{2e\,(e^2 - 1)\,\omega^2 \sin\alpha}{(1 + e^2 + 2e\cos\alpha)^2} \qquad [21]$$

$\gamma_1$ est maximum ou minimum lorsque :

$$2\cos\alpha_1 = \cos\alpha = \frac{1 + e^2 - \sqrt{(1 + e^2)^2 + 32e^2}}{4e} \qquad [22]$$

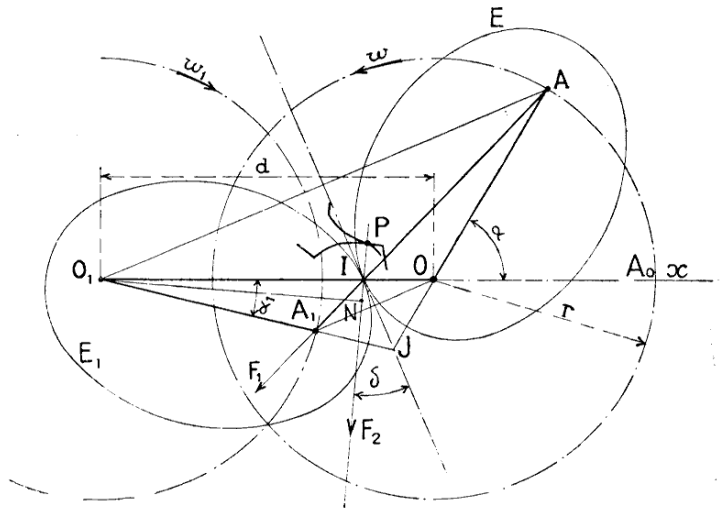



Fig. 9. — *Contre-parallélogramme fixé par un grand côté. Engrenages elliptiques.* (Voir § 7, 9, 10 et 11).

8. — VARIATIONS DE $\alpha_1$, $\omega_1$ ET $\gamma_1$ EN FONCTION DE $\alpha$ ET DE $e$. — Afin d'éviter toute confusion, nous représenterons le paramètre $\frac{r}{d}$ par E dans le cas de la figure 8 ($E > 1$) et par $e$ dans le cas de la figure 9 ($e < 1$). Pour la discussion, il suffit de faire varier $\alpha$ de 0 à $\pi$ ; le tableau II donne, en fonction de E ou de $e$, les valeurs remarquables que prennent alors $\alpha$, $\alpha_1$, $\omega_1$ et $\gamma_1$.

Nous verrons au § 21 que les relations [19] à [22] sont identiques aux relations [1] à [4] (§ 2) relatives au joint de Cardan si l'on pose :

$$\cos\theta = \frac{E - 1}{E + 1} = \frac{1 - e}{1 + e},\quad \omega = 2\Omega,\quad \alpha = 2\beta,\quad \alpha_1 = \pm 2\beta_1,\quad \omega_1 = \pm 2\Omega_1,\quad \gamma_1 = \pm 2\Gamma_1.$$

Le signe supérieur du double signe correspond au cas de la figure 8 ($E > 1$) et le signe inférieur, au cas de la figure 9 ($e < 1$). La remarque relative aux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

positions conjuguées (fin du § 2) s'appliquera facilement ici. De plus les graphiques des figures 2, 3 et 4, établis pour le joint de Cardan lorsque $\theta = 60°$, conviendront au contre-parallélogramme si l'on a $E = \frac{1}{e} = 3$; il suffira de lire les coordonnées à une échelle deux fois plus petite, et de changer, en outre, le signe des ordonnées dans le cas de la figure 9 ($r < d$). Ainsi sur les figures 2, 3 et 4, l'abscisse du

| Point représentatif fig. 2, 3 et 4 | | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha$ | | 0 ↑ | $\frac{\pi}{2}$ ↑ | $\cos\alpha = \frac{-1}{E} = -e$ ↑ | $\cos\alpha = \frac{-2E}{1+E^2} = \frac{-2e}{1+e^2}$ ↑ | $\cos\alpha = \frac{1+e^2-\sqrt{1+34e^2+e^4}}{4e}$ faire $e=E$ ↑ | $\pi$ ↑ |
| Contre-parallélogramme, petit côté fixe, $E = \frac{r}{d} > 1$ | $\alpha_1$ | 0 ↑ | $\cos\alpha_1 = \frac{2E}{1+E^2}$ ↑ | $\cos\alpha_1 = \frac{1}{E}$ ↑ | $\frac{\pi}{2}$ ↑ | $\cos\alpha_1 = \frac{\cos\alpha}{2}$ ↑ | $\pi$ ↑ |
| | $\omega_1$ | $\frac{\omega(E-1)}{1+E}$ minimum ↑ | $\frac{\omega(E^2-1)}{E^2+1}$ ↑ | $\omega$ ↑ | $\frac{\omega(E^2+1)}{E^2-1}$ ↑ | ↑ | $\frac{\omega(E+1)}{E-1}$ maximum ↓ |
| | $\gamma_1$ | 0 ↑ | $\frac{2\omega^2 E(E^2-1)}{(1+E^2)^2}$ ↑ | $\frac{2\omega^2}{\sqrt{E^2-1}}$ ↑ | $\frac{2\omega^2 E(E^2+1)}{(E^2-1)^2}$ ↑ | maximum ↓ | 0 ↓ |
| | $\alpha_1$ | 0 ↓ | $\cos\alpha_1 = \frac{2e}{1+e^2}$ ↓ | $\cos\alpha_1 = e$ ↓ | $-\frac{\pi}{2}$ ↓ | $\cos\alpha_1 = \frac{\cos\alpha}{2}$ ↓ | $-\pi$ ↓ |
| | $\omega_1$ | $\frac{-\omega(1-e)}{1+e}$ maximum ↓ | $\frac{-\omega(1-e^2)}{1+e^2}$ ↓ | $-\omega$ ↓ | $\frac{-\omega(1+e^2)}{1-e^2}$ ↓ | ↓ | $\frac{-\omega(1+e)}{1-e}$ minimum ↑ |
| | $\gamma_1$ | 0 ↓ | $\frac{-2\omega^2(1-e^2)}{(1+e^2)^2}$ ↓ | $\frac{-2\omega^2}{\sqrt{1-e^2}}$ ↓ | $\frac{-2\omega^2 e(1+e^2)}{(1-e^2)^2}$ ↓ | minimum ↑ | 0 ↑ |

Tableau II : *Contre-parallélogrammes* (voir § 8 et fig. 2, 3 et 4.)

Variation de $\alpha_1$, $\beta_1$ et $\gamma_1$ en fonction de $\alpha$.

E et *e*, rapport du rayon de manivelle à la distance des centres; $\alpha$, déplacement et $\omega$, vitesse constante de l'arbre moteur; $\alpha_1$, déplacement, $\omega_1$, vitesse, et $\gamma_1$, accélération de l'arbre conduit;

Les flèches ascendantes indiquent que la fonction croît, les flèches descendantes indiquent qu'elle décroît.)

point B sera $\alpha = 90°$; l'ordonnée de ce point sera $\alpha_1 = \pm 53°8'$ sur la figure 2; $\omega_1 = \pm\frac{8}{5}\Omega = \pm\frac{4}{5}\omega$ sur la figure 3; $\gamma_1 = \pm\frac{48}{25}\Omega^2 = \pm\frac{12}{25}\omega^2$ sur la figure 4.

Nous pouvons donc renvoyer à la discussion du § 3; nous signalerons seulement les particularités suivantes.

$e$ et $\frac{1}{E}$ peuvent varier de 0 à 1. La limite supérieure ($d = r$) est une impossibilité géométrique; pratiquement $e$ et $\frac{1}{E}$ restent inférieurs à 0,8.

Lorsque $e$ et $\frac{1}{E}$ sont voisins de zéro, $r$ est très petit sur la figure 9, et $d$ est très

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

petit sur la figure 8; le fonctionnement n'est pas possible à cause des frottements. Si $e = \frac{1}{E} = 0$, le mécanisme s'évanouit.

Lorsque $\alpha$ est égal à 0 ou à $\pi$, le contre-parallélogramme est replié sur la ligne des centres (positions de point mort) et peut alors se déformer en parallélogramme.

§ 9. — ÉTUDE DE LA BIELLE DU CONTRE-PARALLÉLOGRAMME (fig. 8 et 9). — Les angles O et $A_1$ du quadrilatère $OAA_1O_1$ sont égaux, ainsi que les angles $O_1$ et A; donc, par rapport à la manivelle motrice, la bielle $AA_1$ tourne à la vitesse $\omega_1$ donnée par la relation [20]; par rapport à la manivelle mue, la bielle tourne à la vitesse constante $\omega$. A l'instant considéré, le mouvement absolu de la bielle est une rotation à la vitesse $\omega + \omega_1$ autour du point J intersection de OA et de $O_1A_1$.

Négligeons les frottements et la masse de la bielle. La réaction $F_1$ de la bielle sur le tourillon $A_1$ est portée par la droite $AA_1$ dont la distance au point $O_1$ est $r \sin \alpha$; M et I ayant la même signification qu'au § 5, on aura en raisonnant comme pour le joint de Cardan :

$$F_1 = \frac{M + I\gamma_1}{r \sin \alpha} \qquad [23]$$

$$F'_1 = \frac{M}{r \sin \alpha} \qquad [24]$$

$$F''_1 = \frac{2I\omega^2 e(e^2 - 1)}{r(1 + e^2 + 2e\cos\alpha)^2} \qquad [25]$$

Si M est constant, F' est proportionnel à $\frac{1}{\sin \alpha}$. Minimum pour $\alpha = \pm \frac{\pi}{2}$, $F'_1$ deviendrait infini pour $\alpha = 0$ et $\alpha = \pi$ si la bielle agissait seule; pour faire franchir les positions de point mort, il faut compter sur la puissance vive $\frac{I\omega_1^2}{2}$ ou ajouter le dispositif indiqué au § 10. Dans le cas de la figure 8 ($E > 1$), $F'_1$ fait travailler la bielle à la traction quand $\alpha$ varie de 0 à $\pi$, et à la compression quand $\alpha$ varie de $\pi$ à $2\pi$; le contraire se produit dans le cas de la figure 9 ($e < 1$).

$F''_1$ est proportionnel à $\frac{1}{(1 + e^2 + 2e\cos\alpha)^2}$, c'est-à-dire à $\left(\frac{1}{O_1A}\right)^2$; ses variations sont faciles à suivre sur les figures 8 et 9. Quand $\alpha$ varie de 0 à $\pi$, $F''_1$ varie du minimum $\pm \frac{2I\omega^2 e(e-1)}{r(e+1)^3}$ au maximum $\pm \frac{2I\omega^2 e(e+1)}{r(e-1)^3}$; il faut prendre le signe + ou le signe — selon que $e$ est plus grand que 1 (fig. 8) ou plus petit que 1 (fig. 9). Dans le premier cas, et pour le tour complet des arbres O et $O_1$, $F'_1$ fait toujours travailler la bielle à la traction; dans le second cas, $F''_1$ fait toujours travailler la bielle à la compression.

L'effort total $F_1$ est toujours moteur quand $\alpha$ varie de 0 à $\pi$; quand $\alpha$ varie de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$\pi$ à $2\pi$, $F_1$ est moteur ou résistant suivant qu'en valeur absolue M est plus grand ou plus petit que $1\Gamma_1$.

La réaction de la bielle sur la manivelle motrice est égale et directement opposée à $F_1$.

*Remarque.* — Au sujet de l'omission de la masse de la bielle et du frottement aux articulations A et $A_1$, nous ferons les mêmes observations qu'au § 5, 1°, relatif à l'équilibre du joint de Cardan.

On pourra supposer la masse de la bielle répartie par moitiés aux points A et $A_1$, ou, pour évaluer $F''$ par excès, concentrer toute cette masse en $A_1$ sur la manivelle conduite. Mais ici, la détermination exacte des forces d'inertie de la bielle se ramène au problème classique de la distribution des accélérations dans une figure plane qui glisse dans son plan, lorsque l'on connaît les accélérations de deux de ses points : l'accélération du point A se réduit à l'accélération centripète $\omega^2 r$ (rotation à vitesse constante $\omega$ autour de O); l'accélération du point $A_1$ a pour composante centripète $\omega_1^2 r$ et pour composante tangentielle $\gamma_1 r$ (rotation autour de $O_1$ dont la vitesse $\omega_1$ et l'accélération $\gamma_1$ sont données par les relations [20] et [21].)

D'autre part, soit $a$ le rayon des articulations A et $A_1$, $\varphi_1$ l'angle de frottement, $F_1$ la valeur de la réaction donnée par la relation [22]. On vient de voir que les vitesses relatives de la bielle par rapport aux manivelles sont $\omega$ et $\omega_1$. A chaque instant, la puissance absorbée par le frottement sera approximativement et par défaut, en prenant $\omega$ et $\omega_1$ en valeur absolue :

$$P_1 = F_1 \, a \sin \varphi_1 (\omega + \omega_1). \qquad [26]$$

La détermination exacte de l'influence du frottement se ramène ici à une construction graphique bien connue, mais elle conduit à des formules compliquées.

§ 10. — ENGRENAGES ELLIPTIQUES ET HYPERBOLIQUES (fig. 8 et 9). — L'ellipse E (fig. 9) qui a pour foyers O et A, et $d$ comme longueur de l'axe focal passe constamment au point I, rencontre de $OO_1$ et de $AA_1$; il en est de même de l'ellipse $E_1$, égale à la précédente, qui a $O_1$ et $A_1$ pour foyers. Pendant la déformation du contre-parallélogramme, ces ellipses tournent respectivement autour des foyers O et $O_1$, et roulent l'une sur l'autre en restant symétriques par rapport à leur tangente commune I J.

Ces ellipses peuvent servir de courbes roulantes primitives et porter des dents analogues à celles des roues dentées cylindriques usuelles; on obtient ainsi un engrenage elliptique qui remplace souvent le contre-parallélogramme de la figure 9 parce qu'il n'a pas de point mort et n'exige pas d'être placé en porte à faux sur les arbres.

Dans le cas de la figure 8, les courbes roulantes sont les hyperboles H et $H_1$, dont on n'a représenté que la branche qui passe au point I à l'instant considéré;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais les points à l'infini de l'hyperbole ne se prêtent pas à la réalisation pratique de l'engrenage hyperbolique complet.

On se contente quelquefois de compléter le contre-parallélogramme par des portions d'engrenage elliptique ou hyperbolique, limitées au voisinage de l'axe focal, afin de faciliter le passage aux points morts.

Les § 7 et 8 s'appliquent donc aux engrenages elliptiques, mais la discussion du § 8 doit être modifiée par les remarques suivantes : 1° il n'y a pas de position de point mort; 2° le fonctionnement est d'autant meilleur et la construction est d'autant plus facile que l'excentricité $e$ des ellipses est plus petite; 3° le cas limite $e = 0$ donne deux roues dentées cylindriques égales.

§ 11. — Effort sur les dents de l'engrenage elliptique (fig. 9). — En général, pendant le contact de deux profils de dents conjugués, chaque ellipse primitive roule sur l'autre d'un arc assez petit pour être confondu avec le cercle osculateur à l'ellipse au point où celle-ci coupe le profil qu'elle porte; le tracé de la denture peut être ainsi ramené au tracé d'une denture cylindrique usuelle. Les cercles osculateurs relatifs à deux profils conjugués sont égaux, mais leur rayon varie d'une dent à l'autre; toutefois, lorsque l'excentricité $e = \frac{r}{d}$ est faible et que le nombre de dents est élevé, on peut adopter un profil unique pour toutes les dents [1].

Le point de tangence P de deux profils conjugués (fig. 9) est à l'intérieur de l'ellipse motrice si le contact a lieu avant la ligne des centres $OO_1$; il est à l'intérieur de l'ellipse conduite si le contact a lieu après la ligne des centres. Si l'on néglige le frottement, la réaction $F_2$ de la roue menante sur la roue menée est dirigée suivant PI, normale commune aux profils. Soit $\delta$ l'angle aigu de PI avec IJ; la distance de $O_1$ à PI sera, d'après les propriétés de la figure 9 :

$$O_1N = \frac{d\sqrt{1 + e^2 + 2e\cos\alpha}}{2(1 + e\cos\alpha)}[\cos\delta + e\cos(\alpha \mp \delta)]$$

En raisonnant comme au § 9, on trouve, dans le cas d'un seul couple de dents en prise :

$$F_2 = \frac{(M + I\gamma_1)2(1 + e\cos\alpha)}{d[\cos\delta + e\cos(\alpha \mp \delta)]\sqrt{1 + e^2 + 2e\cos\alpha}} \qquad [27]$$

Il faut prendre le signe — du double signe lorsque F est moteur, et le signe + quand F est résistant (voir fin du § 9).

Si le profil des dents est en développante de cercle, $\delta$ est constant.

Pour discuter simplement les variations de $F_2$, nous supposerons $\delta = 0$, ce qui est le cas du profil épicycloïdal lorsque le contact des dents a lieu au point I;

(1) Voir *Théorie et construction des engrenages elliptiques*, par P. Massot, *Revue de Mécanique*, juin 1914.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la réaction $F_2$ est alors portée par IJ. En posant $F_2 = F'_2 + F''_2$, on tire de la relation [27] :

$$F'_2 = \frac{2M}{d\sqrt{1 + e^2 + 2e\cos\alpha}} \qquad [28]$$

$$F''_2 = \frac{4Ie(e^2 - 1)\omega^2 \sin\alpha}{d(1 + e^2 + 2e\cos\alpha)^{\frac{3}{2}}} \qquad [29]$$

La dérivée de $F''_2$ s'annule pour :

$$\cos\alpha = \frac{1 + e^2 - \sqrt{(1 + e^2)^2 + 60e^2}}{6e} \qquad [30]$$

Nous verrons au § 22 que les relations [28], [29] et [30] sont équivalentes à un facteur près aux relations [11], [12] et [13], relatives au joint de Cardan (§ 5); la figure 7 traduira donc, avec une simple modification d'échelle la variation de $F'_2$ et de $F''_2$; il suffira de faire $OA_1 = 360^\circ$, $Oa = \frac{2M}{d(1+e)}$, et de donner à l'ordonnée du point C la valeur $\frac{4Ie\omega^2}{d(1-e^2)}$. En valeur absolue $F'_1$ et $F''_2$ s'ajoutent pendant le premier demi-tour et se retranchent pendant le second (voir fin du § 9).

Si l'on tient compte du frottement, la réaction au point P fait avec PI l'angle de frottement.

§ 12. — COMBINAISONS DE CONTRE-PARALLÉLOGRAMMES. — Soit une série d'arbres parallèles X, $X_1$, ... $X_n$ reliés les uns aux autres par des contre-parallélogrammes qui passent simultanément par la position initiale définie au § 7, c'est-à-dire que les manivelles motrices arrivent simultanément dans le prolongement des côtés fixes correspondants. Appelons $e_1$, $e_2$, ... $e_n$ les paramètres des contre-parallélogrammes qui relient respectivement X et $X_1$, $X_1$ et $X_2$, ... $X_{n-1}$ et $X_n$. Nous établirons au § 21 que la relation [19] peut s'écrire $\operatorname{tg}\frac{\alpha_1}{2} = \frac{e-1}{e+1}\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$; on aura donc :

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha_n}{2} = \frac{(e_1 - 1)(e_2 - 1)\ldots(e_n - 1)}{(e_1 + 1)(e_2 + 1)\ldots(e_n + 1)}\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} \qquad [31]$$

Le mouvement de l'arbre $X_n$ est donc le même que s'il était relié directement à l'arbre X par un contre-parallélogramme unique dont le paramètre $e$ serait défini par :

$$\frac{e-1}{e+1} = \frac{(e_1 - 1)(e_2 - 1)\ldots(e_n - 1)}{(e_1 + 1)(e_2 + 1)\ldots(e_n + 1)}$$

Si l'on ne néglige pas la masse des arbres intermédiaires, le calcul des efforts d'inertie est assez laborieux car il faut procéder de proche en proche.

(*A suivre.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## LE RÔLE DU CHEF D'INDUSTRIE (*)

par M. Jean MERSCH, *président du Centre d'Études des Jeunes Patrons au Comité central d'Organisation professionnelle.*

Comment trouver une définition exacte du chef d'industrie? C'est la première question que se pose M. Jean Mersch avant d'aborder celle de sa mission et de la conception que peut se faire en 1939 un jeune patron de son rôle dans la société.

Le conférencier remarque que le personnage du chef d'entreprise s'est modifié à travers les âges, en étroit rapport avec l'évolution industrielle. « Il y a peut-être autant de différence, dit-il, entre un patron d'aujourd'hui et un patron du XIX^e^ siècle qu'entre celui-ci et un « maître » du moyen âge ». Or, quelles ont été les lois auxquelles a obéi cette évolution industrielle? Retraçant à grands traits l'histoire du travail depuis les premiers âges, M. Mersch en voit deux. D'abord la loi de la division du travail, si bien mise en lumière par Adam Smith; ensuite, celle de l'expansion économique.

La loi de la division du travail a eu pour résultat de spécialiser chaque individu dans un métier bien déterminé : grâce à l'accroissement du rendement qu'elle apporte à la production, elle se traduit par un bénéfice pour la société. Mais elle suppose aussi l'organisation du travail de telle façon que l'activité de chacun vienne concourir à l'œuvre d'ensemble. Cette organisation du travail est la première des tâches du chef d'industrie.

Cependant, la loi d'expansion économique, corollaire de la loi de la division du travail, veut que les unités productives, reliées directement par la voie des échanges, forment des ensembles géographiquement de plus en plus vastes. Alors qu'au moyen âge un village et, plus tard, une province se suffisaient presque totalement, aujourd'hui, une nation même ne peut prétendre à cette indépendance, ou bien elle est obligée de conduire une politique ruineuse pour atteindre ce but. C'est que, par le double jeu de la division du travail et de l'accroissement des échanges, les hommes sont tous devenus économiquement solidaires. Le sens de cette solidarité incombe au chef d'industrie. Il ne doit pas se borner à discipliner au-dessous de lui l'activité de ses collaborateurs : il doit aussi veiller à ce que cette activité, prise dans son ensemble, soit profitable à la société dont il fait partie. Ainsi lui donne-t-il un sens et mérite-t-il son nom de chef. Il assume en fait une « responsabilité collective ».

C'est pourquoi M. J. Mersch croit pouvoir donner la définition suivante du chef d'industrie : « C'est *l'organisateur du travail humain en vue du bien-être de la société tout entière.* »

(*) Résumé de la conférence faite par M. Jean Mersch en séance publique le 23 mai 1939 (Voir le compte rendu de cette séance dans le *Bulletin* de juin-juillet 1939, p. 352-353. M. Mersch, mobilisé, n'a pu donner le texte *in extenso* de sa communication mais a bien voulu revoir le présent résumé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

***

En s'appuyant sur cette définition, le conférencier constate que les fonctions du chef d'industrie répondent aujourd'hui à trois ordres de préoccupations : techniques, économiques et sociales.

*Fonctions techniques.* — Le chef d'industrie doit être celui qui prévoit et qui conçoit un plan de production, qui veut et qui ordonne l'exécution de ce plan, qui voit et contrôle la marche de sa production conformément au plan établi. Ce contrôle, notamment celui des prix de revient, qui varie avec les professions et même à l'intérieur d'une même profession, suppose la tenue à jour et la consultation des statistiques, ignorées souvent même de la plupart des grands patrons. Il suppose aussi une comptabilité bien ordonnée, ce qu'il est souvent difficile de faire comprendre aux petits patrons.

La multiplicité des tâches exige que, conformément à la loi de la division du travail, le chef d'industrie soit et reste à sa place, qui est celle d'un chef responsable dirigeant tout un groupe et de qui on doit pouvoir, le cas échéant, provoquer des ordres. C'est avant tout l'organe de décision, l'exécution appartenant à d'autres. Pour cela, il doit savoir choisir et employer ses collaborateurs, compte tenu de leurs aptitudes, et de telle sorte qu'il puisse avoir pleine confiance en eux.

*Fonctions économiques.* — Le chef d'industrie doit s'efforcer non seulement de toujours produire mieux et davantage, d'augmenter le rendement de sa production, mais aussi d'assurer la distribution des biens qu'il produit et une répartition équitable du profit entre le capital et le travail. Ce dernier problème n'est pas de solution facile. Il semble cependant que des résultats puissent être obtenus par l'emploi de formules de salaires plus étudiées et plus justes. Le conférencier rend hommage à cette occasion au livre que viennent de publier M. le Colonel Rimailho et à M. Hyacinthe Dubreuil « Deux hommes vous parlent du travail ».

*Fonctions sociales.* — Les fonctions sociales du patron ont pris une importance croissante depuis un demi-siècle. Le patron est devenu bien plus un conducteur d'hommes que de machines. Son entreprise est aujourd'hui un être moral dont il a la responsabilité. Il devra en particulier s'appliquer à compenser la diminution de personnalité que les progrès du machinisme ont créée chez tous les travailleurs manuels. C'est à ce titre qu'il convient d'assurer à l'ouvrier un cadre agréable pour son travail et un logement convenable, et de s'intéresser sinon de pourvoir à ses loisirs.

La fonction sociale du patron doit s'entendre encore plus largement. Ses relations avec ses collaborateurs doivent être telles qu'elles inspirent à chacun cette idée que tous travaillent en commun dans l'intérêt général et au bénéfice de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la société tout entière, idée qui doit inspirer également les rapports des patrons entre eux par l'intermédiaire des grands groupements professionnels. Cette conception qu'il est encore très difficile de faire admettre, est tout naturellement celle des démocraties. Nous devons travailler pour qu'elle entre peu à peu dans l'esprit des patrons français.

***

Le patron ne peut bien exercer les fonctions si nombreuses et si diverses qui lui incombent que s'il y a été préparé. La formation technique s'acquiert dans les écoles ; c'était la seule formation autrefois ; elle est devenue tout à fait insuffisante. M. Mersch estime qu'elle doit être complétée par une formation juridique et économique. Il pense aussi qu'une culture classique est nécessaire, car elle est la seule qui permette d'avoir des vues d'ensemble.

Il faut encore que le chef d'industrie se tienne constamment au courant des nouveaux problèmes qui se posent et qui changent sans cesse. Cela est assez difficile ; les jeunes patrons ont pensé qu'une méthode pratique est d' « échanger leurs expériences », donc de raisonner *a posteriori* sur des faits. Cet échange peut se faire au cours de réunions amicales auxquelles prennent part, non seulement les patrons exerçant la même profession, mais aussi des professions différentes, des fonctionnaires, avec lesquels ils sont presque toujours en rapport, et aussi les ouvriers, dont les avis peuvent être très précieux. C'est ce qui a été réalisé au Centre d'Études des Jeunes Patrons[1] et les premiers résultats acquis montrent que cette méthode est bonne.

Beaucoup de jeunes patrons ont compris les difficultés et la grandeur de leur mission ; ils cherchent à la mieux remplir ; ils ont foi dans l'avenir ; ils agissent ; ils sont fiers de ce que leur personnel soit heureux et leurs machines en bon état. Ils sentent que l'harmonie qu'ils apporteront dans leur entreprise réagira en bien sur l'ordre social, où elle sera créatrice d'une harmonie plus grande encore : à la joie du travail s'ajoutent déjà pour eux les joies de l'esprit et du cœur, qui sont la meilleure récompense de leurs efforts.

(1) Siège, 23, rue Chauchat, Paris (9e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LA SEMAINE FRANÇAISE DU COMMERCE EXTÉRIEUR

## (Paris, 22-27 mai 1939)

par M. René ARNAUD, *Directeur des Études économiques à la Confédération générale du Patronat français.*

Du 22 au 27 mai se sont déroulées à Paris et dans plusieurs villes de province diverses manifestations dont l'objet était de faire comprendre à l'opinion publique française l'importance du commerce extérieur pour l'économie du pays.

Ces manifestations étaient organisées, sur l'initiative du Comité Français de la Chambre de Commerce Internationale (C. C. I.), par le Comité National des Conseillers du Commerce Extérieur de la France auquel s'étaient jointes diverses institutions françaises intéressées aux questions de commerce international : le Comité National Français de la C. C. I., l'Association Nationale d'Expansion Economique, le Comité d'Action Économique et Douanière, l'Union Française des Industries Exportatrices, etc.

La Semaine du Commerce Extérieur s'est ouverte à la Sorbonne par une séance solennelle en présence du Président de la République.

M. J. H. RICARD, Président du Comité d'Organisation et Président du Comité National des Conseillers du Commerce Extérieur de la France, a, devant une très nombreuse affluence, expliqué le but de la Semaine du Commerce Extérieur.

« C'est un effort de vulgarisation pour faire comprendre à toutes les classes de la population l'utilité des échanges internationaux pour le bien-être de chacun, la prospérité nationale, et la paix entre les peuples. »

M. Ricard s'est référé à l'exemple que les États-Unis de l'Amérique du Nord donnaient à l'Europe en matière de propagande pour le commerce extérieur.

M. Ricard a ajouté : « En invitant chacun de nos compatriotes à réfléchir un peu à ses actes quotidiens, le matin, au lever, dans sa toilette, son habillement, son alimentation, et, aussi, dans son bureau, son salon, sa chambre à coucher, à l'usine, à l'atelier, à l'hôtel, partout, ne l'amènerons-nous pas à apprécier maints objets qui, désormais, font partie de sa vie courante et qui résultent d'échanges avec l'étranger? Dans quantité de menus achats, M. Tout-le-Monde fait du commerce extérieur à la manière de M. Jourdain, c'est-à-dire sans le savoir ».

Après lui M René P. DUCHEMIN, Président du Comité Français de la Chambre de Commerce Internationale, a démontré que l'exportation était une nécessité vitale pour presque tous les industriels.

L'exportation est en effet un élément de sécurité au cas où la clientèle nationale vient à bouder et à préférer les produits de concurrence étrangère. Mais cette exportation n'est possible que si elle s'appuie sur un large marché intérieur.

En effet, a dit M. Duchemin, « il est, à cet égard, un fait que l'industriel ne doit jamais perdre de vue : c'est que, quels que soient ses prix de revient, et si

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avantageux qu'ils puissent être, il sera, dans la majorité des cas, obligé de vendre sur les marchés étrangers, à un prix qui, compte tenu des frais de transport de l'usine au lieu de consommation, et compte tenu des droits de douane, ne lui laissera, départ, qu'un encaissement inférieur à celui de ses ventes sur le territoire national.

« Il lui faut donc, dans ce cas, appliquer la formule connue de la tonne supplémentaire, qui consiste à accepter — pour donner un aliment suffisant à l'obtention des prix de revient les plus réduits — de sacrifier un certain tonnage vendu, départ, à bas prix.

« Il lui faut donc en un mot envisager l'hypothèse, pour ses ventes à l'exportation, d'un certain dumping, en comprenant, par ce terme, toute vente qui ressort à un taux inférieur au cours du marché intérieur, si l'on en déduit les frais de transport et les droits de douane.

« Il ne pourra, évidemment, y consentir que dans la mesure où le tonnage qu'il exporte ne constitue qu'un pourcentage réduit de sa production totale, c'est-à-dire où ses ventes à l'intérieur seront suffisamment importantes pour lui permettre de compenser les sacrifices qu'il doit consentir à l'exportation. »

M. R. P. Duchemin a également marqué que la politique impériale française, elle-même, aboutissait au développement du commerce extérieur : « Notre pays a l'obligation impérieuse d'acheter et de vendre à ses colonies et pays de protectorat, mais l'équilibre rigoureux des ventes et des achats entre deux marchés est quasi impossible à réaliser, même quand il s'agit d'une métropole, d'une part, et de ses possessions, d'autre part, et c'est ainsi que la politique impériale elle-même conduit naturellement à des échanges multiangulaires auxquels doivent participer les nations étrangères. »

Ensuite, M. Cahen-Salvador, Secrétaire Général du Conseil National Économique, a déploré l'état de guerre économique où vit actuellement le monde en disant notamment : « Les espaces sont conquis, les éléments maîtrisés, les distances se rapprochent. Et l'on s'ingénie à compartimenter les économies, à les enserrer dans de plus étroites lisières!

« Il semble que, plus notre puissance matérielle s'étend, plus notre ingéniosité s'emploie à restreindre le champ où s'exerce notre activité. »

M. Cahen-Salvador a préconisé le regroupement économique des trois grandes puissances déjà liées par l'accord tripartite des monnaies, regroupement que les autres États pourraient rejoindre ultérieurement.

M. Fernand Gentin, Ministre du Commerce, a conclu par un discours où il a dit notamment : « Reconnaissons ensemble tout d'abord une vérité évidente, mais dont si souvent on se refuse à admettre les conséquences : le commerce international comporte, pour un pays donné, des importations aussi bien que des exportations, et dans les régimes monétaires actuels plus encore qu'auparavant, les importations sont souvent la condition préalable des exportations.

« Or, importer, c'est assez généralement admettre que la concurrence étran-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gère puisse s'exercer contre nos produits. C'est souffrir la possibilité de comparaisons de prix et de qualité entre la fabrication nationale et la fabrication étrangère. C'est, dès lors, se soumettre au jugement de celui qui achète et consomme : c'est un heureux stimulant, mais c'est en même temps sacrifier quelque chose de la tranquillité que confère un protectionnisme avancé.

« Pour que ce sacrifice soit consenti, il faut qu'on en comprenne la nécessité, ou, si vous préférez, le caractère rentable. Démontrer cette nécessité et cette rentabilité est le fait d'une propagande que les initiatives privées, bien plus que les Pouvoirs publics, sont qualifiées pour mener à bien ».

***

Parmi les diverses manifestations qui se sont poursuivies pendant toute la semaine, retenons une Exposition du Commerce Extérieur qui a été faite à la gare Saint-Lazare avec le concours du Comité Français de la C. C. I. et des organismes rattachés à la Confédération Générale du Patronat Français.

Une manifestation pittoresque a été organisée pour marquer l'intérêt de la Marine Marchande dans le commerce extérieur : on a reconstitué l'arrivée à Paris, le 29 mars 1816, devant le roi Louis XVIII entouré de ses gardes et de ses pages, de l'*Élise*, le premier bateau à vapeur qui, sous pavillon français, ait effectué la traversée de la Manche.

Ces diverses manifestations auront certainement d'heureux effets sur l'opinion française en lui démontrant quel rôle capital importations et exportations jouent dans la vie économique nationale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## BIBLIOGRAPHIE

**La turbine à vapeur moderne**, par E. A. KRAFT, V. D. I. Traduction de la seconde édition, mise à jour par l'auteur, de l'ouvrage allemand, publié par VDI-Verlag, *Die neuzeitliche Dampfturbine*, par W. MACLOT, ingénieur A. I. Lg. Un vol. (28 × 19 cm), de XII — 283 p., 245 fig., pl. Dunod, éditeurs, 92, rue Bonaparte, Paris (6e). 1939. Prix, broché, 115 fr.; relié, 140 fr.

Index : 621.16

Le livre du docteur-ingénieur professeur E. A. Kraft, directeur des ateliers de construction de turbines de l'Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, sur *La turbine à vapeur moderne*, a paru pour la première fois en 1926. Quatre ans après fut publiée une seconde édition, tenant compte du rapide accroissement des pressions et des températures. A son tour cette édition a été récemment mise à jour et c'est de ce nouveau texte que M. W. Maclot, Ingénieur de l'École de Liége, nous donne une excellente traduction française, en tête de laquelle figure un avant-propos de M. Kraft, daté d'octobre 1938.

Cet ouvrage de haute technicité n'est pas un exposé didactique des principes. Il ne fait aucunement double emploi, par exemple, avec le traité de M. Stodola, auquel il se réfère à l'occasion. Il n'est pas davantage un recueil de formules. Le lecteur est supposé au courant de la théorie, ainsi que du fonctionnement des turbines, et capable de développer lui-même un calcul d'écoulement de fluide ou de résistance des matériaux. Ce qui forme essentiellement la matière de ce volume de 283 pages, c'est une dissertation sur les moyens de porter les turbines au plus haut degré de perfection actuellement réalisable. Dissertation détaillée et approfondie, presque entièrement présentée en langage ordinaire et sans appareil mathématique, et marquée au coin d'une expérience pratique consommée.

Pour M. Kraft, la toute première condition à remplir, celle dont la nécessité domine le problème, c'est une absolue sécurité d'exploitation. Des dommages considérables peuvent être causés par un trouble même relativement court dans le fonctionnement d'une centrale; les conséquences d'un arrêt ont vite fait de dissiper les économies de combustible de plusieurs mois. Il revient à diverses reprises sur cette idée maîtresse : voici un exemple de cette insistance. Au sujet des jeux à réserver pour le passage des aubes, il écrit : « Il faut surtout se garder de vouloir augmenter le rendement d'une turbine en réduisant d'une façon inadmissible les jeux axiaux et radiaux des aubes, c'est-à-dire en diminuant la sécurité de marche. La sécurité de marche d'une turbine réclame l'emploi de jeux déterminés et suffisants; c'est faire complètement fausse route que de vouloir augmenter le rendement au détriment de la sécurité de service. »

Le plan de l'ouvrage est méthodique et clair. L'auteur se place en présence d'un projet à établir et d'une construction à réaliser. Il examine successivement les moyens permettant d'augmenter le rendement, les limites techniques de la constructibilité, les directives du projet, enfin l'application des directives à la construction.

*Moyens permettant d'augmenter le rendement.* — L'étude porte d'abord sur le choix de la pression et de la température initiales de la vapeur, puis sur celui de la pression finale. Ensuite vient la question de savoir dans quels cas il convient, au cours de la détente totale, de faire intervenir une ou plusieurs surchauffes intermédiaires. Puis est examiné le système des soutirages de vapeur pour le réchauffage de l'eau d'alimentation, système économique pourvu qu'il ne conduise pas à gaspiller une partie de la chaleur des gaz de la combustion qui aurait pu être utilisée à ce réchauffage. Enfin, cette première discussion des grandes lignes du projet se termine par l'exposé de l'intérêt considérable qui s'attache au fonctionnement à contre-pression dans les établissements ayant besoin à la fois d'énergie électrique et de chaleur.

On passe alors à l'étude des formes constructives, en prenant pour base le calcul des pertes à l'écoulement de la vapeur, la comparaison entre les propriétés du système à action et du système à réaction, la considération du « facteur de qualité » $\sum \frac{u^2}{h}$. Cette expression peut s'écrire $2gE\frac{\sum \frac{u^2}{2g}}{Eh_0}$ et, sous cette forme, fait apparaître le rapport entre la somme des demi-forces vives acquises par le fluide lors de ses détentes successives et le travail équivalent à sa « chute de chaleur » adiabatique totale.

La recherche des formes constructives porte successivement sur les tuyères, les aubes mobiles, les enveloppes, les garnitures d'étanchéité, les rotors.

Quant aux organes de réglage, M. Kraft, sans entrer dans le détail de leur théorie ni de leurs mécanismes, fait ressortir la nécessité d'accorder les actions du régulateur de vitesse et des régulateurs de pression. Il cite à ce sujet « le système combiné d'après le type de Rateau, dans lequel chacun des régulateurs agit simultanément sur tous les organes de réglage dans le sens correct,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sans déranger l'état d'équilibre des grandeurs qui, au même instant, ne doivent pas être réglées. » Divers exemples concrets sont donnés à l'appui de ces considérations.

*Limites techniques de la constructibilité.* — Il ne suffit pas de concevoir les meilleures dispositions à donner aux diverses parties de la machine : il faut encore pouvoir les réaliser dans des conditions donnant toute sécurité. C'est pourquoi l'auteur passe en revue les propriétés des matériaux entrant dans la construction des turbines : fontes de différentes sortes, depuis la simple fonte mécanique, qui n'est admise que pour des parties faiblement sollicitées et à température modérée, jusqu'aux fontes pour vapeur surchauffée et aux fontes spéciales, qui offrent des résistances de 22 à 30 kg/mm² et qui ne doivent pas se montrer sujettes au gonflement; acier coulé, aussi complètement exempt que possible de soufre et de phosphore, souvent amélioré par des additions de nickel, de nickel-chrome ou de molybdène, et soumis à des traitements thermiques appropriés; aciers spéciaux divers, dans la composition desquels entrent, seuls ou associés, le carbone, le manganèse, le nickel, le chrome, le cuivre, le molybdène, le tungstène, et qui sont employés, suivant un choix propre à chaque catégorie de pièces, pour les arbres et rotors, les disques de roues, les aubes, les boulons travaillant à chaud, les tuyauteries de vapeur à haute température, les pignons, les couronnes dentées.

Dans ce chapitre, bien loin de s'étendre en généralités inutiles, la discussion reste spécialisée à ce qui intéresse la construction de chacune des parties de la turbine. Toutes les qualités de la matière, dont les progrès récents de la science ont fait ressortir l'importance, sont envisagées de ce point de vue : variation, aux températures élevées, des caractéristiques mécaniques et notamment de la limite élastique, de la résistance sous charge permanente, de la résilience, du module d'élasticité; influence du forgeage; effets des traitements thermiques; résistance à la formation de la rouille, à l'usure, aux vibrations. Les méthodes d'essai font l'objet d'observations spéciales, visant leur application aux matériaux de construction des turbines et à la vérification des diverses parties de celles-ci. Des détails sont donnés sur la prise des éprouvettes. On distingue, pour en analyser l'influence sur la résistance des pièces, les tensions statiques et les tensions dues aux vibrations.

Relativement à ces dernières, M. Kraft estime que, pour la sécurité de marche de la turbine, il est indifférent que l'arbre soit hypercritique (flexible) ou subcritique (rigide). « On doit simplement tenir compte, dit-il, qu'avec un arbre flexible, la première vitesse critique doit être franchie rapidement au démarrage.... Par suite des progrès essentiels réalisés au cours de ces dernières années dans la construction, le traitement thermique, l'essai et l'équilibrage des pièces de forge, on peut considérer comme périmée l'opinion selon laquelle le rotor hypercritique serait moins sûr que le rotor rigide. Toutefois, il est essentiel dans ce cas que lors de l'usinage on ait soin d'assurer la coïncidence de l'axe de ségrégation des pièces de forge avec l'axe de rotation de la pièce finie. Naturellement un équilibrage et un montage soigneux du rotor sont indispensables à l'obtention d'une marche satisfaisante, qu'il soit rigide ou flexible. »

*Directives du projet.* — Sous le titre III est présentée une récapitulation des considérations précédentes, permettant de passer des directives qui s'en dégagent aux réalisations, dont un certain nombre d'exemples sont donnés dans la dernière partie de l'ouvrage.

*Application des directives à la construction.* — Cette dernière partie occupe près de la moitié du volume (130 pages sur 283). Elle est plus spécialement descriptive, mais avec observations sur chacun des types décrits, et est ainsi divisée : la commande directe; la commande indirecte; les turbines à haute pression; la condensation et les machines auxiliaires.

Les machines à commande directe qui sont passées en revue appartiennent aux catégories suivantes : 1° turbines à condensation, soit à un seul corps, soit à deux ou à trois corps, à flux simple ou à flux multiple dans la partie basse pression, et établies sur une ou sur plusieurs lignes d'arbres; 2° turbines à contre-pression, dont l'équipement donne lieu à une étude spéciale au sujet du réglage du débit de vapeur et de la puissance; 3° turbines à soutirage, c'est-à-dire turbines à condensation ou à contre-pression dont on extrait, en un ou plusieurs points correspondant à des pressions réglées, la vapeur destinée à des usages calorifiques; 4° turbines à vapeur d'échappement, qui utilisent la vapeur provenant d'une machine sans condensation pour faire travailler cette vapeur entre une pression voisine de la pression atmosphérique et le vide d'un condenseur, et turbines à accumulateur, dont le but est analogue mais qui, au lieu d'être greffées directement sur l'échappement d'une machine, sont alimentées par un réservoir intermédiaire recevant la vapeur détendue d'un ou plusieurs appareils; 5° types spéciaux, tels que les turbines à rotations inverses de Ljungstrôm et quelques autres turbines non axiales.

Les turbines à commande indirecte sont celles dont on réduit la vitesse de rotation, généralement au moyen de réducteurs à engrenages.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Kraft dit à ce sujet : « Les pertes par frottements dans les réducteurs à engrenages de puissance moyenne, en y comprenant les pertes dans les paliers, et moyennant l'emploi d'huiles appropriées, atteignent de 1 à 2 p. 100 de la puissance à transmettre avec simple réduction, de 3 à 4 p. 100 avec double réduction. Ces faibles pertes sont compensées par le travail à meilleur rendement de la machine d'entraînement et de la machine conduite.... Grâce à la connaissance actuelle du processus d'engrènement, à la maîtrise des difficultés relatives aux matériaux de construction et aux soins apportés dans le tracé et dans la technique de l'usinage, les opinions selon lesquelles une turbine à transmission par réducteur à engrenages serait moins sûre qu'une installation avec attaque directe par la turbine, sont depuis longtemps périmées. »

Suit la description d'un certain nombre d'installations, avec turbines à grande vitesse de rotation, montrant des applications diverses de la réduction par engrenages, tant à terre qu'à bord des navires. Des indications détaillées sont données sur la construction des réducteurs.

La revue des types de turbines s'achève par la classe des turbines à haute pression, utilisant dans les meilleures conditions de rendement thermodynamique la vapeur vive, à pression très élevée (dépassant parfois 100 kg/cm²) et à température de l'ordre de 500°, que certains générateurs modernes peuvent produire. En général, le fluide y effectue un premier stade de détente; après quoi, il passe dans une machine distincte pour poursuivre sa détente totale, de sorte que la turbine à haute pression est d'ordinaire une turbine d'amont fonctionnant à contre-pression. Sa construction est caractérisée par le double fait des plus grands efforts à supporter et de la diminution de résistance qui résulte, pour les matériaux, de l'élévation des températures. Elle bénéficie d'autre part du moindre volume spécifique de la vapeur, qui réduit beaucoup les dimensions. Les enveloppes de ces turbines sont en acier coulé. Le joint d'assemblage horizontal est constitué dans des conditions d'extrême robustesse. Toutes précautions sont prises pour éviter les échauffements inégaux. L'enveloppe et le rotor sont assujettis l'un par rapport à l'autre et par rapport aux paliers de telle sorte que toutes les dilatations soient compatibles. La tuyauterie d'amenée de la vapeur vive à l'enveloppe ne doit exercer sur celle-ci aucune poussée pernicieuse : c'est pourquoi, dans beaucoup de ces turbines, les soupapes d'admission sont séparées de l'enveloppe et raccordées à celle-ci par des faisceaux de tuyaux de petit diamètre et flexibles. Le rotor est préférablement tout d'une pièce, et les sièges de soupapes sont faits en acier au chrome-nickel.

Parmi les exemples donnés est une turbine de 14 000 kW à 3 000 tours par minute recevant la vapeur à 100 kg/cm² et 500°, et échappant à 15 kg/cm²; une autre, de 17 000 kW, détend la vapeur de 105 à 25 kg cm², etc. On cite un type de turbo-alternateur construit en Amérique pour les usines Ford, comprenant une turbine d'amont et une turbine de détente, tournant à 1 800 tours par minute et développant chacune la moitié de la puissance totale qui est de 110 000 kW.

Enfin, le dernier chapitre du livre est consacré à la condensation et aux machines auxiliaires. Le faisceau tubulaire des condenseurs doit recevoir des dispositions attentivement étudiées pour réduire les pertes à l'écoulement du condensat et pour obtenir au sein de celui-ci une certaine récupération de chaleur, dite « effet régénératif ». Afin d'obtenir une étanchéité absolue des emmanchements des tubes, ceux-ci sont en général mandrinés à leurs deux extrémités dans les plaques; on emploie aussi le système des plaques rigides et des emmanchements à bourrage permettant les dilatations.

WALCKENAER.

**Dictionnaire international de fonderie**, établi sur l'initiative du Comité international des Associations techniques de Fonderie. Partie française (1re partie). Un vol. rel. toile (14 × 10 cm.), de XXXII + 334 p. Edité par l'Association technique de Fonderie, 66, rue Boissière, Paris (16e). 1938. Prix, relié, 45 fr.

Index : 669.16 (03)

*Préface.*

En acceptant de préfacer l'ouvrage de la Commission présidée par M. España, *Dictionnaire international de Fonderie*, j'ai tenu à marquer une fois de plus l'intérêt que j'attache à ce travail depuis son origine, et l'utilité, pour ne pas dire la nécessité, qu'il m'apparaît présenter tant pour l'enseignement que pour la technique de la fonderie.

Je tiens également à féliciter M. España pour sa persévérance à poursuivre son œuvre à travers les difficultés et malgré l'inertie rencontrée de la part de certains qui devraient y être tout particulièrement intéressés.

Dès 1913, en effet, j'avais appuyé l'idée émise au 1er Congrès international de Fonderie de Paris, et en 1925, j'avais proposé, au Congrès de Fonderie de Liége, la nomination d'une Commission s'occupant de ce travail.

Depuis, la création de l'Ecole supérieure de Fonderie a fortifié ma conviction dans l'utilité de ce travail; l'exercice de l'enseignement technique montre en effet jusqu'à l'évidence qu'une impor-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tante source d'erreurs et de confusions dans les esprits des élèves vient de l'imprécision de définition des termes employés ou de l'emploi de ces termes dans des sens différents. Il en résulte souvent des incompréhensions et, en tous les cas, des pertes de temps.

Mais ces difficultés ne sont pas limitées à l'enseignement : elles se retrouvent encore à la lecture des ouvrages spéciaux, dans les communications et discussions suscitées par les congrès techniques et, à plus forte raison, dans les Congrès internationaux où s'affrontent les langues et dialectes différents. L'histoire de la Tour de Babel, où un projet grandiose fut arrêté par une question de langage est, sous des formes variées, de toutes les époques et pour toutes les disciplines intellectuelles; en un mot, elle s'applique à toutes les activités humaines. Cette confusion des langues et des termes est d'autant plus marquée que la technique est plus ancienne et plus largement disséminée, car l'apport d'ouvriers et d'artisans en groupements isolés les uns des autres et dans des pays possédant des dialectes locaux, crée des termes qui varient suivant la région et suivant l'époque.

Or il n'est guère de technique plus ancienne, plus répandue, plus dispersée que l'art millénaire de la fonderie. Aussi, en fonderie, les difficultés de terminologie apparaissent au maximum parce que cet art antique et universel ne s'est orienté vers des voies rationnelles et techniques que ces dernières années. Ce n'est qu'assez récemment qu'on s'est efforcé d'y mettre de l'ordre, d'y introduire de la science et de la méthode.

On ne pouvait donc pas, dans ces conditions, songer à établir aussitôt un code de référence unifiant le langage technique dans l'intérieur d'un même pays. Il faudra procéder par approximation et retouches successives, et il fallait commencer à l'origine par établir un inventaire aussi complet que possible, inventaire qui devra être ensuite complété, corrigé, pour être finalement simplifié et uniformisé.

En présence de la diversité et souvent de l'imprécision de signification des termes utilisés d'une manière locale ou générale dans l'art de la fonderie, on a eu recours à des croquis pour compléter les définitions données; c'est très judicieusement que l'on s'est adressé à cette écriture primitive dans laquelle les objets sont figurés par une image de compréhension universelle.

Dans un tel travail, seuls les termes techniques propres à la profession doivent figurer en principe, car les termes généraux ou scientifiques sont définis par ailleurs et risqueraient, ainsi que cela arrive parfois, de revêtir un sens particulier dans la bouche des spécialistes.

Il apparaît donc qu'un dictionnaire technique de fonderie ainsi conçu soit appelé à rendre des services, non seulement aux professeurs et moniteurs de fonderie, mais aux fondeurs eux-mêmes, et surtout à ceux qui visent à perfectionner leur éducation technique et l'exercice de leur profession par un travail en commun. Cela préparera l'unification du langage technique à l'intérieur du pays.

En outre, chaque terme est accompagné d'un numéro matricule, lequel, utilisé dans les divers dictionnaires nationaux établis dans chaque pays, permettra d'établir un lexique international unifié dont le besoin se fait de plus en plus sentir en fonderie, lors des congrès réunissant les différentes nations.

Dès à présent, la première partie du Dictionnaire comprend, outre la définition française, les répertoires alphabétiques et numériques, complets en ce qui concerne l'espagnol et l'italien, partiels pour l'allemand, le polonais, le portugais et le tchèque

Il faut espérer que cette première réalisation éveillera l'attention des techniciens et praticiens qui viendront ensuite apporter leur concours effectif pour poursuivre l'œuvre entreprise, en même temps qu'elle ébranlera l'indifférence des industriels qui en seront indirectement bénéficiaires, ayant le plus grand intérêt au perfectionnement de l'instruction et du langage techniques et à son unification. A. PORTEVIN.

La définition donnée en français porte un numéro matricule qu'on retrouve dans les parties en français, anglais, allemand, etc. A chacune des langues correspondent deux index, l'un où les mots sont classés par ordre alphabétique et devant chacun desquels figure son matricule, l'autre classé par ordre numérique de ces matricules, depuis 001 jusqu'à 829 pour le français. Ce dernier index fait apparaître nettement des lacunes dans quelques langues étrangères; elles indiquent évidemment que dans la langue considérée il n'existe pas d'équivalent connu ou certain du terme français. On conçoit que, grâce à cette manière de faire et au travail préliminaire considérable qu'elle a exigé, on pourra combler très facilement ces lacunes dans un avenir prochain. Sous le titre « Comment se servir du dictionnaire » on donne les deux exemples d'application suivants.

1° On veut connaître le mot français correspondant à *rebarbeado* trouvé dans un texte espagnol. A l'index alphabétique espagnol on trouve le matricule 227. En se reportant à l'index numérique français, on trouve en face de 227 le mot *ébarbage*.

2° On veut traduire en anglais le mot français *étuve*. On trouve 263 en face du mot étuve à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'index alphabétique français; puis, dans l'index numérique anglais, on trouve en face de 263 les termes *core oven* et *drying stove*, ce qui peut n'être que des traductions approchées ou peut provenir de ce que les termes ne sont pas les mêmes en Grande-Bretagne et aux États-Unis. En attendant qu'un dictionnaire anglo-américain soit publié on peut déjà lever le doute en analysant les deux expressions trouvées, car si *oven* et *stove* sont à peu près synonymes, *core* signifie *noyau* et *drying* se traduit par *à sécher* ou *de séchage*. (N. D. L. R.)

**Congrès de la Recherche scientifique dans les Territoires d'Outre-mer** (Exposition internationale de Paris, 1937). Un vol. br. (25 × 16 cm), de 543 p. Association Colonies-Sciences, édit., 16, rue de la Paix, Paris (2e). 1938. Prix : broché, 50 fr.

Index : 063 : 001 + 325.3 (44)

L'objet de ce congrès, qui s'est tenu à Paris, du 20 au 25 septembre 1937, pendant l'Exposition des Arts et techniques, avait pour objets : 1° effectuer une mise au point des recherches déjà poursuivies et des principaux résultats obtenus dans les sciences physiques et naturelles en ce qui concerne les territoires d'outre-mer; 2° présenter les travaux en cours dans les mêmes domaines; 3° examiner comment pourraient être organisées ou améliorées ces recherches.

Sept sections avaient été prévues : 1° Géodésie; astronomie géodésique; photogrammétrie; cartographie; 2° Physique du Globe; 3° Géologie et minéralogies pures et appliquées; géographie physique; pédologie; 4° Botanique pure et appliquée; 5° Chimie des végétaux; 6° Zoologie pure et appliquée; 7° Ethnologie.

Les sciences médicales, les industries minérales, l'agronomie tropicale et subtropicale, l'évolution culturelle des peuples coloniaux devant faire l'objet de congrès spéciaux, tenus en septembre et octobre 1937 et dont l'ensemble constituait le « Mois colonial », une liaison avait été établie avec les organisateurs de ces congrès pour qu'il n'y eût pas de doubles emplois et surtout pour assurer la collaboration des chercheurs dans toutes les disciplines. Ce programme a été entièrement exécuté.

Chacune des sept Sections émit des vœux, et les congressistes eurent la satisfaction de constater que le texte qui constitue désormais la charte de la recherche scientifique dans les territoires d'outre-mer, que le Congrès avait adopté, était approuvé par un décret organisant cette recherche. Ce décret fut signé le 25 septembre 1937, le jour même de la clôture du Congrès. Ce résultat, sans précédent dans les annales de l'Administration, avait été obtenu grâce à la liaison étroite qui avait été maintenue avant et pendant le Congrès entre son Comité d'organisation, M. Marius Moutet, ministre des Colonies, qui présida la séance d'ouverture, et le professeur Jean Perrin, sous-secrétaire d'Etat à la Recherche scientifique, qui, après Mme Joliot-Curie, avaient pris une part active à la préparation du Congrès.

Dans le présent volume, édité par l'Association Colonies-Sciences, dont le directeur, M. Martelli-Chautard était le trésorier du Congrès, on trouvera : 1° l'organisation et le fonctionnement du Congrès, ses antécédents et sa préparation; les vœux qu'il a émis; — 2° le texte des discours, allocutions ou conférences de caractère général prononcés, lors des séances plénières, par M. Alfred Lacroix; M. Marius Moutet et M. Henry Hubert, secrétaire général du Congrès; — 3° le compte rendu des séances et travaux des sept sections; — 4° un index alphabétique des auteurs de rapports, communications, interventions dans les discussions, discours et allocutions.

C'est l'avant-dernière partie, — elle occupe les pages 57 à 539, — qui est de beaucoup la plus importante par son volume et par l'intérêt des sujets traités. Pour chacune des sept Sections figurent : en tête, un rapport préliminaire du président de la Section (général Perrier, MM. Ch. Maurain, Ch. Jacob, A. Chevalier, le prof. E. Perrot, MM. A. Gruvel et Paul Rivet); *in fine*, un rapport final du président de la Section; le texte des vœux que, le cas échéant, elle a émis, et le texte, presque toujours *in extenso*, des communications ou mémoires présentés par des personnes ou des organismes d'études. On en compte 82, dont 37 présentés dans la 3e Section. E. L.

**L'électrochimie et l'électrométallurgie**, Tome I : **Électrolyse**, VI + 210 p., 42 fig. Tome II : **Fours électriques**, 254 p., 117 fig. 4e édition, revue et considérablement augmentée, par Albert LEVASSEUR, professeur à l'École supérieure de Fonderie et à l'École nationale des Moteurs à Combustion et à Explosions, maître de conférences à l'École supérieure d'Électricité. 2 vol. br. (25 × 16 cm). Dunod, édit., 92 rue Bonaparte, Paris (6e), 1939.

Index : 541.13 + 621.36/37 + 537.85

L'ouvrage de M. A. Levasseur, dont la quatrième édition vient de paraître (considérablement augmentée, par rapport aux trois premières), se présente en deux volumes, comprenant :

Dans le premier volume, deux parties très distinctes :

*Ire partie* : La théorie générale de l'électrolyse, avec l'exposé de ses lois.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'auteur insiste, non seulement sur les dissociations, la loi de Faraday, les réactions secondaires, etc.; mais encore sur la théorie de Hittorf, relative à la migration des ions. Il expose, ensuite, les calculs relatifs aux forces électromotrices, et termine par la décomposition électrolytique et la polarisation.

*2e partie* : Cette seconde partie est consacrée à l'électrométallurgie industrielle par voie humide. Un exposé complet, théorique et pratique, montre comment on peut obtenir, dans les meilleures conditions possibles, les dépôts les plus divers, y compris ceux du caoutchouc. Les industries des alcalis et du chlore, des hypochlorites, des chlorates et des perchlorates constituent un chapitre à part.

En appendice, il est donné des indications intéressantes sur les applications de l'effluve électrique à la chimie.

Dans le second volume, l'auteur traite successivement de l'appareillage électrothermique et de ses applications.

Après rappel des notions fondamentales, les différents fours électriques industriels sont passés en revue (fours à résistance, à arc, à induction, mixtes). Leur installation, leur mise au point sont l'objet de nombreux développements, ainsi que la question, si importante dans la pratique, de la régulation automatique. Les calculs de rendement (des divers ordres) terminent cette première partie.

La deuxième partie s'adresse tout particulièrement aux métallurgistes; l'électrosidérurgie y est traitée en détail, non seulement pour l'acier et les alliages ferreux, mais encore pour les produits non ferreux; l'aluminium, etc. Quelques applications spéciales sont décrites : fabrication du carbure de calcium, cyanamide calcique; oxydations diverses de l'azote atmosphérique. Les divers procédés pour traiter thermiquement les produits métallurgiques sont également exposés.

En résumé, il s'agit là d'un précis dont la connaissance est actuellement indispensable à tous les ingénieurs. Dans cet ouvrage, une place importante a été réservée aux théories scientifiques les plus modernes; mais les applications industrielles sont aussitôt mises en regard, avec le résumé d'une documentation scientifique abondante, permettant au lecteur, soit de trouver aussitôt la solution du problème qu'il s'est proposé, soit d'être guidé aussitôt, dans certains cas particuliers, vers les ouvrages spéciaux auxquels il devra se reporter avec fruit.

M. G.

**Recherche des fissures dans les fusées d'essieux**, par M. LEBON, ingénieur du Service du Matériel de la Région du Sud-Est de la S. N. C. F. Une br. 30 × 21 cm de 8 p., 9 fig. Extrait de la *Revue générale des Chemins de fer*, n° du 1er mars 1939. Dunod, édit., Paris.

Index : 620.12 : 621.13

Dans la *Revue générale des Chemins de fer* du 1er mars 1939, M. Lebon, ingénieur du Service Matériel de la région du Sud-Est, expose que la S. N. C. F. a été conduite à créer un appareil pour la recherche des fissures dans les fusées d'essieux.

Ces organes sont soumis à chaque tour de roue à des efforts de flexion variables et alternés engendrant parfois des fissures qui se propagent dans la masse et qui finissent par réduire la section saine à un tel point que la rupture se produit, pouvant entraîner l'accident grave.

On sait que la résistance du métal aux efforts alternés dépend dans une large mesure de l'état de surface. Il est donc indiqué de visiter périodiquement les fusées, sans se fier cependant à un simple examen visuel, mais en prenant la précaution de rendre plus apparentes les fissures en formation. Depuis longtemps déjà on procédait par effet de choc pour faire suinter l'huile, dont les fissures sont toujours plus ou moins imprégnées. Bien que primitif ce procédé a donné certains résultats; mais on a pensé qu'on pouvait lui substituer avantageusement un autre moyen dû à M. Roux, chef du Laboratoire de la Soudure française, moyen qui consiste à utiliser les propriétés du spectre magnétique.

Les lignes de forces d'un champ magnétique se matérialisent par des dépôts de limaille qui deviennent adhérents sur la pièce à prospecter lorsqu'elle réalise un barreau aimanté, grâce à un circuit électrique relativement facile à mettre en œuvre dans un cas aussi simple que celui de la fusée d'essieu.

Les lignes de forces sortent au droit de la fissure, concentrant alors la limaille dont les particules se déplacent et s'orientent d'autant plus facilement qu'elles se trouvent en suspension dans du pétrole facilement appliqué par badigeonnage.

Le procédé suppose à la fois une orientation convenable des lignes de forces et une intensité appropriée de l'aimantation, c'est-à-dire le réglage à une certaine valeur du courant qui crée le champ magnétique. Ces conditions essentielles, autant que le souci de certaines facilités d'emploi, ont conduit à la conception d'un appareil qui a été construit par les Ateliers de Villeneuve-Saint-Georges et mis en service au début de 1938. Cet appareil permet de visiter un essieu avec commodité en moins de 15 min. Il semble pouvoir se prêter facilement à la recherche des défauts dans les pièces ferreuses de toutes catégories.

J. FIEUX.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**Interchangeabilité des pièces mécaniques lisses, coniques et filetées dans leur montage et leur fonctionnement**, publié sous la direction de M. J. DUPIN, Inspecteur général de l'Enseignement technique, par L. PÉPIN, Ingénieur A. et M., professeur à l'École nationale professionnelle de Voiron, et A. PEYRATOUT, Ingénieur A. et M., professeur technique adjoint à l'École nationale professionnelle « La Martinière » à Lyon. Un fasc. 30 × 21 cm, de 136 p., 36 tableaux. Étude pratique à l'usage des écoles techniques, des bureaux des études, des services de fabrication et de contrôle. Cours de 1re, 2e, 3e, 4e années.

Index : 389 : 621

Ce volume est destiné à l'enseignement dans les écoles nationales professionnelles et dans les écoles pratiques d'industrie.

Les auteurs, se basant sur les travaux du Comité de Normalisation de la Mécanique (CNM) et de la Commission correspondante de l'Association internationale de la Normalisation (ISA), se sont attachés à rendre accessibles aux élèves des établissements d'enseignement technique du 1er et du 2e degré, la technique des ajustements et celle de l'interchangeabilité en général.

L'ouvrage qu'ils ont écrit dans ce but est présenté d'une manière simple, claire, et même agréable. Les notions sur lesquelles repose l'interchangeabilité sont exposées de manière à réaliser l'instruction progressive des élèves. Pour cela, les auteurs ont divisé leur ouvrage en 4 cours, correspondant respectivement aux classes de technologie de première, seconde, troisième et quatrième années. De nombreuses figures et de nombreux diagrammes illustrent l'ouvrage, et permettent de saisir sans difficulté les principes sur lesquels repose toute fabrication interchangeable. D'utiles indications sont données concernant les travaux pratiques où sont appliquées directement les notions développées dans les différentes parties des quatre cours.

L'ouvrage, tel qu'il est présenté, pourra rendre de grands services non seulement aux élèves, mais surtout aux professeurs chargés d'enseigner la technique de l'interchangeabilité. Ces professeurs y trouveront, en effet, toutes les indications nécessaires pour rendre claires des notions qui, dans l'esprit des non initiés, paraissent compliquées ou même obscures.

Il est à souhaiter que la diffusion de l'ouvrage ne soit pas limitée à l'enseignement technique, mais qu'elle s'étende largement aux milieux industriels où de nombreux agents techniques, ou même ingénieurs, pourront en tirer grand parti.

M. J. ANDROUIN.

## BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

### OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE EN AVRIL ET MAI 1939.

PROTECTORAT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE AU MAROC. — GOUVERNEMENT CHÉRIFIEN. — DIRECTION DES AFFAIRES ÉCONOMIQUES. — SERVICE DE L'AGRICULTURE ET DE LA COLONISATION. — **Les cultures complémentaires au Maroc.** Résultats des essais poursuivis depuis 20 ans au Centre de Recherches agronomiques du Maroc, sous la direction de M. EM. MIÈGE. In-8 (24 × 16) de 339 p., fig. Casablanca, Imprimerie française, 1938. (*Don de M. Em. Miège.*) **18726**

GRUEY (L.-J.). — **Exercices astronomiques à l'usage des élèves des Facultés et des Observatoires.** In-8 (25 × 16) de 346 p., 103 fig. Paris, A. Hermann, 8, rue de la Sorbonne (5e), 1889. **18727**

**Journées internationales de Chronométrie et de Métrologie, Paris, juillet 1937.** Procès-verbaux et mémoires recueillis par René BAILLAUD et Pierre NICOLAU. In-8 (25 × 16) de 740 p., fig. Paris, Editions de la « Revue d'Optique théorique et instrumentale », 3 et 5, boulevard Pasteur (15e), 1939. **18728**

PARDÉ (LÉON) et PARDÉ (MAURICE). — **Arbres et Forêts.** (*Collection Armand Colin, Section de Géographie*, n° 212). In-16 (17 × 11) de 224 p. Paris, Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel (5e), 1938. (*Don des auteurs.*) **18729**

BÉQUART (G.). — **Le réapprovisionnement des stocks.** In-4 (27 × 21) de 83 p., 22 fig., dont X pl. Paris, Delmas, 12, rue de Madrid (8e), 1939. **18730**

INSTITUT DE CÉRAMIQUE FRANÇAISE. — **Recueil des Communications au Congrès technique de l'Industrie céramique, 1938**, organisé par l'Association scientifique et technique de Céramique sous le patronage de l'Institut de Céramique française. In-8 (24 × 15) de 197 p., fig. Paris, 2, avenue Hoche (8e). **18731**

BOINOT (GEORGES). — **Quelques devoirs du chef.** In-12 (19 × 14) de 85 p. Paris, Editions Berran, 22, rue de l'Arcade (8e). (*Don de l'auteur.*) **18735**

BARILLET (FRANCIS). — **La sécurité dans les laboratoires et les fabriques de produits chimiques minéraux.** 1re partie : *Généralités sur les gaz, les liquides et les solides.* In-8 (23 × 15) de 116 p. Paris, « L'Industrie chimique et le Phosphate réunis », 8, rue de Miromesnil (8e), 1939. **18736**

***

Don de M. J. Verger, membre de la Société :

VERGER (JULES). — **Ses ouvriers, sa maîtrise, ... une famille.** In-12 (19 × 12) de 294 p. Paris, chez l'auteur, 141 *ter*, rue Saussure (17e), 1938. **18732**

VERGER (JULES). — **Pour vivre..., collaborons.** 2e édition, avril 1939. In-8 (21 × 13) de 77 p., IV pl. Paris, Editions des A. P. M., 9, rue des Moines (17e). **Pièce 14195**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VERGER (JULES). — **Le pays au travail.** In-8 (22×13) de 54 p. Lille, Imprimerie « La Dépêche », 77, rue Nationale, 1939. **Pièce 14196**

VERGER (JULES). — **Vers l'ordre social nouveau.** In-8 (22×13) de 23 p. Paris, Edition de l'A. P. M., 9, rue des Moines (17e). **Pièce 14197**

VERGER (J.). — **Du devoir individuel au devoir collectif.** In-8 (21×13) de 16 p. Paris, « Le Bâtiment français », 4, avenue du Coq (9e), 1936. **Pièce 14198**

**Les associations professionnelles mixtes. Objet. Organisation. Réalisation. Programme.** In-8 (21×13) de 30 p. Paris, Edité par « L'Ordre professionnel », 9, rue des Moines (17e), 1938. **Pièce 14199**

VERGER (J.). — **Etat actuel de l'entente professionnelle entre distributeurs, constructeurs, installateurs, électriciens.** In-4 (27×21) de 10 p. Paris, Chambre syndicale des Entrepreneurs et Constructeurs électriciens, 3, rue de Lutèce (4e), 1936. **Pièce 14200**

VERGER (J.). — **Rapport sur le déséquilibre du marché de l'industrie électrique et sur les remèdes à y apporter**, établi avec l'approbation du Comité de Direction du Syndicat général des Installateurs électriciens français. In-4 (27×21) de 19 p. Paris, Chambre syndicale des Entrepreneurs et Constructeurs électriciens, 3, rue de Lutèce (4e), 1936. **Pièce 14201**

VERGER (J.). — **Rapport sur les relations entre la compagnie concessionnaire de la distribution d'électricité à Paris et les installateurs électriciens.** In-4 (27×21) de 6 p. (1936). — **Rapport sur les relations entre les compagnies concessionnaires de la distribution d'électricité à Paris et dans la banlieue parisienne et les installateurs électriciens** (suite au Rapport présenté en 1936). In-4 (27×21) de 8 p. (1937). Paris, Chambre syndicale de l'Entreprise électrique de Paris, 3, rue de Lutèce (4e). **Pièce 14202**

VERGER (J.). — **Rapport sur le déséquilibre du marché de l'industrie téléphonique en France.** In-4 (27×21) de 8 p. Paris, Syndicat général des Installateurs électriciens français, 9, avenue Victoria (4e), 1937. **Pièce 14203**

***

COLLARDET (JEAN). — **Les principales essences utilisées dans la construction et la décoration.** (ex *L'Architecture d'aujourd'hui*, novembre 1938.) In-4 (31×24) de 8 p., fig. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 14178**

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE SAINT-QUENTIN ET DE L'AISNE. — **Distribution solennelle des prix du 19 mars 1939.** In-8 (24×16) de 120 p. Saint-Quentin, Imprimerie moderne Saint-Quentinoise, 75, rue d'Isle. **Pièce 14179**

***

**Catalogue de la Librairie Dunod, 1938-1939.**

***

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**

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

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**

***

MINISTÈRE DE L'AIR. — **Publications scientifiques et techniques ;** nos : **117** : *Etude de la génération des engrenages par la méthode des roulettes*, par Jean CAPELLE, 130 p., 107 fig. (1938). — **122** : *Le module d'élasticité des alliages légers et sa variation avec la température*, par Mlle CHAILLOUX, 22 p., 7 fig. (1938). — **125** : *Etude générale sur les segments de moteurs*, par H. COSTE, 96 p., 62 fig. (1938). — **127** : *Similitude hydrodynamique et technique des modèles réduits*, par C. CAMICHEL et L. ESCANDE, 356 p., 416 fig. (1938). — **128** : *Application de la méthode des filets de fumée à l'étude des champs aérodynamiques (maquettes d'avions, ailes d'avions)*, par Jacques VALENSI, 176 p., 33 fig. (1938). — **129** : *Vieillissement artificiel et naturel des enduits acéto-cellulosiques pour toiles d'avions*, par Jean GRARD, 39 p., I pl. (1938). — **130** : *La fusion industrielle du magnésium et ses moulages en sable*, par André CAILLON, 155 p., 180 fig. (1938). — **131** : *Recherches sur un procédé de détermination de l'onctuosité des lubrifiants*, par Fernand CHARRON, 17 p., 36 fig. (1938). — **132** : *Mémoire sur l'énergie d'activation des hydrocarbures et l'indice d'octane*, par Marcel PESCHARD, 36 p., 15 fig. (1938). — **133** : *Etude sur la mesure de la souplesse des vernis pour métaux*, par R. HABREKORN, 29 p., 3 fig. (1938). — **134** : *Contribution à l'étude de l'hélice dans le domaine du point fixe et de son interaction avec l'aile sustentatrice*, par Svetopolk PIVKO, 221 p., 125 fig. (1938). — **135** : *Contribution à l'étude de la turbulence en soufflerie. Application à la turbulence créée par des filtres dans un courant d'air*, par Georges DUBOIS, 90 p., 79 fig. (1938).

Paris, Ed. Blondel La Rougery, 7, rue Saint-Lazare (9e); Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). **Pér. 117.**

*L'agent général, gérant.*

E. LEMAIRE.

Imprimé en France par BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## LA MANIFESTATION IMPÉRIALE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT :

### Une quinzaine de la France d'outre-mer.

A plusieurs reprises, l'attention des membres de la Société d'Encouragement a été appelée sur les projets de son Bureau et de son Conseil tendant à consacrer à l'idée impériale sa principale manifestation publique de 1940.

Le programme de cette manifestation est maintenant arrêté dans ses grandes lignes : trois conférences rappelleront aux industriels français ce qu'ils peuvent demander à notre Empire et ce qu'ils peuvent lui fournir; ces conférences auront lieu au milieu d'une exposition qui, en illustrant par des faits concrets, l'essentiel de leur contenu, les entourera d'une ambiance coloniale où l'art appliqué aura sa large place.

Mais cet effort de la Société ne sera pas isolé; à la même époque, fin avril, début mai, s'ouvrira, en effet, le *Salon de la France d'outre-mer*, grandiose manifestation qui aura un succès encore plus grand que la précédente. Décidé bien avant la guerre, ce Salon n'a été retardé que pour des raisons matérielles imposées par la défense passive; avec les beaux jours du printemps rien ne s'opposera à sa pleine réalisation

A l'occasion du Salon, de nombreuses activités, chacune dans sa sphère, tendront à célébrer et à diffuser l'idée impériale dont l'utilité, déjà incontestable en temps de paix, est encore plus évidente en temps de guerre. Le rôle de la Société d'Encouragement — comme l'indique son titre même — sera d'associer l'industrie nationale à cette « Quinzaine de la France d'outre-mer » dont le succès est entièrement assuré.

Les membres de la Société d'Encouragement auront à cœur d'aider son Bureau et son Conseil dans leur tâche; ils comptent sur le concours de tous les sociétaires, et, dès maintenant, les en remercient.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LA CHIMIE AU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE

par M. A. LEROY, *Ingénieur diplômé de l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.*

La chimie occupe une place importante au Palais de la Découverte et nous ne pouvons songer à en donner une description, même imparfaite, en quelques pages. En rappelant les principales expériences présentées, nous nous efforcerons simplement de donner un aperçu très bref des découvertes qu'elles évoquent et surtout de noter quelques-unes de leurs conséquences innombrables dans le développement de l'industrie humaine.

Placée sous la présidence du regretté Georges Urbain qui, tant par ses découvertes fécondes que par ses travaux de philosophie chimique, a exercé une influence si profonde sur les chimistes de notre époque, la Section de Chimie se divise en plusieurs départements dont la simple énumération suffit déjà à donner une idée de l'ampleur qui lui correspond : spectrochimie, électrochimie, photochimie, chimie minérale, métallographie, géochimie et hydrologie, chimie organique, chimie thérapeutique, chimie biologique et chimie agricole.

En outre, pendant la durée de l'Exposition internationale de 1937, se groupaient, dans une salle spéciale, un ensemble de reconstitutions historiques évoquant quatre grandes époques de la chimie et consacrées, d'une part à l'alchimiste, et, d'autre part, à Lavoisier, Jean-Baptiste Dumas et Berthelot qui, par leurs géniales découvertes, révélèrent les immenses domaines de cette science.

***

Les notions de molécule et d'atome se situent aujourd'hui à la base de la chimie moderne. Aussi la connaissance des atomes est-elle fondamentale pour cette science qui étudie leur combinaison et les propriétés des corps composés obtenus. C'est d'ailleurs par leurs électrons périphériques, appelés électrons de valence, que les atomes se combinent entre eux. La classification des éléments — état sous lequel se trouvent les corps simples dans leurs molécules propres et dans les corps composés qui les contiennent — d'après le nombre croissant d'électrons périphériques correspondant à chacun d'eux, fait apparaître une périodicité dans la configuration des couches électroniques extérieures, qui conduit à associer des éléments dont les propriétés chimiques se caractérisent par des analogies singulières. Cette classification, qui constitue la clef des phénomènes chimiques, trouve sa place dans le département de la *Spectrochimie* puisque l'analyse spectrale aux rayons X a permis de l'établir sous sa forme logique.

Par la spectrochimie, le chimiste parvient aujourd'hui à saisir l'architecture réelle des combinaisons chimiques en faisant usage de toute la gamme des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rayonnements électromagnétiques. Une installation de diffraction de rayons X permet ainsi de montrer des diagrammes de diffraction sur un écran phosphorescent et d'obtenir des clichés de diffraction en un temps de quelques minutes. De même, un imposant spectrographe à luminosité exceptionnellement élevée rend possible l'observation directe sur verre dépoli des spectres d'émission, d'absorption et des spectres Raman, dont le dépouillement est rendu aisé par l'emploi d'un microphotomètre. De la nature des spectres émis par un corps sous différents agents physiques, il est possible de déduire, non seulement sa composition qualitative et quantitative, mais aussi la situation géométrique relative des éléments qui le constituent. L'effet Raman s'avère particulièrement précieux à cet égard; il lui correspond le fait qu'un liquide quelconque éclairé par une lumière monochromatique émet un rayonnement caractéristique de sa structure.

Ainsi grossies 500 millions de fois (5 000 km pour 1 cm), des molécules réelles sont présentées au public par des modèles figurant la répartition spatiale des éléments qui les composent. Telles d'entre elles, correspondant à des fonctions chimiques ou des substances naturelles ou biologiques, suffisent à montrer les merveilleuses possibilités de la spectrochimie par la précision obtenue dans l'étude de l'extraordinaire complexité de leur architecture.

Par ces résultats, la spectrochimie ne donne pas satisfaction à une curiosité stérile des chercheurs, car l'architecture des molécules et des atomes détermine leurs propriétés chimiques. Grâce à elles, ces propriétés, seulement établies par de longues expériences autrefois, sont aujourd'hui expliquées et, pour certains composés, « prévues » même, pour être « reconnues » ensuite. L'importance de cette branche de la chimie est telle qu'on la retrouve dans plusieurs départements, soit pour sa technique propre, soit pour illustrer les résultats auxquels elle conduit.

Ajoutons que, du point de vue pratique, la spectrochimie constitue un procédé précieux de recherche et d'identification qualitative et même quantitative des éléments ou des fonctions chimiques. A ce titre, elle prend place dans un grand nombre de laboratoires d'analyse chimique et de contrôle industriel.

Par le fait même que les atomes ou les groupements d'atomes réagissent entre eux par le jeu d'électrons périphériques possédant chacun une charge élémentaire d'électricité négative, on conçoit que l'électricité joue un rôle considérable en chimie. Par exemple, un grand nombre de composés appelés électrolytes possèdent la propriété de se dissocier en ions, constitués par des éléments ou des groupes d'éléments électriquement chargés. Les solutions d'acides, de bases ou de sels dans l'eau, sont ainsi des conducteurs, et leur conductibilité électrique est une fonction de la concentration du corps dissous et de la nature des ions en présence.

Le passage d'un courant électrique dans les électrolytes peut s'accompagner de réactions chimiques; le phénomène, qui a reçu le nom d'*Électrolyse*, est illustré par trois exemples concernant la soude fondue (reconstitution de l'expérience

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

célèbre de Davy), le sulfate de cuivre et, enfin, l'eau acidulée, ce dernier cas étant mis à profit pour démontrer les lois quantitatives de Faraday. Les conséquences pratiques de la découverte de Davy se trouvent évoquées par la présentation de métaux, aluminium et magnésium, élaborés aujourd'hui par voie électrochimique, et par une expérience de galvanoplastie. Une démonstration particulière vient en outre donner un exemple curieux d'électrolyse sous haute tension, dans laquelle l'échange d'électrons entre le circuit extérieur et les ions s'opère par l'intermédiaire d'une étincelle électrique (expérience de Jolibois).

L'existence de la tension de décomposition (tension anodique et cathodique) est également illustrée par un ensemble d'expériences. Le polarographe d'Heyrowsky en donne une application pratique particulièrement intéressante dans le domaine de la chimie analytique, puisqu'il permet d'effectuer rapidement, en une seule opération, la détermination quantitative de plusieurs sortes d'ions dans une même solution.

La transformation de l'énergie électrique en énergie chimique (électrolyse) se complète très heureusement par une série d'expériences correspondant au phénomène inverse, qui peut se manifester sous une forme parfaitement réversible et dans lequel l'énergie chimique produit de l'énergie électrique (piles).

Le phénomène de polarisation (modification chimique des solutions ou des électrodes) est également mis en évidence et ses applications nombreuses en parties évoquées par l'étude des accumulateurs, des valves électrolytiques et de la protection anodique des métaux.

Enfin, la différence de potentiel métal-solution qui, lorsque la solution contient les ions du même métal, mesure la tendance du métal à passer à l'état d'ions, reçoit une application dans la mesure de la concentration des ions ou, plus justement, de l'activité des ions. Le public peut ainsi suivre une détermination de pH, grandeur qui caractérise l'activité acide d'une solution et dont la connaissance est fondamentale pour conduire ou contrôler un nombre important de réactions dans tous les domaines de la chimie.

Bien que l'action de la lumière sur certaines réactions chimiques soit connue depuis longtemps déjà, le développement de la *Photochimie* date seulement, en fait, du début de ce siècle. Les résultats acquis en physique atomique et moléculaire moderne contribuèrent à son épanouissement au cours de ces dernières années en lui assurant des bases théoriques particulièrement solides. Se rapportant aux relations qui existent entre les réactions chimiques et le rayonnement, les phénomènes photochimiques se présentent sous un double aspect : d'une part, effet d'un rayonnement sur la réactivité des molécules, et, d'autre part, émission d'un rayonnement sous l'effet de l'énergie mise en jeu dans une réaction chimique.

Les expériences effectuées au Palais de la Découverte révèlent surtout l'importance théorique de la photochimie. Mais les aspects industriels de cette science ne manquent pas, et les réactions photochimiques utilisées en photographie en fournissent un exemple frappant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'examen approfondi d'une réaction photochimique d'après la loi de l'équivalence d'Einstein permet de fouiller le mécanisme intime des réactions; ainsi a pu être formulée l'hypothèse féconde des réactions par chaînes. Une expérience très spectaculaire sur la photosynthèse de l'acide chlorhydrique à partir de l'hydrogène et du chlore illustre ainsi la valeur élevée du rendement quantique des réactions s'effectuant par un processus de chaînes : la lumière vive d'un projecteur, dirigée sur une ampoule contenant le mélange chlore et hydrogène, provoque une explosion violente par formation d'acide chlorhydrique. La même réaction est également obtenue à vitesse beaucoup plus réduite, sous éclairage diffus, et des photo-relais, susceptibles d'application industrielle, basés sur ce principe, peuvent être expérimentés par le public. Plusieurs démonstrations concernent quelques réactions photochimiques empruntées à la chimie organique.

L'activation moléculaire et le transfert de l'énergie d'activation font l'objet d'expériences délicates mais très réussies et d'une portée théorique considérable : l'atome de mercure, activé par captation d'un quantum d'une radiation 2537 Å (raie de résonance), peut céder, à la faveur de l'agitation thermique, son énergie d'activation, dans une première expérience, à un atome de thallium, qui la restitue en émettant une lumière composée d'un certain nombre de raies de son spectre, ou encore, dans une seconde expérience, à une molécule d'hydrogène, qui passe alors à l'état monoatomique, dont la présence se manifeste par un pouvoir réducteur particulièrement puissant.

La chimie-luminescence, second aspect de la photochimie concernant l'émission d'un rayonnement à la faveur de l'énergie mise en jeu dans une réaction chimique, est présentée par quelques expériences reproduisant les études très récentes de ces phénomènes : oxyluminescence des organomagnésiens, action du ferricyanure de potassium sur le luminol, action du chlore ou du chlorure mercurique sur la vapeur de sodium, décomposition des azotures et hydratation du sulfate de quinine. L'émission du rayonnement varie beaucoup en intensité et n'est souvent perçue qu'au moyen de compteurs photoélectriques particulièrement sensibles.

Tant du point de vue historique que des points de vue théorique et pratique, le domaine de la *Chimie minérale* est immense. Il lui a été réservé une place très importante, complétée d'ailleurs en partie par celle qui est allouée aux départements métallographie et géochimie. Sa présentation s'avérait délicate, mais, par une heureuse inspiration, elle parvient avec ordre et méthode à donner au visiteur une impression d'harmonie en rappelant les découvertes fondamentales qui ont marqué le début de la science chimique, en faisant connaître l'actuel développement de la chimie minérale et, enfin, en illustrant les conséquences innombrables des découvertes au point de vue de la pratique industrielle.

Cette présentation est basée sur les principes anciens des alchimistes dont les théories supposaient que la matière comprenait quatre « éléments » : l'air, l'eau, la terre et le feu. L'étude des phénomènes de combustion et des réactions par voie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ignée joua un rôle essentiel à la naissance de la chimie moderne, au point que, à ses débuts, la chimie fut considérée comme la « science du feu ». Par l'analyse des trois autres éléments supposés, les premiers corps simples véritables furent découverts, les réactions chimiques systématisées, les lois fondamentales qui les régissent formulées; c'est ainsi qu'on apprit à préparer les corps purs à partir des produits naturels complexes, puis, par synthèse, à constituer des composés nouveaux. Bientôt la grande industrie chimique était née et la chimie minérale lui permettait de préparer les matières premières communes à tant de fabrications.

Un ensemble de démonstrations et d'expériences est consacré à l'étude du « feu », sa production par des moyens chimiques ou physiques, son utilisation en chimie, depuis les flammes jusqu'au four électrique, reconstitué sous la forme décrite et expérimentée par Moissan, et au four à rayons cathodiques. Les flammes méritent une mention particulière puisqu'il leur correspond une réaction de combustion d'un gaz avec l'oxygène et que, de ce fait, elles constituent une source chimique de chaleur. Deux cas typiques d'applications très spectaculaires doivent être cités : la flamme oxyacétylénique, applicable à la soudure des métaux et alliages et au découpage des aciers au jet d'oxygène; la flamme d'hydrogène atomique, également utilisable pour la fusion localisée des métaux. Cette dernière expérience fournit un exemple très intéressant d'évolution énergétique d'un système chimique, l'hydrogène moléculaire diatomique passant à l'état atomique en empruntant de l'énergie à l'arc électrique, et l'hydrogène atomique se combinant à nouveau, en libérant une énorme quantité de calories, au contact même du métal qui se trouve ainsi rapidement porté à fusion.

L'analyse d'un élément supposé comme l'air permet de montrer comment, à partir d'un mélange naturel, on est parvenu à séparer ses composants à l'état de corps simples : azote, oxygène et gaz rares. L'expérience de Lavoisier sur l'analyse de l'air par le mercure est ainsi reconstituée; sous une forme moderne, l'élimination successive des éléments oxygène et azote est suivie au moyen des changements d'aspects du mélange dans des tubes luminescents. Dans un même esprit, il convient de citer l'analyse de l'élément « eau », effectuée par le charbon (expérience de Lavoisier), par dissociation (expérience de Sainte-Claire Deville), par électrolyse; la synthèse de l'eau, réalisée aussi expérimentalement, vient compléter cet ensemble.

La séparation des corps purs à partir des solutions reçoit de nombreuses illustrations : présentation des produits extraits de l'eau de mer et échantillons de cristaux; application de la cristallisation fractionnée à la séparation des sels de terres rares; expériences sur la précipitation appliquées, d'une part, à l'iodure de mercure, d'autre part, à la fabrication du lithopone.

Les réactions de synthèse permettent de donner une image des possibilités de la science chimique dans le domaine de la chimie minérale : combinaison de l'azote et de l'oxygène en oxyde d'azote, synthèse de l'acide nitrique à partir d'ammoniac et d'oxygène, synthèse de l'anhydride sulfurique et de l'acide sulfurique à partir de l'anhydride sulfureux et de l'oxygène.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il convient de réserver une mention spéciale aux présentations concernant la *Catalyse*. Le rôle des catalyseurs consiste, comme on sait, à modifier la vitesse d'une réaction sans changer les termes de l'évolution de la réaction fixés par la thermodynamique chimique. A ce titre, les substances catalytiques interviennent aussi bien en chimie organique qu'en chimie minérale; mais les réactions catalysées ont eu en chimie minérale d'immenses conséquences du point de vue industriel, et la découverte de catalyseurs appropriés à certaines réactions a bouleversé à plusieurs reprises l'économie de la grande industrie chimique. Il était donc normal de trouver au Palais de la Découverte plusieurs exemples de réactions catalysées, choisies parmi les plus importantes; citons notamment l'oxydation catalytique de l'anhydride sulfureux par l'oxygène, avec formation directe d'anhydride sulfurique en présence de catalyseurs à base d'oxydes, et l'oxydation de l'ammoniac par l'oxygène avec formation d'oxyde d'azote, transformé ultérieurement en acide nitrique.

Ces réactions sont représentées ici à l'image réduite des installations industrielles à marche continue et au moyen d'un appareillage en verre qui permet au public de suivre dans tous leurs détails les opérations successives. Il s'agit là d'une très belle réalisation à échelle réduite, dont plusieurs photographies d'installations industrielles suggèrent la portée pratique. Il n'est d'ailleurs pas besoin d'insister sur le fait que les récents progrès accomplis dans la fabrication de l'acide nitrique et de l'acide sulfurique ont eu un heureux effet sur le développement de nombreuses industries organiques (colorants, parfums) ou minérales (engrais) qui utilisent ces acides comme matières premières.

Ajoutons que, par quelques exemples, on s'est efforcé de faire saisir aux visiteurs les liens étroits qui existent entre la science pure et la science appliquée, en plaçant opportunément des schémas de fabrications industrielles (métallurgie de l'aluminium, industrie des ciments, etc.).

Les *Métaux* ont une part prépondérante dans les progrès de la civilisation, au point que l'on peut caractériser par le nom d'un métal les dernières grandes étapes de l'évolution de l'humanité : bronze, fer, acier, aluminium.

C'est qu'en effet les découvertes concernant les matériaux métalliques ont provoqué d'étonnants progrès dans toutes les branches de l'activité et de l'industrie humaines. Ce fait tient à leurs propriétés exceptionnelles aux points de vue mécanique, électrique, magnétique, etc., qui font que les métaux et alliages occupent une place particulière dans la série des éléments et des composés et mélanges chimiques.

Leur étude, rendue plus complexe par l'intervention des propriétés physiques, a été négligée pendant longtemps par les chimistes. Des méthodes spéciales d'investigation, telles la micrographie et l'analyse thermique, ont dû être mises au point pour développer notre connaissance des matériaux métalliques, découvrir les lois à appliquer afin d'obtenir des produits présentant des propriétés nouvelles ou exceptionnelles.

Aussi, quoique étant, dans la classification générale des sciences, une branche

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la chimie minérale, l'étude des métaux et alliages a donné naissance à une science particulière qui a nom *Métallographie* et qui a pour but l'étude de la structure, de la constitution, des transformations et des propriétés de ces produits.

C'est pourquoi on s'est efforcé, à la Section de Métallographie, de rassembler et de présenter quelques-unes des découvertes caractéristiques qui ont conduit aux alliages présentant des propriétés singulières, tout en faisant ressortir les phénomènes et les données scientifiques, origine de ces découvertes et de ces propriétés.

En premier lieu sont rappelés, par quelques exemples, les progrès récents accomplis dans l'étude de la préparation des métaux : métaux isolés depuis ces dernières années seulement en masse importante (glucinium, thallium, gallium); procédés d'élaboration permettant d'obtenir une très haute pureté (sublimation, dissociation thermique sous pression réduite); étude de certaines réactions métallurgiques à l'aide de méthodes physico-chimiques modernes.

Les propriétés des métaux et des alliages n'étant le plus souvent que les conséquences trés variées de la structure interne, on conçoit que l'attention du public ait été spécialement attirée sur la stucture cristalline des métaux par une exposition de macrostructures allant du lingot au cristal unique. Les moyens d'investigation dans ce domaine se ramènent à deux catégories principales : l'une, qui joue à l'échelle de l'atome (spectographie aux rayons X), l'autre, qui intervient à la dimension du grain cristallin (étude micrographique au microscope). Tandis que des modèles de mailles de réseaux cristallins illustrent les possibilités de la spectographie aux rayons X, une collection de micrographies met en évidence les renseignements précieux recueillis au microscope et montre combien la nature, la finesse, l'orientation, la distribution, la déformation des cristaux sont des facteurs déterminants, vis-à-vis des propriétés d'un alliage. Deux microscopes métallographiques de modèle récent, mais dérivant du type établi par Henry Le Chatelier, sont présentés au public. Sur l'un, on peut observer un dispositif spécial qui permet l'étude des transformations cristallines par traitement thermique aux températures de recristallisation.

Grâce au choix judicieux des compositions chimiques, grâce aussi aux traitements thermiques et mécaniques, les propriétés mécaniques, physiques et chimiques des métaux et alliages ont été sans cesse améliorées. Comme il était impossible de présenter dans le détail les innombrables aspects des propriétés mécaniques, une exposition d'éprouvettes, quelques tableaux et données numériques ont suffi à suggérer les possibilités des alliages récents, principalement à l'égard de la résistance mécanique, de la déformation plastique et de la dureté.

Une place très importante réservée aux propriétés physiques permet, au moyen de nombreux appareils de démonstration, commandés pour la plupart par le public lui-même, d'illustrer un certain nombre de découvertes retentissantes. Signalons, par exemple, l'emploi d'un dilatomètre à fils mécaniques pour la démonstration des transformations allotropiques des métaux et alliages, dont la connaissance constitue la base indispensable à l'exécution des traitements ther-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

miques de trempe, recuit, revenu. L'influence de la composition chimique sur les propriétés physiques d'un alliage est rendue manifeste par l'anomalie dilatométrique des ferro-nickels et les particularités de l'alliage « invar », d'un emploi courant en métrologie et en géodésie. Les propriétés thermo-électriques, magnétiques (thermomagnétisme, alliages à haute perméabilité initiale et faible hystérésis, aimants permanents), thermoélastiques, sont révélées par d'attrayantes expériences : tourniquets thermoélectrique et thermomagnétique, écran magnétique, aimants flottants, galvanoscope à fils tordus, oscillateur thermoélastique.

En ce qui concerne les propriétés chimiques, une importance particulière a été accordée à l'attaque chimique lente des matériaux métalliques, telle qu'elle apparaît dans les phénomènes de *corrosion*. Les principaux aspects de ce problème sont ici évoqués par des exemples typiques. Le rôle des couples électrochimiques est mis en évidence par la corrosion provoquée par l'assemblage de métaux différents. Les hétérogénéités capables de créer des amorces d'attaque peuvent être observées, qu'elles soient imputables au métal (impuretés) ou aux milieux corrodants (piles à oxygène). La protection des métaux fait l'objet d'expériences curieuses concernant la formation de pellicules, souvent invisibles à l'œil, isolant le métal ou l'alliage de l'agent corrodant : incorporation d'éléments protecteurs au métal vulnérable (aciers semi-inoxydables), addition d'inhibiteur aux solutions d'attaque (décapage), formation artificielle de pellicule d'oxyde protecteur par voie chimique ou électro-chimique (alumilitage des alliages légers, phosphatation des aciers).

La *Géochimie* trouve normalement place à côté de la Section de Chimie minérale. Science jeune, unissant par son objet les sciences naturelles et la physicochimie, elle tend à expliquer et à prévoir la succession des phénomènes qui déterminent l'évolution de notre planète. Par la présentation de l'analyse minéralogique et pétrographique, le visiteur connaît la principale technique de recherche de la géochimie. Les résultats de ce mode d'investigation s'illustrent par la présentation de quelques grandes synthèses géologiques : phénomènes volcaniques, cycle d'évolution géologique et géochimique des roches éruptives, sédimentaires et métamorphiques. De belles cartes géologiques, les maquettes des cours de la Seine et de l'Adour démontrent enfin l'intérêt pratique des études géochimiques, qui apportent des renseignements précieux aux techniciens du sol, agronomes, carriers, mineurs, ainsi qu'aux ingénieurs « bâtisseurs », et leur permettent de conduire leurs travaux avec logique, sans risquer de stériles entreprises.

Le développement prodigieux de la *Chimie des composés du carbone* ne date que de quelques dizaines d'années. Il importait de présenter au Palais de la Découverte les expériences fondamentales qui se situent à l'origine de cet essor magnifique, en évoquant les répercussions qu'elles ont entraînées dans le domaine de la technique industrielle.

Les lois fondamentales de la chimie, qui permirent à la chimie minérale de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prospecter rapidement son domaine propre, ne firent pas l'objet d'application immédiate à la *Chimie organique*, dont le champ d'étude visait les corps extraits de substances vivantes du règne animal ou végétal, de composition complexe, stables dans un domaine ordinairement très restreint de température, d'une analyse délicate et qu'il est enfin difficile d'isoler à l'état pur. Longtemps, on admit comme dogme intangible que la combinaison des éléments, principalement carbone, hydrogène, oxygène et azote, conduisant à ces corps nécessitait l'intervention d'un facteur particulier, la « force vitale », échappant aux chimistes qui cherchaient à le reproduire. Aussi, les premières réactions de synthèse de corps extraits de la matière vivante, obtenues à partir de corps minéraux, eurent-elles un retentissement considérable, non seulement du point de vue théorique, mais aussi par les conséquences pratiques qui s'en dégageaient. Bientôt, la reproduction artificielle des substances élaborées par la matière vivante devint suffisamment fructueuse pour suppléer l'extraction directe des règnes végétal et animal et s'y substituer même économiquement. La création de toutes pièces de corps nouveaux doués de propriétés singulières offrit dès lors aux organiciens un champ d'activité élargi et fécond et aboutit à l'extension accélérée d'industries les plus variées : matières colorantes, parfums, matières plastiques, dont l'évolution se poursuit à une vitesse extraordinaire.

L'histoire et les possibilités actuelles de la synthèse en chimie organique apparaissent clairement aux yeux des visiteurs du Palais de la Découverte, tant pour la synthèse totale des corps composés à partir des éléments qui entrent dans leur constitution, que pour la synthèse partielle, obtenue à partir de molécules moins complexes ou plus communes que les corps à reproduire.

L'expérience de Berthelot sur la synthèse de l'acétylène dans l'œuf électrique par combinaison, sous l'effet d'un arc, de l'hydrogène et du carbone, est complétée par la synthèse de l'aldéhyde acétique, à partir de l'acétylène et de l'eau en présence de sulfate mercurique comme catalyseur, puis par celle de l'acide acétique. Un tableau résumant l'ensemble des préparations synthétiques dérivées de l'acétylène, dont les premiers termes mettent en jeu des réactions de polymérisation, d'hydrogénation, d'hydratation et de condensation, donne une image frappante des possibilités de la synthèse en chimie organique qui, dans le cas présent, conduit jusqu'aux substances les plus complexes comme le caoutchouc synthétique.

Dans le même domaine, signalons une très belle expérience sur la synthèse du pétrole par action de l'hydrogène sur l'oxyde de carbone et dont la mise au point industrielle récente n'a pu atteindre sa perfection actuelle qu'après avoir triomphé de grandes difficultés techniques. L'installation réduite du Palais de la Découverte en marche continue produit environ, à l'heure, 20 $cm^3$ d'hydrocarbures liquides sous forme d'essence et d'huile. Inutile d'ajouter qu'il nous est impossible d'indiquer ici toutes les expériences réalisées.

Des exemples de synthèses partielles illustrent l'importance des procédés qui ont conduit à l'élaboration de la plupart des composés définis, au nombre d'un million environ, de la chimie organique, en utilisant comme matières premières

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

organiques de départ les corps extraits du sol (dérivés de la houille) du règne végétal (cellulose) ou du règne animal (acides gras). Citons à ce sujet l'expérience de la synthèse du pinène et celle du camphre à partir de l'essence de térébenthine. Les grandes méthodes de synthèse : hydrogénation catalytique, réaction de Friedel et Crafts, réaction de Grignard surtout, font l'objet de démonstrations et de présentations qui suggèrent au visiteur l'ampleur des découvertes imputables à leur extraordinaire fécondité; un ensemble d'expériences consacré aux matières colorantes, aux parfums et aux matières plastiques permet d'en juger facilement : fabrication du papier, du bois reconstitué, de la viscose, de la nitrocellulose, de l'acétate de cellulose; applications des résines synthétiques et naturelles; synthèse des matières colorantes et leur emploi pour la teinture et l'impression des tissus; reproduction de parfums naturels ou synthèse de corps odorants nouveaux, etc....

La connaissance de la structure des substances organiques ayant joué un rôle important dans l'orientation des synthèses destinées à la préparation de corps devant présenter une propriété particulière, il était normal de réserver une partie de la Section à la détermination de la *structure des molécules organiques*. On montre par là comment il est possible d'attribuer telle propriété physique, chimique ou physiologique à telle ou telle structure correspondant à une ou plusieurs catégories-types d'association d'atomes. Certes, il était nécessaire de prouver avec quelle logique s'établissent les formules et la représentation des substances organiques souvent extraordinairement complexes aux yeux du profane. Ajoutons enfin qu'un groupe d'expériences et de présentations a trait à l'isolement et à la caractérisation des corps purs en chimie organique : méthodes de fractionnement par distillation et cristallisation; propriétés physiques caractéristiques telles que températures de fusion et d'ébullition, spectres Raman, etc....

En liaison avec la chimie organique, trois départements ont reçu une place particulière : la chimie thérapeutique, la chimie biologique, la chimie agricole.

Dans l'annexe de la *Chimie thérapeutique*, on n'a évidemment pas exposé les méthodes propres à cette science, tant elles diffèrent peu des méthodes générales de la chimie organique. Mais, par quelques tableaux et quelques photographies, le visiteur peut mesurer les bienfaisants effets de la chimiothérapie dans la lutte contre les maladies : présentation des hynoptiques, analgésiques, anesthésiques; lutte contre les maladies à trypanosomes, contre le paludisme; étude de l'antisepsie, faisant état particulièrement des bactéricides de synthèse.

Dans cette voie, la chimie découvre sans cesse des substances médicamenteuses nouvelles en les isolant dans les êtres vivants ou en les créant de toutes pièces. Par de patientes recherches, le chimiste parvient à déterminer les principes actifs, les groupements d'atomes qui, dans une molécule complexe, confèrent à celle-ci une propriété spécifique. En possession de ces renseignements précieux, il peut élaborer, par synthèse, une gamme très riche de produits dont l'architecture et la composition permettent d'atteindre la propriété désirée. Il s'agit d'une tâche d'autant plus ardue que, bien souvent, la plus petite modifi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cation de composition ou d'assemblage à l'intérieur de la molécule peut conduire à la diminution, voire même à la suppression de l'activité thérapeutique recherchée.

La *Chimie biologique*, dont l'objet réside dans l'étude des réactions physico-chimiques qui s'effectuent dans les organismes vivants, a connu ces dernières années un développement prodigieux. En premier lieu, il convient de connaître les innombrables substances chimiques qui composent les êtres vivants pour saisir leur comportement. Mais les problèmes analytiques que posent ces recherches s'avèrent singulièrement délicats, puisqu'il s'agit d'isoler, dans des milieux instables et d'une extrême complexité, des substances d'une architecture compliquée. Aussi doit-on se contenter souvent d'établir une composition élémentaire, ou encore la présence de fonctions chimiques caractéristiques. La chimie biologique apporte chaque jour des renseignements nouveaux, isole des composés définis dont la découverte comporte d'incalculables conséquences, comme dans le cas de l'adrénaline, alcaloïde extrait de la glande surrénale, et de la thyroxine, retirée de la glande thyroïde par exemple.

Le visiteur du Palais de la Découverte peut aussi se documenter sur l'action chimique des *microorganismes* (fermentations), comprendre l'importance fondamentale du rôle joué dans l'organisme par les diastases, les vitamines, les hormones, suivre le comportement des aliments et leurs effets nutritifs en fonction de leur composition chimique, accéder enfin à la connaissance des phénomènes chimiques qui déterminent la vie de l'homme et de tous les organismes vivants. En liaison avec la chimiothérapie, la chimie biologique apporte aussi une aide efficace dans l'étude des effets et des transformations chimiques résultant des substances médicamenteuses introduites dans le milieu vivant. Là encore, on trouvera au Palais de la Découverte de précieuses illustrations des divers aspects de cette science dont la matière, les méthodes, les découvertes, les résultats ont été mis à la portée du public avec un rare bonheur, bien qu'il s'agisse d'un sujet s'y prêtant difficilement.

Enfin, exemple typique des sciences d'application, la *Chimie agricole*, consacrée aux études chimiques des plantes et des milieux dans lesquels leur vie est assurée, vient compléter les divers départements que nous avons passés en revue. Une présentation très heureuse précise utilement au visiteur les matières premières de ces études. En ce qui concerne les sols, plusieurs collections d'échantillons illustrent les constituants essentiels de la croûte terrestre, le mécanisme et les produits de leur désagrégation, l'humification des matières organiques sous l'influence de microorganismes, et reconstituent la genèse des sols agricoles. L'intervention de l'homme, qui corrige et améliore la nature du sol pour mieux l'adapter aux besoins de la culture, se trouve également commentée par une exposition des principaux engrais et amendements utilisés en vue de l'enrichissement en éléments fertilisants : phosphore, azote, potassium, magnésium, etc....

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les plantes cultivées offrent un domaine de recherches particulièrement étendu. Deux exemples permettent d'en apprécier l'importance. Ils sont consacrés, l'un au grain de blé, l'autre à la betterave (composition, principes immédiats).

Les moyens d'études de la chimie agricole sont partiellement représentés par les méthodes et appareils utilisés pour l'analyse des sols et des solutions qui y circulent, pour l'expérimentation des phénomènes d'échanges entre phases solides et liquides et des transformations microbiennes (oxydation de l'ammoniaque en acide nitrique). Les résultats essentiels de ces études se trouvent suggérés succinctement, mais avec beaucoup de clarté, au moyen de tableaux muraux ou mobiles. Ajoutons enfin qu'un hommage particulier a été rendu à l'un des fondateurs de la chimie agricole, Jean-Baptiste Boussingault, qui introduisit dans cette science, il y a un siècle environ, les méthodes fécondes d'investigation qui devaient lui assurer un rapide développement.

***

En raison d'une brièveté qui évite difficilement l'énumération fastidieuse, nous nous excusons de donner ici un aperçu forcément incomplet de l'ensemble de la Section de Chimie du Palais de la Découverte, et de n'avoir pas cité les personnalités scientifiques qui assurèrent son succès, ni les collaborations bénévoles apportées par quelques industries qui y contribuèrent. La science chimique apparaît souvent d'une complexité rebutante aux yeux du profane qui s'efforce de pénétrer ses secrets. La présentation du Palais de la Découverte échappe habilement à cette critique sans jamais tomber dans le défaut d'une vulgarisation puérile. Bien au contraire, elle offre aux chimistes eux-mêmes la possibilité de mieux connaître le si vaste domaine de leur science que les nécessités de la spécialisation ne leur permettent d'approfondir et d'explorer qu'en partie seulement.

## LA MICROBIOLOGIE AU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE

par M. André Domart, *docteur en médecine, secrétaire du Palais de la Découverte, Section de l'Institut Pasteur.*

« L'œuvre de Pasteur, a-t-on pu écrire, tient du prodige. Elle est une des plus grandes qui soient issues du cerveau humain ». C'est à cette œuvre qu'est principalement consacrée la Section de Microbiologie du Palais de la Découverte.

Les principales découvertes en sont exposées au public, le plus sommairement possible, depuis le trait de génie original de la dissymétrie moléculaire, jusqu'aux recherches plus connues sur la rage. Le Docteur Pasteur Vallery-Radot, président de la Section de Microbiologie, a réussi à montrer l'enchaînement logique, la suite harmonieuse des travaux de l'œuvre pastorienne.

La Section de Microbiologie disposait, à l'origine, d'une superficie trop

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réduite et morcelée pour que l'œuvre de Pasteur pût y être décrite dans tous ses détails. Par un escalier qui domine une reproduction du buste de Pasteur par Paul Dubois, on accède à une vaste galerie sur laquelle dix panneaux, très attrayants, schématisent les principales étapes des découvertes pastoriennes. Voici ce que représentent ces panneaux.

DISSYMÉTRIE MOLÉCULAIRE. — Hanté par les contestations de Mitscherlich, Pasteur s'étonne des actions différentes sur la lumière polarisée des cristaux de tartrate de soude et de paratartrate de soude. *Le cristal de tartrate de soude, qui dévie la lumière est dissymétrique* : son image, vue dans une glace, ne lui est pas superposable. Cette dissymétrie se traduit par une facette qui, sur le cristal est orientée à droite. Les cristaux de paratartrate, inactifs vis-à-vis de la lumière polarisée, ne doivent pas, se dit Pasteur, présenter les mêmes stigmates de la dissymétrie.

Mais l'observation ne confirme pas cette hypothèse logique, et c'est alors que Pasteur, à l'aide d'une loupe, observe que les cristaux d'acide paratartrique sont composés par parties égales de cristaux, les uns droits, les autres gauches. Une solution des uns ou des autres dévie différemment la lumière polarisée. Ainsi, la découverte fondamentale est faite : *à une structure moléculaire différente, correspond une action différente sur la lumière polarisée.*

Après plusieurs années de recherches cristallographiques, Pasteur peut établir cette loi qui l'amène au seuil des mystères de la vie : les produits de la nature vivante sont dissymétriques et, corrélativement, actifs sur la lumière polarisée; au contraire, les produits minéraux ont un plan de symétrie. « *La vie*, écrit Pasteur, *est fonction de la dissymétrie moléculaire* ».

FERMENTATIONS. — Entraîné par la suite logique de ses études, Pasteur aborde l'étude des fermentations. Il observe que, sous l'influence d'une fermentation, l'acide paratartrique est dissocié. Le liquide fermenté ne renferme plus que l'acide tartrique gauche : l'acide tartrique droit a été décomposé. Ainsi, l'acide paratartrique, inactif sur la lumière polarisée, a donné naissance à une substance active, l'acide tartrique gauche. Cette substance dissymétrique doit donc être un produit de la nature vivante : *les fermentations sont donc une œuvre de vie.*

Au cours de ses études sur les fermentations, Pasteur met au point la technique des *cultures pures*, qui a été à l'origine de toute la technique microbiologique actuelle.

GÉNÉRATIONS SPONTANÉES. — D'où proviennent donc ces ferments? Apparaissent-ils spontanément dans les milieux fermentescibles? Cette question de la génération spontanée, insoluble jusqu'alors, fut définitivement résolue par Pasteur, grâce à des expériences remarquables dans leur simplicité.

L'ébullition des liquides organiques les rend imputrescibles et l'on conserve encore, à l'Institut Pasteur, des ballons scellés par Pasteur. Pour certains liquides organiques, lait, urines, il faut atteindre des températures supérieures à 100° : 110° pour les liquides à réaction alcaline, 130° pour les infusions contenant des spores.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aux objections qui étaient formulées concernant la faculté génésique, Pasteur répond définitivement par *l'expérience célèbre des ballons à col de cygne*. Cette expérience est reproduite simplement au Palais de la Découverte.

Pasteur démontre que ces germes sont répandus dans l'atmosphère, mais que leur nombre dépend de la région considérée. Infiniment nombreux dans l'air des villes, ils sont beaucoup plus rares sur la Mer de Glace, où Pasteur ouvrit 20 ballons dont un seul s'altéra.

LA VIE SANS AIR. — Comment agissent ces ferments? Pasteur le découvrit en étudiant la fermentation butyrique. Le ferment butyrique vit à l'abri de l'air et l'oxygène libre le tue. Pasteur découvre ainsi une nouvelle classe d'êtres vivants qu'il appelle *anaérobies*, par opposition à la fermentation aérobie, qui exige la présence du gaz oxygène libre.

Après la mort, la destruction des matières animales et végétales est le fait des infiniment petits. Ils sont les agents du retour perpétuel à l'air et au monde minéral des principes que les végétaux leur ont empruntés. Ainsi, lorsqu'un être vivant vient de mourir, à la vie qui l'a abandonné, va succéder la vie sous d'autres formes : une combustion lente s'opère dans les parties superficielles où se développent les microorganismes aérobies; la putréfaction au sein de la masse est l'œuvre des anaérobies. *La vie préside au travail de la mort.*

VIN, VINAIGRE, BIÈRE. — L'étude des fermentations du jus de raisin, la formation du vinaigre amènent Pasteur à étudier les maladies des vins et de la bière. La fermentation pure du jus de raisin est due à la levure alcoolique que contiennent les poussières du vignoble. Ces poussières se déposent sur les grains du raisin lors de la maturité.

Les maladies des vins sont dues à des ferments particuliers. Le chauffage à 55° met les vins à l'abri de ces maladies. La *pasteurisation* est le chauffage des liquides altérables à une température variable suivant la nature de ces liquides.

Le vinaigre provient de l'oxydation du vin sous l'influence d'un ferment : le *mycoderma aceti;* Pasteur montre aux vinaigriers comment on peut obtenir un vinaigre d'une qualité constante.

Les maladies de la bière et du moût qui sert à la produire sont dues, elles aussi, à des microorganismes provenant des poussières de l'air. En leur absence, la bière reste indéfiniment inaltérée.

MALADIES DES VERS A SOIE. — « Les études sur les maladies des vers à soie sont, a dit ROUX, le véritable guide de celui qui veut étudier les maladies contagieuses. » Pasteur, étudiant la *pébrine*, démontra que les corpuscules brillants observés dans les vers malades sont la cause de l'affection, que *la maladie est contagieuse et héréditaire*. Pasteur indique le grainage cellulaire pour combattre la transmission héréditaire de la maladie.

Après avoir ainsi établi pour la première fois la contagion, l'hérédité et la prophylaxie dans une maladie parasitaire, Pasteur étudie une autre maladie des vers à soie, la *flacherie;* il en découvre l'agent causal, le mode de contagiosité

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

intestinale. Mais surtout, Pasteur démontre que les vers à soie ne peuvent être contaminés que dans certaines conditions qui affaiblissent l'organisme du ver. Il existe de plus une prédisposition héréditaire à la maladie.

Ainsi, Pasteur, après avoir mis en évidence le rôle des microorganismes dans l'étiologie des maladies, insiste sur le rôle prépondérant du *terrain* pour leur développement.

LA THÉORIE DES GERMES ET SES APPLICATIONS A LA MÉDECINE ET A LA CHIRURGIE. — Dès ses études sur les fermentations, Pasteur avait l'idée que des microorganismes, semblables à ceux qui les provoquent, étaient responsables des maladies contagieuses. En 1878, il découvre le staphylocoque, cause des furoncles et de l'ostéomyélite, puis le streptocoque, agent de l'infection puerpérale. En 1880, il décrit le pneumocoque. C'est alors qu'il étudie aussi la maladie charbonneuse des moutons. Grâce à la *rigueur de sa méthode expérimentale*, Pasteur montre que la bactéridie charbonneuse en est l'agent causal.

Aussi bien par la méthode des cultures successives que par les prélèvements en divers niveaux d'une culture qu'on laisse décanter, Pasteur peut proclamer définitivement que la bactéridie est la cause unique de la maladie.

Au cours de ces études sur le charbon, Pasteur explique l'expérience de JAILLARD et LEPLAT. Ces auteurs, inoculant à des lapins du sang d'une vache morte du charbon, n'avaient observé aucune bactéridie charbonneuse dans le sang des lapins. Pasteur montre que l'inoculation était faite, à la fois, de bactéridie charbonneuse et de vibrion septique, et que ce dernier germe, anaérobie, provoquait chez ces animaux une septicémie gangréneuse foudroyante.

VIRUS, VACCINS. — Poursuivant ses études sur les maladies infectieuses, Pasteur étudie le *choléra des poules*. Il observe une nouvelle fois l'importance du *terrain* dans l'évolution des maladies : les cultures mortelles pour les poules sont presque inoffensives pour le cobaye.

En filtrant les cultures, Pasteur constate que le filtrat inoculé à l'animal reproduit certains symptômes de la maladie, mais n'entraîne pas la mort. C'est la première constatation de ce qui, plus tard, sera appelé la *toxine*.

Mais surtout, au cours de ses études sur le choléra des poules, Pasteur découvre que si on laisse vieillir une culture mortelle, la virulence s'atténue et si on l'inocule alors avec cette culture vieillie, l'animal survit. Bien plus, l'animal ainsi injecté résiste à l'inoculation ultérieure d'une culture hypervirulente. Il est, dit Pasteur, *vacciné*, par analogie avec la découverte de Jenner concernant la variole et la vaccine.

C'est l'oxygène de l'air qui fait progressivement perdre au microbe sa virulence, et cette atténuation se transmet à sa descendance. Pasteur cherche alors à appliquer sa méthode d'atténuation au microbe du charbon. Après avoir vaincu la difficulté que constitue, ici, la *spore*, forme de résistance de la bactéridie, il parvient à préparer le vaccin du charbon, et c'est alors la célèbre expérience de Pouilly-le-Fort qui en consacre les résultats éclatants.

L'atténuation de la virulence réalisée, Pasteur en réussit l'*exaltation*, par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

passages successifs sur des cobayes de plus en plus âgés. De même, l'exaltation du microbe du choléra des poules peut être obtenue par passages successifs sur des organismes d'oiseaux de plus en plus gros. Pasteur dispose ainsi d'une *gamme de virulences*. Dans la nature, les mêmes faits s'observent d'*exaltation* et d'*atténuation de la virulence*, par passages successifs sur divers organismes.

RAGE. — C'est alors que Pasteur, en pleine possession de sa méthode, étudie la rage. Il cherche en vain le microbe, échoue d'abord dans ses inoculations. Il a alors l'idée d'opérer avec le système nerveux comme s'il voyait le germe, et il réussit des inoculations. Après passages sur plusieurs lapins, Pasteur obtient un *virus fixe*. Fixé dans sa virulence pour le lapin, le virus est moins virulent pour le chien. Pasteur, alors, laisse vieillir au contact de l'air les moëlles de lapins rabiques, suivant sa méthode d'atténuation des germes. A des chiens mordus par un animal rabique, il injecte pendant l'incubation de la maladie des moëlles rabiques de moins en moins atténuées. Cette vaccination réussit toujours chez l'animal, mais Pasteur hésite encore à l'appliquer à l'homme. Il s'y décide et le résultat en est éclatant : un homme mordu par un chien enragé peut être à coup sûr préservé de la rage si les inoculations sont faites peu de temps après la morsure.

***

Quittant la magnifique galerie où est exposée l'œuvre de Pasteur, le public pénètre dans une salle où quelques-unes des conséquences immédiates de l'œuvre pastorienne lui sont résumées.

*Dans le Laboratoire de Pasteur*, CHAMBERLAND et ROUX découvrent un nouveau mode de vaccination : la vaccination par les substances solubles que les microbes élaborent durant leur vie. Chamberland et Roux découvrent également qu'il est possible de déterminer l'immunité en vaccinant avec des microbes tués. ROUX et YERSIN font une découverte qui allait avoir d'immenses conséquences : en filtrant une culture de bacilles diphtériques, ils obtiennent un poison, la *toxine*, qui, injectée à doses infinitésimales, est capable de déterminer la mort des animaux inoculés.

En 1888, est inauguré l'Institut Pasteur.

Un vaste panneau évoque ensuite *les immenses conséquences des découvertes pastoriennes dans tous les domaines*. Ces conséquences sont évoquées pour le public par le rappel de quelques citations empruntées à des personnalités compétentes de la stéréochimie, de l'industrie des fermentations, de la médecine vétérinaire, de la médecine humaine, de la chirurgie, de l'obstétrique, de l'hygiène. Ainsi, l'œuvre de Pasteur a révolutionné la chimie, l'industrie, l'agriculture, la médecine, la chirurgie et l'hygiène. A mesure que les années passeront, elle apparaîtra plus grande encore parce que toujours plus féconde, et on appliquera à cette œuvre ces paroles qui sont de lui. « *Le propre des théories vraies, c'est d'être l'expression même des faits, d'être commandées et dominées par eux, de prévoir sûrement des faits nouveaux parce que ceux-ci sont, par leur nature,*



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*enchaînés aux premiers; en un mot, le propre de ces théories est la fécondité.* »

Dans le même Salon des Conséquences de l'œuvre de Pasteur, quelques panneaux explicatifs sont réservés au magnifique essor de l'Institut Pasteur et de ses filiales d'outre-mer.

LA PRÉPARATION DES VACCINS peut se faire, non seulement avec des virus vivants, comme l'a montré Pasteur, mais aussi avec des virus morts. CHANTEMESSE et WIDAL pratiquèrent, avec des virus tués par la chaleur, la *vaccination antityphoparatyphoïdique*. Cette vaccination peut être faite aussi avec un virus tué par un antiseptique tel que l'éther, suivant le procédé de VINCENT. Le même procédé de vaccination par des microbes tués est employé pour la vaccination anticholérique.

A la suite de travaux poursuivis par des savants français et étrangers, G. RAMON met au point la vaccination par l'*anatoxine*, toxine atténuée par chauffage après addition d'un antiseptique, le formol. Depuis 1924, des millions d'injections ont été faites par l'anatoxine. Elle est maintenant employée dans la plupart des pays d'Europe et d'Amérique, où son innocuité comme son efficacité sont universellement reconnues. La vaccination par l'anatoxine a été appliquée avec le plus grand succès dans la *prophylaxie du tétanos*. La même vaccination est actuellement à l'étude pour les *infections staphylococciques*.

LA SÉROTHÉRAPIE constitue jusqu'à présent l'un des traitements les plus sûrs pour combattre l'infection. Après divers essais de sérothérapie pratiqués en France et à l'étranger, ROUX, MARTIN et CHAILLOU mettent au point, en 1894, la *sérothérapie antidiphtérique*, dont le rayonnement est universel et dont le succès fut immence. Grâce à ce traitement, lorsqu'il est mis en œuvre assez tôt et assez fort, la diphtérie est, dans la règle, jugulée et la mortalité en est considérablement abaissée.

Ainsi l'*immunité* que confère la sérothérapie est immédiate, à l'inverse de la protection que confère la vaccination et qui demande du temps à s'établir. Mais l'immunité vaccinale, *active*, est durable, alors que l'immunité, *passive*, de la sérothérapie est temporaire et s'épuise au bout de quelques jours. C'est dire que chacune des deux méthodes a ses indications.

La plupart des sérums dont l'efficacité est indéniable sont des *sérums antitoxiques* : sérum antidiphtérique, sérum antitétanique, sérum antivenimeux, etc. Il existe aussi des sérums antimicrobiens. De toutes façons, ces sérums sont des sérums animaux prélevés à des chevaux qui ont été immunisés par l'injection de cultures microbiennes tuées ou atténuées ou par l'inoculation d'anatoxines.

Trois panneaux sont réservés dans la même salle à l'*Institut Pasteur d'Alger*. Les multiples efforts de cet Institut sont exposés par des dessins schématiques qui montrent la lutte contre le paludisme, le bouton d'Orient, la fièvre récurrente, les piroplasmoses bovines, le debab des dromadaires. La *lutte contre le paludisme* comporte en particulier : la guérison des paludéens, la destruction des anophèles et des mares stagnantes où leurs larves pullulent, la protection des sujets sains.

L'*Institut Pasteur de Tunis* expose les travaux de Charles NICOLLE sur le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*typhus*. Des salles entières devraient être consacrées au rappel des travaux de cet Institut sur la fièvre boutonneuse, la fièvre récurrente, la fièvre ondulante, le trachome, le kala-azar. Ces travaux de recherche ne doivent pas faire omettre l'application des méthodes plus communes, de pratique devenue habituelle : vaccination jennérienne, vaccination antirabique, analyses bactériennes, sérologiques et chimiques.

Deux panneaux résument l'immense activité de l'*Institut Pasteur du Maroc*. A côté des services pratiques, ce jeune Institut a consacré une partie de son activité à la recherche scientifique. Ses principaux travaux ont porté sur les maladies infectieuses marocaines, en particulier sur le typhus murin, sur le spirochète de la fièvre récurrente hispano-africaine, sur le spirille du sôdoku ou infection par morsure des rats, et sur la bilharziose humaine. Un nouveau procédé de vaccination contre le typhus a été appliqué contre ce fléau et les premiers résultats de ces vaccinations semblent confirmer les espoirs placés en elles.

Les Instituts Pasteur de l'Afrique occidentale et de l'Afrique orientale françaises, et de Madagascar disposent d'un large panneau illustré.

Les travaux de l'*Institut Pasteur d'A. O. F.* ont porté, entre autres, sur le paludisme, la peste et la spirochétose récurrente dakaroise. C'est à Dakar que, pour la première fois aux colonies, fut instituée la prémunition antituberculeuse par le B. C. G.

L'*Institut Pasteur d'A. E. F.* a été créé à la suite de l'envoi au Congo français d'une mission chargée d'étudier la maladie du sommeil, qui reste le grand fléau contre lequel sont dirigés les efforts des médecins de l'A. E. F.

L'*Institut Pasteur de Madagascar* a permis de voir considérablement diminuer dans la grande île la variole et la rage. Son activité est dirigée actuellement contre la peste, dont la forme pneumonique épidémique est en voie de nette rétrocession, même sur les hauts plateaux centraux, dont le climat est particulièrement propice pour le maintien de l'infection dans l'organisme de la puce pestigène.

*Les quatre Instituts Pasteur d'Indochine* peuvent s'enorgueillir d'avoir compté parmi leurs créateurs des savants tels que CALMETTE et YERSIN. L'activité de ces Instituts a été extrêmement féconde. La recherche scientifique et la préparation des vaccins anticholériques ont permis de lutter victorieusement contre les épidémies meurtrières de choléra et de modifier complètement l'habitabilité de l'Indochine.

La lutte contre le paludisme a permis d'envisager l'expansion des populations indigènes des deltas et des plaines surpeuplés vers des régions beaucoup plus riches, autrefois insalubres.

***

En quittant cette salle des Instituts Pasteur d'Outre-mer, le public comprend que, comme l'a écrit Albert CALMETTE, « *sans les découvertes de Pasteur, le développement et l'émancipation des populations indigènes, la mise en valeur de leur*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*territoire, l'expansion colonisatrice de la France et des autres grandes nations civilisées auraient été impossibles.* »

***

Dans l'une des salles du rez-de-chaussée, quelques-unes des découvertes concernant les maladies virulentes sont exposées aux visiteurs. Après le rappel des travaux de Jenner sur la variole et la vaccine, on peut affirmer que toutes sont des conséquences des découvertes pastoriennes.

Quelques documents photographiques rappellent les découvertes d'Edward JENNER concernant *la variole et la vaccine*. Cet illustre savant anglais réussit à transmettre le cow-pox d'homme à homme, puis il en démontra l'action préservatrice contre la variole.

*Les maladies intestinales épidémiques*, fièvre typhoïde, choléra asiatique, dysenterie bacillaire, ont fait l'objet de découvertes inspirées des méthodes pastoriennes de recherche.

Le séro-diagnostic de la fièvre typhoïde est dû au savant français Fernand WIDAL. Avec CHANTEMESSE, cet auteur a utilisé des cultures de bacilles typhiques tués par la chaleur pour la vaccination contre cette maladie.

Le vibrion cholérique a été démontré par Robert KOCH être l'agent du choléra. Des mesures prophylactiques ont pu être édictées contre ces redoutables épidémies. La dysenterie épidémique a pu être jugulée par la mise en œuvre de la sérothérapie antitoxique spécifique.

Parmi *les fièvres éruptives*, la rougeole et la scarlatine, les plus connues du public, ont été retenues. A la suite des travaux de Charles NICOLLE, on a pu mettre au point la *séro-prophylaxie de la rougeole;* cette méthode est particulièrement précieuse pour préserver temporairement les jeunes enfants chez lesquels certaines épidémies sont très meurtrières.

Dans la scarlatine, l'efficacité du *sérum de convalescent*, qui semble incontestable, n'a pas la même constance que dans la rougeole. D'autres recherches se poursuivent sur la prophylaxie de cette affection parfois redoutable.

Un panneau très ingénieusement imaginé rappelle les principales acquisitions sur la *fièvre jaune :* son origine dans le golfe du Mexique, les redoutables épidémies qui déciment les expéditions des explorateurs, son apparition en Afrique et en Europe au retour des navigateurs. La première grande découverte est due à Carlos FINLAY, qui montre dans la transmission le rôle joué par un moustique spécial, *Stegomya calopus*.

La seconde grande découverte est faite par la Mission Rockefeller à Accra (Nigéria) : la mise en évidence du virus amaril et son inoculation expérimentale. De cette découverte est née la vaccination qui va en permettre l'extinction au moment où la rapidité des communications risque de la transmettre en des continents jusqu'alors indemnes, comme l'Asie.

Des dispositifs lumineux à éclairage intermittent permettent de faire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comprendre quelques-unes des principales découvertes sur la *poliomyélite épidémique* ou paralysie infantile.

Le virus de la poliomyélite est un ultra-virus très proche parent des virus de l'encéphalite et de la rage. Les études expérimentales ont montré que la maladie a une affinité élective pour le système nerveux central. La neutralisation du virus *in vitro* a conduit à préparer divers sérums : sérum de cheval, sérum de singe, sérum humain de convalescent, et l'on peut espérer que le perfectionnement de ces méthodes thérapeutiques permettra d'enrayer l'évolution de ce terrible mal.

L'expérimentation, la microbiologie et le sérodiagnostic de la *syphilis* ont permis la mise au point du traitement chimiothérapique et de la prophylaxie de la maladie.

La *tuberculose expérimentale* fait l'objet d'un panneau très agréablement ornementé de cultures des divers bacilles humains, bovins, aviaires et paratuberculeux. Depuis la découverte du bacille de la tuberculose humaine et de la tuberculine par Robert KOCH, de nombreux essais d'immunisation ont été entrepris sur l'animal. L'atténuation complète et définitive du bacille par CALMETTE et GUÉRIN a permis la vaccination par le B. C. G., qui autorise les plus grands espoirs.

La *peste* a été l'objet de multiples recherches depuis l'ère pastorienne. La peste bubonique est transmise par une puce infectante. La transmission de la pneumonie pesteuse se fait avec une redoutable diffusion, directement d'homme à homme. YERSIN en découvrit à Hong-Kong l'agent causal, et le réservoir de virus, le rat. La sérothérapie est le traitement de base de la peste. La vaccination qui réalise une immunité active, malheureusement non définitive, doit être répandue largement dans les pays où la maladie sévit à l'état endémique.

L'*amibiase*, dont les symptômes intestinaux sont les plus communs, est due à un protozoaire, l'amibe dysentérique, et la propagation se fait par les kystes qui en sont les formes de résistance. Les lésions que provoque le parasite siègent essentiellement dans le gros intestin. La difficulté du diagnostic est réelle, mais l'affirmation de l'amibiase permet la mise en œuvre d'un traitement dont l'efficacité est remarquable s'il est mis en œuvre en temps utile.

Les *leishmanioses* sont des affections déterminées par le développement de protozoaires. Les plus connues sont le kala-azar et le bouton d'Orient. L'étude de ces maladies, guidée par les méthodes de recherche pastoriennes, a permis de mettre en évidence le cycle évolutif du parasite et son mode de transmission à l'homme à partir du chien, réservoir de virus, par l'intermédiaire d'un insecte, le phlébotome. De ces découvertes découlent les principales mesures prophylactiques contre ces maladies.

Le *typhus exanthématique*, fléau épidémique des armées en campagne, de la misère physiologique, est dû à une rickettsia. Les remarquables travaux de Charles NICOLLE ont mis en évidence le rôle primordial que joue le pou de corps dans la transmission de la maladie, la dissémination de la maladie sous forme d'infections inapparentes. Ces découvertes ont conduit à la prophylaxie de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maladie par l'épouillage et par la vaccination, dont les résultats ont été remarquables lors des plus récentes épidémies.

Telles sont les principales maladies infectieuses qui ont été l'objet de recherches de la part des savants du monde entier. L'idée de ces travaux, la méthode expérimentale découlent directement des découvertes pastoriennes. De nos jours, il n'est pas encore permis de dire où s'arrêteront les conséquences incalculables du génie de Pasteur.

***

Émerveillé, le visiteur, avant de quitter la Section de Microbiologie, peut se recueillir dans un petit Salon de Souvenirs de la vie de Pasteur. Dans un espace limité, le docteur Pasteur-Vallery-Radot a mis à la disposition du public quelques reproductions de photographies caractéristiques de la vie du grand savant.

Après ses principaux maîtres, Biot et Jean-Baptiste Dumas, c'est la maison natale à Dôle du Jura et la maison d'Arbois, où Pasteur vécut une grande partie de son enfance. Ailleurs, on admire des reproductions de pastels exécutés par Pasteur à l'âge de 21 ans.

Quelques-unes des lettres familiales sont particulièrement émouvantes. Des pensées philosophiques très nobles ont été tirées des notes de laboratoire de Pasteur.

Un hommage est rendu aux principaux collaborateurs du maître et en particulier à Madame Pasteur.

Une vitrine, annexée au panneau des Conséquences de l'Œuvre de Pasteur, contient quelques souvenirs authentiques.

Enfin, dans le même petit salon, le public peut consulter les principaux ouvrages consacrés à Pasteur : *La vie de Pasteur*, par R. Vallery-Radot; — les *Œuvres complètes de Pasteur*, par le Dr Pasteur Vallery-Radot.

L'année 1939 a vu la mise à jour de la Section de l'Œuvre de Pasteur et ses Conséquences : les découvertes concernant les ultra-virus; — les recherches sur l'immunité humorale et la phagocytose; — les efforts des Instituts Pasteur de l'Empire colonial français.

Ainsi, le public est et sera constamment tenu au courant des immenses découvertes qui découlent de l'œuvre de Pasteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT)*

## Cinématisme et architecture.

(DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'IRCAT PRISE DANS SA SÉANCE DU 19 JUIN 1939.)

Le cinématisme n'a jamais été étranger à l'architecture. Il y a des siècles que fabriques et moulins montrent la mécanique en action. En Grèce et à Rome, certains théâtres possédaient des scènes tournantes, et l'on installait pour les

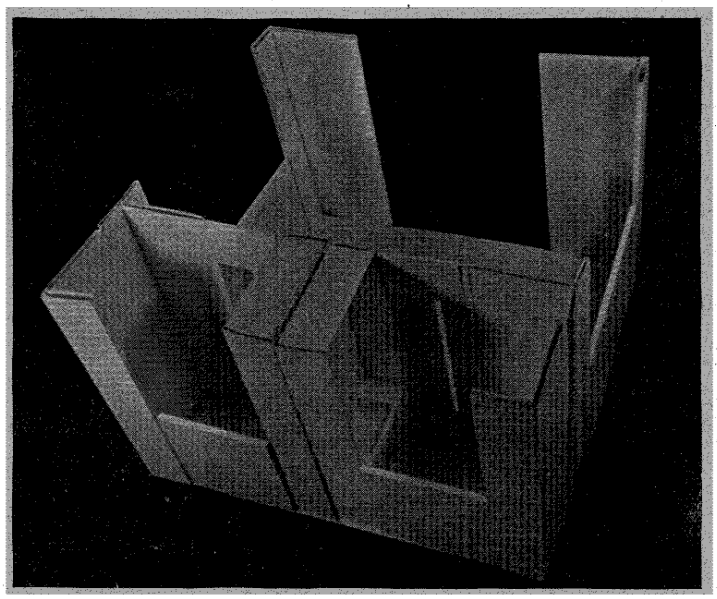


Fig. 1. — Maison de week end, E. Beaudouin et M. Lods, architectes : Maquette réduite.

fêtes des planchers amovibles et de vastes décors à transformation. L'art de la guerre suscita, dans l'antiquité, des tours mobiles dont s'est souvenu le jeu des échecs, et la fortification médiévale usa des ponts-levis et des herses.

Toutefois, dans sa fin essentielle, l'architecture demeurait statique. Au cinématisme de la maison en train de se faire, au mouvement des chantiers et des échafaudages succédait le repos de l'idée faite pierre, destinée à défier les siècles. Les seuls éléments mobiles, la porte, la fenêtre, le volet, donnaient lieu, il est

(*) Reconnu par décision ministérielle du 10 novembre 1937. Siège social transféré au Laboratoire d'Art appliqué aux Métiers, Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris (3e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vrai, à des développements d'une grande importance au point de vue technique et artistique, comme la serrure ou l'espagnolette.

L'industrie, au contraire, a toujours vécu du mouvement concrétisé par la machine, et sa fortune fut liée en grande partie au développement de l'emploi du métal, matière obéissante qui emprunte sa forme au calcul et qui suggère et même exige la mobilité par les déformations auxquelles il est sujet : témoin le problème de la sécurité dans les arcs en fer, résolu par la belle invention française des arcs à triple articulation.

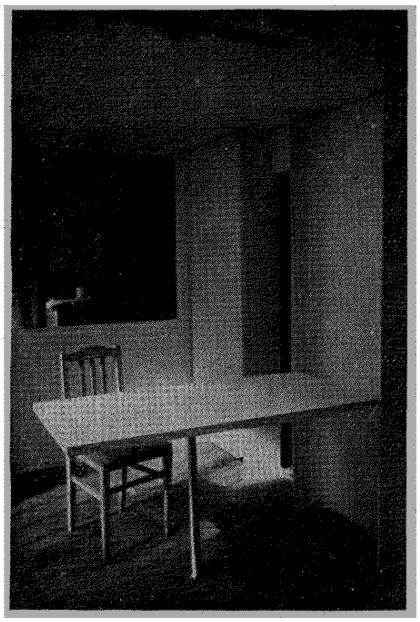


Fig. 2.
Maison de week end : Maquette grandeur.

Le rôle du facteur industriel dans la civilisation moderne a progressé parallèlement au développement de la métallurgie, et, non contente de révolutionner le véhicule par la motorisation, la machine s'est attaquée peu à peu à l'immeuble.

Celui-ci dut accueillir le va et vient de l'ascenseur métallique. Puis il devint lui-même une cage de métal ou de ciment armé. On réalise aujourd'hui des toits ouvrants pour l'aération et des pièces suspendues et isolées de l'armature générale pour en assurer l'insonorisation.

En même temps que s'affirmaient ces possibilités nouvelles, une évolution s'opérait dans les mœurs.

On ne connaissait pas autrefois d'intermédiaire entre la civilisation nomade de la tente et du chariot et la civilisation sédentaire caractérisée par la « demeure ». Seule la maison japonaise, transformable, accueillant l'air et la lumière, avec les *fusuma*, qui permettent d'en modifier les dispositions intérieures, les *shôji*, châssis de papier translucide à glissières qui la ferment, et qui peuvent être enlevés complètement, a devancé à beaucoup d'égards les conceptions modernes.

Aujourd'hui on veut se déplacer sans cesse et on aimerait à emporter son habitation avec soi. Le besoin de trouver mieux que la roulotte et le sampan, esclaves, l'un du tracé de la route, l'autre du cours du fleuve, ou que la tente de camping proscrivant tout confort, a posé le problème de la maison démontable.

Si l'on peut avoir à transporter la même maison en divers lieux, la cherté des terrains exige qu'inversement on puisse utiliser le même emplacement pour des fins diverses. De là le problème de l'immeuble transformable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La solution de chacun de ces problèmes a été tentée récemment par deux architectes français, MM. Beaudouin et Lods.

Le premier programme leur a inspiré une maison de vacances suffisamment confortable pour permettre le séjour, même en cas de mauvais temps ininterrompu, suffisamment légère pour être déplacée une ou plusieurs fois au cours d'une même saison, et susceptible en fin de saison, d'être rapidement démontée pour être remisée pendant l'hiver.

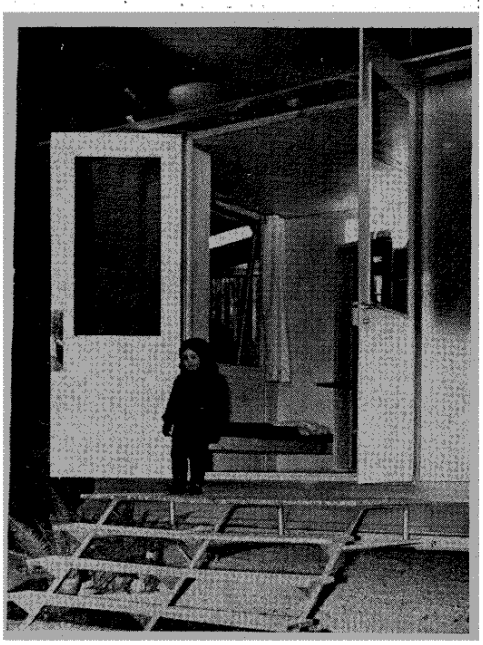


Fig. 3.
Maison de week end : Entrée de la maison ouverte.

Cette maison offre les avantages du camping : dimensions très réduites; — faible poids, 1 500 kg —; déplacement aisé — elle se transporte sur n'importe quelle camionnette et, composée d'éléments maniables, elle peut, moyennant un portage facile, être montée loin de tout chemin carrossable, en montagne ou dans une île —; installation rapide — le montage n'exige que de 4 à 5 heures, le démontage se fait en 2 heures, et l'outillage ne comporte qu'une clef anglaise, un tournevis et un niveau —; enfin, absence de tout aménagement fixe : amenée et évacuation d'eau, WC. Par contre, elle donne ce que l'idée du camping exclut d'habitude : un local chauffé, éclairé, de 3,20 m × 3,25 m, haut de 2,20 m, permettant la lecture ou le travail, muni de deux lits-divans, de deux armoires et d'une table, une cuisine permettant de manger chaud, une toilette-douche, et elle est assez à l'épreuve des intempéries et des effractions pour demeurer sur place tout l'hiver s'il y a lieu.

La maison est construite en panneaux à double épaisseur de tôle, isolée intérieurement par du carton d'amiante. Le matelas d'air qu'ils forment est garni de laine de verre. Ces panneaux s'emboîtent les uns dans les autres avec interposition de joints étanches en caoutchouc. L'assemblage n'utilise aucun des moyens du type vis ou boulon, impraticables s'il existe un décalage entre deux trous qui devraient coïncider. Tous les éléments étant exécutés à la presse, leurs dimensions et leurs profils sont uniformes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le second programme, celui de l'immeuble transformable, vise le cas particulier d'une construction importante effectuée pour la Municipalité de Clichy.

Possédant un terrain rectangulaire d'environ 40 m sur 50 m, sur lequel fonctionnait un marché en plein air, celle-ci désirait à la fois agrandir le marché, créer sur le même terrain une Maison du Peuple, de dimensions telles que la grande salle contînt 1 500 à 2 000 personnes, pouvoir donner des séances cinématographiques dans une salle réduite de 500 places et aménager un certain nombre de bureaux.

Le dispositif adopté, rendu possible du fait qu'à aucun moment les deux organismes principaux, marché et Maison du Peuple, ne fonctionneront simultanément, fut le suivant :

Le nouveau marché devant disposer d'une surface supérieure à celle de l'an-

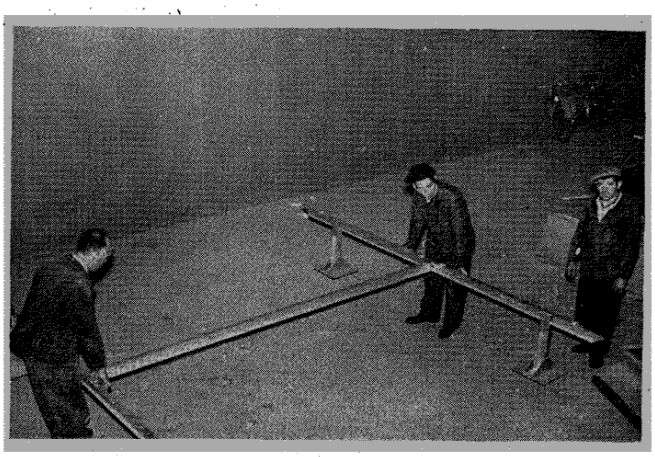


Fig. 4. — Maison de week end : Implantation de l'ossature sur le sol.

cien, tout l'ensemble du terrain fut laissé sans obstacle au rez-de-chaussée, à l'exception des grands escaliers d'accès au premier étage, et lui fut réservé; de plus, deux galeries à niveau bas, lui furent reliées pour l'agrandir les jours où il fonctionne. Le toit mobile est, suivant le temps, ramené ou enlevé.

Lorsqu'on désire utiliser la salle des fêtes, on couvre l'espace existant entre les deux galeries qui, après la disparition d'une balustrade éclipsable, fait partie de la grande salle,

On peut, en utilisant une cloison mobile remisée derrière la scène de cette salle, constituer au centre une salle plus petite destinée au cinéma.

Les bureaux, formés par des cloisons mobiles, permettant différents dispositifs, occupent, deux étages de chaque côté de la scène et sont desservis par deux escaliers indépendants.

A l'exception de l'abri de bombardement, de la chaufferie, des puits de fondation, des poteaux et des formes de dallages à rez-de-chaussée, la construction

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est entièrement métallique. Tous les éléments en ont été entièrement exécutés en usine, les travaux de chantier se bornant soit au montage et à l'assemblage par soudure électrique des éléments non démontables tels que l'ossature et les planchers fixes, soit à la simple fixation ou à l'accrochage des éléments démontables ou mobiles, tels que les éléments de façades ou de cloisons.

L'ossature principale est constituée par deux cadres longitudinaux réunis par des poutrelles transversales. Chacun de ces cadres comporte cinq poteaux prin-

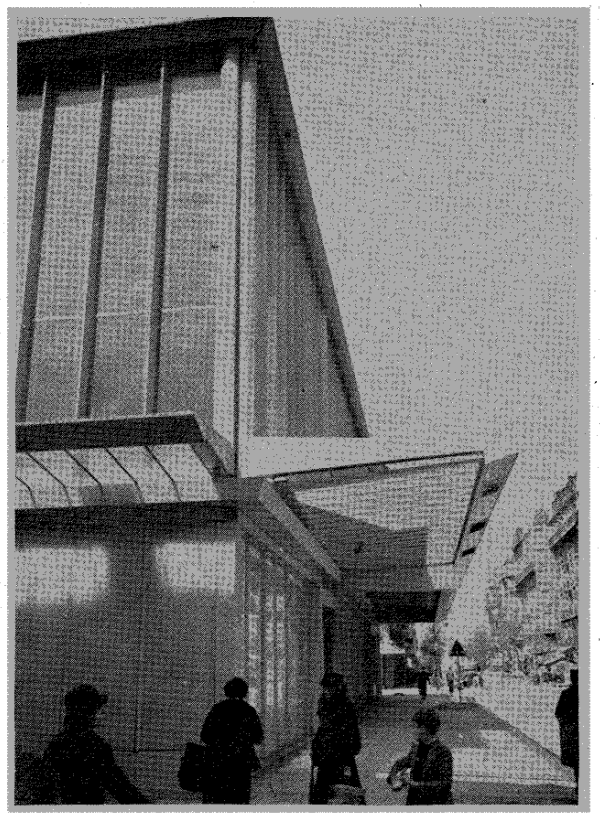


Fig. 5. — Maison du Peuple, à Clichy (Seine), E. Beaudouin et M. Lods, architectes : Vue extérieure d'une galerie marchande.

cipaux et trois ceintures horizontales qui servent, la première de chemin de roulement pour la toiture mobile, la seconde de point d'appui aux poutres de la terrasse, la troisième de support aux éléments de plancher mobiles et au chemin de roulement du pont transbordeur qui permet de les mouvoir.

Des différents déplacements que comporte l'exploitation cinématique de cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

construction, plancher mobile, comble roulant, cloisons mobiles, le plus important et le plus complexe est celui du plancher mobile destiné à remplir l'intervalle séparant les deux galeries pour compléter la grande salle.

Les différents éléments sont rangés les uns au dessus des autres dans une sorte de vaste armoire qui occupe l'emplacement de la scène.

L'opération, effectuée au moyen d'un pont transbordeur muni de vérins et d'un ascenceur, comporte trois mouvements qui consistent :

à élever le pont transbordeur placé sur les rails de l'ascenseur jusqu'au

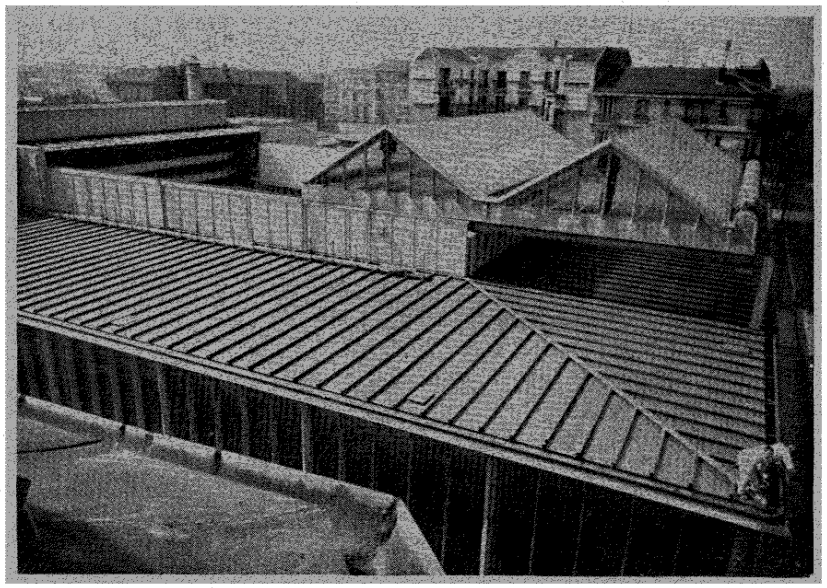


Fig. 6. — Maison du Peuple à Clichy : Vue du toit mobile ouvert, laissant apparaître le vide du marché et le magasin des panneaux du plancher mobile de la Grande Salle du 1er étage.

contact de l'élément de plancher à transporter (et inversement à le faire redescendre une fois chargé jusqu'au niveau des rails fixes);

à soulever, au moyen des vérins du pont transbordeur, l'élément de plancher, qui quitte les rails de remisage et devient solidaire du pont transbordeur (et inversement à l'abaisser une fois parvenu à l'emplacement qu'il doit occuper dans le plancher);

à déplacer horizontalement le pont transbordeur jusqu'à cet emplacement (et inversement à le ramener en face de l'armoire de stockage).

Le premier mouvement n'intervient pas pour le premier élément, qui est remisé le plus bas, au niveau du plancher; le dernier mouvement n'intervient pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour le dernier élément, qui, simplement abaissé sur place, constituera la scène.

En réconciliant ainsi mouvement et édifice, cette construction, qui comporte mainte autre disposition intéressante — recherche de l'économie de poids, chauffage par plafond rayonnant — affirme, sous un aspect moderne, une vieille

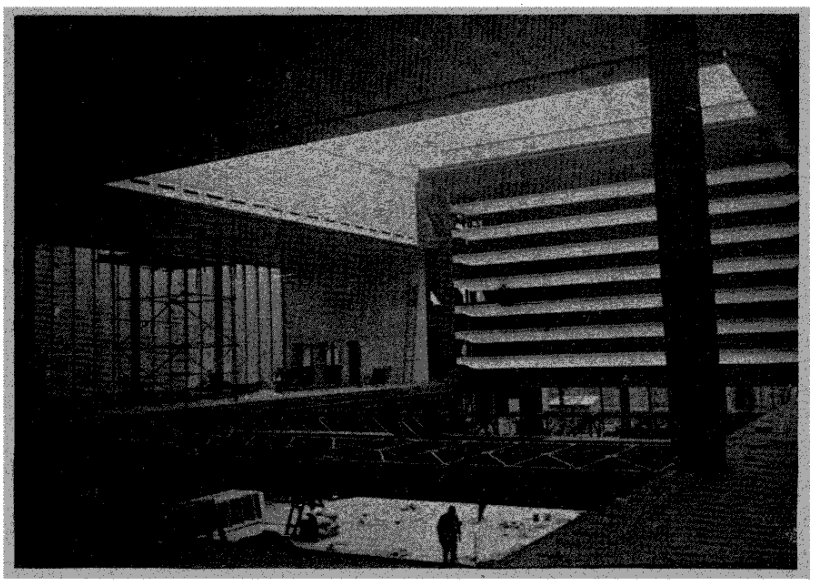


Fig. 7. — Maison du Peuple à Clichy : Vue intérieure du chantier, montrant le vide du marché et le magasin des panneaux du plancher mobile de la Grande Salle du 1er étage.

tradition française : l'adaptation des conceptions architecturales à l'évolution des besoins, des matériaux, de l'outillage.

Beaucoup d'architectes de notre époque ont le légitime souci d'innover. Mais l'on ne peut véritablement innover qu'en se donnant la peine d'étudier les problèmes qu'impose la vie d'aujourd'hui et en sachant se soumettre aux nécessités de programmes qui, dans les cas envisagés, présentaient d'ailleurs des conditions et des difficultés exceptionnelles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

(EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 8 NOVEMBRE 1939)

### L'activité du groupe « Mécanique de Précision et Métrologie » de la Société française des Mécaniciens.

La fondation de ce groupe remonte à trois ans seulement; son activité a été grande; elle a fait l'objet d'une magnifique publication[1], qui renferme :

— une *Introduction*, par M. Pierre NICOLAU, président du Groupe;

— le texte *in extenso* et les figures, le cas échéant, de 53 mémoires présentés et discutés au Groupe pendant ces trois dernières années et les discussions et interventions dont leur présentation a fait quelquefois l'objet. Ces mémoires sont répartis en douze classes qui sont : Interprétation des résultats de mesure; — Mesure des constantes élastiques; — Application des méthodes statistiques à la métrologie industrielle; — Métrologies indirectes; — Méthodes de mesure des vitesses; — Mesure des vitesses utilisées en aérodynamique, en balistique, en hydraulique; contrôle des records; — Mesure des vitesses de chauffe et de refroidissement, etc; — Matériaux métalliques en mécanique de précision et en métrologie; — Mesure des rugosités superficielles; — Amplificateurs optiques; — L'amplification mécanique et par répétition; — Communications envoyées au Congrès international de Mécanique appliquée de Cambridge (États-Unis);

— le compte rendu de l' « Année métrologique 1937 » (Exposition, Conférence et Journées internationales; résumé des mémoires présentés);

— une revue bibliographique des travaux français de métrologie en 1937-1938.

Les travaux dont il est rendu compte dans la seeonde partie de l'ouvrage, celle des mémoires, ont pour la plupart un caractère sinon toujours d'originalité, du moins de nouveauté; on peut citer, entre autres, ceux qui ont trait aux états de surfaces, aux rugosités, à l'amplification pneumatique, à la mesure des constantes élastiques, pour laquelle existent quatre méthodes qui sont de conception française. Ces travaux, exécutés le plus souvent en collaboration, font le plus grand honneur à la métrologie française et prouvent que le travail en équipe, auquel notre caractère paraissait s'opposer, est non seulement possible mais extrêmement fécond.

Ces mémoires traduisent en outre l'œuvre de prosélytisme que le Groupe s'est imposée et qu'il a menée à bonne fin. « On ne commence à connaître un phénomène que lorsqu'on sait le mesurer » ; la métrologie a joué un rôle déterminant dans la mécanique moderne en l'orientant dans la voie de l'expérimentation et en montrant qu'elle n'est pas une pure spéculation théorique de l'esprit. Les ateliers, pas plus que les laboratoires ne peuvent progresser sans se soumettre à la discipline métrologique.

Des laboratoires, où la métrologie était à l'honneur, elle est aujourd'hui passée à l'atelier; aussi peut-on parler maintenant d'une métrologie industrielle.

(1) **Travaux et mémoires de la Société française des Mécaniciens,** tome I : **Mécanique de précision et métrologie.** Un volume broché de 24,5 × 31 cm, de 262 pages avec de très nombreuses figures. — Édité par *Science et Industrie* en supplément (n° 286bis) à la revue *Mécanique*, Paris, 29, rue de Berri, (8e). Prix, 80 fr.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# ÉTUDE D'UNE FAMILLE DE MÉCANISMES PROPRES A DONNER UN MOUVEMENT VARIÉ (*)

par M. Pierre MASSOT, *Ingénieur des Arts et Métiers et des Arts et Manufactures.*

## III. — MÉCANISMES DE WHITWORTH.

§ 13. — LOIS DU MOUVEMENT DE L'ARBRE CONDUIT (fig. 10 et 11). — Un mécanisme de Whitworth est constitué par une manivelle OA qui tourne autour de l'axe O et entraîne, par l'intermédiaire d'un galet ou d'un coulisseau C, une coulisse rectiligne $O_1M$, mobile autour de l'axe $O_1$ parallèle à l'axe O. Soit

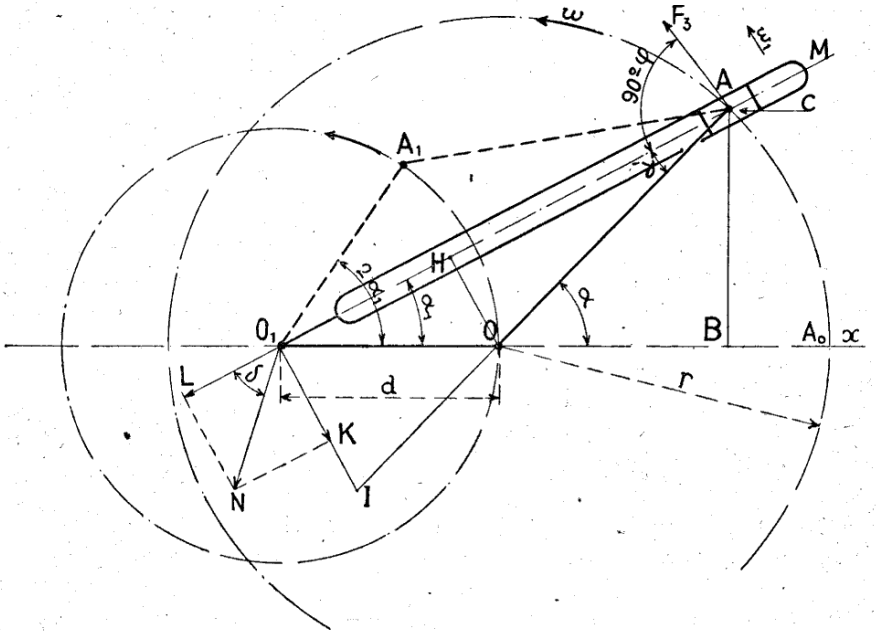



Fig. 10. — *Mécanisme de Whitworth à mouvement continu. Rhomboïde fixé par un petit côté.* (Voir § 13, 15, 16, 18 et 19.)

$d = O_1O$, $r = OA$, $\omega$ la vitesse angulaire constante positive de la manivelle OA, $\omega_1$ et $\gamma_1$ la vitesse et l'accélération angulaires de la coulisse $O_1M$. Le mécanisme est défini cinématiquement par le paramètre $e = \frac{r}{d}$ et présente deux dispositions : 1° $e > 1$ (fig. 10), la coulisse tourne toujours dans le même sens; 2° $e < 1$ (fig. 11),

(*) Voir la première partie de ce mémoire dans le *Bulletin* de novembre 1939, p. 499-518.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la coulisse a un mouvement alternatif. Les deux dispositions donnent lieu aux mêmes formules. Dans la position initiale, A est en $A_0$ sur la ligne des centres $OO_1$, à l'opposé de $O_1$ par rapport à O ; $\widehat{A_0OA} = \alpha$ et $\widehat{A_0O_1A} = \alpha_1$ sont les angles

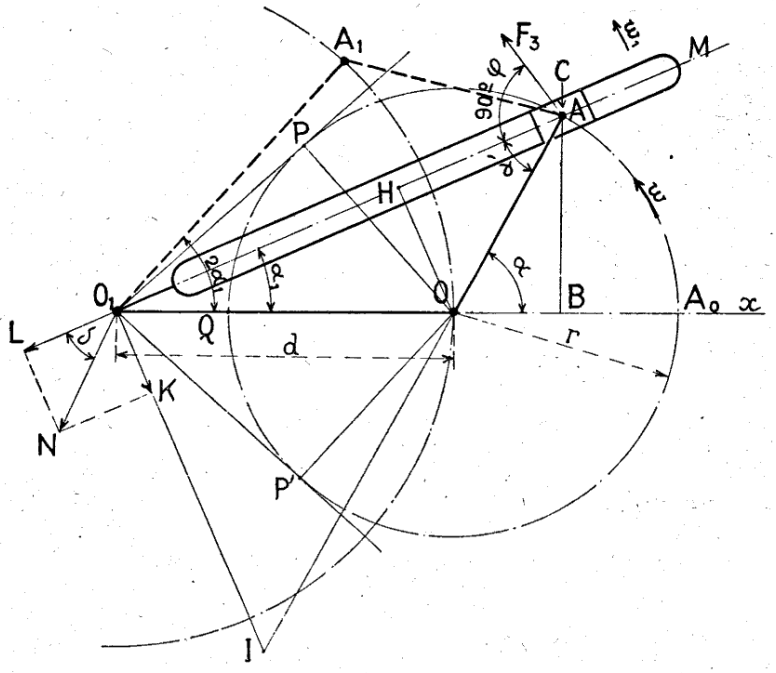



Fig. 11. — *Mécanisme de Whitworth à mouvement alternatif. Rhomboïde fixé par un grand côté.* (Voir § 13, 15, 16, 18 et 19.)

dont ont tourné respectivement l'arbre moteur et l'arbre conduit. Si l'on abaisse AB perpendiculaire sur $OO_1$, on a immédiatement, sur les figures 9 et 10 :

$$\operatorname{tg}\alpha_1 = \frac{e \sin\alpha}{1 + e\cos\alpha} \qquad [32]$$

d'où, en dérivant deux fois :

$$\omega_1 = e\,\omega\,\frac{e + \cos\alpha}{1 + e^2 + 2e\cos\alpha} \qquad [33]$$

$$\gamma_1 = e(e^2 - 1)\omega^2 \frac{\sin\alpha}{(1 + e^2 + 2e\cos\alpha)^2} \qquad [34]$$

$\gamma_1$ est maximum ou minimum lorsque l'on a :

$$\cos\alpha = \frac{1 + e^2 - \sqrt{(1 + e^2)^2 + 32\,e^2}}{4e} \qquad [35]$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

§ 14. — VARIATIONS DE $\alpha_1$, $\omega_1$ ET $\gamma_1$ EN FONCTION DE $\alpha$ ET DE $e$. — Nous verrons au § 21 que les relations [32] à [35] sont identiques aux relations [1] à [4] relatives au joint de Cardan (§ 2) si l'on pose

$$\cos\theta = \pm\frac{e-1}{e+1},\ \omega = 2\Omega,\ \alpha = 2\beta,\ \alpha_1 = \beta \pm \beta_1,\ \omega_1 = \Omega \pm \Omega_1,\ \gamma_1 = \pm\Gamma_1.$$

Le signe supérieur du double signe correspond à la figure 10 ($e > 1$), le signe inférieur correspond à la figure 11 ($e < 1$). Les figures 2, 3 et 4, relatives au joint de Cardan lorsque $\theta = 60°$, conviendront aux mécanismes de Whitworth lorsque $e$ sera égal à 3 ou à $\frac{1}{3}$; il suffira de faire les changements d'axes et d'échelles indiqués ci-dessous.

*Courbe des espaces du Whitworth continu* [2] $e > 1$ (fig. 2). — L'axe [3] des $\alpha$ est $Ox_1$, symétrique de $OA_1$ par rapport à $Ox$; de plus, $OL_1 = 360°$. L'axe $Oy$ et l'échelle des $\alpha_1$ sont les mêmes que pour les $\beta_1$. Ainsi le point B a pour coordonnées : $\alpha = OS = 90°$ et $\alpha_1 = SB = 45° + 26°34'$. La coulisse $O_1M$ (fig. 10) tourne toujours dans le même sens; quand $\alpha = 180°$, $\alpha_1 = 180°$.

*Courbe des espaces du Whitworth alternalif* [2], $e < 1$ (fig. 2). L'axe des $\alpha$ est $Ox_2$ dirigé suivant $OA_1$; de plus, $OA_1 = 360°$. Les $\alpha_1$ sont portés à l'ancienne échelle sur $Oy_1$ de sens contraire à $Oy$. Ainsi les coordonnées du point B seront : $\alpha = OR = 90°$ et $\alpha_1 = RB = 45° - 26°34'$. Les tangentes en C et $C_1$ sont parallèles à $Ox_2$; la coulisse oscille donc de $\pm NC$ de part et d'autre de la position initiale, $NC = 54°44' - 35°16' = 19°28'$.

*Courbe des vitesses du Whitworth continu* (fig. 3). — L'axe des $\alpha$, c'est-à-dire $O_1x_1$, est parallèle à $Ox$ et tel que $OO_1 = -\Omega = -\frac{\omega}{2}$; de plus, $O_1L_1 = 360°$. Sur l'axe des $\omega_1$, $O_1y$, l'échelle ne change pas. Ainsi les coordonnées du point B sont :

$$\alpha = O_1S = 90° \text{ et } \omega_1 = SB = \Omega\left(1 + \frac{4}{5}\right) = \frac{9}{10}\omega.$$

Au point C, $\omega_1 = \omega$ et la coulisse $O_1M$ est perpendiculaire à $OO_1$ (fig. 10).

*Courbe des vitesses du Whitworth alternatif* (fig. 3). — L'axe des $\alpha$, $O_2x_2$, est parallèle à $Ox$ et tel que $OO_2 = \Omega = \frac{\omega}{2}$; de plus, $O_2L_2 = 360°$. L'axe des $\omega_1$, $O_2y_1$, change de signe, sans changement d'échelle. Ainsi les coordonnées du point B sont : $\alpha = O_2R = 90°$ et $\omega_1 = RB = \Omega\left(1 - \frac{4}{5}\right) = \frac{\omega}{10}$. Au point C, $\omega_1 = 0$ et la coulisse est perpendiculaire à la manivelle (fig. 11).

(2) Nous dirons, pour abréger : *Whitworth continu*, au lieu de mécanisme de Whitworth à mouvement continu, et *Whitworth alternatif*, au lieu de mécanisme de Whitworth à mouvement alternatif.

(3) L'axe $Ox_1$, qui fait 45° avec $Ox$, a été brisé pour réduire l'encombrement de la figure.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Courbe des accélérations du Whitworth continu* (fig. 4). — L'axe des $\alpha$ est $Ox$, avec $OA_1 = 360°$; l'axe des $\gamma_1$ est $Oy$, sans changement d'échelle. Ainsi les coordonnées du point B sont : $\alpha = OS = 90°$ et $\gamma_1 = \frac{24}{25}\Omega^2 = \frac{6}{25}\omega^2$.

*Courbe des accélérations du Whitworth alternatif* (fig. 4). — On passe du Whit-

| Point représentatif fig. 2, 3 et 4 | | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\alpha$ | | 0 ↑ | $\frac{\pi}{2}$ ↑ | $\cos\alpha = -\frac{1}{E} = -e$ ↑ | $\cos\alpha = \frac{-2E}{1+E^2} = \frac{-2e}{1+e^2}$ ↑ | $\cos\alpha = \frac{1+e^2-\sqrt{1+34e^2+e^4}}{4e}$ faire $e = E$ ↑ | $\pi$ ↑ |
| Mécanisme de Whitworth mouvement continu, $E = \frac{r}{d} > 1$ | $\alpha_1$ | 0 ↑ | $tg\alpha_1 = E$ ↑ | $\frac{\pi}{2}$ ↑ | $tg\alpha_1 = -E$ ↑ | ↑ | $\pi$ ↑ |
| | $\omega_1$ | $\frac{\omega E}{1+E}$ minimum ↑ | $\frac{\omega E^2}{1+E^2}$ ↑ | $\omega$ ↑ | $\frac{\omega E^2}{E^2-1}$ ↑ | ↑ | $\frac{\omega E}{E-1}$ maximum ↓ |
| | $\gamma_1$ | 0 ↑ | $\frac{\omega^2 E(E^2-1)}{(1+E^2)^2}$ ↑ | $\frac{\omega^2}{\sqrt{E^2-1}}$ ↑ | $\frac{\omega^2 E(1+E^2)}{(E^2-1)^2}$ ↑ | maximum ↓ | 0 ↓ |
| Mécanisme de Whitworth mouvement alternatif, $e = \frac{r}{d} < 1$ | $\alpha_1$ | 0 ↑ | $tg\alpha_1 = e$ ↑ | $\sin\alpha_1 = e$ maximum ↓ | $tg\alpha_1 = e$ ↓ | ↓ | 0 ↓ |
| | $\omega_1$ | $\frac{\omega e}{1+e}$ maximum ↓ | $\frac{\omega e^2}{1+e^2}$ ↓ | 0 ↓ | $\frac{-\omega e^2}{1-e^2}$ ↓ | ↓ | $\frac{-\omega e}{1-e}$ minimum ↑ |
| | $\gamma_1$ | 0 ↓ | $\frac{-\omega^2 e(1-e^2)}{(1+e^2)^2}$ ↓ | $\frac{-\omega^2 e}{\sqrt{1-e^2}}$ ↓ | $\frac{-\omega^2 e(1+e^2)}{(1-e^2)^2}$ ↓ | minimum ↑ | 0 ↑ |

Tableau III : *Mécanismes de Whitworth.* (Voir § 14 et fig. 2, 3 et 4.)

Variation de $\alpha_1$, $\gamma_1$ et $\omega_1$ en fonction de $\alpha$.

E et $e$, rapport du rayon de manivelle à la distance des centres; — $\alpha$, déplacement et $\omega$ vitesse constante de l'arbre moteur; — $\alpha_1$, déplacement, $\omega_1$, vitesse, $\lambda_1$, accélération de l'arbre conduit;

Les flèches ascendantes indiquent que la fonction croît, les flèches descendantes indiquent qu'elle décroît.

worth continu au Whitworth alternatif en changeant seulement le sens de l'axe des $\gamma_1$, qui devient $Oy_1$. Ainsi, les coordonnées du point B sont :

$$\alpha = 90° \qquad \text{et} \qquad \gamma_1 = -\frac{6}{25}\omega^2.$$

Le tableau III donne, en fonction du paramètre $\frac{r}{d}$, les valeurs remarquables que prennent $\alpha$, $\alpha_1$, $\omega_1$ et $\gamma_1$. Pour éviter toute confusion, on a représenté par $E > 1$ le paramètre du Whitworth continu et par $e < 1$ celui du Whitworth alternatif. Les valeurs remarquables de $\alpha$ sont les mêmes que pour le contre-parallélogramme.

Pour la discussion, nous renvoyons au § 3, avec les remarques suivantes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Whitworth continu* (fig. 10). — Quand $\frac{1}{E}$ tend vers zéro, c'est-à-dire quand $d$ tend vers zéro, la rotation de la coulisse tend à devenir uniforme; le mouvement est toujours possible jusqu'à la limite $\frac{1}{E} = 0$, pour laquelle $\omega_1 = \omega$.

*Whitworth alternatif* (fig. 11). — Quand $e$ tend vers zéro, c'est-à-dire quand $r$ tend vers zéro, le mouvement d'oscillation de la coulisse se rapproche de la loi : $\sin\alpha_1 = e \sin\alpha$; l'amplitude décroît jusqu'à zéro et le mouvement est toujours possible. A la limite, $e = 0$, et la manivelle peut tourner, mais la coulisse est immobile.

Enfin lorsque E et $e$ se rapprochent de 1, $r$ est très voisin de $d$ (fig. 10 et 11), la vitesse $\omega_1$ et l'accélération $\gamma_1$ passent par des valeurs qui croissent indéfiniment et peuvent rendre la marche impossible. Pratiquement $e$ et $\frac{1}{E}$ sont inférieurs à $\frac{\sqrt{3}}{2}$. Toutefois, si $e = \frac{1}{E} = 1$, les deux Whitworth ont la même configuration; la coulisse tourne à la vitesse constante $\frac{\omega}{2}$, le fonctionnement est très satisfaisant à condition de disposer plusieurs coulisses sur l'arbre $O_1$ et l'on retrouve un dispositif bien connu.

§ 15. — MOUVEMENT DU COULISSEAU. — Le mouvement du coulisseau prend une importance prépondérante dans la variante du § 19; il convient de l'examiner en détail.

1° *Mouvement par rapport à la coulisse* $O_1M$. — La position du coulisseau sera définie (fig. 10 et 11) par $x = O_1A$, d'où, en prenant le sens $O_1M$ positif :

$$x = d\sqrt{1 + e^2 + 2e\cos\alpha}. \qquad [36]$$

La vitesse relative $v_r = \frac{dx}{dt}$ et l'accélération relative $j_r = \frac{d^2x}{dt^2}$ seront :

$$v_r = \frac{-\omega r \sin\alpha}{\sqrt{1 + e^2 + 2e\cos\alpha}} \qquad [37]$$

$$j_r = \frac{-\omega^2 r(e + \cos\alpha)(1 + e\cos\alpha)}{(1 + e^2 + 2e\cos\alpha)^{\frac{3}{2}}} \qquad [38]$$

En valeur absolue $v_r = \omega \times OH$, H étant le pied de la normale abaissée de O sur $O_1M$. Les variations de $x = O_1A$ et de $v_r$ sont donc très faciles à étudier sur les figures 10 et 11; il est inutile d'y insister.

2° *Mouvement par rapport à la manivelle* OA. — Supposons que le paramètre $\frac{r}{d}$ sur la figure 10 soit l'inverse du paramètre $\frac{r}{d}$ sur la figure 11; les deux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

triangles $O_1OA$ seront semblables sur les deux figures, et l'angle A de l'un de ces triangles sera égal à l'angle $O_1$ de l'autre. Donc : l'angle $\alpha' = OAO_1$ dont a tourné le coulisseau C par rapport à la manivelle, dans l'un des Whitworth, est égal et de sens contraire à l'angle $\alpha_1$ dont a tourné la coulisse de l'autre Whitworth. Si $\alpha'$, $\omega'$ et $\gamma'$ sont respectivement le déplacement, la vitesse et l'accélération angulaires du coulisseau dans le mouvement par rapport à la manivelle, on aura, en remplaçant $e$ par $\frac{1}{e}$ dans les relations [32] à [34] (§ 13) et en changeant le signe du second membre :

$$\operatorname{tg}\alpha' = \frac{-\sin\alpha}{e+\cos\alpha} \qquad [39]$$

$$\omega' = -\omega\,\frac{1+e\cos\alpha}{1+e^2+2e\cos\alpha} \qquad [40]$$

$$\gamma' = e(e^2-1)\,\omega^2\,\frac{\sin\alpha}{(1+e^2+2e\cos\alpha)^2} \qquad [41]$$

3° *Mouvement absolu* (fig. 10 et 11). — C'est, dans le plan de la figure 10 ou 11, le mouvement d'une droite qui passe constamment par le point $O_1$ et dont le point A décrit un cercle de centre O à la vitesse angulaire constante $\omega$. La loi des vitesses est donnée par la rotation autour du centre instantané I, intersection de OA et de $O_1I$ perpendiculaire à $O_1M$; cette rotation doit donner au point A la vitesse $\omega$; elle s'effectue donc à la vitesse $\omega''$ donnée par la relation :

$$\omega'' = e\omega\,\frac{e+\cos\alpha}{1+e^2+2e\cos\alpha} \qquad [42]$$

La recherche des accélérations est plus compliquée; nous nous bornerons à la ramener à un problème classique.

Le mouvement relatif du coulisseau par rapport à la coulisse, composé avec le mouvement d'entraînement représenté par la rotation propre de la coulisse, donne le mouvement absolu cherché. Le point $O_1$, supposé lié au coulisseau, a une accélération d'entraînement nulle; son accélération relative $j_r$ portée par $O_1M$ est donnée par la relation [38]; son accélération complémentaire $j_c$ est égale à $2\omega_1 v_r$; $\omega_1$, vitesse de rotation de la coulisse, est donnée par la relation [33]; $v_r$ vitesse relative du coulisseau est donnée par la relation [37]; donc :

$$j_c = \frac{-2\omega^2 re\sin\alpha(e+\cos\alpha)}{(1+e^2+2e\cos\alpha)^{\frac{3}{2}}} \qquad [43]$$

On vérifie que $j_c$ a toujours le sens $O_1I$. Il est donc facile de déterminer l'accélération absolue du point $O_1$ supposé lié au coulisseau. On portera sur $O_1I$, dans le sens $O_1I$, $O_1K = j_c$ (relation [43]); puis, sur $O_1M$, la longueur $O_1L = j_r$ (relation [38]); $O_1L$ a le sens $O_1M$ ou le sens contraire suivant que $j_r$ est positif ou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

négatif. En composant $j_r$ et $j_e$, on obtient le vecteur $\overline{O_1N}$ qui représente l'accélération absolue cherchée $j_a$.

Si $\delta$ est l'angle de $j_a$ avec $O_1M$, on a, en valeur absolue, $\operatorname{tg}\delta = 2\operatorname{tg}\alpha_1$, $\alpha_1$ étant l'angle dont a tourné la coulisse,

D'autre part, l'accélération absolue du point A, lié au coulisseau, se réduit à l'accélération centripète $\omega^2 r$, dirigée vers O. On connaît donc l'accélération de deux points A et $O_1$ du coulisseau, et l'on pourra, par suite, déterminer l'accélération d'un point quelconque.

§ 16. — ÉQUILIBRE DU COULISSEAU (fig. 10 et 11). — Négligeons la masse du coulisseau et le frottement sur le tourillon A, et soit $\varphi$ l'angle de frottement au contact de la coulisse. La réaction $F_3$, du coulisseau sur la coulisse, passe par A et fait l'angle $90^\circ - \varphi$ avec $O_1M$. La distance de $O_1$ à $F_3$ est donc $O_1A\cos\varphi$. En raisonnant comme au § 9, on obtient :

$$F_3 = \frac{M + I\gamma_1}{d\cos\varphi\sqrt{1 + e^2 + 2e\cos\alpha}} \qquad [44]$$

Si l'on se reporte aux relations [28] et [29] (§ 11), on peut écrire :

$$F_3' = \frac{F_2'}{2\cos\varphi} \qquad [45]$$

$$F_3'' = \frac{F_2''}{4\cos\varphi} \qquad [46]$$

Nous renvoyons donc pour la discussion à la fin du § 11.

Faisons intervenir le frottement du coulisseau sur le tourillon A. Soit $a$ le rayon de ce tourillon et $\varphi_1$ l'angle de frottement, la distance de l'axe $O_1$ à la réaction $F_3$ est alors $O_1A\cos\varphi \pm a\sin\varphi_1$. On prend le signe — ou le signe + suivant que $F_3$ est moteur ou résistant (voir fin du § 9). Le plus souvent $a\sin\varphi_1$ sera négligeable devant $O_1A\cos\varphi$.

§ 17. — 1re VARIANTE : CROIX DE MALTE (fig. 12). — Ce mécanisme, fréquemment employé pour obtenir un mouvement intermittent, dérive du Whitworth alternatif. Il est obtenu en limitant la coulisse $O_1M$ (fig. 11 et 12) à la longueur $O_1P = d\sqrt{1 - e^2}$ et en remplaçant le coulisseau C par un galet.

La coulisse est entraînée seulement pendant que A décrit l'arc PQP'; un système d'arrêt l'immobilise pendant que A décrit l'arc $P'A_0P$.

Pour que le mouvement continue à chaque tour du galet, on dispose sur l'arbre $O_1$ plusieurs rainures qui font entre elles l'angle $PO_1P'$. Le paramètre $e = \frac{r}{d}$ et le nombre de coulisses $m$, satisfont à la condition : $e = n\frac{\pi}{m}$; alors, on a : $\widehat{P'O_1P} = \frac{2\pi}{m}$ et $\widehat{P'OP} = \frac{\pi(m-2)}{m}$. Le paramètre $e$ ne peut prendre que des valeurs isolées car $m$ est entier et au moins égal à 3; sur la figure 12, $m = 4$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tout ce que nous avons dit au sujet du Whitworth alternatif (§ 13 et 14) s'applique ici à condition de limiter les variations de $\alpha$ à l'angle P'OP (fig. 11). Sur les figures 2, 3 et 4, il ne faut conserver que l'arc $CFC_1$ complété par des parallèles à l'axe des $\alpha$; la courbe des espaces rapportée aux axes $Ox_2$, $Oy_1$ [4] (fig. 2) devient $MCFC_1M_1$; la courbe des vitesses rapportée aux axes $O_2x_2$, $O_2y_1$ (fig. 3)

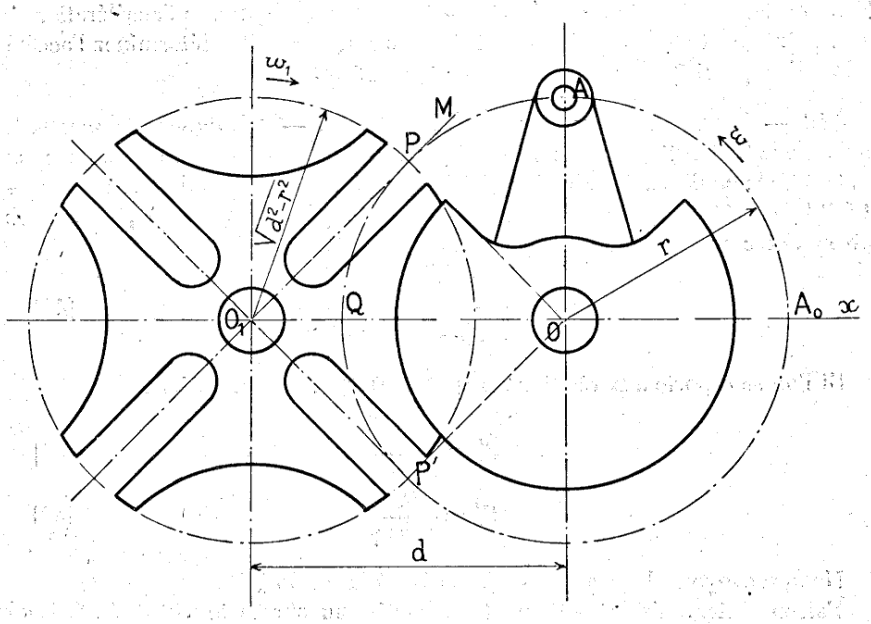



Fig. 12. — *Mécanisme à croix de Malte à quatre branches.* (Voir § 17.)

devient $O_2CFC_1L_2$; la courbe des accélérations rapportée aux axes $Ox$, $Oy_1$ devient (fig. 4) $ORCEFE_1C_1R_1A_1$.

L'arbre moteur O peut porter plusieurs galets à condition que l'écart angulaire de deux galets consécutifs soit supérieur à $\widehat{P'OP}$.

Citons encore la variante complémentaire de la croix de Malte qui consiste à supprimer (fig. 11) la partie de la coulisse qui avait été conservée dans la croix de Malte, de façon à n'utiliser que la partie extérieure au cercle de rayon $O_1P$.

§ 18. — 2e VARIANTE : RHOMBOÏDES (fig. 10 et 11). — Sur les figures 10 et 11, ajoutons, en trait discontinu, une manivelle $O_1A_1$ et une bielle $AA_1$; si $O_1A_1 = O_1O$ et $AA_1 = AO$, nous obtenons le quadrilatère articulé connu sous le nom de rhomboïde ou duplicateur de Reuleaux. La diagonale $O_1A$ est axe de symétrie du

(4) L'axe $Oy_1$ est dirigé en sens contraire de $Oy$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rhomboïde et $\widehat{OO_1A} = \widehat{AO_1A_1}$ ; donc, à chaque instant, le déplacement de la manivelle $O_1A_1$ est le double du déplacement de la coulisse $O_1M$ du Whitworth correspondant.

Si la vitesse $\omega$ de la manivelle OA est constante, on pourra appliquer au rhomboïde les formules [32] à [34] (§ 13), à condition d'en multiplier par 2 les seconds membres. Les figures 2, 3 et 4, établies pour le Whitworth, conviendront aussi, si on lit les ordonnées à une échelle deux fois plus petite.

La distance de la bielle $AA_1$ à l'axe $O_1$ est $d \sin \alpha$ ; si l'on se reporte au début du § 9, l'effort $F_4$ transmis par la bielle sera :

$$F_4 = \frac{M + I\gamma_1}{d \sin \alpha} \qquad [47]$$

L'accélération $\gamma_1$ est la même pour le contre-parallélogramme et le rhomboïde qui ont le même paramètre $e = \frac{r}{d}$ ; on peut donc écrire, en se reportant aux relations [24] et [25] (§ 9) :

$$F'_4 = eF'_1 \qquad [48]$$

$$F''_4 = eF''_1 \qquad [49]$$

La discussion et la remarque du § 9 conviennent ici.

§ 19. — 3e VARIANTE : WHITWORTH FIXÉ SUR LA MANIVELLE. — Rendons fixe la manivelle OA du Whitworth continu (fig. 10) et faisons tourner, à la vitesse constante $-\omega$, le côté $OO_1$ qui était précédemment immobile. Nous ne changeons pas le mouvement relatif des divers organes les uns par rapport aux autres. La disposition ainsi obtenue se retrouve dans certains moteurs à cylindre oscillant ; le coulisseau C y joue le rôle de cylindre et la coulisse $O_1M$ devient le piston ; il y a d'autres applications.

Le mouvement absolu du coulisseau C est identique au mouvement relatif de ce coulisseau par rapport à la manivelle OA (voir § 15, 2°).

Le mouvement absolu de la coulisse $O_1M$ est le mouvement plan d'une droite qui passe constamment par le point fixe A et dont le point $O_1$ tourne à la vitesse constante $-\omega$ autour de O. Donc, la coulisse $O_1M$ du mécanisme obtenu en fixant le Whitworth continu de paramètre E, sur sa manivelle (fig. 10), a, au signe près, le même mouvement que le coulisseau C du Whitworth alternatif de paramètre $e = \frac{1}{E}$ (fig. 11). Ce mouvement a été étudié au § 15, 3°.

§ 20. — COMBINAISONS DE MÉCANISMES DE WHITWORTH. — On associe quelquefois plusieurs mécanismes de Whitworth de manière qu'ils passent simultanément par la position initiale définie au § 13 ; on obtient sur le dernier arbre un mouvement varié à retour très rapide car chaque mécanisme augmente l'irrégularité du précédent. L'association de plusieurs Whitworth continus donne un mouvement continu ; pour obtenir un mouvement alternatif sans point mort, on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ne peut disposer qu'un seul Whitworth alternatif, au bout de la chaîne, et commandant directement le dernier arbre conduit.

Contrairement à ce qui a lieu pour les combinaisons de joints de Cardan (§ 6) et de contre-parallélogrammes (§ 12), il n'y a pas de mécanisme unique de Whitworth équivalent à une combinaison de Whitworth; et même, les lois du mouvement du dernier arbre ne s'expriment pas ici simplement en fonction

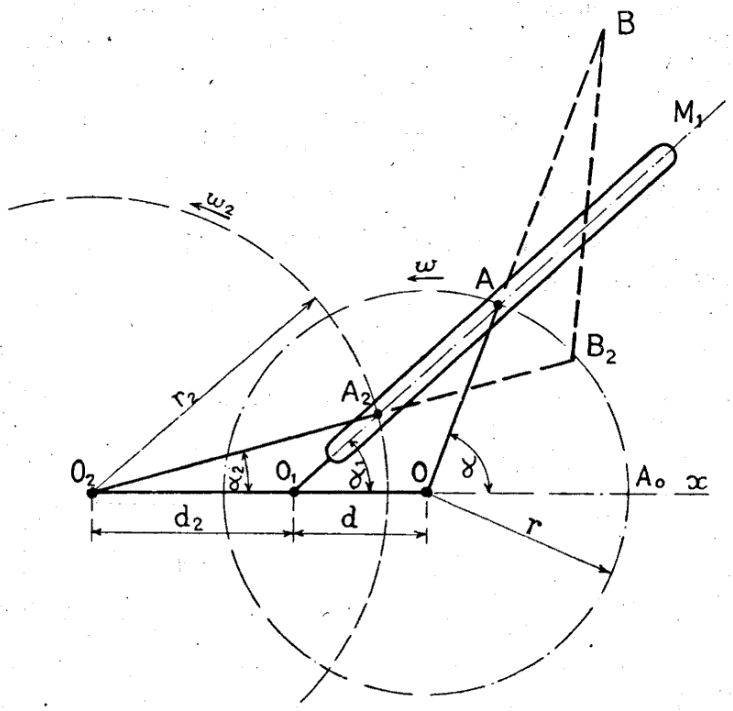



Fig. 13. — *Combinaison de deux mécanismes de Whitworth équivalente à un contre-parallélogramme.* (Voir § 20, 1°.)

du déplacement de l'arbre moteur initial. Considérons le cas de deux Whitworth de paramètres respectifs $e$ et $e_1$, établis, le premier entre les arbres X et $X_1$, le deuxième entre les arbres $X_1$ et $X_2$. Entre le déplacement $\alpha_2$ de l'arbre $X_2$ et le déplacement $\alpha$ de l'arbre X, on a la relation :

$$\operatorname{tg}\alpha_2 = \frac{ee_1 \sin\alpha}{e_1(1 + e\cos\alpha) + \sqrt{1 + e^2 + 2e\cos\alpha}} \qquad [30]$$

Il est préférable de calculer successivement le mouvement des arbres intermédiaires à l'aide des formules calculables par logarithmes établies dans la partie IV (§ 23).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous allons examiner deux dispositions spéciales qui conduisent à des formules simples.

1° *Combinaison de deux Whitworth équivalente au contre-parallélogramme.* — Soit, (fig. 13), le contre-parallélogramme $OBB_2O_2$ fixé sur le petit côté $OO_2$. Une parallèle aux diagonales coupe les côtés $OO_2$, $O_2B_2$, OB, respectivement aux points $O_1$, $A_2$, A, qui restent alignés pendant la déformation du mécanisme. On peut donc, sans gêner le fonctionnement, introduire la coulisse $O_1M_1$ mobile autour de $O_1$ et dans laquelle s'engagent des coulisseaux articulés en A et $A_2$ sur les manivelles OB et $O_2B_2$. Si l'on supprime les parties indiquées en trait discon-

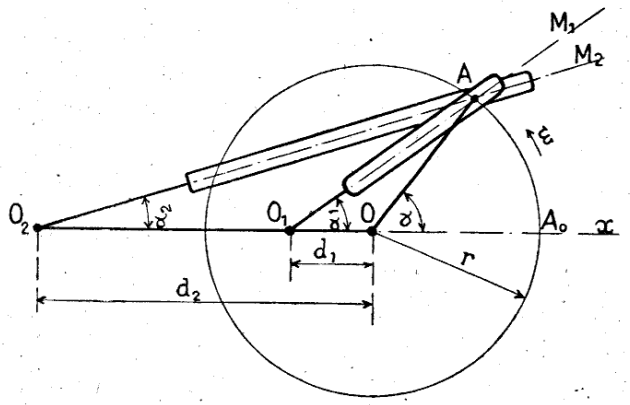



Fig. 14. — *Combinaison de deux mécanismes de Whitworth ayant même manivelle.* (Voir § 20, 2°.)

tinu, il reste deux Whitworth continus qui ont le même paramètre que le contre-parallélogramme : $\frac{OB}{O_2O} = \frac{r}{d} = \frac{r_2}{d_2}$; le premier est formé par la manivelle OA qui mène la coulisse $O_1M_1$; le second est inversé et formé par la coulisse $O_1M_1$ qui mène la manivelle $O_2A_2$.

Le mécanisme constitué par l'association de ces deux Whitworth établit entre les déplacements des arbres O et $O_2$ la même relation que le contre-parallélogramme initial $OBB_2O_2$. Cette disposition, qui ne paraît pas avoir été signalée, ne présente ni les inconvénients des points morts du contre-parallélogramme, ni les difficultés de construction de l'engrenage elliptique.

Les trois points O, $O_1$, $O_2$ ont été pris en ligne droite pour que la propriété du mécanisme paraisse évidente au simple examen de la figure. Mais l'on peut faire tourner l'ensemble de l'un des Whitworth d'un angle quelconque autour de $O_1$; alors A et $A_2$ se déplacent dans des coulisses distinctes décalées du même angle.

En partant d'un contre-parallélogramme fixé sur un grand côté, on obtient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une combinaisou analogue de deux Whitworth alternatifs qui présente deux points morts.

2° *Combinaison de deux Whitworth qui donne la loi* : $\sin\alpha_2 = e\sin\alpha_1$ (fig. 14). — Soit un Whitworth continu (manivelle OA, coulisse $O_1M_1$) et un Whitworth alternatif (manivelle OA, coulisse $O_2M_2$). Les centres O, $O_1$, $O_2$ sont alignés et l'on a, en grandeur et en signe $OO_1 \times OO_2 = \overline{OA}^2$; les paramètres sont inverses l'un de l'autre : $E = \frac{r}{d_1}$, $e = \frac{r}{d_2} = \frac{1}{E}$. Les triangles $O_2AO$ et $AO_1O$ sont semblables; si $\alpha_1$ et $\alpha_2$ sont les angles décrits par les deux coulisses, on a :

$$\sin\alpha_2 = e\sin\alpha_1 \qquad [51]$$

Si la coulisse $O_1M_1$ est motrice et si sa vitesse est constante, la coulisse $O_2A_2$ oscillera suivant la loi simple ci-dessus qui ne donne pas de retour rapide et présente la même symétrie qu'une sinusoïde.

## IV. — ANALOGIE ENTRE LES MÉCANISMES PRÉCÉDENTS.

§ 21. — PROPRIÉTÉS DES MÉCANISMES CONJUGUÉS. — L'examen des formules précédemment établies montrerait l'analogie remarquable qui existe entre les mécanismes que nous venons d'étudier; on y arrive plus simplement par quelques considérations géométriques.

Soit (fig. 15) deux contre-parallélogrammes semblables $OAA_1O_1$ et $OA'A'_1O_1$, fixés sur leur côté commun $OO_1 = d$; le paramètre du premier, $E = \frac{OA}{OO_1} = \frac{r}{d}$, est l'inverse du paramètre du second, $e = \frac{OA'}{OO_1} = \frac{r'}{d}$; de plus, A' est sur le côté OA.

Introduisons deux coulisses $O_1M$, $O_1M'$, mobiles autour de $O_1$ et dans lesquelles glissent deux coulisseaux articulés en A et A'. Le Whitworth continu, formé par la manivelle OA et la coulisse $O_1M$, a E pour paramètre; le Whitworth alternatif, formé par la manivelle OA' et la coulisse $O_1M'$, a $e$ pour paramètre.

Soit $\alpha$ l'angle décrit par la manivelle motrice OA'A et $\alpha_1$, $\alpha_2$, $\alpha_3$, $\alpha_4$ les angles décrits respectivement par les manivelles $O_1A_1$ et $O_1A'_1$, et les coulisses $O_1M$ et $O_1M'$. Les triangles $OO_1A$, $A_1AO_1$ et $OA'O_1$, sont semblables, donc

$$\widehat{OO_1A'} = \widehat{A_1O_1A} = \widehat{OAO_1} = \alpha_4.$$

Le triangle $OO_1A$ donne alors : $\alpha = \alpha_3 + \alpha_4$ et $\alpha_3 = \alpha_1 + \alpha_4$, d'où on tire :

$$\alpha_3 = \frac{\alpha + \alpha_1}{2} \quad \text{et} \quad \alpha_4 = \frac{\alpha - \alpha_1}{2} \qquad [52]$$

De plus : $\alpha_2 = -\alpha_1$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Telles sont les relations qui existent entre les angles décrits par les arbres conduits des quatre mécanismes groupés sur la figure 15, que nous allons maintenant comparer au joint de Cardan.

* * *

Le lieu de J, point de croisement des manivelles OA et $O_1A_1$, est une ellipse E, de foyers O et $O_1$, qui a $O_1J + JO = OA = r$ comme longueur de l'axe focal.

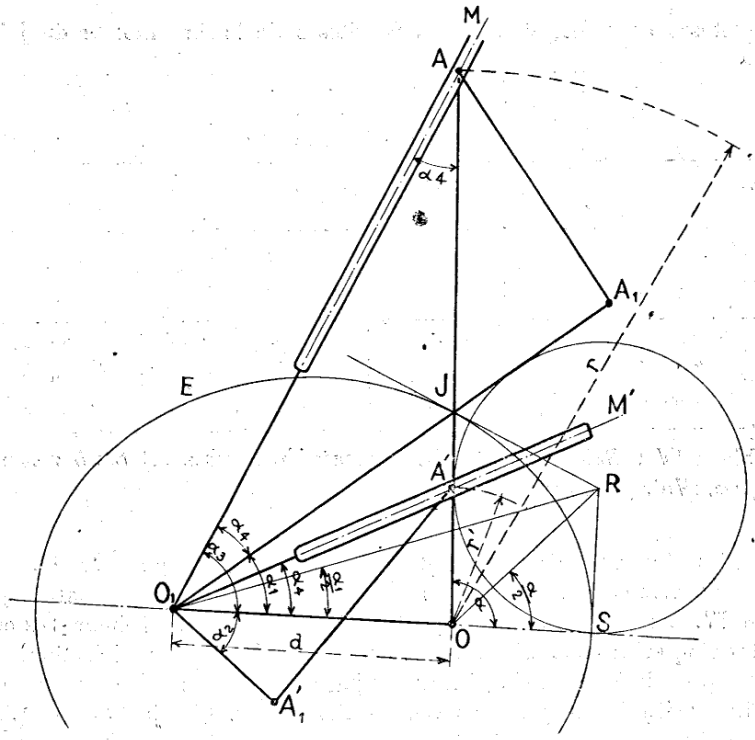



Fig. 15. — *Famille de mécanismes conjugués* (Voir § 21.)

Dans le triangle $OO_1J$, la bissectrice intérieure de l'angle $O_1$ et la bissectrice extérieure de l'angle O, se coupent en R sur la tangente en J à l'ellipse; le cercle exinscrit au triangle a R pour centre et touche le côté $O_1O$ au sommet S de l'ellipse. Donc $\operatorname{tg}\frac{\alpha_1}{2} = \frac{RS}{O_1S}$ et $\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} = \frac{RS}{OS}$, or $OS = \frac{r-d}{2}$ et $O_1S = \frac{r+d}{2}$, d'où :

$$\operatorname{tg}\frac{\alpha_1}{2} = \frac{1-e}{1+e}\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}, \qquad [53]$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette relation est identique à la relation [1], relative au joint de Cardan (§ 2), si l'on pose : $\alpha = 2\beta$, $\alpha_1 = 2\beta_1$, $\cos\theta = \frac{1-e}{1+e}$.

En résumé : soit un contre-parallélogramme et un Whitworth continu ayant même paramètre $E > 1$, un contre-parallélogramme et un Whitworth alternatif ayant même paramètre $e = \frac{1}{E}$, un joint de Cardan caractérisé par l'angle $\theta$ tel que $\cos\theta = \frac{1-e}{1+e}$. Si les arbres moteurs des quatre premiers mécanismes ont une même vitesse constante double de la vitesse de l'arbre moteur du joint de

| | Joint de Cardan | Contre-parallélogramme | | Mécanisme de Whitworth | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Petit côté fixe | Grand côté fixe | Continu | Alternatif |
| Paramètre | $\cos\theta = \frac{E-1}{E+1} = \frac{1-e}{1+e}$ | $E = \cot^2\frac{\theta}{2} > 1$ | $e = \tg^2\frac{\theta}{2} < 1$ | $E$ | $e$ |
| Arbre moteur — déplacement | $\beta$ | $\alpha = 2\beta$ | | | |
| Arbre moteur — vitesse constante | $\Omega$ | $\omega = 2\Omega$ | | | |
| Arbre conduit — déplacement | $\beta_1$ | $\alpha_1 = 2\beta_1$ | $\alpha_2 = -2\beta_1$ | $\alpha_3 = \beta + \beta_1$ | $\alpha_4 = \beta - \beta_1$ |
| Arbre conduit — vitesse | $\Omega_1$ | $\omega_1 = 2\Omega_1$ | $\omega_2 = -2\Omega_1$ | $\omega_3 = \Omega + \Omega_1$ | $\omega_4 = \Omega - \Omega_1$ |
| Arbre conduit — accélération | $\Gamma_1$ | $\gamma_1 = 2\Gamma_1$ | $\gamma_2 = -2\Gamma_1$ | $\gamma_3 = \Gamma_1$ | $\gamma_4 = -\Gamma_1$ |

Tableau IV : *Relations entre les éléments du mouvement des 5 mécanismes conjugués.* (Voir § 21, fig. 2, 3 et 4.)

Cardan, les cinq mécanismes seront dits *conjugués*, car il y a entre les mouvements des arbres conduits la correspondance remarquable montrée par le tableau IV. Cette correspondance peut se résumer ainsi : au facteur $\pm 2$ ou $\pm 1$ près, les cinq arbres conduits ont à chaque instant la même accélération.

Cette propriété des mécanismes conjugués facilite l'étude des nombreux dispositifs mécaniques que nous venons d'examiner. Elle justifie l'emploi des mêmes graphiques (fig. 2, 3 et 4) simplement modifiés par un changement d'axes ou d'échelles; nous verrons au § 23, la simplification apportée à l'emploi des formules. Cette propriété peut aussi faciliter les applications, car elle permet de remplacer ces mécanismes les uns par les autres, en les complétant, le cas échéant, par des trains d'engrenages usuels.

Considérons à titre d'exemple les engrenages irréguliers déduits de l'engrenage elliptique par une simple transformation géométrique et que l'on trouve décrits dans le *Traité des mécanismes* de Haton de la Goupillière et dans la *Cinématique* de Laboulaye. Soit $\rho = f(\theta)$, l'équation en coordonnées polaires des ellipses E et $E_1$ (fig. 9), rapportée aux foyers O et $O_1$; si on leur substitue deux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

courbes égales d'équation $\rho = f(n\theta)$, $n$ étant un nombre entier, ces deux courbes pourront rouler l'une sur l'autre sans glisser pendant la rotation des arbres O et $O_1$. Le cycle complet des variations de vitesse, qui durait 1 tour de chaque arbre avec les ellipses E et $E_1$, se reproduira exactement mais ne durera que $\frac{1}{n}$ tour. On peut tirer de là des roues dentées qui seront d'une exécution encore plus difficile que les roues elliptiques initiales. Or, un simple joint de Cardan réalisera exactement entre deux arbres concourants la même transmission que les nouveaux engrenages définis ci-dessus dans le cas où $n = 2$.

§ 22. — RELATIONS ENTRE LES RÉACTIONS. — Il existe aussi un rapport simple entre les efforts calculés aux § 5, 11 et 16. Supposons que le moment des résistances appliquées à l'arbre conduit soit le même pour le groupe des cinq mécanismes conjugués, et qu'il en soit ainsi pour le moment d'inertie I des masses solidaires de cet arbre. F′ et F″ sont les efforts relatifs au joint de Cardan (relations [11] et [12], § 5), $F'_2$ et $F''_2$ sont les efforts relatifs à l'engrenage elliptique (relations [28] et [29], § 11), $F'_3$ et F″ sont les efforts relatifs aux mécanismes de Whitworth (relations [45] et [46], § 16). On a :

$$F'_2 = F' \frac{2\rho(1+\cos\theta)}{d} \qquad [54]$$

$$F''_2 = F'' \frac{4\rho(1+\cos\theta)}{d} \qquad [55]$$

$$F'_3 = F' \frac{\rho(1\pm\cos\theta)}{d\cos\varphi} \qquad [56]$$

$$F''_3 \equiv F'' \frac{\rho(1\pm\cos\theta)}{d\cos\varphi} \qquad [57]$$

Les efforts sur la bielle du contre-parallélogramme (relations [24] et [25], § 9) font ici exception; ils passent par des valeurs infinies et suivent une loi toute différente, mais ils sont proportionnels aux efforts sur la bielle du rhomboïde (relations [48] et [49], § 18).

§ 23. — FORMULES CALCULABLES PAR LOGARITHMES. — Les formules relatives au joint de Cardan (partie I) sont rendues calculables par logarithmes si l'on prend comme variable auxiliaire $\mu$, angle en B du triangle sphérique $AA_0B$ (fig. 1); c'est l'angle du plan moyen du croisillon avec un plan normal à l'axe de l'arbre conduit.

Les relations [1], [2] et [3], § 2, [11] et [12], § 5 s'écrivent alors :

$$\sin\mu = (\sin\theta)\sin\beta$$
$$\operatorname{tg}\beta_1 = (\cos\theta)\operatorname{tg}\beta \qquad [1]$$

$$\Omega_1 = (\Omega\cos\theta)\frac{1}{\cos^2\mu} \qquad [2^{bis}]$$

$$\Gamma_1 = (\Omega^2\cos\theta\sin^2\theta)\frac{\sin 2\beta}{\cos^4\mu} \qquad [3^{bis}]$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$$F' = \left(\frac{M}{2\rho}\right)\frac{1}{\cos\mu} \qquad [11^{bis}]$$

$$F'' = \left(\frac{I\Omega^2\cos\theta\sin^2\theta}{2\rho}\right)\frac{\sin 2\beta}{\cos^5\mu} \qquad [12^{bis}]$$

Les quantités constantes sont mises entre parenthèses.

On peut ainsi calculer les quantités $\beta_1$, $\Omega_1$, $\Gamma_1$, $F'$ et $F''$, indépendamment les unes des autres, en fonction de $\beta$; mais, si on doit les calculer successivement, on peut se servir, au cours des calculs, des résultats déjà obtenus; les formules suivantes seront alors quelquefois plus commodes.

$$\Omega_1 = (\Omega)\frac{\sin 2\beta_1}{\sin 2\beta} = (\Omega\cos\theta)\frac{\cos^2\beta_1}{\cos^2\beta} \qquad [2^{ter}]$$

$$\Gamma_1 = (\sin\theta\,\mathrm{tg}\,\theta)\Omega_1^2\sin 2\beta \qquad [3^{ter}]$$

$$F'' = \left(\frac{I}{2\rho}\right)\frac{\Gamma_1}{\cos\mu} \qquad [12^{ter}]$$

Les relations précédentes, rapidement calculables avec toute la précision nécessaire, feront aussi connaître, à l'aide du tableau IV, les déplacements, vitesses, accélérations et réactions relatives à l'un quelconque des cinq mécanismes conjugués. Il faut excepter toutefois les réactions sur la bielle du contre-parallélogramme $F_1'$ et $F_1''$ (relations [24] et [25], § 9) et les réactions sur la bielle du rhomboïde $F_4' = eF_1'$ et $F_4'' = eF_1''$ (relations [48] et [49], § 18).

Les relations [24] et [25] s'écriront

$$F_1' = \left(\frac{M}{r}\right)\frac{1}{\sin\alpha} \qquad [24]$$

$$F_1'' = \left(\frac{I\omega^2\sin^2\theta\cos\theta}{2r}\right)\frac{1}{\cos^4\mu} \qquad [25^{bis}]$$

§ 24. — DIAGRAMME DES VITESSES ET DES ACCÉLÉRATIONS (fig. 16). — Dans le cas du contre-parallélogramme, exprimons la vitesse $\omega_1$ de l'arbre conduit en fonction de l'angle $\alpha_1$ décrit par cet arbre. Les relations [19] et [20] (§ 7) donnent :

$$\omega_1 = \frac{2e\omega}{1-e^2}\cos\alpha_1 + \frac{e^2+1}{e^2-1}\omega \qquad [58]$$

D'où la nouvelle expression de l'accélération :

$$\gamma_1 = \frac{2e\omega}{e^2-1}\omega_1\sin\alpha_1 \qquad [59]$$

On déduit de là une représentation graphique remarquable de $\omega_1$ et de $\gamma_1$. Soit (fig. 16) $OAO_1A_1$ le contre-parallélogramme; prenons $O_1$ comme pôle et $O_1X$ comme axe polaire orienté suivant $O_1O$. Sur cet axe portons $O_1H = \frac{2e\omega}{1-e^2}$ (sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la figure $e = 3$ et $O_1H$ est négatif) et traçons le cercle C de diamètre $O_1H$. La manivelle $O_1A_1$, ou son prolongement, recoupe C au point Q; portons sur $O_1A_1$, en prenant $O_1A_1$ comme sens positif, $\overline{QM} = \frac{e^2+1}{e^2-1}\omega$. D'après la relation [58], on aura $\omega_1 = \overline{O_1M}$, vitesse cherchée. Cette vitesse est positive ou négative suivant que $O_1M$ a le sens de $O_1A_1$ ou le sens contraire.

Soit P, projection de M sur $O_1X$ et $\overline{PM} = \overline{O_1M} \sin \alpha_1 = \omega_1 \sin \alpha_1$. D'après la

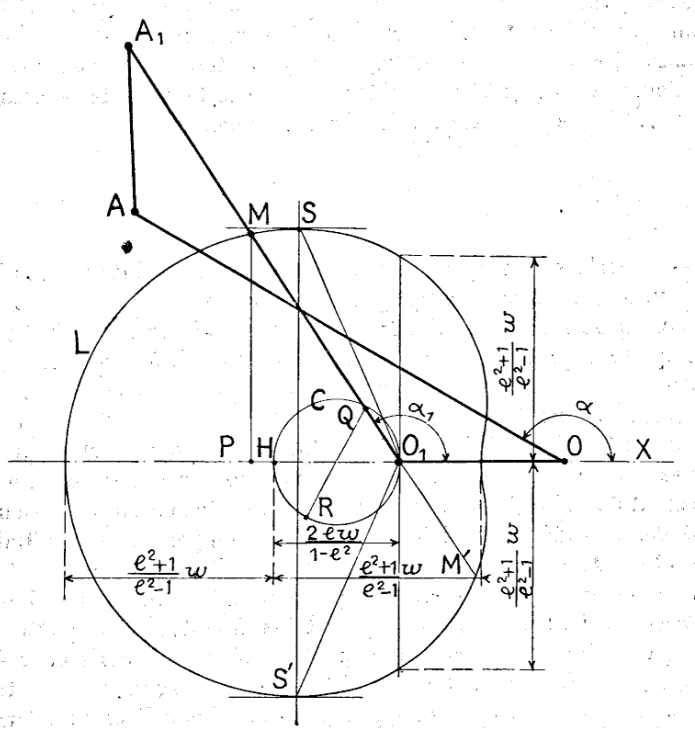



Fig. 16. — *Diagramme des vitesses et des accélérations de l'arbre conduit des mécanismes conjugués.* (Voir § 24.)

relation [59], $\gamma_1 = \frac{2e\omega}{e^2-1}\overline{PM}$; le vecteur $\overline{PM}$ est donc proportionnel à l'accélération $\gamma_1$. Cette accélération est positive ou négative suivant que le point M est au-dessus ou au-dessous de $O_1X$.

Le point M′, symétrique de M par rapport à Q, correspond à l'angle $\pi + \alpha_1$. Le lieu du point M est le limaçon de Pascal L, à point double imaginaire car la constante QM est toujours plus grande que le diamètre $O_1H$ du cercle C. Le maximum de l'accélération, en valeur absolue, correspond aux points S et S′ où

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la tangente au limaçon est parallèle à $O_1X$; $\alpha_1$ prend alors la valeur $\widehat{XO_1S}$ ou $XO_1S'$, déterminée par la relation [22] (§ 7).

Rappelons que les normales au limaçon aux points M et M′ concourent sur le cercle C au point R diamétralement opposé à Q.

En se reportant au tableau IV et à la figure 15, on pourra appliquer le diagramme de la figure 16 à l'un quelconque des mécanismes conjugués du contre-parallélogramme $OO_1A_1A$ pour lequel a été construit ce diagramme.

Le procédé graphique ci-dessus présente les avantages suivants : 1° il n'exige qu'un nombre restreint de constructions; 2° ces constructions sont susceptibles d'une grande précision, car le point Q peut être obtenu en abaissant du point H la perpendiculaire à $O_1A_1$; 3° ces constructions ne sortent pas de l'encombrement du limaçon et l'épure peut être tracée à grande échelle.

## V. — CONCLUSION

§ 23. — Les mécanismes que nous venons d'examiner : joint de Cardan, contre-parallélogramme, engrenage elliptique, Whitworth à mouvement continu ou alternatif, croix de Malte, rhomboïde, Whitworth fixé sur sa manivelle, offrent, par leurs qualités pratiques, de précieuses ressources à l'ingénieur qui doit réaliser dans une machine une transmission propre à donner un mouvement varié à un organe essentiel.

Nous avons laissé de côté tout ce qui touche à la construction proprement dite, car les détails de réalisation varient avec chaque cas d'espèce et dépendent non seulement du mécanisme lui-même, mais aussi de l'ensemble de la machine; ce sont là des considérations qu'on ne peut développer que si l'on traite d'une application bien déterminée et non au cours d'une étude d'ensemble.

Les ouvrages connus de cinématique se bornent à donner la loi des espaces et des vitesses de l'arbre conduit, ce qui est insuffisant pour connaître *a priori* toutes les particularités du fonctionnement. Nous avons repris cette étude au point de vue cinématique, statique et dynamique de façon que l'on trouve ici tous les renseignements utiles aux applications les plus délicates : détermination rapide et précise, à chaque instant, par le graphique ou le calcul, de la position, de la vitesse et de l'accélération des divers organes et des efforts qui les sollicitent, y compris les efforts d'inertie; discussion des variations de ces divers éléments recherche de l'influence du frottement.

Le présent travail a un objet essentiellement pratique : aider à la meilleure réalisation de ces mécanismes dans chaque cas particulier. Nous avons été aussi bref que possible à décrire les dispositifs usuels, à rappeler les propriétés connues et à établir les propositions que nous croyons nouvelles. Après avoir bien défini le point de départ et le point d'arrivée de chaque démonstration, de façon à éviter toute ambiguïté dans les applications, on a abrégé en passant sous silence les raisonnements intermédiaires.

Aux questions de moindre importance, comme les forces d'inertie des pièces

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de faible masse et le frottement des tourillons, nous avons donné une solution approchée, rapide et suffisamment exacte, de préférence à une solution plus rigoureuse dont la longueur ne serait pas justifiée par le bénéfice douteux d'une meilleure approximation.

Une caractéristique de ce travail est de montrer les analogies théoriques présentées par des mécanismes d'aspects si divers. Chacun d'eux est défini par un seul paramètre : $\theta$, l'angle aigu des arbres pour le joint de Cardan, et $\frac{r}{d}$, rapport du rayon de la manivelle motrice à la distance des arbres moteur et conduit pour tous les autres; on écrit : $\frac{r}{d} = \mathrm{E}$ ou $\frac{r}{d} = e$ suivant que ce rapport est plus grand ou plus petit que 1. Posons $\cos\theta = \frac{1-e}{1+e} = \frac{\mathrm{E}-1}{\mathrm{E}+1}$ et faisons tourner l'arbre moteur du joint de Cardan deux fois moins vite que l'arbre moteur des autres mécanismes; nous aurons défini un groupe de *mécanismes conjugués* (§ 21), car il existe des relations très simples entre les éléments du mouvement des divers arbres conduits (tableau IV) : au facteur $\pm 1$ ou $\pm 2$ près, ces arbres ont à chaque instant la même accélération.

On peut ainsi ramener l'étude du groupe à l'étude d'un seul de ses membres. Nous avons pris le joint de Cardan pour type, car le seul examen d'un triangle sphérique équilatère donne immédiatement toutes les relations dont on a besoin; de plus, ces relations sont facilement rendues calculables par logarithmes, ce qui présente un grand avantage pour la rapidité et la précision des opérations (§ 23). On applique ensuite, aisément, les formules et les graphiques relatifs au joint de Cardan à l'un quelconque des mécanismes conjugués.

Cette façon de faire abrège considérablement l'étude et montre que l'on obtient des résultats équivalents théoriquement en remplaçant ces combinaisons cinématiques les unes par les autres. Cette remarque est de nature à étendre le champ des applications.

Il est à noter que nous considérons ici le joint de Cardan comme un moyen d'obtenir un mouvement varié et non comme un élément d'une transmission uniforme.

---



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

## ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE DU 19 OCTOBRE 1939.

Présidence de M. Maurice GARNIER, *vice-président*.

### *Procès-verbal*

L'Assemblée générale extraordinaire convoquée par le Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale s'est réunie au siège social le 19 octobre 1939 à 5 h. 30 m. de l'après-midi.

M. GARNIER, *vice-président* de la Société, remplaçant M. MAGNE, *président*, empêché, ouvre la séance.

Il désigne comme scrutateurs MM. Servonnet et Rolley, secrétaires généraux de la Société, et M. Lemaire comme secrétaire.

Le Bureau étant ainsi constitué, M. le Président lit le texte de la convocation; il constate que cette convocation a été envoyée par lettre à tous les membres de la Société avant le 15 septembre 1939.

Il dépose sur le Bureau la feuille de présence. Il constate que le nombre des signataires de cette feuille de présence est de vingt et un et n'atteint pas le *quorum* de deux cents membres présents exigé pour la validité des délibérations.

En conséquence, il prononce la clôture de la séance.

| | *Le Président :* | *Les scrutateurs :* | *Le secrétaire :* |
|---|---|---|---|
| Signé : | M. GARNIER | P. ROLLEY<br>H. SERVONNET | E. LEMAIRE |

*Paris, le 12 septembre 1939.*

### *Convocation*

Le Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a décidé de convoquer extraordinairement l'Assemblée générale des membres de la Société au siège social, 44, rue de Rennes, le 19 octobre 1939, à 5 h. 30 m. de l'après-midi, afin de lui soumettre la cession projetée à la Ville de Paris, de l'immeuble sise 15, rue Saint-Benoît, lui appartenant, conformément à l'accord intervenu entre le Conseil d'Administration de la Société et la Ville de Paris, accord sanctionné par la délibération en date du 7 juillet 1938 par le Conseil Municipal de la dite Ville.

L'ordre du jour de cette Assemblée générale extraordinaire est le suivant :

Exposé du Conseil d'Administration de la Société.

Approbation de la cession de l'immeuble à la Ville de Paris.

Délégation des pouvoirs pour la réalisation de la cession.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(Voir ci-joint le texte des résolutions sur lesquelles l'Assemblée générale est appelée à voter)[1].

*MM. les Sociétaires sont instamment priés d'assister à cette assemblée générale pour laquelle un* quorum *de 200 (deux cents) membres présents est exigé.*

---

## ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE DU 21 DÉCEMBRE 1939.

Présidence de M. MAGNE, *président.*

M. MAGNE, *président*, ouvre la séance à 14 h. et annonce que deux assemblées générales vont se tenir aujourd'hui; la première est une assemblée générale extraordinaire convoquée pour 14 h.; la seconde est l'assemblée générale ordinaire de fin d'année convoquée pour 14 h. 30 m., et consacrée à l'élection des membres du Bureau de la Société pour 1940 et à la ratification de la nomination, en 1939, de plusieurs nouveaux membres du Conseil d'administration.

### *Procès-verbal.*

L'Assemblée générale extraordinaire convoquée par le Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, s'est réunie au siège social le 21 décembre 1939 à 2 heures de l'après-midi.

M. Marcel MAGNE, *président de la Société*, ouvre la séance.

Il désigne comme scrutateurs MM. Servonnet et Rolley et M. Lemaire comme secrétaire.

Le Bureau étant ainsi constitué, M. le Président lit le texte de la convocation

*Paris le 17 novembre 1939.*

### *Convocation.*

L'Assemblée générale extraordinaire du 19 octobre 1939 n'ayant pas réuni le *quorum* de deux cents membres présents exigé, le Conseil d'administration de la Société d'Encouragment pour l'Industrie nationale a décidé de réunir une seconde assemblée générale extraordinaire des membres de la Société au siège social, 44, rue de Rennes, le 21 décembre 1939, à 14 heures, afin de lui soumettre la cession projetée à la ville de Paris de l'immeuble sis 15, rue Saint-Benoît, lui appartenant, conformément à l'accord intervenu entre le Conseil d'Administration de la Société et la Ville de Paris, accord sanctionné par la délibération en date du 7 juillet 1938 par le Conseil Municipal de ladite Ville.

L'ordre du jour de cette Assemblée générale extrordinaire est le suivant :

Exposé du Conseil d'Administration de la Société.

Approbation de la cession de l'immeuble à la Ville de Paris.

Délégation des pouvoirs pour la réalisation de la cession.

(1) On trouvera le texte de ces résolutions p. 584 et 585 du présent *Bulletin* au compte rendu de la seconde assemblée générale extraordinaire, celle du 21 décembre 1939.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Président constate que cette convocation a été envoyée par lettre à tous les membres de la Société, le 17 novembre 1939.

Il dépose sur le Bureau le procès-verbal de la réunion de l'Assemblée générale convoquée le 19 octobre 1939 constatant que le *quorum* exigé pour la validité des délibérations de cette assemblée n'a pas été atteint.

La présente assemblée, convoquée conformément aux prescriptions du paragraphe 3 de l'article 37 des statuts, peut délibérer valablement quel que soit le nombre de ses membres.

Le Président dépose sur le Bureau la feuille de présence qui est signée par seize membres.

M. MAGNE, *président*. — Je crois devoir vous rappeler que l'immeuble situé 15, rue Saint-Benoit avait été acheté au début de 1914 par la Société d'Encouragement, dans l'intention d'installer sur son emplacement quelques-uns de ses services et notamment des resserres pour sa Bibliothèque. La guerre de 1914-1918 nous a empêchés de donner suite à ce projet et l'immeuble, d'ailleurs vétuste et frappé d'alignement, a dû continuer à être loué à des particuliers qui en occupent encore une partie. Il nécessite un entretien coûteux et est devenu une lourde charge pour notre Société. En outre, elle a été mise en demeure de le remettre en état, ce qui entraînerait à des dépenses élevées.

Sa cession à la ville de Paris nous déchargera de ces sujétions. Son absence ne nuira d'ailleurs en rien au fonctionnement de la Société. Notre Conseil d'administration a donc approuvé la proposition d'achat de l'immeuble qui nous a été faite par la ville de Paris.

Après cet exposé, M. le Président demande si quelques membres de la Société a des observations à formuler ou des renseignements à demander.

Personne ne demandant la parole, M. le Président passe au vote des Résolutions.

Lecture est alors donnée de la 1re Résolution, savoir :

*1re Résolution.*

L'Assemblée générale, après avoir entendu l'exposé du Conseil d'Administration et pris connaissance du texte de l'accord avec la Ville de Paris pour l'achat par celle-ci de l'immeuble de la rue Saint-Benoît appartenant à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et après délibération,

approuve la cession du dit immeuble dans les conditions de l'accord précité et qui sont ci-après répétées.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale s'engage à :

Céder à la Ville de Paris la totalité de l'immeuble sis à Paris, 15, rue Saint-Benoît, d'une contenance de cent cinquante-deux mètres carrés environ, nécessaire à l'alignement de la rue Saint-Benoît et au dégagement des vestiges de l'Abbaye de Saint-Germain-des-Prés, moyennant le prix forfaitaire de cent cinquante-cinq mille francs ;

Le dit prix payable avec intérêts au taux légal à partir de la prise de possession qui aura lieu le premier jour du terme qui suivra la signature de la cession après l'accomplissement des formalités hypothécaires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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

Lecture est donnée de la 2e résolution, savoir :

*2e Résolution.*

L'Assemblée générale délègue le Président et les deux Secrétaires généraux de la Société d'Encouragement afin de réaliser cette cession, avec faculté d'agir ensemble ou séparément, et leur confère tous pouvoirs à cet effet, notamment pour :

Obliger la Société à toutes les garanties et au rapport de toutes justifications, mainlevées et certificats de radiation;

Etablir l'origine de propriété de l'immeuble cédé, fixer la date d'entrée en jouissance, faire toutes déclarations d'état civil et autres ainsi que toutes affirmations de sincérité;

Toucher le prix aux époques et de la manière convenues;

Etablir tous décomptes de prorata de charges, en recevoir ou payer le montant;

Désister la dite Société purement et simplement de son droit de privilège de vendeur, et de l'action résolutoire lui profitant en vertu de la loi par suite de ce désistement, dispenser M. le Conservateur du 1er Bureau des Hypothèques de la Seine de prendre inscription d'office pour sûreté de l'indemnité de ladite cession, de l'exécution de toutes charges ou pour toute autre cause, et lui consentir toute décharge de responsabilité à ce sujet.

De toutes sommes reçues, donner quittance et décharge, consentir mention ou subrogation avec ou sans garantie ainsi que toutes limitations de privilège, et toutes antériorités, désister la Société de tout droit de préemption;

Consentir mainlevée partielle ou définitive de toutes inscriptions d'office ou autres, le tout avec ou sans paiement, consentir toutes décharges;

Remettre ou se faire remettre tous titres et pièces, ou obliger la Société à leur remise;

A défaut de paiement, et en cas de difficultés quelconques, exercer toutes poursuites, contraintes et diligences nécessaires;

Aux effets ci-dessus, passer et signer tous actes, et pièces quelconques, consentir toutes délégations de pouvoirs, élire domicile, et généralement faire le nécessaire.

L'Assemblée générale donne également tous pouvoirs au Trésorier de la Société d'Encouragement pour toucher le prix de la cession et en donner quittance.

Cette résolution, mise aux voix, est adoptée à l'unanimité.

L'ordre du jour étant épuisé, M. le Président déclare que la séance est levée.

| *Le Président :* | *Les scrutateurs :* | *Le secrétaire :* |
|---|---|---|
| Signé : M. MAGNE. | N. SERVONNET. | E. LEMAIRE. |
| | P. ROLLEY. | |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ORDINAIRE DU 21 DÉCEMBRE 1939.

Présidence de M. MAGNE, *président*.

La séance est ouverte à 14 h. 30 m.

M. MAGNE, *président*, rappelle que la réunion est une assemblée générale ordinaire des membres de la Société, assemblée annuelle de fin d'année, au cours de laquelle, conformément aux statuts, il doit être procédé à l'élection des membres du Bureau pour 1940 et à la ratification de la nomination, pendant le courant de l'année 1939, de nouveaux membres du Conseil d'administration. Le scrutin sera clos à 15 h., ainsi qu'il a été annoncé sur la convocation qui a été adressée aux membres de la Société.

Sont désignés comme scrutateurs : MM. Servonnet et Rolley, *secrétaires généraux*.

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

le CLUB ALPIN FRANÇAIS, 7, rue La Boétie, Paris (8e), présenté par M. Vayssière;

M. MAGNE (Claude), Ingénieur C. A. M., secrétaire de la Décoration française contemporaine, artiste-décorateur, 34, quai de Béthune, Paris (4e), présenté par MM. H. M. Magne et Fressinet;

M. TEILLARD D'EYRY (Jean), ingénieur, secrétaire général de la Société chimique de la Grande Paroisse, 8 rue Cognacq-Jay, Paris (7e), présenté par la Société chimique de la Grande Paroisse et M. Bihoreau;

M. REMY-NERIS (Jean) (✻), ancien Ingénieur des Poudres, ingénieur, directeur général de la Société chimique de la Grande Paroisse, 11, rue de Phalsbourg, Paris (17e), présenté par la Société chimique de la Grande Paroisse et M. Bihoreau;

M. LANTZ (Henri), ingénieur, directeur technique de la Société chimique de la Grande Paroisse, 8, rue Cognacq-Jay, Paris (7e), présenté par la Société chimique de la Grande Paroisse et M. Bihoreau;

M. DESCOURTIS (Paul), ingénieur, président et administrateur-délégué de « La Précision mécanique », 11, rue Vergniaud, Paris (13e), présenté par MM. Androuin et Fieux. (1940)

Deux de ces nouveaux membres sont des lauréats de la Société.

M. MAGNE *président*. — J'ai le plaisir de vous annoncer que deux membres de notre Conseil ont été l'objet d'une promotion dans l'ordre de la Légion d'honneur. Ces promotions remontent au début du mois d'août.

M. Louis LUMIÈRE, actuellement membre honoraire du Conseil, mais qui en fit partie comme membre actif du Comité des Constructions et des Beaux-Arts pendant de nombreuses années, jusqu'en 1938. a été élevé à la dignité de grand croix.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Pierre CHEVENARD, membre du Comité des Arts économiques, a été promu officier de la Légion d'honneur.

Je crois devoir vous faire savoir que ces deux collègues, comme d'ailleurs plusieurs autres membres de notre Conseil, travaillent activement, chacun dans sa sphère, à la Défense nationale.

Nous adressons nos très chaleureuses félicitations à nos sympathiques et dévoués collègues.

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

1° *Bureau pour 1940.*

| | | |
|---|---|---|
| Ont voté par correspondance . . . . . | 229 | sociétaires |
| Ont voté à la séance . . . . . | 8 | — |
| Total. . . . . | 237 | sociétaires |
| Bulletins blancs ou nuls . . . . . | 0 | — |
| Reste. . . . . | 237 | sociétaires |

Ont obtenu :

| | | |
|---|---|---|
| comme président : | M. Magne . . . . . | 234 voix |
| comme vice-présidents : | M. W Ickenaer. . . . | 235 voix |
| | M. Portevin . . . . . | 236 — |
| | M. M. Garnier . . . . | 236 — |
| | M. Schribaux, . . . . | 236 — |
| | M. Blondel. . . . . | 236 — |
| comme secrétaires généraux : | M. Servonnet. . . . . | 236 voix |
| | M. Rolley . . . . . | 236 — |
| comme trésorier : | M. Matheron. . . . . | 236 voix |
| comme censeurs : | M. Caziot . . . . . | 236 voix |
| | M. Alby. . . . . | 236 — |

En conséquence, le *quorum* statutaire de 100 membres votants étant atteint, sont déclarés élus membres du Bureau de la Société pour 1940 :

*Président :* M. MAGNE; — *Vice-Présidents :* MM. WALCKENAER, PORTEVIN, M. GARNIER, SCHRIBAUX et BLONDEL; — *Secrétaires généraux* : MM. SERVONNET et ROLLEY; — *Trésorier* : M. MATHERON; — *Censeur* : MM. CAZIOT et ALBY.

Les pouvoirs de M. Jean MATHERON, *trésorier*, définis par l'Assemblée générale du 17 décembre 1932, sont donc renouvelés pour l'année 1940.

Ont signé comme scrutateurs : MM. SERVONNET et ROLLEY.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*2° Nouveaux membres du Conseil.*

| | | |
|---|---|---|
| Ont voté par correspondance. . . . . | 229 | sociétaires |
| Ont voté à la séance . . . . . | 8 | — |
| Total. . . . . | 237 | sociétaires |
| Bulletins blancs ou nuls . . . . . | 0 | — |
| Reste. . . . . | 237 | — |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ont obtenu : | M. F. Maillard . . . . . | 236 | voix |
| | M. M. Javillier . . . . . | 236 | — |
| | M. G. Claude . . . . . | 236 | — |
| | M. P. Nottin . . . . . | 236 | — |
| | M. L. P. Brice . . . . . | 236 | |
| | M. Ch. Mildé . . . . . | 236 | — |
| | M. Ed. du Vivier de Streel. . . . | 236 | — |

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

M. MAILLARD (*Comité des Arts mécaniques*); — MM. JAVILLIER et G. CLAUDE (*Comité des Arts chimiques*); — M. P. NOTTIN (*Comité d'Agriculture*); — MM. BRICE et MILDÉ (*Comité des Constructions et des Beaux-Arts*); — M. Ed. DU VIVIER DE STREEL (*Comité de Commerce*).

Ont signé comme scrutateurs : MM. SERVONNET et ROLLEY.

La séance est levée à 15 h. 30 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES ADMIS PENDANT L'ANNÉE 1939 A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'EN OURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

Aciéries de Sambre et Meuse (Société anonyme), 45, avenue Marceau, Paris (16e), présentée par M. Androuin (11 mai 1939).

Dr Marius Audry, docteur en médecine, membre de l'Académie de Vaucluse, médecin, à Noves (Bouches-du-Rhône), présenté par M. Waton (23 mars 1939).

M. Bertholon (Noël), Ingénieur hydraulicien et électricien, industriel, Les Glycines, Andrézieux (Loire), présenté par MM. Lemaire et Bergeron (23 mars 1939).

M. Bouis (Marcel), ancien élève de l'École normale, docteur ès sciences, agrégé de l'Université, directeur de la Société commerciale du Chlore et de la Société d'Exploitation de l'Usine de Boussens, 82, rue de la Faisanderie, Paris (16e), présenté par MM. A. Alby et G. Painvin (23 février 1939).

Caisse régionale de Crédit agricole mutuel de l'Indre, 8, rue de la Poste, à Châteauroux (Indre), présentée par M. Louis Tardy (23 mai 1939).

M. Callandreau (Édouard) (✵, ✠), Ingénieur des Arts et Manufactures, docteur ès sciences mathématiques, professeur à l'École centrale, chef de service aux Établissements Schneider et Cie, expert au Tribunal civil, arbitre-rapporteur au Tribunal de Commerce, 1, boulevard Edgar-Quinet, Paris (14e), présenté par M. Léon Guillet (23 février 1939).

M. Champetier de Ribes (Armand), Ingénieur agronome, Ingénieur E. S. E., Ingénieur du Génie rural, 23, rue du Lycée, Laval (Mayenne), présenté par M. Rolley (29 juin 1939).

M. Chateau (Maurice), directeur technique de studios cinématographiques, 26, rue de la Chaise, Paris (7e), présenté par M. Portevin (19 janvier 1939).

Club Alpin Français, 7, rue La Boétie, Paris (8e), présenté par M. Vayssière (21 décembre 1939).

M. Danty-Lafrance (✵), professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, maître de conférences à l'École centrale, 45, rue de Pétrograd, Paris (8e), présenté par M. Léon Guillet (23 février 1939).

M. Descourtis (Paul), ingénieur, président et administrateur-délégué de « La Précision mécanique », 11, rue Vergniaud, Paris (13e), présenté par MM. Androuin et Fieux (21 décembre 1939).

Énergie électrique du Nord de la France, 12, rue d'Aguesseau, Paris (8e), présentée par MM. Pontzen et Jean Matheron (*membre perpétuel*) (11 mai 1939).

M. Estival (Jean) (✵), Ingénieur en chef des Mines, Arrondissement minéralogique de Bordeaux, 10, rue Ferrère, Bordeaux (Gironde), présenté par MM. Walckenaer et Blondel (29 juin 1939).

M. François (Roger), ingénieur, directeur du Centre expérimental des Carburants végétaux, 7, rue du Grand-Verger, Nancy (Meurthe-et-Moselle), présenté par Mlle François et M. Lemaire (23 mars 1939).

M. Jacobson (Alfred) (C. ✵, ✠), Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien président de la Société des Ingénieurs civils, 30, avenue de Villiers, (Paris 17e), présenté par M. Léon Guillet (23 février 1939).

M. Jacobson (Max) (✵, ✠), Ingénieur des Arts et Manufactures, licencié en droit, professeur à l'École centrale, conseiller du Commerce extérieur, 26, avenue Foch, Paris (16e), présenté par M. Léon Guillet (23 février 1939).

M. Jeantet (Paul) (✵), industriel, gérant-fondateur de la Société Paul Jeantet et Cie, à Gennevilliers, 53, avenue Victor-Hugo, Paris (16e), présenté par MM. A. Alby et Magne (23 mars 1939).

M. Lantz (Henri), ingénieur, directeur technique de la Société chimique de la Grande Paroisse, 8, rue Cognacq-Jay, Paris (7e), présenté par la Société chimique de la Grande Paroisse et M. Bihoreau (21 décembre 1939).

M. Le Coënt (Albert) (✵), administrateur-directeur de l'Office central de Chauffe rationnelle, 5, rue Michel-Ange, Paris (16e), présenté par le Commandant Rouch (23 février 1939).

M. Lehr (Georges) (O. ✵, ✠), Inspecteur général de l'Aéronautique, détaché au Ministère de la Défense nationale, ancien élève de l'École polytechnique, 31, avenue Félix Faure, Paris (15e), présenté par M. Dumanois (23 mai 1939).

M. Le Prieur (Yves) (O. ✵), capitaine de frégate de réserve, membre de l'Académie de Marine, 80, rue Georges-Lardennois, Paris (19e), présenté par le Commandant Rouch et M. Lemaire (11 mai 1939).

M. Magne (Claude), Ingénieur C. A. M., secrétaire de la Décoration française contemporaine, artiste-décorateur, 34, quai de Béthune, Paris (4e), présenté par MM. M. Magne et Fressinet (21 décembre 1939).

M. Maillard (Frédéric) (✵) ancien élève de l'École polytechnique, Ingénieur-docteur, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, 48, rue des Écoles, Paris (5e), présenté par M. Magne (23 février 1939).

M. Mesnard (Félix) (✵), Inspecteur départemental de l'Enseignement technique, membre du Conseil de la Chambre syndicale des Entrepreneurs de Menuiserie du Département de la Seine, entre-



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

preneur de menuiserie d'art et de bâtiment, 10, rue Pierre-Levée, Paris (11e), présenté par M. Magne (29 juin 1939).

M. Michel (André) (✻, ✻), ancien élève de l'École polytechnique, directeur technique des Établissements Jacob Holtzer, à Unieux, Le Sablat, à Unieux (Loire), présenté par M. Chevenard (23 mai 1939).

M. Mildé (Charles) (O. ✻), conseiller du Commerce extérieur de la France, industriel, 66, boulevard Pereire, Paris (17e), présenté par M. Magne (*membre à vie*) (23 mars 1939).

M. Monteil (Casimir) (C. ✻), professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures et au Conservatoire national des Arts et Métiers, 31, avenue Parmentier, Paris (11e), présenté par MM. Guillet, Magne et Lemaire (23 mars 1939).

M. Oppenheim (René) (✻), Ingénieur en chef honoraire des Ponts et Chaussées, président du Conseil d'administration de la Société Le Carbone-Lorraine, 3, boulevard des Sablons, Neuilly-sur-Seine (Seine), présenté par MM. A. Alby et M. Magne (23 mars 1939).

M. Remy-Neris (Jean), ancien Ingénieur des Poudres, ingénieur, directeur général de la Société chimique de la Grande Paroisse, 11, rue de Phalsbourg, Paris (8e), présenté par la Société chimique de la Grande Paroisse et M. Bihoreau (21 décembre 1939).

Société des Produits du Maïs, 29, rue de Berri, Paris (8e) présentée par M. Lemaire (11 mai 1939).

Société J. Verger et Delporte, Entreprise d'Électricité, 141 *ter*, rue Saussure, Paris (17e), présentée par M. Duchemin (23 mai 1939).

M. Teillard d'Eyry (Jean), ingénieur, secrétaire général de la Société chimique de la Grande Paroisse, 8, rue Cognacq-Jay, Paris (7e), présenté par la Société chimique de la Grande Paroisse et M. Bihoreau (21 décembre 1939).

M. Tréfouël (Jacques) (✻, ✻), chimiste, chef de service à l'Institut Pasteur, 207, rue de Vaugirard, Paris (15e), présenté par MM. Alby et Matheron (23 mai 1939).

M. Verger (Jules) (✻), entrepreneur d'électricité, président de la Fédération nationale de l'Entreprise électrique, 181, rue de Courcelles, Paris (17e), présenté par MM. R. Duchemin et A. Alby (11 mai 1939).

M. Vernotte (Pierre), Ingénieur en chef de l'Aéronautique, 29, avenue Félix-Faure, Paris (15e), présenté par M. Dumanois (11 mai 1939).

M. Vignerot (Maurice) (O. ✻, ✻, C. ✻), Ingénieur en chef du Génie rural, membre du Conseil supérieur d'Hygiène publique de France, collaborateur principal de la Carte géologique de France, 16, rue de la Procession, Paris (15e), présenté par M. Rolley (23 février 1939).

## BIBLIOGRAPHIE

**De la carbonisation aux carburants d'aviation,** par Ch. Berthelot, lauréat de l'Académie des Sciences (1939), lauréat (1922-1936) et membre du Conseil de la Société des Ingénieurs civils. Préface de Georges Claude, membre de l'Institut. Tome I : **Le pétrole et ses succédanés.** Un vol. (21 × 13 cm), de 327 p., 75 fig., 1939. Prix : relié, 107 fr.; broché 90 fr. Dunod, éditeur, 92, rue Bonaparte, Paris (6e). Index : 665.5

Continuant la série de ses études sur le problème des carburants et spécialement des carburants de synthèse, M. Berthelot nous donne aujourd'hui le premier tome d'une étude consacrée à la carbonisation.

Après avoir passé en revue l'état des grandes nations européennes au point de vue des besoins et des ressources en carburants et indiqué les mesures envisagées par chacune d'elles pour tirer parti de ses propres richesses, l'auteur décrit en détail les procédés les plus caractéristiques et les plus récents sur la carbonisation du charbon, des lignites, des schistes bitumineux, des calcaires asphaltiques, du bois et des graines oléagineuses. Il met à profit l'abondante documentation qu'il a recueillie personnellement dans les nombreux pays d'Europe intéressés à la question, les communications présentées aux divers congrès et les travaux des sociétés techniques françaises et étrangères. Il cite de nombreux exemples concrets de réalisations industrielles qui permettent d'apprécier l'importance des progrès accomplis.

Dans un second tome, actuellement en préparation, l'auteur traitera des caractéristiques de la cokerie et de l'usine à gaz moderne spécialement en ce qui concerne la construction des fours, les distributions de gaz, la récupération des sous-produits, les bilans d'exploitation. Enfin un troisième et dernier tome sera consacré aux cokeries envisagées spécialement comme productrices et transformatrices d'énergie thermique et comme source de produits chimiques de synthèse.

Cette étude vient d'autant plus à son heure que la guerre a placé au premier plan de nos préoccupations nationales la question des carburants. C'est pour la France une nécessité absolue de tirer parti de toutes ses ressources — qui sont grandes — en carburants de remplacement. L'ouvrage de M. Berthelot lui en donne le moyen. Il sera par suite par-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ticulièrement apprécié de tous ceux qui, de près ou de loin, travaillent à résoudre ce problème capital pour notre défense nationale.

Paul ROLLEY.

**Les éditions des loisirs**, 66 volumes brochés, de 12,5 × 19 cm, d'environ 250 pages, du prix de 5 fr. — Fondateur-Directeur général, J. PEYRONNET; Directeur littéraire, M. Gaëtan BERNOVILLE. — 121, bd Saint-Michel, Paris (5e).

Les périodes de répit sont quelquefois fréquentes et longues en hiver sur le front. Ce que les mobilisés demandent le plus ce sont les livres, la lecture étant un plaisir personnel et que l'on peut goûter seul. Aussi croyons-nous devoir attirer l'attention sur une collection nouvelle, *Les Editions des Loisirs*, qui nous a été signalée comme excellente à bien des égards, et qui l'est en effet.

Il s'agit d'ouvrages répartis en trois séries : les loisirs-romans; les loisirs-aventures et les loisirs-police; ces titres indiquent clairement de quoi il s'agit, et, dans chaque série, on trouve déjà une vingtaine d'ouvrages. Elles ont plusieurs points communs : ces livres sont amusants et vivants sans être puérils; ils sont honnêtes, n'ont aucun caractère politique ou confessionnel et peuvent être mis entre toutes les mains; enfin, ils sont bien écrits, de sorte qu'en définitive, ils ne risquent pas de gâter le goût du lecteur.

D'ailleurs, quelques auteurs sont connus, notamment des Anglais dans la série des romans policiers; d'autres sont très probablement des pseudonymes. La répétition fréquente d'un même nom d'auteur est significative des préférences des lecteurs.

*Les Editions des Loisirs* datent de la fin de 1938, époque à partir de laquelle il paraissait un ouvrage par mois dans chaque série. Le fondateur, M. J. Peyronnet, n'avait en vue alors que les lecteurs des bibliothèques populaires, qu'il est extrêmement difficile d'alimenter en livres qui, à la fois, soient bons et plaisent aux lecteurs. Signalons que, bien présenté, imprimé avec soin et sur un papier satisfaisant, chaque exemplaire ne coûte que 5 fr. Ce prix est encore abaissé par abonnement ou si on achète par exemple 12 volumes à la fois. On se demande par quel tour de force de pareils résultats ont pu être obtenus. Aussi l'initiative de M. Peyronnet mérite-t-elle d'être signalée et encouragée au moment où elle peut rendre les plus grands services.

E. L.

Bulletin documentaire **Procivil**, publié par le CENTRE DE DOCUMENTATION POUR LA PROTECTION DES POPULATIONS CIVILES CONTRE LES BOMBARDEMENTS AÉRIENS. Siège administratif et bibliothèque, 104, rue du faubourg Saint-Honoré, Paris (8e), 10 numéros par an. Abonnement : 100 fr. Premier numéro hors série, 1939, br. 50 × 21 cm. Index : 341. 363 (05) (44)

Ce bulletin documentaire, publié sous une forme très soignée, est un premier numéro hors série établi sans doute dans un but de propagande.

Cette publication est l'organe d'une association, de création récente, qui a pour but d'attirer l'attention sur le danger aérien et sur les mesures propres à protéger les populations civiles.

Lors de la création de l'Association Procivil, M. Henri Gabelle, directeur honoraire du Conservatoire national des Arts et Métiers, aujourd'hui décédé, en avait accepté la présidence d'honneur. Le président de l'Association est maintenant M. Gaston Benoist, Ingénieur des Arts et Manufactures.

Le premier numéro de ce bulletin est présenté par le général Freydenberg, président du Comité national de Coordination de la Défense passive.

L'Association Procivil a créé un bureau de documentation, 104, faubourg Saint-Honoré, qui a pour but de réunir les ouvrages et publications sur la matière, d'établir des catalogues, fiches et dossiers documentaires.

Tout ce programme fort intéressant est devenu d'une actualité brûlante. Reste à savoir s'il sera effectivement réalisé avec toute l'ampleur prévue, ce qui serait souhaitable.

L. BECHMANN.

Le fascicule 2 de *Procivil*, portant la date de septembre 1939, n'est paru qu'en décembre; il est indiqué comme ayant été composé avant le début des hostilités. Il n'en tient donc pas compte, si ce n'est à titre préventif. Cependant, un premier feuillet, placé en tête de la publication, reproduit des paroles, devenues de circonstance, prononcées en 1931 par le Maréchal Pétain, et le 29 mars 1939 par le Président Daladier. Un second feuillet reproduit les articles 1 et 2 des statuts du Comité de Coordination de la Défense passive.

Le fascicule 2 est conçu comme le premier; il est composé de trois cahiers abondamment illustrés, savoir :

1° Procivil-Collaboration (20 pages). On y trouve les études suivantes : *Les abris de bombardement et leur construction dans le département de la Seine*, par M. PARTRIDGE; — *Le problème de la protection des enfants en défense passive*, par le Dr LE MÉE; — *Les leçons d'Espagne et la défense passive*, par M. René JORIAUX; — *Mesures législatives et réglementaires sur la protection contre les bombardements aériens*, par M. Pierre NETTER;

2° Procivil-Documentation (8 pages). Ce sont de courtes analyses d'articles ou d'ouvrages parus en France ou à l'étranger sur les différents problèmes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que pose la défense passive. Elles sont indexées et peuvent être classées et placées dans un fichier;

3° Procivil-Informations. Comme son titre l'indique, ce cahier, de 20 pages, donne des renseignements divers : instructions et documents, officiels ou non; affiches; films documentaires; comptes rendus : de la Semaine nationale de la Défense passive et de la 5e Exposition de la Sécurité tenues à Paris en juin 1939; de l'Exposition internationale de la Protection aérienne de Bruxelles (8-23 juillet 1939); notices, s'adressant particulièrement aux industriels, sur les services d'incendie, de secours, d'alerte, d'éclairage, les abris, les appareils de protection collective contre les gaz toxiques, les appareils électro-guetteurs.

E. L.

**Hygiène et médecine à l'usine** par le Dr Henri Raymondaud, médecin principal de la Société nationale des Chemins de fer (Région Nord), préface du Dr Balthazard (Bibliothèque de *L'Usine*). Un vol. (21 × 13 cm), de 122 p. Éditions de « L'Usine », 15, rue Bleue, Paris (9e), 1939. Index : 613.6

Le docteur Raymondaud, médecin principal de la Société nationale des chemins de fer (Région Nord) vient de réunir en un volume intéressant un certain nombre d'études parues dans le périodique *L'Usine*. Ces études ont un but essentiellement pratique, et c'est par cela même qu'elles sont précieuses.

Successivement, l'auteur montre ce que doit être l'organisation des soins dans les centres de travail, le rôle du médecin, le matériel sanitaire ainsi que l'utilité des examens périodiques. Avec juste raison, M. Raymondaud insiste sur l'importance du livret sanitaire. Puis, il indique quelle doit être la lutte antituberculeuse à l'usine, et il insiste sur l'utilité, au moment de l'embauchage, de rechercher soigneusement les signes d'imprégnation éthylique. L'alcoolisme est en effet pour l'industriel et pour la société un fléau contre lequel il faut lutter sans merci : sur 800 journées de traitement il y en a 200 qui sont consacrées à des affections d'ordre alcoolique.

Les chapitres suivants sont consacrés aux secours contre les accidents dus à l'électrocution, au chrome, au benzol.

Le travail se termine par quelques pages : 1° su la lutte contre les rats dans les usines et chantiers, pages incomplètes d'ailleurs, mais qui montrent que l'industriel a intérêt à pratiquer la dératisation; 2° sur les mutilés du travail et les écoles de rééducation professionnelle.

Cet ouvrage, fruit d'une longue expérience, peut rendre les plus grands services, comme le *Guide des premiers secours dans les ateliers, usines, chantiers*, du même auteur, que nous avons signalé dans le *Bulletin* et que la Société d'Encouragement a récompensé le 2 avril 1938 d'une médaille d'argent.

Dr R. Neveu.

## BIBLIOTHÈQUE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

Ouvrages reçus en juin, juillet et aout 1939.

Ministère de l'Air. — **Publications scientifiques et techniques**, nos : **136** : *Contribution à l'étude des roues hélico-centrifuges de turbo-machines*, par Marcel Sédille, 111 p., 39 fig. (1938). — **137** : *Contribution à l'étude expérimentale des mouvements hydrodynamiques à deux dimensions*, par Alexandre Favre, 192 p., 113 fig., LI tableaux (1938). — **138** : *Recherches théoriques et expérimentales sur les moyens de soustraire un avion aux accélérations que peuvent engendrer les perturbations atmosphériques*, par René Hirsch, 188 p., fig. (1938). — **139** : *Partage de la chaleur entre deux corps flottants*, par Fernand Charron. Etude suivie d'une note de Pierre Vernotte sur le même sujet, 24 p., 1 fig. (1939). — **140** : *Stabilité des entonnoirs et des trombes*, par H. Bouasse, 93 p., 52 fig. (1939). Paris, Ed. Blondel La Rougery, 7, rue Saint-Lazare (9e); Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). **Pér. 117**

Ministère de l'Air. — **Bulletin des Services techniques** nos : **78** : *Contribution à l'étude du givrage. Travaux effectués au sommet du Puy de Dôme. Hiver 1936-1937*, par A. Mirlès, 58 p., 45 fig. (1938). — **81** : *Contribution à l'étude de l'injection dans les moteurs Diesel*, par René Retel, 63 p., 46 fig. (1938). — **82** : *Résultats de mesures en vol de couples moteurs*, par Jacques Salez, 10 p., 4 fig., IX pl. (1938). — **83** et **83 bis** : *Aérodynamique expérimentale*, par R. Pris. Tome I, 280 p., fig.; Tome II : CCLXXVI pl. (1938). — **84** : *Etude d'un banc-balance mesureur de couple*, par R. Silber et Ad. Oudard, 17 p., 12 fig. (1939). Paris, Ed. Blondel La Rougery, 7, rue Saint-Lazare (9e); Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins (6e). **Pér. 117**

Royaume de Belgique. — Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. — Direction générale de l'Assurance et de la Prévoyance sociales. — **Rapport sur l'exécution de la loi du 25 juin 1930 relative au contrôle des entreprises d'assurances sur la vie pendant l'année 1936.** Bruxelles, Bibliothèque du Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale, 2, rue Lambermont, 1938. **Pér. 277**

Iron and Steel Institute. — **Journal.** Vol. CXXXVIII, **1938**, n° II. London, 4, Grosvenor Gardens S. W. 1. **Pér. 157**

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 $h_o$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

## DANS LA CENT TRENTE-HUITIÈME ANNÉE DU BULLETIN (JANVIER-DÉCEMBRE 1939)

**138e année.**

*Les nombres en chiffres romains indiquent le ou les mois du cahier. Le nombre en chiffres arabes qui les suit indique la page.*


## A

ALBY (A). — Rapport, au nom des Censeurs, sur les comptes de la Société pour l'exercice financier 1937 . . . . . X 476

— — Rapport, au nom de la Commission des Fonds (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), sur les titres de M. Jules VERGER à la Médaille Dumas . . . . . V-VII 366

ANDRÉ (Jacques). — Les combustibles, les huiles de graissage et les brais, du point de vue du producteur et du consommateur (Soc. des Ing. civ., 27 janv. et 10 févr. 1939). . . . . III 219

ANDROUIN (J.). — Analyse de : *Interchangeabilité des pièces mécaniques lisses, coniques et filetées dans leur montage et leur fonctionnement* . . XI 531

ARNAUD (René). — La réglementation actuelle des prix . . . . . IV 250

— — La Semaine française du Commerce extérieur (Paris, 22-27 mai 1939) . . . . . XI 522

## B

BAIBRÈRE (Jacques). — Les synthèses chimiques dans l'industrie du pétrole (Soc. des Ing. civ., 27 janv. et 10 févr. 1939). . . . . III 219

BASSET (James). — Changements d'état sous très hautes pressions. Solidification des liquides. Réalisation expérimentale de la fusion du graphite sous une pression d'argon de 11 500 kg/cm² (Soc. fr. de Physique, 20 janv. 1939) . . . . . III 220

BASTIEN (Paul). — Évolution dans l'air sec, l'eau et le vide, de la fragilité de décapage de l'acier extra-doux recuit (C. R., 9 janv. 1939). . . III 214

— — Influence du pH des solutions acides sur l'évolution, en fonction du temps, de la fragilité de décapage de l'acier extra-doux recuit (C. R., 16 janv 1939) . . . . . III 215

— —. — Voir PORTEVIN

BAUDRAND (M.). — Voir COURNOT.

BÉCHARD (Ch.). — Voir DELAPLACE.

BECHMANN (Lucien). — Les derniers décrets mettront-ils fin au marasme du bâtiment? (Com. des Constr. et Beaux-Arts, 28 févr. 1939) . III 206

— — A propos de la crise du bâtiment. Comment revenir au loyer normal? Compensation et « allocations-logement » (Com. des Constr, et Beaux-Arts, 21 mars 1939) . . . . . IV 267

— — Rapport, au nom du Comité des Constr. et Beaux-Arts (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), sur l'œuvre de M. André VIGNEAU, décorateur, photographe, cinéaste . . . VI-VII 375

BERR (Raymond). — L'essor de la chimie industrielle de Frédéric Kuhlmann à Berthelot . III 152

BIHOREAU (Charles.) — Le matériel de forage « rotary » à grande profondeur (Com. des Arts écon., 9 févr. 1939). . . . . III 209

— — Rapport, au nom du Comité des Arts écon. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), sur les travaux de M. Henri LANTZ, notamment sur la fabrication synthétique de l'ammoniaque et l'utilisation des schistes . . . . . VI-VII 374

BLANC. — L'irrigation souterraine (Ac. d'Agric., 11 janv. 1939). . . . . V 336

BLONDEL (F.). — Le Comité de l'Or (Com. de Commerce, 4 mai 1939) . . . . . V 324

BONTE (Antoine). — Origine et genèse du minerai de fer oxfordien de Neuvizy (Ardennes) (C. R., 6 févr. 1939). . . . . V 334

BOUGAULT (J.) CATTELAIN (E.) et CHABRIER (P.). — Les amalgames de nickel (C. R., 16 janv. 1939) III 215

BOYAUX. — Trafics et tarifs (Soc. des Ing. civ. 24 fév. 1939) . . . . . V 335

## C

CAQUOT (A.). — Préface de *La fatigue des métaux*, par R. CAZAUD et L. PERSOZ . . . . . V 333

CATTELAIN (E.). — Voir BOUGAULT.

CAZAUD (R.). et PERSOZ (L.). — *La fatigue des métaux* . . . . . V 333

CHABRIER (P.). — Voir BOUGAULT.

CHEVALIER (Auguste). — Les espèces, variétés et hybrides de cotonniers, spécialement les cotonniers d'origine asiatique, cultivés en Afrique tropicale (C. R., 3 janv. 1939) . . . . . III 214

— — Espèces, variétés et hybrides de cotonniers d'Amérique actuellement cultivés en Afrique tropicale; leur amélioration (C. R., 23 janv. 1939) . . . . . III 216

— L'avenir de la culture cotonnière dans nos


Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

possessions et l'organisation des recherches scientifiques sur cette culture (C. R., 30 janvier 1939) . . . . . III 217

CHEVENARD (Pierre). — Rapport, au nom du Comité des Arts économ. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), sur les titres de M. Charles DELLENBACH à la Médaille Dumas . . . . . VI-VII 365

CLERGET (Pierre). — Voir DUMANOIS.

COMANDON (J.) et FONBRUNE (P. de). — Formation et fonctionnement des pièges de champignons prédateurs de Nématodes (C. R., 23 janv. 1939) . . . . . III 216

COMBES (Raymond). — Comm. sur l'amélioration des moteurs d'aviation vue d'un laboratoire (C. R. séance publ., 23 février 1939). . . . III 204

— — (mémoire) . . . . . IV 226

CORNU-THENARD (A.). — Rapport, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de la Société pour l'exercice financier 1937 . . . X 474

COURNOT (J.) et BAUDRAND (M.). — La corrosion des assemblages soudés d'alliages légers (C. R., 23 janv. 1939) . . . . . III 216

COURNOT (Jean) et HALM (Mlle Louise). — La corrosion des assemblages (C. R., 6 févr. 1939). V 334

CRÉPIN. — Action des froids de décembre 1938 sur les blés en terre (Ac. d'Agric. 11 janv. 1939). V 336

CULMANN. — Voir LIBESSART.

## D

DAMOUR (Émilio). — Un nouveau périodique : *Les arts du feu* (Com. des Arts chim., 25 avril 1939). V 330

DAUZÈRE (C.). — La répartition des points de chute de la foudre dans le Gers (C. R., 9 janv. 1939) . . . . . III 215

DÉCHÊNE (G.). — Nouveau type de cellule photoélectrique (C. R. 9 janv. 1939). . . . . III 214

DEGAAST (G.). — Le daltonisme dans les arts graphiques (Soc. fr. de Photogr., 25 janv. 1939). V 337

DELAPLACE (R.) et BÉCHARD (Ch.). — Détermination des températures de congélation et des points d'ébullition, à pression réduite, des mélanges d'éthylglycol et d'eau (C. R., 9 janv. 1939). III 214

DELLENBACH (Charles). — Voir CHEVENARD.

DEMOLON (Albert). — *Principes d'agronomie* : t. I : *La dynamique du sol* . . . . . I-II 139

DEMORLAINE (Joseph). — Comm. au Com. d'Agric. : — séance du 7 déc. 1938; La distinction des conifères de haute montagne . . . . . I-II 125

— séance du 7 juin 1939 : La disparition du chêne dans les forêts françaises. . . . . XI 497

— Rapport, au nom du Com. d'Agric. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), sur les travaux de M. Léon PARDÉ sur les conifères . . . VI-VII 376

DOMART (André). — La microbiologie au Palais de la Découverte . . . . . XII 545

DOMIN (André). — Voir JALLOT.

DUMANOIS (Paul). — Séance publ. du 5 nov. 1938. I-II 107

— — Assemblée gén. ordinaire du 29 juin 1939. VIII-IX 450

— Les combustibles liquides, but essentiel de l'industrie du pétrole (Soc. des Ing. civ., 27 janv. et 10 févr. 1939) . . . . . III 219

— — Rapports, au nom du Com. des Arts méc. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939) :

— — sur les travaux relatifs au moteur d'aviation à combustible lourd, de M. Pierre CLERGET. VI-VII 357

— — sur les titres de M. Pierre VERNOTTE au Prix Charles Féry. . . . . VI-VII 362

— — sur les travaux de M. Georges LEHR sur les moteurs d'aviation . . . . . VI-VII 370

DUMANOIS (P.), RETENAUER (G.) et PRETTRE (M.). — La combustion des mélanges d'hydrocarbures. Mélanges de décahydronaphtalène et de tétrahydronaphtalène (C. R., 30 janv. 1939) . . III 217

DUPIN (J.). — Voir PÉPIN.

## E, F

ESCANDE (Léopold). — Écoulement à l'aval d'un barrage-réservoir (C. R., 6 févr. 1939) . . . V 334

FÉAU (R.). — Fédala . . . . . VIII-IX 433

FIEUX (Jean). — Analyse de : *Recherche des fissures dans les fusées d'essieux*, par LEBON. . XI 530

— Rapport, au nom du Com. des Arts méc. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), sur le mémoire de Pierre MASSOT intitulé : *Étude d'une famille de mécanismes propres à donner un mouvement varié* . . . . . VI-VII 360

FOËX. — Influence de la trempe sur la densité des verres borosodiques (C. R., 23 janv. 1939). III 216

FONBRUNE (P. de). — Voir COMANDON.

FRESSINET (Jean). — L'art au Salon des Arts ménagers. . . . . V 318

FRIEDENSBURG (Ferdinand). — *Die Bergwirtschaft der Erde : Bodenschätze, Bergbau und Mineralienversorgung der einzelnen Länder* . . . . . I-II 141

## G

GABREAU (J.-E.). — Comm. sur la détection des gaz de combat au moyen d'avertisseurs électrochimiques (C. R. séance publ., 5 nov. 1938). I-II 108

GARNIER (Maurice). — Ass. gén. extraordinaire du 19 octobre 1939 . . . . . XII 582

GERBEAUX (H.). — Conférence sur la soudure autogène dans la construction métallique (Mémoire) . . . . . I-II 33

GIGNOUX (C.-J.). — Conférence sur : Les avantages et les inconvénients de l'économie dirigée et de l'autarcie ; les avantages et les inconvénients de l'économie libérale (C. R. de la séance publ. du 9 mai 1939). . . . . VI-VII 351

— — (Mémoire) . . . . . VI-VII 384

GOURSAT. — Sécurité d'organisation des transports (Soc. des Ing. civ., 24 févr. 1939) . . . V 335

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GRANJON (R.). — Conférence sur l'évolution d'un procédé d'assemblage, la soudure autogène (Mémoire) . . . . . I-II 17
GUILLET (Léon). — Rapport, au nom du Com. des Arts chim. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), sur les travaux de métallurgie de M. André SOURDILLON . . . . . VI-VII 372
GUILLET fils (L.). — Voir PORTEVIN.

## H

HALM (Mlle Louise). — Voir COURNOT.
HILLY (G.). — Voir PAUL.
HITIER (Henri). — Conséquences de la diversité des exploitations agricoles françaises (Com. d'Agric., séance du 1er février 1939). . . . III 208
HOFFET (J.). — La genèse des gisements de fer de la rive droite du Fleuve Rouge (Tonkin) (C. R., 9 janv. 1939). . . . . III 215
HUMERY (R.). — Surface piézométrique d'une nappe aquifère alimentant un nombre quelconque de puits artésiens (C. R., 16 janv. 1939). III 215

## J, K

JALLOT (Léon) et DOMIN (André). — Programme de rénovation de l'industrie du meuble. Décision du Conseil d'Ad. de l'Ircat prise dans la séance du 19 juin 1939. . . . . X 482
JANSMA (K . — La continuation des travaux d'assèchement du Zuyderzee (Soc. de Géog., 13 janv. 1939). . . . . V 338
KRAFT (E. A.). — Voir MACLOT.

## L

LABARTHE (André). — Comm. sur l'injection d'essence dans les moteurs à combustion interne (C. R. séance publ., 19 janv. 1939) . . . . III 199
— — (Mémoire). . . . . IV 221
LACOIN (Maurice). — Ass. gén. du 10 déc. 1938. I-II 110
LAFERRIÈRE. — La nappe phréatique de l'Eure (Ac. d'Agric., 11 janv. 1939) . . . . . V 336
LAMOUREUX (L.). — La situation en Tunisie et dans le Sud algérien (Colon. Scie., 27 janv. 1939). III 217
LANTZ (Henri). — Voir BIHOREAU.
LARDUINAT (Jean). — Voir TARDY.
LARTIE(Mlle M.). — Voir WARNECKE
LA RÜE (E. A. de). — Étude minéralogique de la Côte française des Somalis (C. R., 23 janv. 1939). III 216
La géologie de la Côte française des Somalis C. R., 6 fév. 1939). . . . . V 334
LE BESNERAIS. — Exposé général de la situation financière de la Société nationale des Chemins de fer français. Conclusions (Soc. des Ing. civ., 24 févr. 1939) . . . . . V 335, 336
LEBON. — *Recherches des fissures dans les fusées d'essieux*. . . . . XI 530
LEHR (Georges). — Voir DUMANOIS.
LEMAIRE (Eugène). — Célébration du centenaire de la photographie (Paris, 7 janv. 1939). I-II 127
— Analyses de : *Académie des Sciences*. 1° *Annuaire pour 1939;* — 2° *Index bibliographique des membres correspondants de l'Académie des Sciences de 1666 à 1939*. . . . . I-II 139
— — *Principes d'agronomie* : t. I : *La dynamique du sol*, par Albert DEMOLON. . . . . I-II 139
— — Die Bergwirtschaft der Erde : Bodenschätze, Bergbau und Mineralienversorgung der einzelnen Länder (*L'exploitation des richesses minérales dans le monde. Richesses du sol, industrie et production minières des différents pays*) par Ferdinand FRIEDENSBURG. . . . . I-II 141
— — *Histoire de la découverte de la photographie*, par Georges POTONNIÉE . . . . . I-II 143
— — *Congrès de la recherche scientifique dans les territoires d'outre-mer* (Exp. intern. de Paris, 1937). . . . . XI 529
LÉON-DUFOUR (B.). — Remplacement du matériel et de l'outillage. . . . . III 186
LE PRIEUR (cdt Yves). — Comm. sur ses appareils permettant la vie sous-marine notamment en scaphandre léger (C. R. Ass. gén., 10 déc. 1938). . . . . I-II 121
—. — Voir ROUCH.
LEROUX (Émile). — Communication sur L'organisation de la documentation aéronautique (Mémoire). . . . . VIII-IX 439
— — (C. R. de l'ass. gén. du 29 juin 1939). VIII-IX 450
LEROY (A.). — Conférence sur le contrôle des soudures (Mémoire) . . . . . I-II 79
— La chimie au Palais de la Découverte. XII 534
— — Voir PORTEVIN.
LEVASSEUR (Albert. — *L'électrochimie et l'électrométallurgie*. t. I : *Électrolyse*; t. II : *Fours électriques*. . . . . XI 529
LÉVY (Jean). — Matériel moteur et matériel roulant; outillage (Soc. des Ing. civ., 24 fév. 1939). V 335
LIBESSART, CULMANN et SEGUIN (Laurent). — La cinématographie du milliardième de seconde. pression de détonation (Soc. fr. de Photogr. 25 janv. 1939). . . . . V 337
LOUIS (Jean). — Construction d'un réservoir soudé de grande chaudière à vapeur timbrée à 100 hpz (Com. des Arts méc., 7 mars 1939). IV 269

## M

MACLOT (W.). — *La turbine à vapeur moderne*. Trad. de la 2e éd. de *Die neuzeitliche Dampfturbine*, par E. A. KRAFT . . . . . XI 525
MAGNE (Claude). — Exposition des applications artistiques françaises de l'industrie des matières plastiques organisée par la Société d'Encouragement pour l'Ind. nat. du 8 au 23 mai 1939. VIII-IX 407

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MAGNE (Marcel). — Séances publiques.
— — 19 janvier 1939 . . . . . III 195
— — 23 février 1939 . . . . . III 200
— — 23 mars 1939 . . . . . IV 256
— — 9 et 16 mai 1939 . . . . . VI-VII 351
— — 23 mai 1939 . . . . . VI-VII 352
— Assemblée générale du 21 déc. 1939. . XII 585
— Assemblée générale extraordinaire du 21 déc. 1939 . . . . . XII 583
— Assemblée générale solennelle du 11 mai 1939. Allocution . . . . . VI-VII 353
MAISONNEUVE (Jean). — Conférence sur « Le Tour de France de la Lumière » (Mémoire) . . . III 175
MASSOT (Pierre). — Étude d'une famille de mécanismes propres à donner un mouvement varié (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939). VI-VII 360
— — (Mémoire) . . . . . XI 499 et XII 563
MAYER (A.). — La réglementation en matière de chaudronnerie soudée (Soc. des Ing. soudeurs, 20 janv. 1939) . . . . . V 338
MENNESSON (Marcel). — Voir NICOLAU.
MERCIER (Ernest). — L'industrie du pétrole dans le monde (Soc. des Ing. civ., 27 janv. et 10 févr. 1939). . . . . III 218
MERSCH (Jean). — Conférence sur Le rôle du chef d'industrie (C. R. de la séance publ. du 23 mai 1939. . . . . VI-VII 353
— — (Mémoire) . . . . . VI 519
MIÈGE (E.). — Influence de l'altitude sur la biologie de la pomme de terre (C. R., 3 janv. 1939). . . . . III 214
MINARD. — Distillation, craquage, reforming. Grandes unités combinées (Soc. des Ing. civ., 27 janv. et 10 fév. 1939). . . . . III 219
MOUSSIGT (J.). — Mesure de la conductibilité et de l'ionisation de l'air dans les Alpes (C. R. 16 janv. 1939). . . . . III 216

## N

NEVEU (Dr Raymond). — Décret du 9 déc. 1938 sur les maladies professionnelles (Com. des Arts écon., 12 janv. 1939). . . . . IV 262
NICOLAU (Pierre). — L'essor de la métrologie dans les industries mécaniques (Com. des Arts méc., 18 avril 1939). . . . . V 325
— Rapport, au nom du Com. des A. méc. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), sur l'amplificateur pneumatique de M. MENNESSON. VI-VII 369
NORMAND (X.). — L'industrie du raffinage du pétrole et sa récente évolution en France (Soc. des Ing. civ., 27 janv. et 10 fév. 1939) . . . III 218

## P

PALFRAY (L.) et SABETAY (S.). — Déshydrogénation catalytique au moyen du nickel Raney ou ordinaire (C. R. Ac. des Sc., 9 janv. 1939). III 214
PARDÉ (Léon). — Voir DEMORLAINE.
PAUL (R.) et HILLY (G.). — Application du nickel de Raney à l'hydrogénation de quelques acides à noyau furanique (C. R., 30 janv. 1939). III 217
PÉPIN (L.) et PEYRATOUT (A.). — *Interchangeabilité des pièces mécaniques lisses, coniques et filetées dans leur montage et leur fonctionnement*, publié sous la direction de J. DUPIN. . . . . XI 531
PÉRARD (A.) et VOLET (Ch.). — Améliorations réalisées dans la définition des longueurs représentées par les étalons internationaux et dans la comparaison de ces longueurs (C. R. 23 janv. 1939). III 216
PERSOZ (L.). — Voir CAZAUD.
PEYRATOUT (A.). — Voir PÉPIN.
PINEAU (L.). — Progrès récents de l'industrie pétrolière (Soc. des Ing. civ., 27 janv. et 10 fév. 1939) . . . . . III 219
PLATOFF (V.). — Mesure de la réaction d'un jet gazeux par la pression qu'il exerce sur un disque (C. R., 23 janv. 1939). . . . . III 216
POLACK (A.). — Verres correcteurs pour les opérés de la cataracte (C. R., 9 janv. 1939). III 215
PORCHEZ. — Entretien de la voie (Soc. des Ing. civ., 24 fév. 1939) . . . . . V 336
PORTEVIN (Albert). — Le Palais de la Découverte. Introduction. . . . . XI 485
— La lutte contre la corrosion (Com. des Arts chim., 24 avril 1939) . . . . . VI-VII 398
— Rapport, au nom du Com. des Arts chim. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), sur les travaux de M. André LEROY sur la soudure. . . . . VI-VII 371
— Analyse du *Dictionnaire international de fonderie* . . . . . XI 527
PORTEVIN (A.), BASTIEN (P.) et GUILLET fils (L.). — Nature et stabilité de quelques cémentites spéciales (C. R., 30 janv. 1939) . . . . . III 217
POTONNIÉE (Georges). — *Histoire de la découverte de la photographie* . . . . . I-II 143
PRETTRE (M.). — Voir DUMANOIS.

## Q

QUIÉVREUX. — La photographie en couleurs des vitraux (Soc. fr. de Photogr., 22 févr. 1939). V 338

## R

RASKIN (A.). — Réalisation d'un générateur à haute tension et à grand débit (C. R., 16 janv. 1939. . . . . III 215
RENCKER (E.). — Propriétés de la phtaléine du phénol vitreuse (C. R., 16 janv. 1939) . . . III 215
RETENAUER (G.). — Voir DUMANOIS.
RISLER (Georges). — Rapport, au nom du Com. de Commerce (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), sur l'œuvre de la Maison sociale de Creil (Oise). . . . . VI-VII 379
— Les habitations à bon marché (Com. de Commerce, 4 mai 1939). . . . . VI-VII 401
RŒDERER. — Influence du superphosphate sur la maladie des taches brunes de la pomme de terre (Ac. d'Agric., 11 janv. 1939) . . . . . V 336

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ROLLEY (Paul). — Comm. au Com. d'Agr. (séance du 7 déc. 1939) sur :
— La conservation des blés en silos. . . I-II 124
— Recherches sur les améliorations foncières en Sologne . . . . . I-II 126
ROUCH (Jules). — L'expédition Papanine au Pôle Nord. . . . . I-II 103
— Recherches océanographiques de surface à bord du pétrolier *Émile Miguet*. . . . VIII-IX 447
— Rapport, au nom du Com. des Arts écon. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), sur les inventions de M. Yves LE PRIEUR. VI-VII 373

## S

SABETAY (S.). — Voir PALFRAY.
SALIN (Édouard). — Application des méthodes de laboratoire à l'étude du matériel archéologique (Ac. des Inscriptions et Belles-Lettres, 10 févr. 1939). . . . . V 337
SALSAS SERRA. — La fabrication simultanée et intensive de acides sulfurique et nitrique concentré (Soc. de Chimie ind., 1er févr. 1939) . III 220
SARAZIN (R.). — Contribution à l'étude des tensions et des retraits dans les structures soudées à l'arc (Soc. des Ing. soudeurs, 20 janv. 1939). . . . . V 338
SEGUIN (Laurent). — Voir LIBESSART.
SERVONNET (Hyacinthe). — Rapport sur l'attribution du Prix Fourcade à M. Jules TONNEILLIER (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939). . . . . VI-VII 368
— Rapport relatif aux Médailles de bronze décernées aux contremaîtres et ouvriers des établissements industriels et des exploitations agricoles (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939). . . . . VI-VII 380
SOUBAREW-CHATELAIN (Mme). — Application de la méthode conductimétrique au dosage simultané de l'acide molybdique et de l'ammoniaque dans les molybdates ammoniacaux (C. R., 9 janv. 1939). . . . . III 214
SOURDILLON (André). — Voir GUILLET.
SURUGUE (J.). — La physique au Palais de la Découverte . . . . . XI 487

## T

TARDY (Louis). — Rapport, au nom du Com. d'Agric. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), sur l'attribution du Prix Meynot à M. Jean LARDUINAT. . . . . VI-VII 368
TONNEILLIER (Jules). — Voir SERVONNET.
TRÉFOUËL (Jacques). — Le traitement des maladies infectieuses par les remèdes chimiques. Résultats acquis en chimiothérapie bactérienne. 5e Conférence Carrion (C. R. séance publ. du 23 mars 1939) . . . . . VI 259
— — (Mémoire). . . . . V 277
TRUCHET. — Étude, sur le spectre Raman, des acétyléniques (Soc. chim. de France, 13 janv. 1939). . . . . V 336

## V

VACHER (M.). — La diffusion moléculaire de la lumière au voisinage du rayon directement transmis (Soc. fr. de Phy. 20 janv. 1939). III 220
VALÉRY (Paul). — Discours pour la célébration du centenaire de la photographie (Paris, 7 janv. 1939) . . . . . I-II 130
VAYSSIÈRE (Paul). — IIIe Journée de la défense sanitaire des végétaux (Com. d'Agric., 1er mars 1939) . . . . . IV 266
— Rapport, au nom du Comité d'Agric. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), sur « L'Androsace » . . . . . VI-VII 377
— La désinfection des châtaignes (Com. d'Agric., 19 avril 1939). . . . . VI-VII 403
VERGER (Jules). — Voir ALBY.
VERNOTTE (Pierre). — Voir DUMANOIS.
VIBERT (Auguste). — Nouvelle formule pour le débit des nappes (C. R., 6 févr. 1939). . . . V 334
VIDAL (J.-L.). — Rôle de la transpiration et de l'anhydride carbonique dans l'étiologie de la chlorose calcaire (C. R., 3 janv. 1939). . . III 214
VIGNAL (J.). — Caractère des erreurs affectant les nivellements (C. R., 30 janv. 1939) . . . III 217
VIGNEAU (André. — Voir BECHMANN.
VILLARD (André). — Les Salons de la Machine agricole de Paris (Com. d'Agr., 19 avril 1939). X 478
VIVIER DE STREEL (Ed. du). — Confér. sur l'établissement d'une économie impériale (C. R. de la séance publ. du 16 mai 1939) . . . . . VI-VII 352
— — (Mémoire) . . . . . VIII-IX 455
VOLET (Ch.). — Voir PÉRARD.

## W

WALCKENAER (Ch.). — La technique au Salon des Arts ménagers (Paris, 26 janv.-12 fév. 1939). . . . . V 299
— Analyse de : *La turbine à vapeur moderne*, par W. MACLOT, trad., de la 2e éd. de *Die neuzeitliche Dampfturbine*, par E. A. KRAFT . . XI 525
WARNECKE (R.) et LARTIE (Mlle M.). — L'émission secondaire du glucinium (C. R., 6 févr. 1939). V 334
WEISS (H.). — La formation des cadres d'ingénieurs et la recherche scientifique appliquée au pétrole (Soc. des Ing. civ., 27 janv. et 10 févr. 1939). . . . . III 219

## Y

YADOFF (Oleg). — Procédé de mesure de la vitesse du front d'un jet gazeux (C. R., 9 janv. 1939) . . . . . III 214

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE DES MATIÈRES

## CONTENUES DANS LA CENT TRENTE-HUITIÈME ANNÉE DU BULLETIN (JANVIER-DÉCEMBRE 1939)

**138e année**

*Les nombres en chiffres romains indiquent le ou les mois du cahier.*
*Le nombre en chiffres arabes qui les suit indique la page.*

## A


*Académie d'Agriculture de France.* Séance du 11 janv. 1939 . . . . . V 336
— Séance solennelle de distribution des récompenses (Paris, 22 fév. 1939) . . . . . VI-VII 396
*Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.* Séance du 19 févr. 1939 . . . . . V 337
*Académie des Sciences.* Séances des 3, 9, 16, 23 et 30 janvier 1939 . . . . . III 214
— Séance du 6 févr. 1939 . . . . . V 334
*Acétyléniques.* Étude, sur le spectre Raman, des —, par TRUCHET (Soc. chim. de France, 13 janv 1939) . . . . . V 336
*Acide nitrique.* (Voir *Acide sulfurique.*)
*Acide sulfurique.* La fabrication simultanée et intensive de l' — — et de l'acide nitrique concentré, par SALSAS SERRA (Soc. de chimie ind., 1er févr 1939) . . . . . III 220
*Acier extra-doux.* Évolution dans l'air sec, l'eau et le vide, de la fragilité de décapage de l' — — recuit, par P. BASTIEN (C. R. 9 janvier 1939.) . . . . . III 214
— Influence du pH des solutions acides sur l'évolution, en fonction du temps, de la fragilité de décapage de l' — — recuit, par Paul BASTIEN (C. R., 16 janv. 1939) . . . . . III 215


### Administration, Comptes rendus de la Société d'Encouragement.


*Assemblée générale :* 10 déc. 1938. . . . . I-II 110
— — 29 juin 1939 . . . . . VIII-IX 450
— — 21 déc. 1939 . . . . . XII 585
*Assemblée générale extraordinaire* du 19 octobre 1939 . . . . . XII 582
— 21 décembre 1939 . . . . . XII 583
*Assemblée générale solennelle.* du 11 mai 1939 . VI-VII 353
— Allocution de M. M. MAGNE . . . . VI-VII 354
*Avis* aux membres de la Société . . . VIII-IX 405
— La vie française continue . . . . . X 453
*Banquet* du 9 mai 1939. . . . . VI-VII 347
*Bureau* pour 1939 (C. R. Ass. gén., 10 déc. 1938) I-II 122
— pour 1940 (C. R. Ass. gén., 21 déc. 1939). XII 587
*Cession d'immeuble.* Résolution au sujet d'une — — (C. R. Ass. génér., 10 déc. 1938). . I-II 119
— — (C. R. de l'Ass. gén. extraord., 21 déc. 1939) . . . . . XII 584
*Comité d'Agriculture.* Séance du 7 déc. 1938 :
— — La conservation des blés en silos, par P. ROLLEY. . . . . I-II 124
— — La distinction des conifères de haute montagne, par J. DEMORLAINE . . . . . I-II 125
— — Recherches sur les améliorations foncières en Sologne, par P. ROLLEY. . . . . I-II 126
— Séance du 1er févr. 1939 : Conséquences de la diversité des exploitations agricoles françaises, par H. HITIER . . . . . III 208
— Séance du 1er mars 1939 : IIIe Journée de la défense sanitaire des végétaux (Paris, 20 févr. 1939), par P. VAYSSIÈRE. . . . . IV 226
— Séance du 19 avril 1939 :
La désinfection des châtaignes. par P. VAYSSIÈRE . . . . . VI-VII 403
Les Salons de la Machine agricole de Paris, par A. VLLLARD . . . . . XI 478
— Séance du 7 juin 1939 : La disparition du chêne dans les forêts françaises, par J. DEMORLAINE. . . . . X 497
*Comité des Arts chimiques.* Séance du 25 avril 1939 : Un nouveau périodique : *Les arts du feu*, par E. DAMOUR . . . . . V 330
— Séance du 24 avril 1939 : La lutte contre la corrosion, par A. PORTEVIN . . . . . VI-VII 398
*Comité des Arts économiques.* Séance du 9 février 1939 : Le matériel de forage « rotary » à grande profondeur, par Ch. BIHOREAU. . . . . III 209
— Séance du 12 janv. 1939 : Décret du 9 déc. 1938 sur les maladies professionnelles, par le Dr R. NEVEU. . . . . IV 262
*Comité des Arts mécaniques.* Séance du 7 mars 1939 : Construction d'un réservoir soudé de grande chaudière à vapeur, timbrée à 100 hpz, par Jean LOUIS. . . . . IV 269
— Séance du 18 avril 1939 : L'essor de la métrologie dans les industries mécaniques, par P. NICOLAU . . . . . V 325
— Séance du 8 nov. 1939 : L'activité du groupe « Mécanique de précision et métrologie » . XII 562
*Comité de Commerce.* Séance du 4 mai 1939 :
— Le Comité de l'or, par F. BLONDEL . . . V 324
— Les habitations à bon marché, par G. RISLER VI-VII 401
*Comité des Constructions et des Beaux-Arts.*
— Séance du 17 janv. 1939 : L'art moderne dans les monuments historiques. Vœu de la Société de l'Art appliqué aux Métiers . . . . . III 206


Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

— Séance du 28 févr. 1939 : Les derniers décrets mettront-ils fin au marasme du bâtiment?, par L. BECHMANN . . . . . III 206

— Séance du 21 mars 1939 : A propos de la crise du bâtiment. Comment revenir au loyer normal? Compensation et « allocations-logement », par L. BECHMANN . . . . . III 267

*Conférence Carrion.* 5e — — (séance publ. du 23 mars 1939) . . . . . IV 256

— — Le traitement des maladies infectieuses par les remèdes chimiques. Résultats acquis en chimiothérapie bactérienne, par J. TRÉFOUËL IV 259

*Conseil d'Administration,* 1939 :

Membres titulaires . . . . . I-II 3
Membres honoraires . . . . . I-II 13
Membres correspondants . . . . . I-II 13

*Dispositions spéciales* concernant l'activité de la Société . . . . . III 149

*État financier* de la Société. Rapports sur les comptes de l'exercice 1937, au nom :

— de la Commission des Fonds, par M. A. CORNU-THENARD . . . . . X 474

— des Censeurs, par M. A. ALBY . . . . X 476

*Nouveaux membres* admis pendant l'année 1939. XII 589

*Quinzaine de la France d'outre-mer.* . . . . XII 533

*Quinzaine de mai* (Paris, 8-23 mai) organisée en commun par la Société d'Encouragement, la Société des Ingénieurs civils de France et la Maison de la Chimie . . . . . III 149

— Compte rendu des solennités : Exposition des applications artistiques françaises de l'industrie des matières plastiques . . . . VI-VII 341

*Récompenses.* Rapports relatifs aux — décernées par la Société d'Encouragement pour l'année 1938 . . . . . VI-VII 357

— Liste des contremaîtres et ouvriers à qui est décernée la médaille de bronze en 1938. VI-VII 381

— Liste des — décernées le 11 mai 1939 pour l'année 1938 . . . . . VI-VII 383

*Séances publiques* :

— — 5 novembre 1938 . . . . . I-II 107
— — 19 janvier 1939 . . . . . III 195
— — 23 février 1939. . . . . III 200
— — 23 mars 1939 . . . . . IV 256
— — 9 et 16 mai 1939. . . . . VI-VII 351
— — 23 mai 1939 . . . . . VI-VII 352

*Afrique tropicale* (Voir *Cotonniers.*)

*Aéronautique.* L'organisation de la documentation —. Comm. par E. LEROUX (mémoire) . . . VIII-IX 439

— — (C. R. de l'ass. gén. du 29 juin 1939) . . VIII-IX 450

*Agriculture.* (Voir *Exploitations agricoles.*)

*Air.* Mesure de la conductibilité et de l'ionisation de l' — dans les Alpes, par J. MOUSSIGT (C. R., 16 janv. 1939.). . . . . III 216

*Alliages légers.* La corrosion des assemblages soudés d' — —, par J. COURNOT et M. BAUDRAND (C. R., 23 janv. 1939). . . . . III 216

— La corrosion des assemblages, par J. COURNOT et Mlle L. HALM (C. R., 6 févr. 1939) . . V 334

*Alpinisme.* La Compagnie L'Androsace. Rapport, au nom du Com. d'Agric. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), par P. VAYSSIÈRE VI-VII 377

*Ammoniaque.* Les travaux de M. Henri LANTZ, notamment sur la fabrication synthétique de l' — et l'utilisation des schistes. Rapport, au nom du Com. des Arts écon. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), par Ch. BIHOREAU VI-VII 374

*Amortissement* (Voir *Matériel*).

*Amplificateur pneumatique.* L' — de Marcel MENNESSON. Rapport, au nom du Com. des Arts méc. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), par P. NICOLAU. . . . . VI-VII 369

*Archéologie.* Application des méthodes de laboratoire à l'étude du matériel archéologique, par E. SALIN (Ac. des Inscr. et Belles-Lettres, 10 février 1939) . . . . . V 337

*Architecture* (Voir *Cinématisme.*)

*Arts ménagers.* (Voir *Salon.*)

*Art moderne.* (Voir *Monuments historiques.*)

*Association.* (Voir *Pétrole.*)

*Association Colonies-Sciences* (Séance du 27 janvier 1939) . . . . . III 217

*Aviation.* (Voir *Moteur.*)

## B

*Barrage de Génissiat.* L'architecture du — — XI 495

*Barrage-réservoir.* Écoulement à l'aval d'un — — par L. ESCANDE (C. R. Ac. des Sc., 6 févr. 1939) V 334

*Bâtiment.* Les derniers décrets mettront-ils fin au marasme du —?, par L. BECHMANN (Com. des Constr. et Beaux-Arts, 28 févr. 1939) . . . III 206

— A propos de la crise du —. Comment revenir au loyer normal? Compensation et « allocations-logement », par L. BECHMANN (Com. des Constr. et Beaux-Arts, 21 mars 1939) . . . IV 267

### BIBLIOGRAPHIE

*Académie des Sciences* : 1° *Annuaire pour 1939;* — *Index bibliographique des membres correspondants de l' — — —, de 1666 à 1939.* . . . I-II 139

*Agronomie. Principes d' —* : t. I : *La dynamique du sol,* par A. DEMOLON . . . . . I-II 139

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Chemins de fer.* (Voir *Essieux.*)

*Colonies-Sciences. Congrès de la recherche scientifique dans les territoires d'outre-mer* (Exposition internationale de Paris, 1937). . . . . XI 529

*Electrochimie. L' — et l'électrométallurgie.* T. I : *Electrolyse*; T. II : *Fours électriques*, par A. LEVASSEUR . . . . . XI 529

*Electrométallurgie.* (Voir *Electrochimie.*)

*Essieux. Recherche des fissures dans les fusées d' —*, par LEBON. . . . . XI 530

*Fonderie. Dictionnaire international de — .* XI 527

*Interchangeabilité des pièces mécaniques lisses, coniques et filetées dans leur montage et leur fonctionnement*, publié sous la direction de J. DUPIN, par L. PÉPIN et A. PEYRATOUT. . . . . XI 531

*Métaux. La fatigue des —*, par R. CAZAUD et L. PERSOZ' . . . . . V 333

*Photographie. Histoire de la découverte de la —*, par G. POTONNIÉE . . . . . I-II 143

*Substances minérales.* Die Bergwirtschaft der Erde : Bodenschätze, Bergbau und Mineralien — versorgung der einzelnen Länder (*L'exploitation des richesses minérales dans le monde. Richesses du sol, industrie et production minières des différents pays*). par F. FRIEDENSBURG . . . . . I-II 141

*Turbine à vapeur. La — — moderne*, par E. A. KRAFT. Trad. de la 2e éd. de Die neuzeitliche Dampfturbine, par W. MACLOT . . . . . XI 525

*Blés.* La conservation des — en silos. Comm. par P. ROLLEY (Com. d'Agric., 7 déc. 1938) I-II 124

— Action des froids de décembre 1938 sur les — en terre, par CRÉPIN (Ac. d'Agric., 11 janv. 1939) V 336.

*Brais.* (Voir *Pétrole.*)

## C

*Cataracte.* Verres correcteurs pour les opérés de la —, par A. POLACK (C. R., 9 janv. 1939). III 215

*Cellule photoélectrique.* Nouveau type de — —, par G. DÉCHÊNE (C. R., 9 janv. 1939) . . . III 214

*Cémentites.* Nature et stabilité de quelques — spéciales, par A. PORTEVIN, P. BASTIEN et L. GUILLET fils (C. R., 30 janv. 1939) . . . III 217

*Chambre syndicale de l'Acétylène et de la Soudure autogène* et *Société des Ingénieurs soudeurs.* Assemblées générales et banquet annuel (Paris, 20 et 21 janv. 1939) . . . . . IV 274

*Changements d'états sous très hautes pressions.* Solidification des liquides. Réalisation expérimentale de la fusion du graphite sous une pression d'argon de 11 500 kg/cm², par J. BASSET (Soc. fr. de Physique, 20 janv. 1939) . . . III 220

*Châtaignes.* La désinfection des —, par P. VAYSSIÈRE (Com. d'Agric., 19 avril 1939) . . VI-VII 403

*Chaudière à vapeur.* (Voir *Réservoir soudé.*)

*Chaudronnerie.* La réglementation en matière de — soudée, par A. MAYER (Soc. des Ing. soudeurs, 20 janv. 1939) . . . . . V 338

*Chemins de fer français.* Comm. à la Soc. des Ing. civ. (séance du 24 fév. 1939) :

— Exposé général de la situation financière de la Soc. nat. des — — —, par LE BESNERAIS. V 335

— Sécurité et organisation des transports, par GOURSAT . . . . . V 335

— Trafics et tarifs, par BOYAUX . . . . . V 335

— Matériel moteur et matériel roulant; outillage, par J. LÉVY. . . . . V 335

— Entretien de la voie, par PORCHEZ. . . V 336

— Conclusions, par LE BESNERAIS . . . . V 336

*Chêne.* La disparition du — dans les forêts françaises, par J. DEMORLAINE (Com. d'Agric., 7 juin 1939) . . . . . XI 497

*Chimie.* (Voir *Palais de la Découverte.*)

*Chimie industrielle.* L'essor de la — —, de Frédéric Kuhlmann à Berthelot, par R. BERR . III 152

*Chimiothérapie.* Le traitement des maladies infectieuses par les remèdes chimiques. Résultats acquis en — bactérienne, par J. TRÉFOUËL: 5e Conférence Carrion (C. R. séance publ. du 23 mars 1939) . . . . . IV 259

— — (Mémoire) . . . . . V 277

*Chlorose calcaire.* Rôle de la transpiration et de l'anhydride carbonique dans l'étiologie de la — —, par J.-L. VIDAL (C. R., 3 janv. 1939) . III 214

*Cinématisme* et architecture. Décision du Conseil d'Administration de l'IRCAT prise dans sa séance du 19 juin 1939. . . . . XII 555

*Cinématographie.* La — du milliardième de seconde. Pression de détonation, par LIBESSART, CULMANN et L. SEGUIN (Soc. fr. de Photogr., 25 janv. 1939) . . . . . V 337

*Colonies.* L'établissement d'une économie impériale. Conf. par Ed. DU VIVIER DE STRELL (C. R. de la séance publ. du 16 mai 1939). . . VI-VII 352

— — (Mémoire). . . . . X 455

*Combustibles liquides.* (Voir *Pétrole.*)

*Commerce extérieur.* La Semaine française du — — (Paris, 22-27 mai 1939), par R. ARNAUD. XI 522

*Conducteurs électriques.* Institut de recherche et de coordination artistiques et techniques. Les caractéristiques à prescrire pour la sécurité des — —. Le « Pyroténax » . . . . . III 189

*Conifères.* La distinction des — de haute montagne. Comm. par J. DEMORLAINE (Com. d'Agr., 7 déc. 1938) . . . . . I-II 125

— Travaux de M. L. PARDÉ sur les —. Rapport, au nom du Com. d'Agric. (C. R. de l'Ass. gén, solenn., 11 mai 1939), par J. DEMORLAINE. VI-VII 376

*Construction métallique.* (Voir *Soudure autogène.*)

*Corrosion.* La lutte contre la —, par A. PORTEVIN (Com. des Arts chim., 14 avril 1939). VI-VII 398

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Côte française des Somalis.* Étude minéralogique de la — — — —, par E. de LA RÜE (C. R., 23 janv. 1939) . . . . . III 216

— La géologie de la — — — —, par E. de LA RÜE (C. R. Ac. des Sc., 6 févr. 1939) . . . . . V 334

*Cotonniers.* Les espèces, variétés et hybrides de —, spécialement les — d'origine asiatique cultivés en Afrique tropicale, par A. CHEVALIER (C. R., 3 janv. 1939). . . . . III 214

— Espèces, variétés et hybrides de — d'Amérique actuellement cultivés en Afrique tropicale; leur amélioration, par A. CHEVALIER (C. R., 23 janv. 1939) . . . . . III 216

— L'avenir de la culture cotonnière dans nos possessions et l'organisation des recherches scientifiques sur cette culture, par A. CHEVALIER (C. R., 30 janv. 1939). . . . . III 217

— L'avenir de la culture du — dans les colonies françaises. . . . . IV 253

## D

*Daltonisme.* Le — dans les arts graphiques, par G. DEGAAST (Soc. fr. de Photogr., 25 janv. 1939). V 337

*Découverte.* (Voir *Palais de la Découverte.*)

*Déshydrogénation catalytique* au moyen du nickel Raney ou ordinaire, par L. PALFRAY et S. SABETAY (C. R., 9 janv. 1939) . . . . . III 214

*Diapason.* Institut de Recherche et de Coordinations artistiques et techniques. Normalisation du —. Décision du Conseil d'Adm. de l'Ircat prise dans sa séance du 24 avril 1939 . . . V 309

## E

*Économie.* Les avantages et les inconvénients de l' — dirigée et de l'autarcie; les avantages et les inconvénients de l' — libérale. Conférence par C.-J. GIGNOUX (C. R. de la séance publ., 9 mai 1939) . . . . . VI-VII 351

— — (Mémoire). . . . . VI-VII 384

*Exploitations agricoles.* Conséquences de la diversité des — — françaises par H. HITIER (Com. d'Agric., 1er févr. 1939) . . . . . III 208

*Étalons internationaux.* Améliorations réalisées dans la définition des longueurs représentées par les — — et dans la comparaison de ces longueurs, par A. PÉRARD et Ch. VOLET (C. R., 23 janv. 1939) . . . . . III 216

*Ethylglycol.* Détermination des températures de congélation et des points d'ébullition, à pression réduite, des mélanges d' — et d'eau, par R. DELAPLACE et Ch. BÉCHARD (C. R. 9 janvier 1939) . . . . . III 214

*Exposition des Arts et Technique de Paris, 1937* (Voir *Palais de la Découverte.*)

## F

*Fédala,* par R. FÉAU . . . . . VIII-IX 433

*Fer.* La genèse des gisements de — de la rive droite du Fleuve Rouge (Tonkin), par J. HOFFET (C. R 9 janvier 1939) . . . . . III 215

— Origine et genèse du minerai de — oxfordien de Neuvizy (Ardennes), par A. BONTE (C. R. 6 février 1939) . . . . . V 334

*Feu.* Un nouveau périodique *Les arts du* —, par E. DAMOUR (Com. des Arts chim., 25 avril 1939). V 330

*Forages « rotary ».* Le matériel de — — à grande profondeur, par Ch. BIHOREAU (Com. des Arts écon., 9 février 1939) . . . . . III 209

*Forêts.* (Voir *Chênes.*)

*Foudre.* La répartition des points de chute de la — dans le Gers, par C. DAUZÈRE (C. R., 9 janvier 1939) . . . . . III 215

## G

*Gaz de combat.* La détection des — — — au moyen d'avertisseurs électrochimiques. Com. de J.-E. GABREAU (C. R. séance publ., 5 novembre 1938) . . . . . I-II 108

*Générateur à haute tension.* Réalisation d'un — — — — et à grand débit, par A. RASKIN (C. R., 16 janvier 1939) . . . . . III 215

*Glucinium.* L'émission secondaire du —, par R. WARNECKE et Mlle M. LARTIE (C. R., 6 février 1939) . . . . . V 334

## H

*Habitations à bon marché.* Les —, par Georges RISLER (Com. de Commerce, 4 mai 1939) VI-VII 401

*Huiles de graissage.* (Voir *Pétrole.*)

*Hydrocarbures.* La combustion des mélanges d' —. Mélanges de décahydronaphtalène et de tétrahydronaphtalène, par P. DUMANOIS, G. RETENAUER et M. PRETTRE (C. R., 30 janvier 1939). III 217

*Hydrogénation.* Application du nickel de Raney à l' — de quelques acides à noyau furanique, par R. PAUL et G. HILLY (C. R., 30 janvier 1939) . . . . . III 217

## I

*Industrie.* Le rôle du chef d' —. Conf. par Jean MERSCH (C. R. de la séance publ. du 23 mai 1939) . . . . . VI-VII 353

— — (Mémoire) . . . . . XI 519

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Industries mécaniques.* (Voir *Métrologie.*)

*Institut de recherche et de coordination artistiques et techniques* (IRCAT). Voir *Architecture, Cinématisme. Diapason, Meuble, Réservoirs d'eau). Irrigation.* L' — souterraine, par BLANC (Ac. d'Agric., 11 janvier 1939) . . . . . V 336

## J

*Jet gazeux.* Procédé de mesure de la vitesse du front d'un — —, par O. YADOFF (C. R., 9 janvier 1939) . . . . . III 214

— Mesure de la réaction d'un — — par la pression qu'il exerce sur un disque, par V. PLATOFF (C. R., 23 janvier 1939) . . . . . III 216

## L

*Lumière.* « Le Tour de France de la — ». Conf. par J. MAISONNEUVE (Mémoire) . . . . . III 175

— La diffusion moléculaire de la — au voisinage du rayon directement transmis, par M. VACHER (Soc. fr. de Physique, 20 janvier 1939) . . . . . III 220

## M

*Machine agricole.* Les salons de la — — de Paris, par A. VILLARD (Com. d'Agric., 19 avril 1939) . . . . . X 478

*Maison sociale de Creil.* L'œuvre de la — — —. Rapport, au nom du Com. de Commerce (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), par Georges RISLER . . . . . VI-VII 379

*Maladies professionnelles.* Décret du 9 décembre 1938 sur les — —, par le Dr R. NEVEU (Com. des Arts écon., 12 janvier 1939) . . . . . IV 262

*Matériel.* Remplacement du — et de l'outillage, par B. LÉON-DUFOUR . . . . . III 186

*Matières plastiques.* Exposition des applications artistiques françaises de l'industrie des — organisée par la Société d'Encouragement . VI-VII 341

— — Compte rendu, par Claude MAGNE VIII-IX 407

— Concours de projets à exécuter en — VI-VII 345

*Mécanique de précision.* L'activité du groupe « — et Métrologie » (Com. des Arts méc., 8 novembre 1939) . . . . . XII 562

*Mécanismes.* Etude d'une famille de — propres à donner un mouvement varié, par Pierre MASSOT (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939) VI-VII 360

— — (Mémoire) . . . . . XI, 499 et XII 563

*Métallurgie.* Les travaux de — de M. A. SOURDILLON. Rapport, au nom du Com. des Arts chim. (C. R. Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), par L. GUILLET . . . . . VI-VII 372

*Métrologie.* L'essor de la — dans les industries mécaniques, par P. NICOLAU (Com. des Arts méc., 18 avril 1939) . . . . . V 325

— (Voir *Mécanique de précision.*)

*Meuble.* Programme de rénovation de l'industrie du —, présenté par L. JALLOT et A. DOMIN. Décision du Conseil d'Admin. de l'IRCAT prise dans la séance du 19 juillet 1939 . . . . . X 482

*Microbiologie.* (Voir *Palais de la Découverte.*)

*Molybdates ammoniacaux.* Application de la méthode conductimétrique au dosage simultané de l'acide molybdique et de l'ammoniaque dans les — —, par Mme SOUBAREW-CHATELAIN (C. R., 9 janvier 1939) . . . . . III 214

*Monuments historiques.* L'art moderne dans les — —. Vœu de la Société de l'Art appliqué aux Métiers (Com. des Constr. et Beaux-Arts, 17 janvier 1939) . . . . . III 206

*Moteurs à combustion interne.* L'injection d'essence dans les — — — —. Com. par A. LABARTHE (C. R. séance publ., 19 janv. 1939). III 199

— — (Mémoire) . . . . . IV 221

*Moteurs d'aviation.* L'amélioration des — — vue d'un laboratoire d'essais. Comm. par R. COMBES (C. R. séance publ., 23 février 1939) . . . III 204

— — (Mémoire) . . . . . IV 226

— Travaux relatifs au — à combustible lourd, de P. CLERGET. Rapport, au nom du Com. des Arts méc. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), par P. DUMANOIS . . . . VI-VII 357

— Travaux de M. Georges LEHR sur les —, rapport, au nom du Com. des Arts méc. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), par P. DUMANOIS . . . . . VI-VII 370

## N

*Nappe phréatique de l'Eure,* par LAFERRIÈRE (Ac. d'Agric., 11 janvier 1939) . . . . . V 336

*Nécrologies* : M. Louis BACLÉ . . . . . I-II 111

M. Lucien DELLOYE . . . . . III, 195 et IV 244

M. Paul SÉJOURNÉ . . . . . III, 195 et IV 247

*Nématodes.* Formation et fonctionnement des pièges de champignons prédateurs de —, par J. COMANDON et P. de FONBRUNE (C. R., 23 janvier 1939) . . . . . III 216

*Nickel.* Les amalgames de —, par J. BOUGAULT, E. CATTELAIN et P. CHABRIER (C. R., 16 janvier 1939) . . . . . III 215

*Nivellements.* Caractères des erreurs affectant les —, par J. VIGNAL (C. R., 30 janvier 1939) III 217

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## O

*Océanographie.* Recherches océanographiques de surface à bord du navire pétrolier *Emile Miguet*, par J. ROUCH . . . . . VIII-IX 447
*Or.* — Le Comité de l' —, par F. BLONDEL (Com. de Comm., 4 mai 1939) . . . . . V 324
*Outillage.* (Voir *Matériel.*)

## P

*Palais de la Découverte.* Introduction, par Albert PORTEVIN . . . . . XI 485
— La physique au — — —, par J. SURUGUE XI 487
La chimie au — — —, par A. LEROY . . XII 534
La microbiologie au — — —, par A DOMART XII 545
*Pétrole.* Communications à la Soc. des Ing. civils. (Séances des 27 janv. et 10 fév. 1939) :
— L'industrie du — dans le monde, par E. MERCIER. . . . . III 218
— L'industrie du raffinage du — et sa récente évolution en France, par X. NORMAND . . . III 218
— Les combustibles liquides, but essentiel de l'industrie du —, par P. DUMANOIS. . . . . III 219
— Les combustibles, les huiles de graissage et les brais, du point de vue du producteur et du consommateur, par J. ANDRÉ . . . . . III 219
— Distillation, craquage, reforming. Grandes unités combinées, par MINARD . . . . . III 219
— Les synthèses chimiques dans l'industrie du —, par J. BARBIÈRE. . . . . III 219
— La formation des cadres d'ingénieurs et la recherche scientifique appliquée au —, par H. WEISS . . . . . III 219
— Conclusion, par L. PINEAU . . . . . III 219
— Association française de Techniciens du —, (Banquet annuel, Paris, 4 février 1939). . . V 330
*Photographie.* Célébration du centenaire de la —. (Paris, 7 janvier 1939), par E. LEMAIRE. I-II 127
— — Discours de M. Paul VALÉRY. . . . I-II 130
— La — en couleurs des vitraux, par QUIÉVREUX (Soc. fr. de Photogr., 22 février 1939) . . . V 338
— Voir *Bibliographie.*
*Phtaléine.* Propriétés de la — du phénol vitreuse, par E. RENCKER (C. R., 16 janvier 1939) . . III 215
*Physique* (Voir *Palais de la Découverte*).
*Pôle Nord.* L'expédition Papanine au — —, par J. ROUCH . . . . . I-II 103
*Pomme de terre.* Influence de l'altitude sur la biologie de la — — —, par E. MIÈGE (C. R., 3 janvier 1939) . . . . . III 214
— Influence du superphosphate sur la maladie des taches brunes de la — — —, par le comte RŒDERER (Ac. d'Agric., 11 janvier 1939) . . V 336
*Prix.* La réglementation actuelle des —, par R. ARNAUD. . . . . IV 250
*Puits artésiens.* Surface piézométrique d'une nappe aquifère alimentant un nombre quelconde — —, par R. HUMERY (C. R., 16 janv. 1939) III 215
*Puits filtrants.* Nouvelles formules pour le débit des nappes, par VIBERT (C. R., 6 février 1939). V 334
*Pyroténax.* (Voir *Conducteurs électriques.*)

## R

*Réservoirs d'eau.* Modèles de — —. Décision du Conseil d'Admin. de l'Ircat prise dans la séance du 19 juin 1939) . . . . . X 481
*Réservoir soudé.* Construction d'un — — de grande chaudière à vapeur timbrée à 100 hpz, par Jean LOUIS (Com. des Arts méc., 7 mars 1939) IV 269

## S

*Salon des Arts ménagers.* (Paris, 26 janvier. — 12 février 1939) : La technique au — — —, par Ch. WALCKENAER . . . . . V 299
— L'art au — — —, par Jean FRESSINET. . V 318
*Scaphandre léger.* Appareils permettant la vie sous-marine notamment en — —. Communication du cdt Yves LE PRIEUR (C. R. Ass. génér., 10 décembre 1938). . . . . I-II 120
*Schistes.* (Voir *Ammoniaque*).
*Société chimique de France.* Séance du 13 janvier 1939 . . . . . V 336
*Société de Chimie industrielle.* Séance du 1er février 1939 . . . . . III 220
*Société de Géographie.* Séance du 13 janvier 1939 V 338
*Société des Ingénieurs civils de France.* Séances des 13 et 27 janvier et 10 février 1939 . . . III 218
— Séance du 24 février 1939 . . . . . V 335
*Société des Ingénieurs soudeurs.* Séance du 20 janvier 1939 . . . . . V 338
— Voir *Chambre syndicale*)
*Société française de Photographie et de Cinématographie.* Séances des 25 janvier et 22 février 1939 . . . . . V 337
*Société française de Physique.* Séance du 20 janvier 1939 . . . . . III 220
*Société industrielle de Saint-Quentin et de l'Aisne.* Distribution solennelle des prix et des récompenses (Saint-Quentin, 19 mars 1939) . . . IV 275
*Société industrielle de Rouen.* Distribution solennelle des récompenses (Rouen, 7 mai 1939) VI-VII 397
*Sologne.* Recherches sur les améliorations foncières en —, Comm. par P. ROLLEY (Com. d'Agr., 7 déc. 1938) . . . . . I-II 126

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La — — dans la construction métallique. Conf. par H. GERBEAUX (Mémoire) . . . . . I-II 33

Le contrôle des —. Conférence par A. LEROY (Mémoire) . . . . . I-II 79

*Sud algérien* (Voir *Tunisie*).

*Soudure*. Travaux de M. A. LEROY sur la —. Rapport, au nom du Com. des Arts chim. (C. R. de l'Ass. gén. solenn. du 11 mai 1939), par A. PORTEVIN . . . . . VI-VII 371

*Soudures à l'arc*. Contribution à l'étude des tensions et des retraits dans les structures soudées à l'arc, par R. SARAZIN (Soc. des Ing. soudeurs, 20 janvier 1939) . . . . . V 338

*Soudure autogène*. L'évolution d'un procédé d'assemblage, la — —. Conf. par R. GRANJON (Mémoire) . . . . . I-II 17

## T

*Tunisie*. La situation en — et dans le Sud-Algérien. La défense de l'Empire, par L. LAMOUREUX (Associ. Colon. — Sciences, 27 janvier 1939). III 217

## V

*Végétaux*. IIIe Journal de la défense sanitaire des —, par P. VAYSSIÈRE (Com. d'Agric., 1er mars 1939) . . . . . IV 266

*Verres*. Influence de la trempe sur la densité — borosodiques, par FOËX (C. R., 23 janvier 1939) . . . . . III 216

— Voir *Cataracte*.

## Z

*Zuyderzee*. La continuation des travaux d'assèchement du —, par K. JANSMA (Soc. de Géographie, 13 janvier 1939) . . . . . V 338

*L'agent général, gérant,*
E. LEMAIRE.

Imprimé en France par BRODARD ET TAUPIN, Coulommiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires