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

Titre général : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre du volume : 1922. 1er et 2e semestre

Mots-clés : Progrès scientifique et technique ; Innovations * France * 1900-1945
Description : 1033 p. : ill.  ; 26 cm
Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1922
Cote de l'exemplaire : BSPI. 136

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.136

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 6/11/2009

BSPI-136

# BULLETIN

DE LA

# SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

# L'INDUSTRIE NATIONALE

PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DES SECRÉTAIRES DE LA SOCIÉTÉ

MM. H. HITIER & P. TOULON

---

**1922**

---

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

PARIS

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

—

1922

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ

ET

## RÉDACTION DU BULLETIN

Communications, dépôts, renseignements, abonnements au *Bulletin*, annonces,
de 14 h. à 16 h.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# 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 1922

### MEMBRES TITULAIRES

**Bureau.**

Année de l'entrée au Conseil.

*Président.*

1900. — BACLÉ (O. ✲), Ingénieur civil des Mines, 57, rue de Châteaudun (9e arrt).

*Vice-présidents.*

1901. — RATEAU (O. ✲), membre de l'Institut, ancien Ingénieur au Corps des Mines, 10 *bis*, avenue Élisée-Reclus (7e arrt).

1897. — LYON (O. ✲), directeur de la fabrique de pianos Pleyel, Lyon et Cie, 22, rue Rochechouart (9e arrt).

1907. — MESNAGER (O. ✲), membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 182, rue de Rivoli (1er arrt).

1899. — RAPHAËL-GEORGES LÉVY (O. ✲), sénateur, membre de l'Institut, 3, rue de Noisiel (16e arrt).

*Secrétaires.*

1901. — HITIER (Henri) (✲), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, 6, rue du Général-Foy (8e arrt).

1900. — TOULON (Paul) (✲), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef honoraire des Chemins de fer de l'État, 106 *bis*, rue de Rennes (6e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

*Trésorier.*

1906. — ALBY (O. ✲), ancien Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 55, boulevard Lannes (16e arrt).

*Censeurs.*

1884. — BORDET (✲), ancien Inspecteur des Finances, administrateur de la Compagnie de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, 181, boulevard Saint-Germain (7e arrt).

1866. — TISSERAND (Eugène) (G. C. ✲), membre de l'Institut et de l'Académie d'Agriculture, directeur honoraire de l'Agriculture, Conseiller Maître honoraire à la Cour des Comptes, 17, rue du Cirque (8e arrt).

**Commission des Fonds.**

1884. — BORDET (✲), ancien Inspecteur des Finances, administrateur de la Compagnie de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, *Président*, boulevard Saint-Germain, 181 (7e arrt).

1876. — PEREIRE (Henry), Ingénieur des Arts et Manufactures, vice-président de la Compagnie des Chemins de fer du Midi, boulevard de Courcelles, 33 (8e arrt).

1888. — FOURET (O. ✲), ancien examinateur d'admission à l'École polytechnique, avenue Carnot, 4 (17e arrt).

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

1892. — HEURTEAU (O. ✲), Ingénieur en chef des Mines, directeur honoraire de la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans, rue de Clichy, 17 (9e arrt).

1900. — LAVOLLÉE (J.) (✲), avocat à la Cour d'Appel, 88, boulevard Malesherbes (8e arrt).

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

1906. — ALBY (O. ✲), ancien Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 55, boulevard Lannes (16e arrt).

1908. — BIVER (Comte), Ingénieur des Arts et Manufactures, 14, rue de Prony (17e arrt).

**Comité des Arts mécaniques.**

1905. — BERTIN (C. ✲), membre de l'Institut, *Président*, 8, rue Garancière (6e arrt).

1891. — SAUVAGE (O. ✲), Inspecteur général des Mines, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, rue Eugène-Flachat, 14 (17e arrt).

1897. — BARBET (O. ✲), ingénieur, 47, rue de Liége, Paris (8e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1897. — DILIGEON (✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, conseiller du Commerce extérieur, 23 *bis*, avenue Niel (17e arrt).

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

1900. — WALCKENAER (O. ✻), Inspecteur général des Mines, 218, boulevard Saint-Germain (7e arrt).

1901. — RATEAU (O. ✻), membre de l'Institut, ancien ingénieur au Corps des Mines, 10 *bis*, avenue Élisée-Reclus (7e arrt).

1906. — LECORNU (O. ✻), membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, professeur à l'Ecole polytechnique, 3, rue Gay-Lussac (5e arrt).

1911. — LEBLANC (Maurice) (O. ✻), membre de l'Institut, ingénieur, 1, boulevard Montmorency (16e arrt).

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

1914. — SALOMON (Louis) (O. ✻), ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, Ingénieur en chef honoraire du Matériel et de la Traction des Chemins de fer de l'Est, 175, rue du Faubourg-Poissonnière (9e arrt).

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

1917. — ARBEL (Pierre) (C. ✻), administrateur-délégué de la Société des Forges de Douai, 103, avenue Henri-Martin (16e arrt).

1918. — GUILLERY, ingénieur, directeur des Établissements Malicet et Blin, 111, rue de Flandre (19e arrt).

1922. — KŒNIGS (Gabriel) (✻), membre de l'Institut, directeur du Laboratoire de Mécanique de la Sorbonne, 77, rue du Faubourg-Saint-Jacques (14e arrt).

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

**Comité des Arts chimiques.**

1885. — LE CHATELIER (Henry) (C. ✻), membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, professeur à la Faculté des Sciences, *Président*, rue Notre-Dame-des-Champs, 75 (6e arrt).

1885. — APPERT (Léon) (O. ✻), ingénieur-manufacturier, 148, boulevard Haussmann (8e arrt).

1898. — LIVACHE, Ingénieur civil des Mines, 24, rue de Grenelle (7e arrt).

1900. — BACLÉ (O. ✻), Ingénieur civil des Mines, 57, rue de Châteaudun (9e arrt).

1903. — HALLER (G. O. ✻), membre de l'Institut et de l'Académie d'Agriculture, professeur à la Faculté des Sciences, 10, rue Vauquelin (5e arrt).

1905. — PRUD'HOMME (✻), chimiste, ancien élève de l'École polytechnique, 78, avenue de la Grande-Armée (17e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1907. — GUILLET (O. ✲), ingénieur, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers et à l'École centrale des Arts et Manufactures, 8, avenue des Ternes (17e arrt).

1908. — BERTRAND (Gabriel) (O. ✲), professeur à la Faculté des Sciences et à l'Institut Pasteur, 61, boulevard des Invalides (7e arrt).

1911. — TRILLAT (A.) (O. ✲), chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, 25, rue Dutot (15e arrt).

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

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

1914. — GALL (Henry) (✲), ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, administrateur délégué de la Société d'Électrochimie, président de la Société des Carbures métalliques, 2, rue Blanche (9e arrt).

1915. — PAGÈS (Albert) (✲), ancien président du Syndicat général des Produits chimiques, 34, boulevard Henri-IV (4e arrt).

1917. — CHESNEAU (Gabriel) (O. ✲), Inspecteur général des Mines, directeur de l'Ecole nationale supérieure des Mines, 60, boulevard Saint-Michel (6e).

1921. — CHARPY (Georges) (✲), membre de l'Institut, professeur à l'École nationale supérieure des Mines, 123, rue de Lille (7e arrt).

1922. — MALLET (Paul), Ingénieur des Arts et Manufactures, 10, rue de Milan (9e arrt).

### Comité des Arts économiques.

1876. — SEBERT (Général H.) (C. ✲), membre de l'Institut, *Président*, rue Brémontier, 14 (17e arrt).

1897. — LYON (O. ✲), directeur de la fabrique de pianos Pleyel, Lyon et Cie, 22, rue Rochechouart (9e arrt).

1900. — TOULON (Paul) (✲), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef honoraire des Chemins de fer de l'État, 106 *bis*, rue de Rennes (6e arrt).

1902. — HILLAIRET (✲), ingénieur-constructeur, 22, rue Vicq-d'Azyr (10e arrt).

1907. — BERTHELOT (Daniel), membre de l'Institut, 168, boulevard Saint-Germain (6e arrt).

1909. — BORDAS (Dr F.) (C. ✲), professeur suppléant au Collège de France, 58, rue Notre-Dame-des-Champs (6e arrt).

1909. — RENARD (Paul) (O. ✲), lieutenant-colonel du Génie territorial, 8 *bis*, rue de l'Eperon (6e arrt).

1910. — MARRE (O. ✲), ingénieur-mécanicien, 72, boulevard de Courcelles (17e arrt).

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1915. — ARNOULD (Pierre) (O. ✲), ingénieur-conseil, commissaire expert du Gouvernement pour l'examen des contestations en douane, 31, rue Bonaparte (6e arrt).

1916. — LEGOUEZ (Raynald) (O. ✲), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 25, rue Molitor (16e arrt).

1917. — ZETTER (Charles) (✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, 49, rue Maubeuge (9e arrt).

1919. — DELAGE (✲), lieutenant de vaisseau, directeur de la Société Nieuport, 46, boulevard Gallieni, à Issy-les-Moulineaux (Seine).

1919. — REY (Jean) (O. ✲), Ingénieur civil des Mines, associé gérant de la maison Sautter-Harlé et Cie, 26, avenue de Suffren (15e arrt).

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

1922. — FERRIÉ (Général G. A.) (O. ✲), Inspecteur général de la Télégraphie militaire, 23, boulevard du Montparnasse (6e arrt).

### Comité d'Agriculture.

1866. — TISSERAND (Eug.) (G. C. ✲), membre de l'Institut et de l'Académie d'Agriculture, directeur honoraire de l'Agriculture, Conseiller Maître honoraire à la Cour des Comptes, *Président*, rue du Cirque, 17 (8e arrt).

1896. — LINDET (C. ✲), membre de l'Institut et de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, 108, boulevard Saint-Germain (6e arrt).

1901. — RINGELMANN (O. ✲), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, directeur de la Station d'Essais de Machines, 2, avenue de Saint-Mandé (12e arrt).

1901. — HITIER (Henri) (✲), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, 6, rue du Général-Foy (8e arrt).

1905. — SCHRIBAUX (E.) (O. ✲), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, 140 *bis*, rue de Rennes (6e arrt).

1905. — DYBOWSKI (O. ✲), Inspecteur général de l'Agriculture coloniale, membre de l'Académie d'Agriculture, 4, rue de Fontenay, à Nogent-sur-Marne (Seine).

1906. — GIRARD (A.-Ch.) (O. ✲), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'Institut national agronomique, 60, rue Madame (6e arrt).

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

1907. — DABAT (G. O. ✲), conseiller d'État, membre de l'Académie d'Agriculture, directeur général des Eaux et Forêts, 48, boulevard de La-Tour-Maubourg (7e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1915. — PLUCHET (Émile) (✻), ancien président de la Société des Agriculteurs de France, membre de l'Académie d'Agriculture, régent de la Banque de France, 5, rue d'Estrées (7e arrt).

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

1917. — HITIER (Joseph) (✻), professeur à la Faculté de Droit et à l'Institut national agronomique, 19, rue Servandoni (6e arrt).

1917. — MANGIN (Louis) (O. ✻), membre de l'Institut et de l'Académie d'Agriculture, directeur du Muséum national d'Histoire naturelle, 57, rue Cuvier (5e arrt).

1917. — MOUSSU (✻), membre de l'Académie d'Agriculture, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort, à Alfort (Seine).

1921. — PETIT (Henri) (✻), membre de l'Académie d'Agriculture, agriculteur, 3, rue Danton, (6e arrt).

N...

### Comité des Constructions et Beaux-Arts.

1899. — LARIVIÈRE (Pierre) (✻), Ingénieur civil des Mines, *Président*, 164, quai Jemmapes (10e arrt).

1898. — BONAPARTE (Prince Roland), membre de l'Institut, 10, avenue d'Iéna (16e arrt).

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

1903. — MOREAU (Auguste) (✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, ingénieur-architecte (constructions industrielles, distributions d'eau), 49, rue des Batignolles (17e arrt).

1907. — MESNAGER (A.) (O. ✻), membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, 182, rue de Rivoli (1er arrt).

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

1908. — BOURDEL (Joseph) (O. ✻), imprimeur-éditeur, ancien juge au Tribunal de Commerce, 10, rue Garancière (6e arrt).

1908. — D'ALLEMAGNE (Henri) (✻), archiviste-paléographe, bibliothécaire honoraire de l'Arsenal, 30, rue des Mathurins (8e arrt).

1911. — BERTRAND DE FONTVIOLANT (✻), professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, 167, avenue de Wagram (17e arrt).

1913. — HACHETTE (André), secrétaire de la Société française de Photographie, 2, Square de Luynes (7e arrt).

1915. — ESPITALLIER (O. ✻), lieutenant-colonel, ancien professeur de constructions à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie, 73, rue du Cardinal-Lemoine (5e arrt).

1915. — BODIN (O. ✻), ingénieur, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures, 50, rue Saint-Ferdinand (17e arrt).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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

1919. — MAGNE (Marcel) (✲), professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, 34, quai de Béthune (4e arrt).

1919. — BECHMANN (Georges) (C. ✲), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, en retraite, 52, avenue Victor-Hugo (16e arrt).

N...

### Comité de Commerce.

1892. — GRUNER (E.) (O. ✲), Ingénieur civil des Mines, vice-président du Comité central des Houillères de France, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, *Président*, 60, rue des Saints-Pères (7e arrt).

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

1897. — DUPUIS (✲), Ingénieur civil des Mines, 18, avenue Jules-Janin (16e arrt).

1899. — LÉVY (Raphaël-Georges) (O. ✲), sénateur, membre de l'Institut, 3, rue de Noisiel (16e arrt).

1910. — ALFASSA (Maurice), Ingénieur civil des Mines, 15, rue Soufflot (5e arrt).

1910. — RISLER (Georges) (C. ✲), président de l'Union des Sociétés de Crédit immobilier de France et d'Algérie, président de la Société centrale de Crédit immobilier et de la Société des Habitations ouvrières de Passy-Auteuil, membre du Comité permanent du Conseil supérieur des Habitations à bon marché, 115, avenue des Champs-Elysées (8e arrt).

1911. — CARMICHAEL (Robert S.) (O. ✲), filateur et tisseur de jute, 4, rue Saint-Florentin (1er arrt).

1913. — ROY (Ferdinand) (O. ✲), négociant, membre du Comité consultatif des Arts et Manufactures, 24, place Malesherbes (17e arrt).

1913. — RICHEMOND (Pierre) (O. ✲), ingénieur-constructeur, 52, avenue Edouard-Vaillant, à Pantin (Seine).

1915. — DE ROUSIERS (Paul) (✲), professeur à l'École des Sciences politiques, 19, rue de Bourgogne (7e arrt).

### Commission du Bulletin.

HITIER, TOULON, *secrétaires*; LAFOSSE, FOURET, SAUVAGE, MASSON, PRUD'HOMME, LIVACHE, SEBERT, ARNOULD, LINDET, RINGELMANN, LARIVIÈRE, BOURDEL, DE ROUSIERS, DUPUIS.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

### Agent général de la Société.

LEMAIRE (Eugène), Ingénieur des Arts et Manufactures, 44, rue de Rennes (6e arrt). — Téléphone : Saxe. 29.75.

## MEMBRES HONORAIRES DU CONSEIL

*Présidents honoraires de la Société.*

Année de l'entrée au Conseil.

1866. — TISSERAND (Eugène) (G. C. ✲), membre de l'Institut 17, rue du Cirque (8e arrt).

1869. — HATON DE LA GOUPILLIÈRE (G. C. ✲), membre de l'Institut, président honoraire de la Société et du Comité des Arts mécaniques, 56, rue de Vaugirard (6e arrt).

### Comité des Arts mécaniques.

1895. — BOURDON (Édouard) (O. ✲), constructeur-mécanicien, rue du Faubourg-du-Temple, 74 (11e arrt).

### Comité des Arts chimiques.

1889. — VIEILLE (G. O. ✲), membre de l'Institut, 16, avenue Pierre-Ier-de-Serbie (16e arrt).

### Comité des Arts économiques.

1883. — BARDY (O. ✲), directeur honoraire du Service scientifique des Contributions indirectes, 32, rue du Général-Foy (8e arrt).

1893. — VIOLLE (C. ✲), membre de l'Institut, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, 89, boulevard Saint-Michel (5e arrt).

1903. — PEROT (✲), professeur à l'École polytechnique, 16, avenue Bugeaud (16e arrt).

## MEMBRES CORRESPONDANTS

### Comité des Arts mécaniques.

*Correspondants français.*

Année de la nomination

1913. — LEFLAIVE (Joseph), ancien Ingénieur de la Marine, gérant des Etablissements Leflaive et Cie, La Chaléassière, Saint-Etienne (Loire).

1913. — SCHUBERT (Adrien) (✲, ⌛, ⚙), Ingénieur des Arts et Manufactures, de la maison F. Bapterosses et Cie, 6, rue Fourcroy, Paris (17e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination

1919. — BOUCHAYER (Auguste). Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur-délégué des Etablissements Bouchayer et Viallet à Grenoble, Corenc (Isère).

### Comité des Arts chimiques.

*Correspondants français*

1919. — BOYOUD (Émile) (✱), Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur général de la Compagnie des Produits chimiques d'Alais et de la Camargue, 126, rue La-Boétie, Paris (8e).

1919. — JOSSIER (Gabriel) (✱), Ingénieur des Arts et Manufactures, président de la Chambre syndicale des Cuirs et Peaux de Paris, 19, rue Béranger, Paris (3e).

1919. — MICHELIN (André) (✱), Ingénieur E.C.P., de la maison Michelin et Cie, président de l'Aéro-Club de France, membre du Conseil de Direction du Comité français des Expositions, membre du Conseil supérieur de la Natalité, membre du Comité des Travaux publics pour l'Amélioration du Réseau routier, 105, boulevard Pereire, Paris (17e).

1919. — SCHEURER (A.), secrétaire-président du Comité de Chimie de la Société industrielle de Mulhouse, Bitschwiller-Thann (Haut-Rhin).

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

*Correspondants étrangers.*

SOLVAY (Ernest), Ministre d'État de Belgique, industriel, 43, rue des Champs-Élysées, Bruxelles (Belgique).

1906. — HADFIELD (Sir Robert Abbott), membre de la Royal Society, D. Sc., D. Met., Steel Manufacturer, 22, Carlton House Terrace, London, S. W. 1 (Angleterre).

1906. — HOWE (Henry M.), professeur de métallurgie, Broad, Brook Road, Bedford Hills, New-York (U. S. A.).

1914. — NICHOLS (H. William), Sc. D., H. D., Commandatore Crown of Italy, Chev. order S. S. Mauvezie et Lazare, chemist, chairman of Board Allied Chemical and Dye Corporation, 61, Broadway, New-York (U. S. A.).

### Comité des Arts économiques.

*Correspondants français.*

LOREAU, conseiller général du Loiret, manufacturier, Briare (Loiret).

1919. — CHAUVEAU (Dr Claude) (✱), sénateur, docteur-médecin, 225, boulevard Saint-Germain, Paris (7e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination

1919. — FÉROL (Comte Jean-Émile de), administrateur-délégué de la Société française d'Incandescence par le Gaz (Système Auer), 21, rue Saint-Fargeau, Paris (20e).

1919. — LEBEUF (Auguste) (✻, I. ⊛), correspondant de l'Institut et du Bureau des Longitudes, professeur d'astronomie et directeur de l'Observatoire, Université de Besançon, Besançon (Doubs).

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

*Correspondants étrangers.*

1890. — ELIHU-THOMSON (O. ✻), A. M. (Yale University), D. Sc. (Haward University), Consulting Engineer, Electrician, Member of Corporation, Mass. Institute of Technology, Cambridge, Mass., General Electric Company, Lynn, Mass., 22, Monument Avenue, Swampscott, Mass. (U. S. A.).

1913. — GUILLAUME (Charles-Édouard) (O. ✻), correspondant de l'Institut de France, (prix Nobel), physicien, directeur du Bureau international des Poids et Mesures, Pavillon de Breteuil, Sèvres (Seine-et-Oise).

1914. — KAMERLINGH ONNES (Heike), chevalier du Lion néerlandais, docteur ès sciences physiques et mathématiques, (prix Nobel), membre correspondant de l'Académie des Sciences de Paris, professeur de physique expérimentale et directeur du Laboratoire de Physique (laboratoire cryogénique) de l'Université de Leyde, Huize ter Wetering Haagweg 49, Leyde (Pays-Bas).

1919. — EMPAIN (Général baron), 33, rue du Congrès, Bruxelles (Belgique), et 50, rue de Lisbonne, Paris (8e).

1920. — TZITZEICA (Georges), commandeur de la Couronne de Roumanie, docteur ès sciences de Paris, membre de l'Académie roumaine, secrétaire général de la Société roumaine des Sciences, membre du Conseil permanent de l'Instruction publique, doyen de la Faculté des Sciences de Bucarest, 82, Strada Dionisie, Bucarest (Roumanie).

1920. — TORRES Y QUEVEDO, membre de l'Académie royale des Sciences de Madrid, directeur du Laboratorio de Automatica de Madrid, membre correspondant de l'Institut de France, Valgame Dios, 3, Madrid (Espagne).

**Comité d'Agriculture.**

*Correspondants français.*

1890. — MILLIAU (Ernest), correspondant de l'Académie d'Agriculture, directeur du Laboratoire d'Essais techniques, 30, rue Sainte, Marseille (Bouches-du-Rhône).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination

1891. — BRIOT (Félix) (O. ✲, C. ⛃, I ⚙), membre correspondant de l'Académie d'Agriculture, conservateur des Eaux et Forêts, en retraite, administrateur-délégué de la Société française d'Économie alpestre, 12, rue Nézin, Chambéry (Savoie).

1907. — MONICAULT (Pierre de) (⛃), Ingénieur-agronome, membre de l'Académie d'Agriculture, agriculteur, 9, rue Jean-Goujon, Paris (8e), et à Versailleux (Ain).

1919. — CHERVIN (Pierre) (O. ⛃, ⚙), administrateur du Jardin d'Essai du Hamma et Stations annexes, sous-directeur au gouvernement général de l'Algérie, Direction de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation, à Alger (Algérie).

1919. — FAUCON (Paul), membre de l'Académie d'Agriculture et du Conseil supérieur de l'Agriculture, 16, rue Lagrange, Paris (5e), et à La Fauconnerie (Tunisie).

1919. — GIRARD (Henry) (✲, ⛃), membre du Conseil supérieur de l'Agriculture, correspondant de l'Académie d'Agriculture, vice-président de la Société des Agriculteurs de l'Oise, agriculteur, éleveur, Domaine de Bertrandfosse, Plailly (Oise).

1919. — GOUIN (André) (✲), membre non résidant de l'Académie d'Agriculture, président du Comice agricole de Vertou, agriculteur, Château des Montys, par Haute-Goulaine (Loire-Inférieure).

1919. — HELOT (Jules) (O. ✲), président de la Chambre de Commerce de Cambrai, membre de l'Académie d'Agriculture, fabricant de sucre, 6, rue de l'Épée, Cambrai (Nord).

1919. — MENNESSON (Constantin) (✲), président de la Chambre syndicale des Producteurs français de graines de betteraves à sucre, membre du Conseil supérieur des Stations agronomiques et des Stations agricoles, agriculteur et distillateur, ancien fabricant de sucre, 8, rue Brémontier, Paris (17e), et à Lizy par Anizy-le-Château (Aisne).

1919. — POTIN (Julien) (O. ✲), président de la Société Potin et Cie, 103, boulevard Sébastopol, Paris, industriel, 9, boulevard Richard-Wallace, Neuilly-sur-Seine (Seine).

1919. — SIMON (Albert) (O. ✲, C. ⛃, Ⓜ), président de la Chambre de Commerce de Cherbourg, administrateur-délégué de la Banque de France, président du Conseil d'administration de la Société anonyme des Établissements Simon frères à Cherbourg, industriel, 45, rue de l'Alma, Cherbourg (Manche).

### Comité des Constructions et Beaux-Arts.

*Correspondants français.*

1913. — COUTURAUD (Pierre) (⛃), Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur-délégué de la revue *Chaleur et Industrie*, 5, rue Michel-Ange, Paris (16e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination

1919. — ARNODIN (Ferdinand) (O. ✻), ingénieur, constructeur spécial de ponts suspendus et de transbordeurs, Châteauneuf-sur-Loire (Loiret).

1919. — LUMIÈRE (Louis) (C. ✻), membre de l'Institut, industriel, 262, cours Gambetta, Lyon (Rhône).

**Comité de Commerce.**

*Correspondants français.*

1913. — THILLAYE (Georges), agent général de la Caisse d'Epargne et de Prévoyance de Paris, 19, rue du Louvre. Paris (1er).

1919. — ISAAC (Auguste) (O. ✻), député du Rhône, ancien ministre, ancien industriel, 12, quai des Brotteaux, Lyon (Rhône).

1919. — LACROIX (Camille de) (O. ✻), président de la Société industrielle de Mulhouse, ancien industriel, 10, faubourg du Miroir, Mulhouse (Haut-Rhin).

*Correspondant étranger.*

1890. — HEMPTINNE (Comte Paul de), industriel, président de la Société linière gantoise, des Glaceries nationales belges, de l'Académie de Saint-Luc, 429, chaussée de Courtrai, Gand (Belgique).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ

**Rapport**
**présenté par M. Henry Lafosse, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de l'exercice 1920.**

Les comptes de l'exercice 1920, que j'ai l'honneur de présenter au nom de la Commission des Fonds, se résument de la manière suivante :

## PREMIÈRE PARTIE

## FONDS GÉNÉRAUX

| AVOIR | f c | DÉBIT | | c |
|---|---|---|---|---|
| 1° Cotisations des membres de la Société (1.023 cotisations à 36 f) . . . . . | 36.828,00 | 1° Bulletin : achat du papier, frais d'impression et d'expédition . . . . . | | 63.557,20 |
| 25 cotisations des années 1915 à 1919. . . . . | 900,00 | 2° Imprimés divers : comptes rendus des séances, circulaires, annuaire, calendrier, etc. . . . . | | 12.793,15 |
| 2° Abonnements au Bulletin de la Société. . . . . | 11.580,50 | 3° Bibliothèque : traitement des agents, achats, abonnements, reliures, etc. | | 10.610,90 |
| 3° Vente au numéro du Bulletin de la Société. . . | 6.153,85 | 4° Agence et économat : traitement des agents, frais divers. . . . . | | 36.993,00 |
| 4° Vente de volumes, de mémoires et de diverses publications. . . . . | 3.328,15 | 5° Jetons de présence. . | | 5.735,00 |
| 5° Locations des salles de l'Hôtel . . . . . | 18.737,70 | 6° Hôtel de la Société : | | |
| 6° Locations de l'immeuble de la rue Saint-Benoît, n° 15. . . . . | 8.950,25 | *a*. Aménagement, entretien, réparations . | 6.571,55 | |
| 7° Arrérages et intérêts divers. . . . . | 67.766,07 | *b*. Mobilier. . | 257,25 | |
| 8° Recettes diverses . . | 7.700,75 | *c*. Contributions . . | 8.764,70 | 34.868,50 |
| 9° Subventions au Bulletin. . . . . | 6.117,00 | *d*. Eau, assurances, divers. . . | 1.581,35 | |
| 10° Publicité. . . . . | 52.400,10 | *e*. Chauffage et éclairage. | 17.693,65 | |
| *A reporter* . . . . . | 220.462,37 | *A reporter* . . . . . | | 164.559,75 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Report* . . . . . | 220.462,37 | *Report* . . . . . | 164.559,75 |
| | | 7° Immeuble, 15, rue Saint-Benoit, entretien et charges diverses . . . . . | 5.147,75 |
| | | 8° Prix et Médailles . . | 1.851,95 |
| | | 9° Conférences . . . . | 1.444,85 |
| | | 10° Subventions . . . | 2 250,95 |
| | | 11° Divers et secours. . | 10.067,60 |
| | | 12° Allocation à la réserve . . . . . | 1.500,00 |
| | | 13° Publicité . . . . . | 17.736,45 |
| | | 14° Pensions . . . . . | 3.400,00 |
| | | 15° Exposition de machines à calculer . . . . . | 2.018,20 |
| | | 16° Versement au fonds de réserve . . . . . | 10.484,87 |
| Total comme ci-contre. | 220.462,37 | Total des dépenses. | 220.462,37 |

Les *recettes* de 1920, soit 220.462,37 f ont dépassé de 55.642,60 f celles de 1919. Cet excédent est dû surtout à la publicité qui, comme on sait, n'est ouverte qu'aux membres de la Société. C'est la première fois qu'un chapitre de cette nature apparaît dans nos comptes et nous sommes heureux de constater que, grâce au zèle de notre dévoué agent général, M. Lemaire, les sommes qui y sont enregistrées sont importantes. Les recettes brutes de la publicité portant à la fois, sur le *Bulletin* et sur l'*Annuaire*, ont été de 52.400, 10 f; les frais n'ont atteint que 17.756,45 f, laissant un produit net de 34.663, 65 f.

Parmi les autres recettes, nous ne mentionnerons que celles dont les variations méritent d'être notées. Nous avons admis en 1920, 106 membres nouveaux; défalcation faite des décès et des démissions, l'augmentation du nombre et du produit des cotisations s'établit par les chiffres suivants : 36.828 f pour 1.023 cotisations en 1920, au lieu de 34.200 pour 958 cotisations en 1919. Le nombre des cotisations arriérées diminue de plus en plus. En 1920, on a encaissé 900 f tandis que l'année précédente le montant des cotisations anciennes s'était élevé à 3.276 f.

Le produit des abonnements au *Bulletin* a doublé : 11.580,50 f en 1920 pour 5.527, 20 f en 1919.

Nous avons encore à signaler une augmentation marquée dans la vente au numéro du *Bulletin* de la Société; les sommes obtenues en 1920 se sont élevées à 6.153,85 f pour 2.410, 80 f en 1919.

Par contre, le chapitre des ventes des volumes, mémoires tirés à part, etc. accuse une diminution de 20.657,25 f. Il s'est agi en 1919 d'une recette anormale provenant surtout de publications faites pendant la guerre, dont l'acquisition avait été retardée par les événements.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le produit des locations des salles de l'Hôtel accuse une augmentation importante; il a passé de 12.641,40 f en 1919 à 18.737,70 f en 1920. Les loyers de l'immeuble de la rue Saint-Benoît sont rentrés plus aisément que les années précédentes; nous avons reçu 8.950,25 f en 1920 contre 3.449,30 f perçus en 1919.

Le montant des subventions qui nous ont été accordées pour le *Bulletin*, pour nous permettre de lui maintenir se haute tenue, a atteint 6.117 f.

Deux de nos membres, M. Poizat et M, Bel, ont effectué, comme souscripteurs à vie, le versement statutaire de 500 f.

Le Ministre de l'Agriculture nous a accordé, comme les années précédentes, une subvention de 1.700 f dont nous lui sommes particulièrement reconnaissants.

Le total des arrérages et intérêts divers montant à 67.766,07 f représente, pour la plus grande part, le revenu du portefeuille des fonds généraux. Il comprenait, au 31 décembre 1920 : 53.702 f de rente 3 p. 100; 5.875 f de rente 5 p. 100; 16 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100; 11 obligations P.-L.-M. 3 p. 100 et 57 f de rente 5 p. 100, résultant de placement en 1920 du solde des comptes des souscriptions perpétuelles et à vie.

Les *dépenses* de 1920 se sont élevées à 209.977,50 f dépassant de 41,952,95 f le total correspondant de 1919.

Les frais du *Bulletin* ont surtout augmenté : c'est la conséquence de la hausse des matières premières et de la main-d'œuvre. Ils s'élevaient en 1919 à 41.267,80 f; ils ont atteint 65.557,30 f en 1920.

Les frais d'impression du compte rendu des séances, de l'*Annuaire*, etc., n'ont pas sensiblement varié, non plus que les dépenses de la Bibliothèque. Le chapitre qui concerne le personnel et les dépenses diverses a augmenté d'environ 6.000 f par rapport à l'année précédente. On n'a pas oublié que la Société a décidé d'allouer des indemnités à nos agents les moins rétribués pour leur tenir compte du renchérissement de la vie.

Les dépenses de l'Hôtel, dans le total, n'ont pas sensiblement varié. Elles se chiffraient par 34.647,35 f en 1919; elles ont été de 34.868,50 f en 1920. Cependant, les contributions ont dépassé en 1920, de plus de 2.000 f le chiffre des impositions de 1919, les frais d'assurances et les dépenses diverses se sont accrus de 800 f environ et les dépenses de chauffage ont augmenté de plus de 3.000 f en 1920. Les économies réalisées sur l'entretien de l'immeuble, sur les réparations et sur le mobilier ont permis de compenser les augmentations de dépenses.

Les frais de publicité, ainsi que nous l'avons déjà signalé, se sont élevés à 17.756, 45 f. Le chapitre des pensions, par suite du décès de madame Casta-



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gniol, a diminué de 1.000 f. Les variations des autres dépenses ne sont pas de nature à être notées.

La *balance* des recettes et des dépenses fait ressortir un solde créditeur de 10.484,87 f qui doit être attribué au Fonds de Réserve. Celui-ci s'est élevé par suite, au 31 décembre 1920, à 27.682, 51 f.

La situation de nos finances est donc très satisfaisante. Nous tenons à féliciter de cet heureux résultat le Bureau de la Société que présidait si brillamment M. Lindet en 1920; et nous profitons de l'occasion qui nous est offerte, pour exprimer notre gratitude au président actuel, M. Baclé, qui poursuit, avec distinction et autorité, l'œuvre de ses éminents prédécesseurs, et à nos distingués secrétaires MM. H. Hitier et P. Toulon, dont le dévouement à nos intérêts est au-dessus de tout éloge. Nous n'avons garde d'oublier notre dévoué agent général, M. Lemaire qui met, sans compter, au service de la Société d'Encouragement, les forces de son intelligence et de son savoir.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## DEUXIÈME PARTIE

## FONDS SPÉCIAUX ET FONDATIONS

### Souscriptions perpétuelles et à vie.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 15,66 | Souscription à 57 f de rente 5 p. 100 | 1.003,20 |
| 2 souscriptions à vie de 500 f | 1.000,00 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 12,46 |
| | 1.015,66 | | 1.015,66 |

Le titre de 57 f de rente 5 p. 100 est venu s'ajouter au portefeuille des Fonds généraux.

### Fonds de réserve.

La création d'un fonds de réserve a été décidée par le Conseil d'Administration, dans sa séance du 2 mars 1901. Constitué au moyen des sommes précédemment affectées au grand prix de la Société, qui a été supprimé, il est alimenté par le prélèvement d'une annuité de 1.500 f sur les fonds généraux. En outre, les années où les fonds généraux présentent un excédent de recettes, le solde créditeur en est versé au fonds de réserve.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 15.697,64 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 27.682,51 |
| Annuité versée par les fonds généraux | 1.500,00 | | |
| Solde reporté des fonds généraux | 10.484,87 | | |
| | 27.682,51 | | 27.682,51 |

Le solde est représenté par des dépôts en banque ou des placements temporaires, dont les intérêts et arrérages sont compris dans les recettes des fonds généraux.

### Fonds d'accroissement destiné à développer et à perpétuer l'œuvre créée par le comte et la comtesse Jollivet.

Aux termes d'une délibération du Conseil d'Administration, en date du 9 juillet 1882, une somme de 100.000 f, prélevée sur les legs du comte et de la comtesse Jollivet, a été mise en réserve et immobilisée, dans le but

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de capitaliser les arrérages pendant 50 ans. A l'expiration de cette période, le produit de cette capitalisation sera mis à la disposition de la Société et la somme de 100.000 f immobilisée continuera à être affectée à des capitalisations identiques. La première période de 50 ans expire en 1933.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 . . . . . | 2.728,40 | Souscription à 4.786 f de rente 6 p. 100 (1920). . . . | 79.766,66 |
| Arrérages . . . . . | 13.684,35 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 . . . . . | 3,25 |
| Aliénation de 1.572 f. de de rente 5 p. 100 . . . . . | 27.337,16 | | |
| Aliénation de 2.000 f de rente 4 p. 100. . . . . | 35.800,00 | | |
| | 79.769,91 | | 79.769,91 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 8.428 f de rente 3 p. 100; 42 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100; 25 obligations P.-L.-M. 3 p. 100; 78 obligations Midi 2,5 p. 100 et 4.786 f de rente 6 p. 100 (1920).

La transformation en rentes 6 p. 100 des rentes 5 p. 100 et 4 p. 100, a augmenté de plus de 1.000 f les revenus de cette fondation.

### Grand prix fondé par le Marquis d'Argenteuil.

But : récompenser tous les six ans, par un prix de 12.000 f, l'auteur de la découverte la plus utile au perfectionnement de l'industrie française, principalement pour les produits dans lesquels la France n'aurait point encore atteint une supériorité sur l'industrie étrangère, soit quant à la qualité, soit quant au prix des objets fabriqués.

Legs : 40.000 f, représentés par un titre de 2.000 f de rente 3 p. 100.

Le prix a été décerné en 1910.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 . . . . . | 14.947,84 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 . . . . . | 17.390,84 |
| Arrérages. . . . . | 2.443,00 | | |
| | 17.390,84 | | 17.390,84 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 2.000 f de rente 3 p. 100; 15 obligations Est 2,5 p. 100, 3 obligations Midi 2,5 p. 100; 6 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100; 6 obligations P.-L.-M. 3 p. 100 f. et 100 f de rente 4 p. 100 (1918).

### Legs Bapst.

Ce legs consistait en une inscription de 2.160 f de rente 3 p. 100 applicables annuellement jusqu'à concurrence de 1.565,20 f (1re fondation), à des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

secours en faveur d'inventeurs malheureux et destinés, pour le surplus, soit 594,80 f (2e fondation), à favoriser les découvertes.

*Première fondation* (1.565,20 f de rente).

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 7.751,30 | Secours | 500,00 |
| Arrérages | 1.565,20 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 8.816,50 |
| | 9.316,50 | | 9.316,50 |

*Deuxième fondation.* La fondation primitive (594,80 f de rente) ne pouvant remplir qu'imparfaitement le but du légataire, le Conseil d'Administration avait décidé d'en capitaliser les arrérages jusqu'à ce qu'ils eussent atteint le chiffre de 1.800 f de rente. Ce revenu, par suite de capitalisations successives, a été dépassé et est actuellement représenté par une inscription de 3.094,80 f de rente 3 p. 100 et 300 f de rente 4 p. 100 (1918).

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 11.360,85 | Subventions à divers | 2.000,00 |
| Arrérages | 3.394,80 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 12.755,65 |
| | 14.755,65 | | 14.755,65 |

**Fondation Christofle pour l'acquittement des premières annuités de brevets.**

Don : 10,000 f, dont le revenu est destiné à permettre à des inventeurs d'acquitter, avec les frais, leur première annuité de brevet.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 4.067,15 | 4 annuités de brevet | 610,00 |
| Arrérages | 1.036,00 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 4.493,15 |
| | 5.103,15 | | 5.103,15 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 1.036 f de rente 3 p. 100.

**Fondation de la princesse Galitzine.**

Legs : 2.000 f.

But : un prix à décerner sur la proposition du Comité des Arts économiques.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 479,89 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 898,14 |
| Arrérages | 418,25 | | |
| | 898,14 | | 898,14 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 18 obligations Est 3 p. 100; 2 obligations Midi 2,5 p. 100; 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100; 1 obligation P.-L.-M. 3 p. 100 et 120 f de rente 5 p. 100.

**Fondation Carré.**

Legs : 1.000 fr.

But analogue à celui de la fondation précédente.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919. . . . . | 354,78 | Solde créditeur au 31 décembre 1920. . . . . | 495,78 |
| Arrérages . . . . . | 141 | | |
| | 495,78 | | 495,78 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 6 obligations Est 3 p. 100; 2 obligations Midi 2,5 p. 100 et 3 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100.

**Fondation Fauler (industrie des cuirs).**

Legs : 5.143 f.

But : venir en aide à des contremaîtres ou ouvriers malheureux, ayant rendu des services appréciés dans l'industrie des cuirs.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919. . . . . | 815,84 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 . . . . . | 1.743,54 |
| Arrérages. . . . . | 927,70 | | |
| | 1.743,54 | | 1.743,54 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 28 obligations Est 3 p. 100; 3 obligations Ardennes 3 p. 100; 10 obligations Midi 3 p. 100; 2 obligations Est 2,5 p. 100; 8 obligations Midi 2,5 p. 100; 3 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100; 1 obligation P.-L.-M. 3 p. 100; 100 f de rente 5 p. 100 et 100 f de rente 4 p. 100 (1918).

**Fondation Legrand (industrie de la savonnerie).**

Don : 25 obligations Est 3 p. 100.

Même but que la précédente fondation, mais concernant l'industrie de la savonnerie.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919. . . . . | 650,19 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 . . . . . | 2.472,89 |
| Arrérages. . . . . | 1.822,70 | | |
| | 2.472,89 | | 2.472,89 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 64 obligations Est 3 p. 100; 12 obligations Est 2,5 p. 100; 11 obligations Midi 2,5 p. 100; 3 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100; 2 obligations P.-L.-M. 3 p. 100; 310 f de rente 5 p. 100 et 300 f de rente 4 p. 100 (1918).

**Fondation Christofle et Bouilhet (artistes iudustriels).**

Don : 21 obligations Est 3 p. 100.

But : venir en aide à des artistes industriels malheureux.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 2.530,57 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 3.112,12 |
| Arrérages | 581,55 | | |
| | 3.112,12 | | 3.112,12 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 25 obligations Est 3 p. 100; 2 obligations Midi 2,5 p. 100; 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100 et 200 f de rente 4 p. 100 (1918).

**Fondation de Milly (industrie de la stéarine).**

Legs : 10 obligations Est 3 p. 100.

But : secourir des contremaîtres ou ouvriers de cette industrie, malheureux ou ayant contracté des infirmités dans l'exercice de leur profession.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 1.116,70 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 2.136,10 |
| Arrérages | 1.019,40 | | |
| | 2.136,10 | | 2.136,10 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 45 obligations Est 3 p. 100; 10 obligations Est 2,5 p. 100; 5 obligations Midi 2,5 p. 100; 3 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100; 100 f de rente 5 p. 100 et 90 f de rente 4 p. 100 (1918).

**Fondation de Baccarat (industrie de la cristallerie).**

Don : 1.100 f.

But : venir en aide aux contremaîtres ou ouvriers, malheureux ou infirmes, de cette industrie.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 214,80 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 386,45 |
| Arrérages | 171,75 | | |
| | 386,45 | | 386,45 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 40 f de rente 5 p. 100; 7 obligations Est 3 p. 100; 1 obligation Est 2,5 p. 100; 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100 et 1 obligation Midi 2,5 p. 100.

**Prix de la Classe 47 à l'Exposition universelle de 1878 et fondation Fourcade (industrie des produits chimiques).**

Don : 1.000 f de rente 3 p. 100.

But : créer un prix annuel de 1.000 f, pour récompenser un ouvrier de l'industrie chimique, choisi de préférence parmi ceux des donateurs et parmi ceux qui comptent le plus grand nombre d'années consécutives de bons services dans le même établissement.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 . . . . . | 1.000,00 | Prix décerné à M. Comte et à M. Champion . . . . . | 2.000,00 |
| Arrérages. . . . . | 1.000,00 | | |
| | 2.000,00 | | 2.000,00 |

**Fondation Menier (industrie des arts chimiques).**

Legs : 1.455 f.

But : venir en aide à des contremaîtres ou à des ouvriers, malheureux ou infirmes, de cette industrie.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 . . . . . | 759,01 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 . . . . . | 1.052,71 |
| Arrérages. . . . . | 293,70 | | |
| | 1.052,71 | | 1.052,71 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 9 obligations Est 3 p. 100; 2 obligations Est 5 p. 100; 2 obligations Est 2,5 p. 100; 2 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100; 1 obligation P.-L.-M. 3 p. 100, et 63 f de rente 5 p. 100.

**Prix de la Classe 27 à l'Exposition universelle de 1867 (industrie cotonnière).**
(Fondation due à l'initiative de M. Gustave Roy.)

Don : 13.169,85 f.

But : encourager les développements et les progrès de l'industrie cotonnière en France et dans les colonies françaises.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 304,08 | Subvention à l'Association cotonnière coloniale | 1.000,00 |
| Arrérages | 889,75 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 193,83 |
| | 1.193,83 | | 1.193,83 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 32 obligations Est 3 p. 100; 1 obligation Est 2,5 p. 100; 3 obligations Midi 2,5 p. 100; 200 f de rente 5 p. 100 et 200 f de rente 4 p. 100.

### Prix de la Classe 65 à l'Exposition universelle de 1867 (génie civil et architecture).

(Fondation due à l'initiative de M. Elphège Baude.)

Don : 2.315,75 f.

But : décerner, tous les cinq ans, un prix à l'auteur des perfectionnements les plus importants, apportés au matériel ou aux procédés du génie civil, des travaux publics ou de l'architecture.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 261,83 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 702,28 |
| Arrérages | 440.45 | | |
| | 702,28 | | 702,28 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 14 obligations Est 3 p. 100; 4 obligations Est 2,5 p. 100; 2 obligations Midi 2,5 p. 100; 2 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100 et 75 f de rente 5 p. 100.

### Legs Giffard.

Legs : 50.000 f représentés par une inscription de 1.949 f de rente 3 p. 100.

La moitié du revenu est destinée à créer un prix sexennal de 6.000 f pour services signalés rendus à l'industrie française; l'autre moitié à distribuer des secours.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 8.827,23 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 10.776,23 |
| Arrérages | 1.949,00 | | |
| | 10.776,23 | | 10.776,23 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

### Fondation Meynot.

Don ; 20.000 f, représentés par une inscription de 730 f de rente 3 p. 100.

But : création d'un prix de 1.000 f, qui sera décerné alternativement :

1° A une petite culture, dans un des départements de la région du Sud-Est, sous certaines conditions;

2° A l'exploitation agricole de petite ou moyenne étendue, en France, en Algérie ou aux colonies, qui présentera le meilleur type d'installation mécanique, pouvant être cité comme exemple à suivre.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919. . . . . | 2.627,74 | Solde créditeur au 31 décembre 1920. . . . . | 3.836,34 |
| Arrérages. . . . . | 1.208,60 | | |
| | 3.836,34 | | 3.836,34 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 730 f de rente 3 p. 100; 19 obligations Est 3 p. 100; 15 obligations Est 2,5 p. 100; 3 obligations Midi 2,5 p. 100, et 1 obligation P.-L.-M. 2,5 p. 100.

### Fondation Melsens.

Don : 5.000 f.

But : création d'un prix triennal de 500 f, pour récompenser l'auteur d'une application intéressante de la physique ou de la chimie à l'électricité à la balistique ou à l'hygiène.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919. . . . . | 964,84 | Solde créditeur au 31 décembre 1920. . . . . | 1.275,49 |
| Arrérages. . . . . | 310,65 | | |
| | 1.275,49 | | 1.275.49 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 15 obligations Est 3 p. 100; 2 obligations Est 2,5 p. 100 et 80 f de rente 5 p. 100.

### Fondation de la Classe 50 à l'Exposition universelle de 1867 (matériel des industries alimentaires).

(Fondation due à l'initiative du baron Thénard.)

Don : 6.326,80 f.

But : création d'un prix, à décerner à l'auteur du perfectionnement le plus important, apporté au matériel des usines agricoles ou des industries alimentaires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919. . . . . | 314,30 | Solde créditeur au 31 décembre 1920. . . . . | 550,15 |
| Arrérages. . . . . | 235,85 | | |
| | 550,15 | | 550,15 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 17 obligations Est 3 p. 100.

**Prix Parmentier, fondé par les Exposants de la Classe 50 à l'Exposition universelle de 1889 (industries relatives à l'alimentation).**

(Fondation due à l'initiative de M. Aimé Girard.)

Don : 9.846,75 f.

But : création d'un prix triennal de 1.000 f, destiné à récompenser les recherches scientifiques ou techniques, de nature à améliorer le matériel ou les procédés des usines agricoles ou des industries alimentaires.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919. . . . . | 2.012,00 | Solde créditeur au 31 décembre 1920. . . . . | 2.347,00 |
| Arrérages. . . . . | 335,00 | | |
| | 2.347,00 | | 2.347,00 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 335 f de rente 3 p. 100.

**Fondation des Exposants de la Classe 51 à l'Exposition universelle de 1889 (matériel des arts chimiques, de la pharmacie et de la tannerie).**

Don : 2.556,30 f.

But : création d'un prix.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 . . . . . | 1.241,78 | Solde créditeur au 31 décembre 1920. . . . . | 1.396,13 |
| Arrérages. . . . . | 154,35 | | |
| | 1.396,13 | | 1.396,13 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 7 obligations Est 3 p. 100 ; 2 obligations Est 2,5 p. 100 et 3 obligations Midi 2,5 p. 100.

**Don de la Classe 21 à l'Exposition universelle de 1889 (industrie des tapis et tissus d'ameublement).**

Don : 400 f.

But : secourir des ouvriers malheureux, appartenant à cette industrie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 46,37 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 60,22 |
| Arrérages | 13,85 | | |
| | 60.22 | | 60,22 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : une obligation Est 3 p. 100.

**Fondation des Exposants de la Classe 63 à l'Exposition universelle de 1889 (génie civil, travaux publics et architecture).**

Don : 3.869,85 f.

But : création d'un prix.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 805,21 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 1.078,91 |
| Arrérages | 273,70 | | |
| | 1.078,91 | | 1.078,91 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 12 obligations Est 3 p. 100 ; 2 obligations Est 2,5 p. 100; 3 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100 et 50 f de rente 5 p. 100.

**Fondation de Salverte.**

Legs : 1.000 f.

But : décerner chaque année, sur la proposition du Comité des Constructions et Beaux-Arts, un prix consistant en une médaille d'argent et une somme de 25 f, à un ouvrier français, appartenant à la corporation du bâtiment, habile, âgé de soixante ans au moins et père d'une famille nombreuse, qu'il aura bien élevée.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 130,60 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 171,20 |
| Arrérages | 40,60 | | |
| | 171,20 | | 171,20 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 29 f de rente 3 p. 100 et une obligation Midi 2,5 p. 100.

**Fondation André Massion.**

Voulant perpétuer la mémoire de son fils, ingénieur-mécanicien, M. Massion, notaire à Paris, a fait don en 1903, à la Société, d'une somme de 30.000 f.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le revenu de cette somme doit être appliqué à encourager des recherches, en vue de la construction d'un moteur à puissance spécifique très élevée, sous un faible poids ou, plus généralement, à des recherches de mécanique.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 . . . . . | 1.511,83 | Subvention. . . . . | 1.000,00 |
| Arrérages. . . . . | 1.238,85 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 . . . . . | 1.750,68 |
| | 2,750,68 | | 2.750,68 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 55 obligations Est 3 p. 100; 7 obligations Est 2,5 p. 100; 9 obligations P.-L.-M. 2,5 p. 100; 2 obligations P.-L.-M. 3 p. 100 et 265 f de rente 5 p. 100.

### Fondation Lamy.

Don : 1,000 f employés à l'achat d'une inscription de 30 f de rente 3 p. 100.

But : encouragements à l'industrie nationale.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919. . . . . | 210,00 | Solde créditeur au 31 décembre 1920. . . . . | 240,00 |
| Arrérages. . . . . | 30,00 | | |
| | 240,00 | | 240,00 |

### Fondation Gilbert.

M. Gilbert, fabricant de crayons à Givet, a légué à la Société d'Encouragement une somme de 20.000 f, pour être employée de la façon que la Société jugera la plus propre à encourager l'industrie française.

Les 20.000 f, versés en 1904, ont donné lieu à l'achat d'une inscription de 611 f de rente 3 p. 100.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 . . . . . | 1.070,40 | Solde créditeur au 31 décembre 1920. . . . . | 1.870,40 |
| Arrérages. . . . . | 800,00 | | |
| | 1.870,40 | | 1.870,40 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 611 f de rente 3 p. 100 et 189 f de rente 4 p. 100 (1918).

### Fondation Danton.

M. Danton, Ingénieur civil des Mines, a légué à la Société, en 1907, une somme de 5.000 f, pour prix à décerner à l'auteur qui aura réalisé le procédé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pratique le meilleur, pour isoler les éléments de l'eau, l'hydrogène et l'oxygène, de manière à les utiliser ensuite isolément ou en les recombinant.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 . . . . . | 1.083,33 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 . . . . . | 1.228,43 |
| Arrérages. . . . . | 145,10 | | |
| | 1.228,43 | | 1.228,43 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 7 obligations Est 3 p. 100 ; 2 obligations Est 2,5 p. 100 ; 1 obligation Midi 2,5 p. 100 et 1 obligation P.-L.-M. 3 p. 100.

**Fondation Armengaud (Bourse et Grande médaille Michel Perret).**

Mme Armengaud aîné a légué, en 1907, à la Société, une somme de 3.000 f de rente 3 p. 100, qui doit recevoir une double affectation :

1° Une somme de 2.800 f doit être employée à la création d'une bourse annuelle de recherches et d'études industrielles, qui portera le nom de bourse Michel Perret. Cette bourse sera mise spécialement à la disposition du Comité des Arts chimiques, mais pourra cependant être accordée pour des études ou recherches autres que celles se rapportant directement aux arts chimiques si la Société juge que ces études ou recherches sont de nature à contribuer à leur développement.

2° Une somme de 200 f est destinée à décerner, tous les cinq ans, une grande médaille d'or, à l'auteur, français ou étranger, de découvertes ou inventions ayant contribué, en France, à la création d'une industrie nouvelle ou au développement d'une industrie déjà existante.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 . . . . . | 17.500,00 | Solde créditeur au 31 décembre 1920. . . . . | 20.500,00 |
| Arrérages . . . . . | 3 000,00 | | |
| | 20.500,00 | | 20.500,00 |

**Fondation de la Classe 65 à l'Exposition universelle de 1900 (petite métallurgie).**

Le Comité d'installation de la classe 65 à l'Exposition universelle de 1900 a fait don, en 1908, à la Société, d'une somme de 1.500 f, affectée à la création d'un prix, à décerner à des ouvriers méritants d'une industrie relevant de la petite métallurgie.

Cette somme a été employée à l'achat de 3 obligations Est 2,5 p. 100.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 220,28 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 253,98 |
| Arrérages | 33,70 | | |
| | 253,98 | | 253,98 |

**Fondation Osmond.**

M. Floris Osmond, ingénieur civil, a légué à la Société, en 1912, une somme de 100.000 f, qui a été employée à l'achat d'obligations de chemins de fer garanties par l'État.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 2.330,85 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 7.403,65 |
| Arrérages | 5.072,80 | | |
| | 7.403,65 | | 7.403,65 |

Portefeuille au 31 décembre 1920 : 159 obligations Est 3 p. 100; 49 obligations Midi 2,5 p. 100; 2.000 f de rente 5 p. 100 et 300 f de rente 4 p. 100 (1918).

**Fondation Félix Robin.**

M. Félix Robin, Ingénieur des Arts et Manufactures, mort glorieusement des suites de ses blessures, le 30 août 1914, a légué à la Société une somme de 90.000 f, dont les revenus devront servir à distribuer des secours et des récompenses pour des travaux scientifiques remarquables, exécutés en France par des Français.

Le montant du legs a permis l'achat de 5.128 f de rente 5 p. 100 et 272 f de rente 4 p. 100 (1918).

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 7.010,35 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 12.410,35 |
| Arrérages | 5.400,00 | | |
| | 12.410,35 | | 12.410,35 |

**Recherches sur la fragilité des aciers.**

Fonds spécial destiné à permettre l'impression de travaux relatant des expériences sur la fragilité des aciers.

| AVOIR | f | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919 | 2.581,00 | Solde créditeur au 31 décembre 1920 | 2.581,00 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

### Table décennale du Bulletin.

Fonds spécial ayant pour but la publication d'une table du Bulletin tous les dix ans.

| AVOIR | f c | DÉBIT | f c |
|---|---|---|---|
| Solde créditeur au 31 décembre 1919. . . . . | 1.929.15 | Solde créditeur au 31 décembre 1920. . . . . | 2.929,15 |
| Annuité versée par les fonds généraux. . . . . | 1.000,00 | | |
| | 2.929,15 | | 2 929,15 |

### Portefeuille commun aux fonds spéciaux et fondations.

Les reliquats, en espèces, des fonds spéciaux et fondations, qui, séparément, seraient insuffisants pour permettre un placement avantageux, sont groupés en un fonds commun, employé à l'achat de valeurs, qui sont destinées à être, par la suite, réparties entre ces divers comptes.

Le portefeuille commun, ainsi constitué, figure au bilan pour la somme de 145.749,04 f dont 2.534,40 f représentés par 144 f de rente 5 p. 100; 15.381,30 f par 869 f de rente 4 p. 100 (1918); 60.000 f par 3.000 f de rente 5 p. 100 (1920); 53.583,34 f par 3.215 f de rente 6 p. 100 (1920) et 14.250 f valeur à un an de 15.000 f en un bon de la Défense Nationale.

### État récapitulatif des valeurs constituant les portefeuilles individuels ou communs des fonds généraux, fonds spéciaux et fondations.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 77.510 f de rente | | 3 p. 100 | sur l'État. | |
| 3.000 | — | 4 p. 100 | — | (1918). |
| 14.556 | — | 5 p. 100 | — | |
| 3.000 | — | 5 p. 100 | — | (1920). |
| 8.001 | — | 6 p. 100 | — | (1920). |
| 80 obligations | | Est | 2,5 p. 100. | |
| 174 | — | Midi | — | |
| 96 | — | P.-L.-M | — | |
| 540 | — | Est | 3 p. 100. | |
| 10 | — | Midi | — | |
| 50 | — | P.-L.-M. | — | |
| 3 | — | Ardennes | — | |
| 2 | — | Est | 5 p. 100. | |

Les titres de rentes et obligations sont immatriculés au nom de la Société. Leur répartition entre les divers comptes (fonds généraux, fonds spéciaux, fondations et fonds communs) est donnée dans le présent rapport.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les obligations de chemin de fer sont affectées individuellement, avec leur numéro d'ordre, à ces divers comptes, qui bénéficient ainsi des primes de remboursement, par tirage au sort, des obligations figurant dans leur portefeuille.

En cours d'exercice, il a été alloué à divers, à titre de récompenses, subventions ou secours, une somme totale de 7.110 f prélevée sur les ressources des fondations.

Avant de clore l'exposé de notre situation financière, votre Commission des Fonds, certaine d'être votre interprète fidèle, tient à renouveler, une fois de plus, l'expression de sa vive gratitude à notre dévoué trésorier, M. Alby, pour la peine qu'il prend et le dévouement qu'il apporte à la gestion des intérêts de notre Société.

*Le rapporteur* :
H. LAFOSSE.

*Lu et approuvé en assemblée générale, le 14 janvier 1922.*



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1920

## ACTIF

| | f c | f c |
|---|---|---|
| Immeuble rue de Rennes, n° 44 | 600.000,00 | |
| Immeuble rue Saint-Benoît, n° 15 | 141.452,50 | 2.756.303,21 |
| Portefeuille de la Société | 2.014.850,71 | |
| Portefeuille des fondations | 1.089.227,51 | |
| Portefeuille du fonds d'accroissement | 417.200,57 | 1.506.428,08 |
| Portefeuille commun | | 145.749,04 |
| Caisse et banquiers | | 37.519,69 |
| Débiteurs divers | | 4.903,25 |
| TOTAL DE L'ACTIF | | 4.450.903,27 |

## PASSIF

| | | f c |
|---|---|---|
| Valeurs mobilières et immobilières appartenant à la Société. | | 2.756.303,21 |
| Valeurs des fondations | | 1.506.428,08 |
| Fondation Jollivet | 3,25 | |
| — d'Argenteuil | 17.390,84 | |
| — Bapst (secours) | 8.816,50 | |
| — Bapst (recherches) | 12.755,65 | |
| — Christofle | 4.493,15 | |
| — Galitzine | 898,14 | |
| — Carré | 495,78 | |
| — Fauler | 1.743,54 | |
| — Legrand | 2.472,89 | |
| — Christofle et Bouilhet | 3.112,12 | |
| — de Milly | 2.136,10 | |
| — de Baccarat | 386,45 | |
| — Fourcade | » » | |
| — Menier | 1.052,71 | |
| — Roy | 193,83 | |
| — Baude | 702,28 | |
| — Giffard | 10.776,23 | |
| — Meynot | 3.836,34 | |
| — Melsens | 1.275,49 | |
| — Classe 50 (1867) | 550,15 | 188.171,98 |
| — Parmentier | 2.347,00 | |
| — Classe 51 (1889) | 1.396,13 | |
| — — 21 (1889) | 60,22 | |
| — — 63 (1889) | 1.078,91 | |
| — De Salverte | 171,20 | |
| — Massion | 1.750,68 | |
| — Lamy | 240,00 | |
| — Gilbert | 1.870,40 | |
| — Danton | 1.228,43 | |
| — Armengaud | 20.500,00 | |
| — Classe 65 (1900) | 253,98 | |
| — Osmond | 7.403,65 | |
| — Robin | 12.410,35 | |
| Souscriptions perpétuelles et à vie | 12,46 | |
| Réserve de la Société | 27.682,51 | |
| Réserve Table décennale | 2.929,15 | |
| Recherches sur la fragilité des aciers | 2.581,00 | |
| Dons divers | 503,00 | |
| Créanciers divers | 30.661,47 | |
| TOTAL DU PASSIF | | 4.450.903,27 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**Rapport présenté, au nom des Censeurs, par M. Lucien Bordet, l'un d'eux.**

MESSIEURS,

La situation financière qui ressort des comptes de l'exercice 1920 est satisfaisante à tous les points de vue.

L'augmentation du nombre des membres et l'accroissement des diverses recettes montrent que, par l'intérêt de ses publications et de ses séances comme par les initiatives qu'elle prend, notre société rend des services très appréciés. Les charges supplémentaires, qu'elle s'impose pour se rendre utile, sont ainsi largement compensées.

Quant aux dépenses normales, elles sont, malgré toutes les difficultés de l'heure présente, maintenues dans des limites raisonnables.

En nous félicitant de ces résultats dus aux efforts constants et si dévoués de nos présidents, du trésorier et de l'agent général, nous vous proposons, Messieurs, de donner votre approbation aux comptes qui vous sont présentés.

*L'un des Censeurs,*
LUCIEN BORDET.

*Lu et approuvé en assemblée générale le 14 janvier 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'ORGANISATION DE LA LIBRAIRIE FRANÇAISE[1]

MESSIEURS,

La situation de la librairie française a beaucoup changé depuis 1917, où, comme vient de vous le rappeler M. le Président, je vous exposais contre quelle concurrence étrangère nous avions à lutter. Je vous signalais alors combien dans cette lutte nous étions handicapés par l'organisation beaucoup plus perfectionnée de certaines librairies étrangères et particulièrement hélas! de la librairie allemande. Je pouvais cependant vous indiquer que certains signes laissaient espérer que nous allions nous engager décidément dans la voie des réformes.

Quatre ans se sont écoulés depuis lors. La librairie a subi une crise dont vous vous êtes certainement aperçus, quand ce ne serait que par les prix plus élevés auxquels vous payiez les livres. Mais des difficultés même qu'ils ont eu à affronter, les éditeurs ont su faire sortir des progrès que les longues années de prospérité passées ne les avaient pas engagés à réaliser. Souvent ainsi, de l'excès du mal, sort un plus grand bien. Vous avez tous constaté le mal; je voudrais maintenant vous montrer le bien, caché encore, mais non moins réel : et pour vous faire clairement voir le chemin parcouru, je vais d'abord en marquer les étapes principales.

Tout d'abord la Société d'Exportation des Éditions françaises qui venait de se fonder en 1917 par le groupement d'une trentaine d'éditeurs se développa rapidement et, dépassant l'objectif un peu limité d'études qu'elle s'était d'abord assigné, elle ne tarda pas à créer une véritable affaire de commission pour l'étranger conçue sur un plan nouveau. Au lendemain de l'armistice, un nombre plus grand d'éditeurs, plus de soixante-dix, se réunirent en une Société Mutuelle pour résoudre en commun le grave problème que leur causait à chacun la difficulté des transports, et ils organisèrent un service d'automobiles pour la livraison de leurs colis dans Paris et aux gares. Chez les libraires, le même besoin d'union se faisait sentir et un libraire d'Orléans réunissait en un Syndicat d'achat et de commission des libraires provinciaux un certain nombre de ses confrères qui envoyaient en une seule enveloppe leurs commandes à distribuer chez tous les éditeurs destinataires. Enfin

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique, le 12 novembre 1921.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toutes ces sociétés se concertaient au printemps de 1919, pour créer un organisme unique et plus puissant dont je vous parlerai plus longuement tout à l'heure, la Maison du Livre français.

A côté de ces sociétés, les assemblées dont le Congrès de 1917 avait ouvert la série, continuaient à tenir leurs assises. En novembre 1920, la Confédération de l'Intelligence et de la Production françaises provoquait la réunion d'une Semaine du Livre et, en juin dernier, se tenait le second Congrès National du Livre.

Pour qui connaît l'individualisme dont nos milieux d'affaires et particulièrement notre librairie ont tant eu à souffrir, ces manifestations d'entente, de coopération peuvent paraître surprenantes. Elles s'expliquent par les sentiments nouveaux d'union, de concorde qu'a fait naître la guerre. Toutes les affaires d'ailleurs semblent partout s'orienter de plus en plus vers cette concentration qui, sous des titres différents, trusts, cartels, consortiums, syndicats, sera sans doute un des caractères dominants de l'époque contemporaine. En librairie, la formule du trust est inapplicable, et si certains esprits étaient assez audacieux pour la concevoir, ils auraient bien de la difficulté à la réaliser. Imagine-t-on quel monstre serait une maison unique d'édition qui contrôlerait la production intellectuelle de tout un pays, qui dirigerait l'opinion, qui brimerait à son gré ses adversaires et ne tolérerait que ses amis? Ce régime n'est possible qu'avec la complicité d'un gouvernement complaisant jusqu'au suicide, ou tyrannique au point de tout vouloir asservir. Il est en vigueur sous le régime bolchévique; mais il y est réduit à sa plus simple expression; car la Russie ne connaît plus guère à l'heure actuelle ni la librairie ni les livres, pas plus que l'instruction ou les sciences. C'est dans l'association qu'on doit chercher la solution des problèmes nouveaux, « l'union dans la liberté » pour employer la formule dont M. le Ministre du Commerce a salué la Maison du Livre en venant l'inaugurer en juin dernier.

Une autre cause très différente, mais non moins efficace a permis de réaliser des réformes fécondes de méthode et d'organisation : la nécessité de surmonter les difficultés considérables de fabrication et de vente en présence desquelles se sont trouvés immédiatement après la guerre, industriels et commerçants du livre.

Pendant les hostilités, on avait déjà connu des situations très pénibles; mais, loin de s'améliorer avec le retour des travailleurs, elles ne tardèrent pas, après une légère et courte détente, à revêtir un caractère angoissant d'acuité et ce n'était plus seulement la rareté et la cherté des matières premières dont on avait à se plaindre; l'élévation du prix de la main-d'œuvre augmentait maintenant à tous les degrés de la fabrication les prix de revient dans de telles proportions que les conditions dans lesquelles on produisait et on ven-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dait le livre en étaient toutes bouleversées. Les papiers qui avaient monté de 400 p. 100 pendant la guerre, après être redescendus à 250, atteignirent bientôt 1.000 et même 1.300 p. 100. Les cartons atteignaient 680 p. 100. Et quand on se plaignait aux fabricants de papier, ils répondaient qu'ils payaient 235 f les pâtes scandinaves qu'ils achetaient avant la guerre 29 f, subissant ainsi eux-mêmes une majoration de 807 p. 100. Les prix d'impression étaient très majorés. Le brochage de 100 volumes courants qui coûtait 8,55 f en 1914, représentait 46,50 f en 1920. Un ouvrier qui gagnait 0,50 f l'heure, avant la guerre, touchait 2,70 f. La colle, le carton, le fil subissaient fréquemment des majorations de 1.000 p. 100. Bref, le prix de revient d'un volume in-16 de 320 pages, le 3,50 f courant, ainsi que l'exposait lumineusement M. J. Bourdel au récent Congrès du Livre, était totalement modifié. Il s'établissait en 1914 à 0,73 f pour un tirage à 2.000 et à 0,45 f pour un tirage à 3.000; l'éditeur avait alors une marge suffisante pour rémunérer l'auteur convenablement, consentir une remise suffisante au libraire et garder un juste bénéfice qui lui permettait d'affronter les risques de l'édition. En 1921, le même ouvrage revenait, tiré à 2.000, à 2,96 f, soit une majoration de 400 p. 100. Il fallait, en le vendant 7 f, le tirer au moins à 3.000 pour s'y retrouver!

On s'explique facilement que, mis en présence d'une situation économique aussi nouvelle et aussi inquiétante, les éditeurs aient songé à unir leurs efforts. Mais il ne leur suffisait pas de se grouper. Pratiquement, ils avaient été obligés d'accepter les majorations que leur imposaient leurs fournisseurs et comme, dans chaque profession, on subissait des augmentations de prix, ou on cédait aux revendications ouvrières, on se retournait vers la profession inférieure dans l'échelle de la production pour récupérer sur l'acheteur ce qu'on venait de consentir au fournisseur. Il s'ensuivait un désordre général auquel il était d'autant plus important de remédier que l'instabilité de la situation monétaire permettait moins de voir la situation réelle.

Un seul remède pouvait être efficace : une conversation franche, loyale, entre les principaux intéressés. Il se trouvait justement que la corporation du livre comptait parmi ses membres un des économistes les plus éminents de notre époque, esprit profond et réalisateur, aussi soucieux de l'intérêt national que passionné pour sa profession d'éditeur. M. Georges Valois, qui a joué dans tout le mouvement d'organisation dont je vous parle, un rôle décisif non seulement d'animateur, mais encore de créateur, fondait en 1920 une Confédération de l'Intelligence et de la Production française qui groupe tous les travailleurs par régions et par professions. La première manifestation de la jeune confédération fut la réunion à Paris, en novembre dernier, d'une Semaine du Livre qui fut un franc succès. Conçue sur un autre plan que le Congrès de 1917, la Semaine du Livre fut une réunion de syndicats

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et de groupements professionnels dont les délégués prirent des résolutions qu'ils s'engageaient ensuite à faire respecter par leurs confrères. Divisée en cinq journées consacrées, l'une aux matières premières, l'autre à la fabrication, puis à la vente, aux rapports entre auteurs et éditeurs, entre patrons et employés et à la diffusion du livre à l'étranger, elle aboutit à la constitution d'un certain nombre de conférences dont quelques-unes donnèrent des résultats très remarquables. La Conférence du Papier, qui se réunit pendant tout l'hiver dernier, étudia avec le concours de tous les intéressés, fabricants de papier, imprimeurs, éditeurs, auteurs, les moyens d'établir une politique nationale du papier qui nous affranchît des exigences excessives des producteurs de pâtes étrangers. La Conférence des Auteurs et Editeurs travailla à se mettre d'accord sur un texte de traité-type qui fut soumis au Congrès de juin. Un Conseil économique du Livre, formé des délégués de tous les groupements, se réunit périodiquement pour prendre connaissance des résultats obtenus dans chaque conférence. A la Semaine de novembre, on avait enfin exprimé le vœu que se réunît un second Congrès national du Livre.

Il se tint au mois de juin avec autant de solennité et de succès que le premier. Compris d'après les mêmes principes et sur le même plan que la Semaine du Livre, il aboutit à des résultats semblables. Il se survécut à lui-même en déléguant à un Comité exécutif le soin de faire aboutir les résolutions qu'il a votées. Ce Comité se réunit tous les huit jours et travaille beaucoup. Il a provoqué la création des conférences prévues et il en suit les progrès. Il a déjà obtenu, comme vous avez pu vous en apercevoir, le rétablissement de la critique littéraire dans les journaux. La variété des intérêts qu'il représente lui donne une autorité qui lui permet d'agir avec autant de succès auprès des groupements qui l'ont constitué qu'auprès des pouvoirs publics. Il peut devenir un puissant élément de progrès et d'union.

* * *

Parmi les conférences créées par le Congrès du Livre il en est une, naturellement composée d'éditeurs et de libraires, qui s'occupe de la vente du livre. Mais c'est là une question trop importante pour qu'une simple conférence suffise à la résoudre. Il y faut un organisme permanent qui permette d'améliorer une situation plus grave encore que celle qui vient de la perturbation des prix de fabrication.

Ce sont ici des frais généraux qu'il s'agit. Mais les majorations des salaires et des traitements, des tarifs de poste et de transport ont rendu la profession du libraire détaillant aussi difficile à exercer que celle d'éditeur. Le temps n'est plus où on pouvait la considérer comme la plus simple de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toutes, puisque, affirmaient certains nouveaux venus bien indignes d'être libraires et qui ne l'étaient guère en effet, le prix est marqué sur la marchandise. Mais l'obligation de vendre à ce prix fort limite forcément le bénéfice représenté par la remise consentie qui est en moyenne de 28 p. 100. Les frais généraux augmentant jusqu'à 23 p. 100 vous voyez que le 5 p. 100 qui reste n'est même pas aujourd'hui un loyer normal de l'argent investi. Et l'on voyait de bonnes librairies se désintéresser de plus en plus de la vente du livre pour consacrer la majeure partie de leur étalage aux articles de papeterie, de vente plus facile et plus rémunératrice. Il était nécessaire de donner aux librairies des moyens plus aisés de comprendre et d'exercer leur profession.

Ils sont les intermédiaires indispensables de la vente du livre. L'éditeur n'est que très rarement et ne devrait être jamais en contact avec le public. C'est le libraire qui doit être parfaitement documenté et outillé pour donner tous les renseignements qu'on peut désirer sur les livres, pour les procurer rapidement, pour suggérer enfin des achats auxquels on ne songeait pas en entrant dans sa boutique. Le bon libraire est celui qui vend le livre qu'on n'était pas venu lui acheter. Mais pour qu'il soit en mesure de le faire, il faut qu'on lui fournisse tous les instruments de travail, de bibliographie, qui lui permettront de suivre du fond de sa province le mouvement de l'édition et d'en recevoir rapidement les nouveautés. Il faut un organisme commercial pour lui procurer ces avantages.

Si nécessaire que soit pour la France une telle institution, elle doit jouer un rôle beaucoup plus considérable encore pour notre commerce d'exportation. On se plaignait déjà avant la guerre d'éprouver des difficultés à recevoir les livres français et c'était parfois en s'adressant à Leipzig qu'on les obtenait plus vite et plus commodément. Depuis la guerre, cette situation fâcheuse s'est singulièrement aggravée du fait des différences de change, qui ont rendu possibles à certains libraires et commissionnaires des calculs dans les conversions du franc en monnaie étrangère aussi lucratifs pour eux que préjudiciables au public et à l'éditeur lui-même. On n'a pas assez remarqué que si paradoxal que cela paraisse, le livre français est moins cher qu'avant la guerre. Les éditeurs s'en sont rendu compte d'une façon précise quand, sollicités par la douane canadienne d'établir leurs factures en francs-or, ils comptèrent au libraire moins de 2 francs-or le volume actuel de 7 f qu'ils lui débitaient jadis 2,35 f quand le prix fort en était de 3,50 f. Mais que peut penser le public anglais quand on lui vend le même volume 7 shillings (soit 16,50 f au cours de 50 f) ou le public argentin forcé d'acheter en 1920 un volume de 20 f un nombre de piastres correspondant à 85 f tandis qu'avec la remise qui lui était faite le libraire ne payait à l'éditeur que 15,35 f.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si des conférences instituées ainsi que le sont celles dont je viens de vous parler sont nécessaires pour étudier tous les problèmes, pour la fabrication du livre, elles ne sont plus suffisantes, quelle que soit encore leur utilité, pour organiser d'une façon permanente la vente. Semaine et Congrès ont sans doute provoqué la création de conférences de libraires et d'éditeurs, mais tous les intéressés ont estimé qu'il leur fallait un instrument spécial, commercial mais corporatif en même temps, donnant à notre librairie une force d'expansion qui la mît en mesure de répondre aux besoins actuels.

Un travail fort utile de préparation avait déjà été accompli dans ce sens. Les sociétés créées par les éditeurs, auxquelles j'ai fait tout à l'heure allusion, les avaient accoutumés à s'unir pour obtenir en commun certains résultats qui leur échappaient s'ils agissaient seuls. Les promoteurs de ce mouvement nouveau reconnurent vite que s'ils voulaient aller plus loin dans cette voie, ils leur fallait faire appel au concours de leur collaborateurs naturels, les libraires. Ils conçoivent en effet que le libraire doit être l'intermédiaire unique mais nécessaire entre eux et le public, qu'il joue un rôle capital dans la vente du livre et qu'ils ne peuvent pas plus se passer de lui que lui ne peut agir sans eux.

Les libraires étaient déjà groupés en une Chambre syndicale et des Syndicats régionaux qui ont fait beaucoup depuis quelque vingt ans pour organiser leur profession. Ils tenaient en mai 1919 une assemblée de leur Chambre syndicale à l'occasion de laquelle beaucoup d'entre eux se trouvaient réunis à Paris. Plusieurs avaient suivi avec beaucoup d'intérêt la création et le développement de la Société mutuelle des éditeurs français. Le contact fut pris entre groupements d'éditeurs et de libraires et le 12 mai eut lieu une assemblée commune où le projet de la création d'un organe central de la vente du livre fut exposé et approuvé à l'unanimité. Un Comité d'études était aussitôt créé et chargé de préparer la constitution de la société nouvelle.

Ce Comité travailla activement pendant près de onze mois, réunit toute la documentation utile sur les organismes de ce genre créés à l'étranger, notamment en Allemagne, où l'ancienne et puissante centralisation de Leipzig est universellement connue, en Hollande, où il existe depuis trente ans une Maison du Livre aussi utile aux éditeurs qu'aux libraires. En qualité de secrétaire de ce Comité, j'allai examiner à Strasbourg comment les Alsaciens avaient l'habitude de travailler avec les éditeurs allemands, étudier à Amsterdam comment fonctionnait la *Bestelhuis* hollandaise. Nos besoins sont très différents de ceux des Allemands, où les éditeurs, répartis dans toutes les villes du Reich, traitent avec les libraires détaillants par l'intermédiaire de commissionnaires qui, eux, sont groupés dans les centres de Leipzig, Berlin, Stuttgart. En Hollande aussi les éditeurs sont très disséminés, mais cepen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dant les libraires ont avantage à faire passer par la centrale d'Amsterdam leurs colis de livres, qui leur arrivent ainsi groupés plus économiquement que par un envoi direct.

En France, par un sort heureux, dont nous n'avions pas songé à tirer tout le parti qu'il nous offrait, l'édition presque tout entière se trouve centralisée à Paris, et même dans un quartier de Paris, le sixième arrondissement. Il était donc inutile de créer un *Barsortiment*, grand magasin de livres où les Allemands réunissent les ouvrages de tous les éditeurs pour, de là, les expédier plus facilement dans toutes les directions. Il suffisait de trouver une maison où tous les livres ne feraient que passer, et de réunir en une société commerciale les éditeurs et les librairies qui seraient appelés à utiliser ces services. La forme de société anonyme avec conditions assez strictes d'admission fut adoptée, les statuts soigneusement étudiés et la publicité activement entreprise auprès des principaux intéressés. Le 31 mars 1920, la Maison du Livre français, Société centrale des éditeurs et des libraires français (librairie, musique, estampes) était définitivement constituée. Le Conseil d'administration composé de 12 éditeurs et de 12 libraires nommait comme président M. Paul Gillon, qui venait de prendre sa retraite à la maison Larousse et qui couronnait ainsi une noble carrière d'éditeur en se dévouant encore pour les intérêts généraux de sa profession. Les plus grandes maisons d'édition, choisies dans des genres différents, les librairies de province les plus importantes étaient représentées au Conseil.

La Maison du Livre qui absorbait tout de suite la Société d'exportation et qui reprenait les services de transport de la Société Mutuelle commençait à fonctionner dans les locaux de ces deux sociétés. Mais les démarches entreprises par son Comité d'études aboutissaient au mois de mai; le Conseil Municipal, reconnaissant l'intérêt national de l'œuvre entreprise, acceptait de désaffecter une partie à peu près inutilisée du Marché Saint-Germain et de la louer à la Maison du Livre qui en prenait possession le 15 juillet, qui y conduisait rapidement les travaux de construction et d'aménagement nécessaires et qui s'y installait le 25 avril.

Ses services essentiels sont aujourd'hui définitivement constitués. On peut les classer en services commerciaux, bibliographiques, corporatifs. La Maison du Livre est d'abord une maison de commission, mais travaillant avec des procédés nouveaux. Elle cherche à ne pas s'interposer entre les éditeurs et les libraires, mais à maintenir le contact direct entre eux. Elle leur rend simplement service par les centralisations qu'elle réalise. Elle reçoit sous une seule enveloppe les bulletins de commande que les libraires adressent aux éditeurs et elle leur en assure moyennant une très faible rémunération la distribution immédiate. On imagine facilement l'économie qui en résulte pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le libraire puisqu'il n'a qu'une lettre à adresser au lieu de cinq, dix ou vingt. La Maison du Livre reçoit en moyenne un millier de bulletins par jour qu'elle porte le matin sur la rive gauche, le soir sur la rive droite.

Dans le sens inverse, la Maison du Livre rend à ses éditeurs actionnaires le même service qu'elle rend aux libraires par ses bulletins de commande. Les éditeurs lui remettent tous les matins leur correspondance courante à destination des libraires. Elle possède des enveloppes à l'adresse de tous les

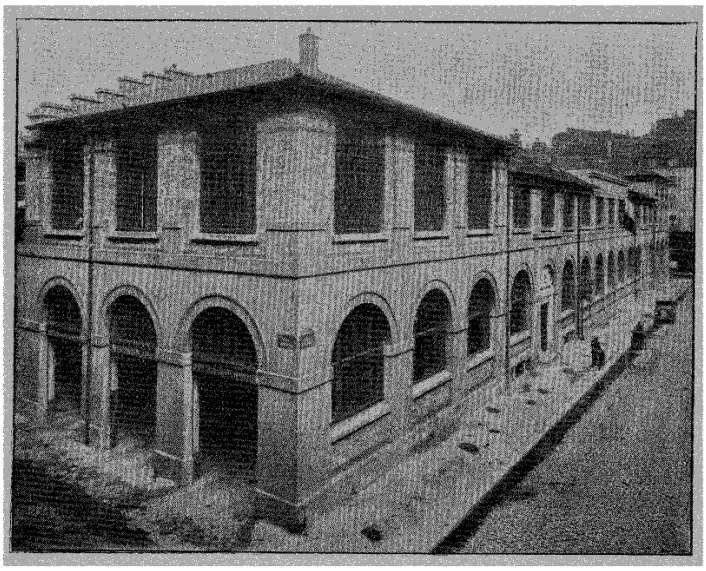


Fig. 1. — La Maison du Livre français, 4 rue Félibien, Paris (6e).

libraires. Elle groupe dans l'après-midi tous les plis qu'on lui a confiés et elle en assure le départ.

La Maison du Livre, reprenant tout de suite le matériel de transport de la Société Mutuelle, fit fonctionner dès le moment de sa constitution dans les locaux qu'elle lui avait repris, 15, rue Gay-Lussac : le service de camionnage qu'elle transporta rue Félibien dès qu'elle put s'y installer. Un éditeur peut ainsi supprimer complètement ces difficultés de livraison qui, pour certaines maisons, paraissaient presque insurmontables et dont il peut maintenant se décharger entièrement sur la Maison du Livre. Ses voitures passent en effet chaque jour une ou deux fois chez tous les éditeurs qui lui ont confié leurs transports; elle ramasse chez eux tous leurs paquets et les dépose ensuite selon leurs indications chez les libraires de Paris, même chez les particuliers ou assure leurs départs pour la province ou l'étranger.

Un autre service que la Maison du Livre organisa tout de suite et qu'elle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

reprit cette fois à la Société d'exportation est celui des paiements centralisés. Les libraires peuvent lui adresser un seul chèque représentant le montant de leurs débits chez tous les éditeurs ; elle groupe par éditeur les règlements de compte qu'elle a ainsi reçus pour eux et les leur fait parvenir à la fin du mois en un paiement unique. On voit tout de suite l'intérêt que présente une telle façon de procéder. Non seulement elle simplifie le travail d'écritures tant chez l'éditeur que chez le libraire, mais encore elle permet à l'éditeur de recouvrer des sommes qui, minimes pour chacun d'eux, ne font pas volon-

Fig. 2. — Classement des colis pour Paris.

tiers l'objet d'un règlement spécial de la part du libraire mais qui, groupées, valent la peine qu'on envoie un chèque. Ce système, que la Société d'exportation avait institué depuis quelque temps pour l'étranger, fut étendu par la Maison du Livre à la France quand l'élévation du droit du timbre sur les traites fit abandonner par beaucoup de commerçants ce mode classique de paiements. Depuis que le droit a été abaissé, il sert surtout pour l'étranger où il a toujours été plus répandu. Quand un client refuse de payer, la Maison du Livre peut encore intervenir à la demande de ses actionnaires pour exercer une action, qui est d'autant plus efficace qu'elle représente plus d'intérêts.

Le même principe est appliqué à la manutention des colis de librairie. Ici, le libraire a le choix entre deux procédés : ou commander ses livres en commission à la Maison du Livre français qui, en ce cas, les achète aux éditeurs pour les leur revendre, en prélevant sur l'opération son bénéfice, ou faire livrer à la Maison du Livre français les commandes qu'ils ont adressées directement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aux éditeurs, afin qu'elle les groupe en un seul colis. Les commissionnaires particuliers, tout en se pliant aux désirs de leurs clients, avaient l'habitude, surtout lorsqu'il s'agit du commerce d'exportation, de fournir les livres en commission. L'éditeur n'avait ainsi aucun renseignement sur le pays auquel il avait vendu ses livres; il ne connaissait qu'une contremarque sur laquelle on refusait généralement de lui fournir aucun renseignement. Il lui était donc impossible d'organiser méthodiquement sa publicité, de surveiller et de développer ses affaires. Il devait s'en remettre uniquement à ces intermédiaires

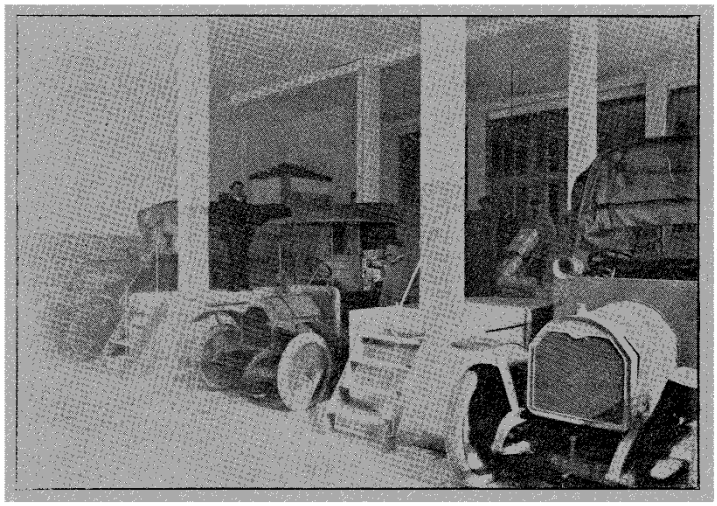


Fig. 3. — Les quais de départ.

dont l'intérêt commercial ne concordait pas nécessairement avec celui de notre expansion nationale. Puisque la Maison du Livre est l'organe commun des éditeurs et des libraires, constituée par eux et leur appartenant, il est bien évident qu'elle ne saurait s'interposer entre eux. Loin de gêner en rien leurs relations, elle n'a qu'un objet : les faciliter. C'est donc le service de groupage qui prend chez elle le plus d'importance. Ses clients libraires, dont le nombre augmente chaque jour, y font déposer par les éditeurs des paquets de livres qu'elle leur expédie, après les avoir groupés en un ballot ou dans un sac. En septembre, elle a ainsi manutentionné 73.000 kg et 80.000 en octobre. De la même façon, la Maison du Livre se charge de l'opération inverse, reçoit en un seul colis les paquets de livres invendus à retourner aux éditeurs.

Ce n'est pas à dire cependant que la Maison du Livre néglige complètement son service de commission et si elle maintient intégralement le principe de ne jamais cacher aux éditeurs le nom de ses correspondants quand ils le lui demandent, elle ne refuse pas de servir directement ceux de ses clients

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui ne sont pas en compte avec certains éditeurs ou qui, pressés de se procurer un livre qu'ils ne connaissent pas aiment mieux le commander immédiatement à la Maison du Livre.

Encore ici cependant son service bibliographique leur permet-il de s'adresser directement à l'éditeur. Son organisation a été un de ses premiers soucis, car la dispersion de notre édition et de notre librairie l'avait laissé jusqu'ici à peu près inexistant. En dehors de la *Bibliographie de la France*, périodique hebdomadaire édité par le Cercle de la Librairie, contenant les annonces de nouveautés des éditeurs et d'une ou deux publications privées,

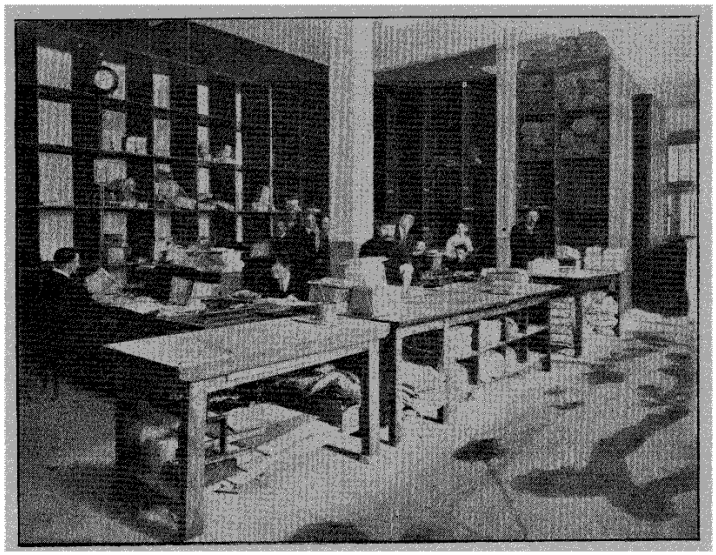


Fig. 4. — Groupage des colis pour la province et l'étranger.

il n'existait pas d'organe bibliographique capable de renseigner rapidement le libraire, et si, ce qui arrivait souvent, il n'y trouvait pas l'ouvrage que son client lui demandait, il n'avait pas d'autre moyen que de se confier à un commissionnaire. La Maison du Livre met à sa disposition tous les répertoires bibliographiques existant dans la librairie française dont le prix assez élevé lui interdit souvent l'achat; et pour donner à ce service plus de rapidité et d'exactitude, elle a entrepris la constitution d'un fichier qui sera bientôt complet et extrêmement précieux. Elle y porte tous les ouvrages en vente chez tous les éditeurs et le tient constamment à jour en y notant tous les ouvrages nouveaux. Ces fiches sont classées par ordre alphabétique des auteurs et des titres. Voici maintenant la façon dont elle met cette importante documentation à la disposition de ses membres. Le libraire peut y avoir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

recours soit pour obtenir un renseignement que lui demande un client et qui pourra peut-être provoquer plus tard une commande de sa part, soit pour se procurer un ouvrage qu'il ignore complètement, dont il ne sait même peut-être pas exactement le titre ou le nom de l'auteur, mais qu'on lui a commandé ferme. Dans le premier cas, il n'a qu'à envoyer à la Maison du Livre un bulletin où il porte les indications insuffisantes qu'il possède et qu'elle lui renvoie après l'avoir complété. Dans le second cas, elle lui fournit les livres en commission. Elle reçoit en moyenne par jour 60 bulletins de recherches et 90 pour des ouvrages commandés en commission.

A côté de ce service, qui lui permet également de fournir aux libraires des listes d'ouvrages sur des sujets donnés, la Maison du Livre a entrepris la publication de documents bibliographiques qui leur donnent le moyen de se renseigner eux-mêmes. Après avoir fait une enquête auprès d'eux, elle a reconnu que ce qui leur rendrait le plus de services serait un périodique qui, en même temps qu'il leur annoncerait les nouveautés, serait pour eux un répertoire de consultation facile. Peu avant la guerre, un libraire d'Arras avait créé une petite feuille mensuelle qu'il continue maintenant à la Maison du Livre pour la plus grande satisfaction de tous ses confrères. Ces *Tables bibliographiques* donnent tous les mois la liste de tous les ouvrages parus classés par ordre alphabétique de noms d'auteurs. Tous les trois mois, deux autres tables viennent compléter cette première liste. Les premières font la récapitulation de tous les livres parus depuis le début de l'année, les secondes classent ces mêmes ouvrages par titres d'ouvrages et par mots essentiels, de telle sorte qu'on peut très vite trouver le livre que l'on cherche.

Enfin, pour répondre à un besoin que rien jusqu'ici ne pouvait satisfaire, il s'était créé en 1913 un Office pour la propagation du livre français qui, sous la direction de quelques jeunes éditeurs et avec le concours de la plupart de leurs confrères, avait entrepris de publier des catalogues par rubriques. Malgré les difficultés qu'amena la guerre, l'œuvre fut poursuivie sans relâche et, grâce à une subvention du Ministère des Affaires étrangères qui comprit l'intérêt national d'une telle publication, l'Office réussit à rédiger ses premiers catalogues. Le premier fascicule de celui de littérature, consacré aux XIX^e^ et XX^e^ siècles, est prêt. Il contient un choix de 6 500 livres fait par des spécialistes aussi qualifiés qu'indépendants d'après les renseignements donnés par les éditeurs eux-mêmes. Ce premier fascicule sera suivi de ceux qui seront consacrés à la Littéraire française classique, à la Critique littéraire, à l'Histoire et à la Géographie, aux Beaux-Arts, aux Sciences et à la Technologie, au Droit, Philosophie et Religion, aux Connaissances pratiques, à l'Enseignement, aux livres pour la jeunesse. Ces catalogues seront mis en vente à la Maison du Livre; ils ne se répandront que par l'intermédiaire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des libraires, et constitueront de véritables manuels de bibliographie, clairs, élégants, faciles à consulter.

La Maison du Livre français ne se contente pas de mettre ainsi à la disposition de ses membres tous les instruments de travail qui leur rendent l'exercice de leur profession plus aisé et plus intéressant; elle veut encore compléter son œuvre en exerçant une sorte de contrôle sur la librairie. Elle publie un *Bulletin* mensuel qui deviendra bi-mensuel l'année prochaine et qui crée entre eux un lien permanent : elle leur y donne des articles bibliographiques, revues critiques des ouvrages récemment publiés, études sur les œuvres des auteurs dont on a l'occasion de parler, nouvelles de la profession dans l'édition et dans la librairie, en France et à l'étranger. Ce périodique de la corporation, créé il y a un an, a tout de suite pris une place importante parmi les journaux techniques. Pour faire un recensement absolument indispensable de la librairie, la Maison du Livre a encore entrepris de rédiger un *Annuaire* qui donnera les renseignements les plus circonstanciés sur les maisons d'édition comme sur les librairies de détail. Enfin, pour désigner au public celles qui peuvent, jouissant de tous ces avantages, lui donner satisfaction le plus vite et le plus sûrement, elle a créé un panonceau artistique qu'on peut placer dans les magasins ou aux devantures. Quand vous le verrez chez un libraire, vous pouvez vous dire que vous avez rencontré un vrai libraire aussi sûrement que vous appréciez l'hôtel qui affiche à sa porte le panonceau du Touring Club. Et n'a-t-on pas au moins autant d'intérêt à trouver un bon libraire qu'un bon restaurateur?

Cette organisation si jeune, mais déjà si complexe de la Maison du Livre sera perfectionnée au fur et à mesure des besoins. Mais, dès maintenant, l'excellence du principe qui a présidé à sa fondation a fait ses preuves. La force du groupement d'intérêts qu'elle représente lui a valu les encouragements les plus significatifs des pouvoirs publics et des administrations. Non seulement le Ministère du Commerce lui a multiplié les preuves d'approbation, non seulement le Ministre lui-même est venu l'inaugurer en juin dernier; mais les administrations lui ont accordé des faveurs signalées. Les compagnies de chemins de fer, accédant à une demande formulée par son Comité d'études viennent récemment de décider d'y ouvrir un bureau de ville spécial à la librairie et commun à tous les réseaux. Ce bureau fonctionne depuis deux mois à la grande satisfaction tant des éditeurs, qui n'ont plus à courir dans plusieurs bureaux et à y attendre souvent interminablement, que des libraires qui reçoivent ainsi leurs livres plus rapidement.

Un autre succès fut remporté l'année dernière par la Maison du Livre auprès d'une de nos administrations les plus... administratives, celle des Douanes. Depuis l'application de la taxe sur le chiffre d'affaires, les Douanes,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui se chargent du recouvrement de cet impôt pour tous les achats faits à l'étranger, forçaient les éditeurs à remplir des formalités si compliquées qu'elles en étaient même inexécutables, s'ils ne voulaient pas payer le droit de 1,10 f sur les livres que les libraires étrangers avaient reçus d'eux en dépôt et qu'ils leur retournaient n'ayant pas pu les vendre. Ne les forçait-on pas à présenter au commissariat de police ou au maire les livres de commerce sur lesquels étaient portées les ventes conditionnelles de ces livres? Je dis bien les livres de commerce; car les ouvrages qui font l'objet d'un retour avaient généralement été commandés et débités en plusieurs fois. Les éditeurs, devant l'impossibilité où ils étaient de transporter leur comptabilité au commissariat, se décidaient souvent à payer l'impôt sur une opération inexistante, puisqu'ils n'avaient pas vendu les livres qu'on leur retournait. La Maison du Livre fit pour le compte de ses membres des démarches auprès de l'Administration des Douanes, qui consentit à laisser entrer en franchise les livres portant le nom d'un éditeur et d'un imprimeur français.

Fig. 5. — Panonceau de la Maison du Livre français.

Enfin, la Maison du Livre, groupant la grosse majorité des éditeurs français, est en mesure de négocier avec les libraires étrangers des accords qui faciliteront la vente du livre français. C'est ainsi qu'en Amérique du Sud, par l'encouragement qu'elle a donné à une grande maison française de commission elle a réussi à faire vendre nos livres à un prix plus normal, ou qu'en Roumanie, elle va provoquer un accord avec les libraires, gros clients de la France, que la crise du livre met dans une situation difficile.

Telle est l'organisation actuelle de la Maison du Livre après un peu plus de dix-huit mois d'existence légale, six mois d'existence réelle puisqu'elle n'est installée que depuis mai dernier; tels sont les services qu'elle rend déjà à la corporation du livre. Mais c'est un organisme jeune qui a beaucoup d'ambitions. Elle rêve de créer dans ce vieux quartier des libraires une vraie cité du livre qui sera réellement un centre incomparable d'expansion intellectuelle. Leipzig était la capitale du livre et la puissance de son organisation lui valait un prestige et un rayonnement universels. Notre librairie est assez riche pour se suffire à elle-même; elle est entrée très tard dans la voie de l'organisation moderne. La rapidité des premiers progrès accomplis fait espérer qu'elle en réalisera bientôt d'autres et qu'elle obtiendra l'indépendance et la prospérité à laquelle elle a droit et qu'elle mérite.

JEAN-PAUL BELIN,
*Secrétaire général de la « Maison du Livre français ».*



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# TRAVAUX DE LA COMMISSION D'UTILISATION DU COMBUSTIBLE[1]

## Ministère des Travaux Publics.

### Cinquième Rapport.

On trouvera ci-après la seconde partie du rapport présenté par M. V. Kammerer, au nom de la 1re sous-commission, sur la production et l'utilisation de la vapeur d'eau dans les industries diverses.

La première partie, précédemment publiée (*Journal officiel*, 20 février 1921), a traité de la production de la vapeur.

La seconde partie, qu'on va lire, est relative à son utilisation.

Tout d'abord, il faut transporter la vapeur : le rapport débute donc par des observations au sujet des tuyauteries, dans lesquelles il importe d'éviter autant que possible, non seulement tout déchet de quantité, mais tout amoindrissement de qualité du précieux fluide.

Les principales applications de celui-ci sont ensuite passées en revue, en analysant pour chacune d'elles les conditions théoriques et pratiques de la meilleure utilisation.

Ainsi qu'il convient, la première des applications envisagées est la production de la force motrice. Tant pour les machines alternatives que pour les turbines, les divers facteurs d'économie : pression, surchauffe, vide au condenseur, distribution ou canalisation dn fluide, réduction des actions de paroi, augmentation de la puissance unitaire, font l'objet d'une discussion où les données de la thermodynamique et les constatations de l'expérience s'éclairent par leur rapprochement.

Mais cette application est loin d'être la seule. A côté du rôle éminent qu'elle a joué pendant tout le XIXe siècle et qu'elle joue encore comme agent de la transformation partielle de la chaleur en travail, la vapeur d'eau sert comme agent de transmission de la chaleur dans une multitude d'opérations : chauffages de toute espèce, étuvage, cuisson, séchage, distillation, concentration par évaporation, etc.

Sur ce terrain varié d'applications, l'économie de vapeur n'a pas toujours été poursuivie avec autant de soin et d'art que dans le domaine de la machine motrice. Le rapport de M. Kammerer met en évidence, pour chaque genre d'opération, les conditions propres à assurer le succès du procédé et son bon rendement thermique.

Au nombre des opérations envisagées est le séchage par l'air chaud. Ce système de séchage n'est pas par essence un mode d'emploi de la vapeur : il le devient toutefois lorsque l'air est chauffé au moyen de radiateurs à vapeur. D'autre part, c'est sous forme

(1) *Journal officiel* du 21 décembre 1921.

(2) Voir les quatre premiers rapports dans les *Bulletins* de : janvier 1921, p. 124 à 137; — mars 1921, p. 286 à 301; — mai 1921, p. 476 à 507; — octobre 1921, p. 1088 à 1124.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de vapeur que l'air emporte l'humidité de la matière à sécher. On notera, entre autres observations présentées sur ce procédé, celles relatives à l'utilité d'un chauffage intérieur du séchoir.

Une même vapeur, passant par degrés d'un état initial de haute pression et de haute température à un état final de basse pression, peut accomplir au cours de sa détente plusieurs fonctions successives. Depuis bien longtemps, pour la production de la force motrice, cette utilisation en cascade caractérise la machine à multiple expansion. De même, la vapeur d'échappement d'un moteur peut être envoyée dans un second moteur fonctionnant entre la pression d'échappement du premier et le vide d'un condenseur; on sait le service que rendit M. Rateau aux exploitants de mines et aux maîtres de forges, à une époque où les machines d'extraction et les machines de laminoirs étaient presque toutes à vapeur, en associant à ces machines (auxquelles l'intermittence du travail avait fait conserver l'échappement libre) des accumulateurs suivis de turbines à basse pression. On peut aussi associer en série une machine motrice et un système de chauffage, ou plusieurs chauffages entre eux. Le rapport de M. Kammerer met en évidence la variété et l'économie des solutions auxquelles s'adapte ce principe.

Il montre en particulier que, lorsqu'une machine motrice fonctionnant à contre-pression forme le premier échelon de la cascade, il ne faut pas craindre de fixer la contre-pression à une valeur aussi élevée que l'exige l'utilisation ultérieure de la vapeur, car, si cette utilisation ultérieure est bonne, la force motrice se trouve ainsi produite d'une manière remarquablement avantageuse.

Il va sans dire que l'utilisation en cascade, quelle qu'en soit la modalité, peut être d'un rendement d'autant plus élevé que la détente totale de la vapeur est plus ample et aboutit à une plus basse température finale : d'où l'intérêt, en particulier, des systèmes de chauffage par le vide.

Dans les appareils évaporatoires à multiple effet, ce n'est pas matériellement la même vapeur qui se détend de caisse en caisse, mais la chaleur dégagée dans chaque caisse par la condensation de la vapeur venant de la caisse précédente se retrouve, aux pertes près, dans la vapeur allant à la caisse suivante : de sorte que, si ce n'est pas précisément au fluide lui-même, c'est à l'énergie calorifique qu'est appliqué le principe de l'utilisation en cascade.

Enfin, en parallèle avec cette dégradation progressive, M. Kammerer met la régénération par compression mécanique. Dans un appareil évaporatoire, la vapeur qui se dégage du liquide en élaboration ne saurait servir au chauffage de l'appareil lui-même, parce qu'elle est à une température insuffisante; mais on peut l'amener à la température utile par une compression qui, si le relèvement de température est de faible amplitude, n'absorbe que peu de travail. La chaleur, sortie dégradée de l'appareil, y rentre valorisée; et, à la condition expresse que le travail ne coûte pas trop cher, on dispose ainsi d'un procédé extrêmement intéressant d'auto-évaporation.

Au premier abord, il semble y avoir là quelque chose de paradoxal. Élever la température d'une vapeur par compression mécanique, cela équivaut à transporter de la chaleur d'un corps froid sur un corps chaud, moyennant une dépense de travail. Tout le monde sait bien que ce transport est possible; mais comment peut-il être économique alors que, d'une manière générale, le travail a plus de valeur que la chaleur?

Pour éclaircir la question, imaginons le cas idéal d'une machine de Carnot intercalée entre deux sources, dont l'une est à une température absolue $T_1$, l'autre à une température absolue $T_2$, moindre que $T_1$. Étant réversible, cette machine peut fonctionner à rebours, prendre une quantité de chaleur $Q_2$ à la source $T_2$ et fournir une quantité de chaleur $Q_1$ à la source $T_1$, en absorbant un travail J qui, évalué en calories, est égal à $Q_1 - Q_2$. On a

$$\frac{Q_1}{J} = \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_1}{T_1 - T_2}.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Toujours supérieur à 1, ce rapport est d'autant plus grand que l'écart $T_1 - T_2$ est moindre. Il croîtrait sans limite si $T_1 - T_2$ tendait vers zéro.

Cela posé, admettons que, à cause de la basse température $T_2$ la chaleur $Q_2$ soit sans valeur aucune, tandis qu'au contraire la chaleur $Q_1$ est utilisable. On peut dire, dès lors, que l'on obtient toute la valeur de la chaleur $Q_1$ moyennant la seule dépense du travail J. Cette dépense dépend des moyens de production de travail mécanique dont on dispose. Mais, comme, d'autre part, le rapport de $Q_1$ à J, lorsqu'on les évalue tous deux en calories, est d'autant plus grand que $T_1 - T_2$ est moindre, il n'y a rien que de naturel à ce que l'opération soit économique lorsque l'unité de travail revient à bon marché et que le relèvement de température est de faible amplitude.

On voit que, dans les hypothèses ci-dessus, le travail dépensé n'agit pas simplement en dégageant son équivalent de chaleur, mais en remontant le niveau de température d'une énergie calorifique qui, au niveau inférieur, est inutilisable et à laquelle il suffit d'un faible appoint pour donner, non pas une simple augmentation de valeur d'utilisation, mais toute la valeur d'utilisation qu'elle aura dans l'état nouveau.

Ce cas se présente, en particulier, dans les opérations industrielles où la chaleur est employée à provoquer un phénomène qui se produit à température fixe et qui, par suite, pour une faible différence de température de la vapeur de chauffage, a lieu ou n'a pas lieu. L'un des phénomènes typiques de ce genre est précisément l'évaporation, sous une pression constante, d'un liquide de nature déterminée.

Les calculs et les observations de M. Kammerer sont d'ailleurs de nature à mettre l'esprit en garde contre les illusions, au sujet des autres applications possibles de cette régénération mécanique de la chaleur, qui cependant, à la condition d'être bien comprise et judicieusement employée, n'a sans doute pas dit son dernier mot.

D'un point de vue général, l'ensemble du rapport de Kammerer, indépendamment des conclusions précises et pratiques auxquelles il aboutit, met très utilement en lumière l'importance qu'il convient d'attacher à la notion de qualité de la vapeur ou de la chaleur. Sans doute, cette notion est familière aux physisiens, accoutumés à voir, dans une quantité de chaleur, le produit d'une température absolue par une variation d'entropie. Mais l'entropie est une abstraction sur laquelle l'imagination n'a guère de prise. Il importe, pour bien apprécier, dans les cas concrets, les questions de production et l'utilisation de la vapeur, de ne jamais perdre de vue l'influence de la température sur la valeur des quantités de chaleur reçues ou fournies.

*Le vice-président de la Commission*,
WALCKENAER.

*Le secrétaire*,
LANGRENON.

## La production et l'utilisation de la vapeur.

### RAPPORT DE LA 1re SOUS-COMMISSION.

*Deuxième partie.*

### UTILISATION DE LA VAPEUR.

Les emplois de la vapeur d'eau dans l'industrie sont extrêmement variés; on peut même prétendre que la vapeur constitue l'agent de transport, d'échange et de transformation de la chaleur le plus souple et le plus précieux que nous possédions. Nous la trouvons comme fluide moteur des machines et turbines à vapeur depuis les puissances

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les plus faibles jusqu'aux plus élevées; elle est aussi l'auxiliaire presque indispensable de la plupart des industries chimiques, de celles de l'alimentation et du vêtement; elle sert enfin à des chauffages de toute sorte, soit directement, soit indirectement.

Dans toutes ces opérations, la vapeur cède une partie plus ou moins grande de l'énergie provenant de la chaleur qui lui a été transmise par le générateur. En étudiant la façon dont la vapeur est produite dans ce dernier, nous avons considéré surtout le rendement en quantité, c'est-à-dire le rapport de la quantité de chaleur absorbée par le fluide à celle dégagée par la combustion du combustible, sans nous préoccuper, au moins explicitement, de la qualité de l'énergie calorifique. Cette simplification qui pouvait se justifier parce que l'écart entre la température de combustion et celle de la vapeur est très grand et que l'emploi de réchauffeurs d'eau ou d'air permet d'épuiser les gaz de la combustion quelle que soit la température de la valeur produite, n'est plus permise lorsqu'on passe à l'utilisation de la vapeur. En effet, ses divers modes d'emploi mettent en jeu des propriétés différentes, telles que sa force élastique, sa température, sa chaleur latente ou sa chaleur totale, et dans les échanges de chaleur les écarts de température sont plus faibles. Il faudra donc, à côté de la quantité de chaleur susceptible d'être fournie par la vapeur, tenir compte de la qualité de celle-ci.

Par quoi est caractérisée la qualité de la vapeur? La réponse à cette question ne peut être unique et générale, car divers facteurs peuvent la déterminer suivant les résultats que l'on cherche à atteindre. Ce sera tantôt la pression, tantôt la température, souvent les deux à la fois et, dans certains cas, le titre ou la proportion d'eau qu'elle contient. Si, lorsqu'il s'agit de vapeur saturée sèche, il est indifférent de définir la qualité par la pression ou par la température, ces deux propriétés étant liées entre elles d'une façon invariable, il n'en est plus de même lorsqu'on a affaire à de la vapeur surchauffée, dont la température est indépendante de la pression.

C'est en particulier pour la transformation de la chaleur en travail mécanique que la qualité de la vapeur intervient; de telle sorte qu'une même quantité de vapeur, selon qu'elle sera à tel ou tel état de pression et de température, ne rendra pas en travail une même fraction de la chaleur qui lui aura été fournie pour l'amener à cet état. Ainsi, la faculté qu'a la vapeur de fournir du travail par expansion croît rapidement avec la pression, alors que la quantité de chaleur supplémentaire qu'il faut dépenser pour obtenir cette vapeur à plus haute pression est faible. Convenons, selon l'usage, d'appeler chaleur totale de 1 kg de vapeur, la quantité de chaleur reçue par le kilogramme de fluide passant, suivant le « chemin » ordinaire, de l'état d'eau à 0° à l'état de la vapeur considérée. Le kilogramme de vapeur saturée a pour chaleur totale :

640 calories à la pression atmosphérique;

660 calories à la pression de 6 kg : cm² absolus;

667 calories à la pression de 11 kg : cm² absolus;

671 calories seulement à celle de 16 kg : cm² absolus.

La différence entre les notions de qualité et de quantité est encore plus frappante lorsque l'on considère la vapeur surchauffée à température déterminée et à pression variable. En effet, la chaleur totale de cette vapeur, loin d'augmenter, diminue lorsque la pression augmente. A la température de 250°, par exemple, elle est de :

713 calories pour une pression de 1 kg : cm² absolu;

709 calories pour une pression de 6 kg : cm² absolus;

704 calories pour une pression de 11 kg : cm² absolus;

700 calories pour une pression de 16 kg : cm² absolus;

alors que l'énergie disponible par détente augmente d'une manière importante avec la pression.

La fraction de la chaleur totale de la vapeur, qui est susceptible d'être transformée en travail mécanique, constitue la partie la plus précieuse de cette chaleur totale. Par conséquent, si l'on veut tendre à une utilisation rationnelle de la vapeur, il faudra produire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

celle-ci de qualité aussi bonne que possible, c'est-à-dire à une pression et à une température aussi élevées que les circonstances et les appareils dont on dispose le permettent, puis, au cours de son transport et de ses différents emplois, il y aura lieu d'éviter non seulement les pertes de chaleur par fuites, condensation et refroidissement, mais aussi tout ce qui pourra la dégrader et la rendre moins apte à l'utilisation envisagée, même si cette dégradation n'entraînait aucune diminution de la quantité de chaleur.

### Transport de la vapeur.

Le transport de la vapeur dans les conduites nous fournit un exemple d'application du principe précédent, auquel il peut y avoir intérêt à s'arrêter un instant. Le transport donne lieu à des pertes de chaleur par suite du refroidissement extérieur (se traduisant pour la vapeur par un abaissement de température ou par une condensation partielle) et à des pertes de charge produisant une diminution de la pression.

La perte de chaleur et la perte de charge varient en sens inverse l'une de l'autre lorsque, à débit de vapeur égal, on modifie le diamètre de la conduite. La première croît avec le diamètre; la seconde, au contraire, décroît quand le diamètre augmente, et cela très rapidement, à savoir en raison de la cinquième puissance du diamètre. Il y aura donc, en général, entre les faibles vitesses correspondant à de grands diamètres et de grandes pertes de chaleur et les grandes vitesses et faibles diamètres correspondant à de fortes pertes de charge, un diamètre et une vitesse optima qu'il conviendra de choisir pour obtenir le meilleur rendement de la conduite.

Cette vitesse pourra être très différente, suivant qu'il s'agira d'un transport de vapeur pour des chauffages ou usages analogues ou qu'il s'agira d'une production de force motrice. Dans le premier cas, il sera logique, afin de réduire au minimum les pertes de chaleur, de diminuer le diamétre et d'augmenter la vitesse jusqu'à la limite pratiquement admisible, sous la seule réserve d'avoir encore au bout de la conduite la pression strictement indispensable pour le fonctionnement du système de chauffage. On adopte dans ce sens déjà aujourd'hui des vitesses de 30 à 50 m : s et plus. Dans le second cas, la question est plus complexe : il importe de conserver le mieux possible la qualité essentielle résidant dans la pression de la vapeur, tout en tenant compte de ce que les pertes de chaleur résultant du refroidissement extérieur de la conduite se traduisent, pour la vapeur surchauffée par une diminution de surchauffe, pour la vapeur saturée par une condensation partielle. La vitesse optima sera dans ce cas celle pour laquelle la perte de travail disponible passera par un minimum.

Le diamètre d'une conduite de vapeur n'est pas seul en cause pour produire la perte de charge. Les changements brusques de direction, surtout ceux qui se produisent dans les valves à soupapes, clapets d'arrêt et autres appareils analogues, donnent lieu à de notables chutes de pression, et il convient de réduire dans les conduites des machines ou turbines le nombre de ces appareils au strict nécessaire. Les vannes à passage rectiligne les remplacent utilement, parce qu'elles ne présentent pas le même inconvénient.

La perte de chaleur d'une conduite non isolée est proportionnelle à sa surface, à l'écart entre la température du métal (laquelle est sensiblement égale à celle de la vapeur) et la température ambiante et, en outre, à un coefficient de transmission qui dépend un peu de la vitesse de la vapeur et de sa densité, mais surtout de la température et du mouvement de l'air qui entoure la conduite. Dans une atmosphère calme, chaque mètre carré de conduite nue occasionne une perte horaire d'environ 1.200 calories pour une différence de température de 90 à 100 degrés (basse pression), montant au double pour une différence d'environ 150 degrés et à plus de 5.000 calories pour de la vapeur surchauffée avec une différence de température de 300 degrés.

Cette perte peut être réduite au tiers, au quart et même davantage en enveloppant les conduites de matières isolantes, appelées communément calorifuges.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un isolant est d'autant plus efficace que son épaisseur est plus forte et que sa conductibilité calorifique est moins élevée; celle-ci augmente d'ailleurs avec la température.

Les matières employées comme isolants dépendent des températures auxquelles elles ont à résister. Pour les basses températures, c'est le liège et les matières textiles, laine, coton, bourre de soie; pour les températures élevées, l'amiante, la magnésie et la terre d'infusoires. La qualité des isolants varie, toutes choses égales d'ailleurs, en raison inverse de leur densité et on a intérêt à choisir les plus légers.

Quant à l'épaisseur, il ne faut pas hésiter à la prendre suffisante; elle doit être d'autant plus forte que la température est plus élevée et que le diamètre de la conduite est plus grand. Sur des conduites de 100 à 200 mm de diamètre, l'épaisseur de l'isolant ne devrait pas être inférieure à 50 mm pour de la vapeur saturée et à 70 mm pour de la vapeur à 300°.

En résumé, sauf pour les tout petits diamètres, inférieurs à 2 cm par exemple, où l'augmentation de surface compense, dans une certaine mesure, l'effet de l'isolant, l'isolation des conduites de vapeur s'impose dans tous les cas et devrait être appliquée, au moins pour les températures élevées, non seulement aux conduites elles-mêmes, mais, sous forme d'enveloppes mobiles, également à la plupart des joints, valves et autres appareils intercalés dans les conduites.

On peut compter, en l'état actuel des prix, que les dépenses de l'isolation sont amorties par l'économie de combustible, après une durée de 600 à 1.200 heures de marche effective, c'est-à-dire en quelques mois.

Il est utile que tous les appareils annexes des conduites, tels que les séparateurs d'eau, purgeurs, etc., soient, comme les conduites elles-mêmes, l'objet de soins d'isolation.

Il faut éviter, autant que possible, de faire passsr les conduites à l'air libre, où les pertes de chaleur sont augmentées en fonction du mouvement de l'air et où l'entretien de l'isolant est rendu plus difficile et plus coûteux par l'effet des intempéries.

Quant aux parties des conduites ou appareils qui, pour une raison ou une autre, ne peuvent pas être isolées, on devrait au moins les enduire d'une peinture métallique résistant à la chaleur, laquelle diminue considérablement, sinon la convection, du moins le rayonnement et est susceptible, d'après des essais faits en Amérique, de réduire de plus de 25 p. 100 la perte de chaleur.

Les purgeurs constituent un point faible des conduites de vapeur et occasionnent souvent des pertes de vapeur considérables. Un principe qui nous paraît recommandable, c'est d'en placer le moins possible, en groupant, par exemple, plusieurs conduites de purge, mais, par contre, de les choisir de bonne construction et de grandes dimensions et de les entretenir soigneusement. Des tuyaux de dérivation, appelés aussi *by-pass*, facilitent beaucoup cet entretien en permettant le remplacement, en marche, d'un appareil défectueux par un autre de réserve. L'eau de condensation provenant des purges, qui a l'avantage d'être chaude et pure, devra être récupérée et employée chaque fois que ce sera faisable, soit sur place, soit en la renvoyant aux chaudières.

Si tout appareil en service doit être entretenu, les conduites de vapeur et leurs accessoires échappent d'autant moins à cette nécessité que les variations de température et les efforts de dilatation tendent à en disloquer toutes les parties.

En dehors de l'isolant qu'il faut maintenir en bon état, il convient, surtout dans les installations étendues, de surveiller les joints, les robinets, les purgeurs, etc., pour aveugler les fuites aussitôt qu'elles se produisent, et de s'assurer que les robinets sont bien fermés, qu'aucun embranchement, aucune conduite en boucle, ne demeure inutilement sous pression. L'ensemble de ces soins n'a pas, au point de vue de l'économie, un rôle moins important que la bonne installation de la tuyauterie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## Force motrice.

La technique de la production de la force motrice par la vapeur, son développement et son perfectionnement se confondent presque avec l'histoire de l'industrie du siècle qui nous précède. C'est d'abord le côté mécanique de la géniale invention de Watt qui passionne les ingénieurs et les constructeurs, puis, dans la seconde partie du siècle dernier, l'étude de la thermodynamique et l'application des principes féconds qu'elle enseigne, permet de réduire la consommation de vapeur des machines, de 30 ou 40 kg par cheval-heure qu'elle était au début, à moins de 5 kg. Lorsque au commencement du siècle actuel, les constructeurs paraissent avoir atteint à peu près les limites pratiques des puissances et de l'économie, la turbine à vapeur apparaît et, marchant de pair avec le développement de l'électricité et de sa distribution, donne un essor inespéré à la production, en grand, de la force motrice par la vapeur. Ces divers perfectionnements se sont succédé si rapidement, surtout dans les vingt dernières années, que l'industrie n'a pas toujours pu les suivre. Peu d'années après leur mise en service, les machines motrices étaient démodées, dépassées par de nouveaux types ou des moteurs thermiques d'un autre genre. Cette évolution rapide et le coût élevé des installations neuves expliquent le grand nombre de machines antiéconomiques existant encore dans l'industrie.

Au point de vue spécial où nous sommes placés, c'est-à-dire au point de vue de l'économie de chaleur, et en nous limitant provisoirement à la seule production de la force motrice, c'est la consommation des machines en calories de vapeur par unité de travail qui nous intéresse au premier chef. Cette consommation varie dans une large mesure d'une machine à l'autre, suivant la puissance, le type, la destination, le nombre de cylindres, le genre de distribution, l'âge de la machine et suivant la qualité de la vapeur dont elle est alimentée.

On peut admettre que, actuellement, une bonne machine moderne à condensation, neuve et de puissance supérieure à une centaine de chevaux, ne consomme pas plus que 7 kg de vapeur saturée par cheval-heure lorsqu'elle est monocylindrique et 5,5 à 6 kg lorsqu'elle est à double expansion, ce qui correspond à peu près à 4.600 calories pour la première et à 3.800 pour la seconde. Lorsque la vapeur est surchauffée aux environs de 300°, les consommations précédentes s'abaissent à 4.000 calories pour les machines monocylindriques et 3.300 pour les machines à double expansion. Entre les deux, mais se rapprochant plus de la machine compound, se placent les machines monocylindriques à équicourant, qui tendent à s'implanter de plus en plus pour les puissances moyennes jusqu'à 400 et 500 ch.

Pour les machines échappant à l'air libre, il faut compter 20 à 25 p. 100 en plus.

Le nombre des machines existantes qui réalisent en marche industrielle ces consommations réduites est cependant relativement restreint, car, sans compter qu'elles sont loin d'être toutes de construction également soignée, la vétusté et l'usure d'une part, les conditions de marche, d'autre part, s'allient souvent pour en augmenter la consommation dans des proportions considérables. On ne peut donc guère indiquer, même approximativement, la consommation moyenne des machines existantes prises dans leur ensemble.

Toutefois, les très nombreux essais de consommation faits par les associations de propriétaires d'appareils à vapeur sur des machines en service, permettent de conclure que si l'on fait abstraction de petites unités de puissance inférieure à 100 ch et des machines spéciales, telles que celles des laminoirs et d'extraction, la consommation de la plupart des machines à vapeur d'usine, construites dans les vingt-cinq ou trente dernières années et marchant à condensation, se tient entre 3.500 et 7.000 calories par cheval-heure. On voit combien ces limites, qui tiennent déjà compte d'une sélection, sont larges et quelle marge elles laissent à l'amélioration économique. Quant aux machines qui dépassent la consommation de 7.000 calories (correspondant à environ

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

10,5 kg de vapeur saturée), on ne devrait pas hésiter à les remplacer ou à les améliorer. En effet, une économie de 2.000 calories par cheval-heure, facile à réaliser dans ces cas, correspondrait à une économie de houille d'au moins 400 g par cheval-heure, soit 1.000 kg par cheval-an de 2.400 heures ce qui, avec un prix de houille de 100 f par tonne, permet d'engager une dépense de 650 f par cheval, supérieure au prix d'une machine neuve dépassant 150 à 200 ch.

Bien des machines à consommation exagérée ont encore leurs organes mécaniques en excellent état et peuvent être améliorées par simple remplacement du ou des cylindres avec application de surchauffe, par exemple, sans qu'il soit besoin de les remplacer intégralement. Dans beaucoup de cas même, une simple mise au point, un réglage de la distribution, la réfection des segments du piston, de quelques tiges et cliquets ou autres organes insignifiants, le rodage des glaces et soupapes, suffisent pour faire baisser la consommation d'une façon très sensible.

Le moyen le plus sûr de découvrir les défauts et le déréglage de la distribution de vapeur, qui sont plus fréquents qu'on ne le suppose en général, consiste à relever périodiquement des diagrammes au moyen de l'indicateur de Watt. C'est là une précaution qu'aucun industriel soucieux de ses intérêts ne devrait négliger; elle n'occasionne que des frais minimes. Rien n'est plus éloquent en ce qui concerne les défauts de distribution que certaines collections de diagrammes défectueux, qui révèlent souvent les déréglages les plus inattendus.

Mais si le diagramme donne des indications précieuses sur l'état de la distribution, quelquefois sur les fuites importantes de vapeur, il ne renseigne pas d'une manière directe ni complète sur l'économie de la machine, et seul l'essai de consommation mesure cette économie.

D'ailleurs, le chiffre de consommation ne suffit pas non plus à lui seul pour apprécier le degré de perfection d'une machine, juger de ses défauts éventuels et se rendre compte de l'influence des conditions de marche et de la qualité de la vapeur. Lorsqu'on se trouve en présence d'une machine dont la consommation paraît trop forte, il convient, pour apprécier les causes du mal et les remèdes à appliquer, de disséquer le phénomène de la transformation de l'énergie calorifique en travail mécanique, de considérer le processus théorique, c'est-à-dire la manière dont évoluerait la vapeur dans une machine idéale et parfaite, et de comparer à cet idéal théorique la réalisation pratique.

Dans l'hypothèse d'une machine à vapeur parfaite, toute l'évolution du fluide aurait lieu suivant le cycle de Rankine, qui se rapproche un peu plus de la réalité que le cycle classique de Carnot. La vapeur, admise dans la machine à un certain état de pression et de température, s'y détendrait adiabatiquement jusqu'à la pression d'échappement, et le travail, évalué en calories, ne serait autre que l'excès de la chaleur totale du kilogramme de vapeur lors de l'admission sur la chaleur totale du kilogramme de vapeur à la fin de la détente : ce qu'on exprime en disant que le travail serait l'équivalent de la chaleur rendue disponible par la détente adiabatique.

La consommation théorique d'une machine parfaite s'obtient donc en divisant l'équivalent calorifique du cheval-heure ou du kilowatt-heure, c'est-à-dire 632 ou 860 calories par la quantité de chaleur disponible par la détente adiabatique d'un kilogramme de vapeur (pour la vapeur saturée elle ne peut être lue directement sur les abaques bien connus de M. Rateau). Elle varie dans de très larges limites avec la pression et la température d'admission et avec la pression d'échappement, ainsi que le montrent les tableaux ci-joints donnés à titre d'exemple pour faire ressortir l'influence des trois facteurs précités.

Le rendement du cycle théorique est d'autant plus grand que la pression et la température initiales sont plus élevées et la pression finale plus basse. Ce sont là les conditions primordiales pour la marche économique d'une machine, conditions que l'on devrait chercher à réaliser le plus possible lors d'une installation neuve ou à l'occasion d'une transformation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On voit notamment, en examinant le tableau A, que l'augmentation du rendement théorique due à une élévation de la pression initiale est très sensible aux faibles pressions d'admission, pour devenir progressivement minime aux pressions élevées. Ainsi, à 7 kg : cm² de pression, l'amélioration de rendement est d'environ 4 p. 100 pour 1 kg : cm² d'augmentation de pression; elle est de près de 2 p. 100 encore entre 10 et 13 kg : cm² et tombe à environ 1 p. 100 entre 16 et 19 kg : cm². Le fait de ne pas tenir continuellement la pression aux chaudières aussi voisine que possible de celle du timbre est donc d'autant plus préjudiciable à l'économie d'une machine que la pression de marche est plus basse. On rencontre beaucoup d'installations marchant entre 6 et 8 kg : cm² où l'on pourrait sans inconvénient et avec peu d'efforts de la part du chauffeur, obtenir une meilleure tenue de la pression et gagner d'une façon continue 1 à 1,5 kg : cm², c'est-à-dire de 3 à 5 p. 100 sur la consommation.

**A**

*Influence de la pression initiale sur la consommation théorique des machines (cycle de Rankine).*
(Vapeur saturée sèche, pression finale 1 kg : cm².)

| PRESSION INITIALE (ABSOLUE) | CHALEUR TOTALE DE 1 KG DE VAPEUR | CHALEUR DISPONIBLE PAR DÉTENTE ADIABATIQUE | CONSOMMATION THÉORIQUE | | RENDEMENT THÉORIQUE |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | par cheval-heure. | par kilowatt-heure. | |
| kg : cm² | cal. | cal. | kg | kg | p. 100 |
| 1 | 639,3 | 81,7 | 7,736 | 10,526 | 12,8 |
| 4 | 655,4 | 132,2 | 4,781 | 6,505 | 20,2 |
| 7 | 662,0 | 152,6 | 4,142 | 5,636 | 23,0 |
| 10 | 666,1 | 165,6 | 3,816 | 5,193 | 24,8 |
| 13 | 668,9 | 175,0 | 3,611 | 4,914 | 26,2 |
| 16 | 671,2 | 182,5 | 3,463 | 4,712 | 27,2 |
| 19 | 672,9 | 188,0 | 3,362 | 4,574 | 27,9 |
| 22 | 674,3 | 193,0 | 3,275 | 4,456 | 28,6 |
| 25 | 675,7 | 197,7 | 3,197 | 4,350 | 29,3 |

Il ressort du même tableau que, pour les machines à condensation, dans le cas général, il n'y a pas grand avantage à dépasser 16 ou 18 kg : cm² de pression initiale. Il n'en est pas de même quand la pression finale est élevée, comme cela a lieu dans certaines machines à contre-pression; l'intérêt relatif des hautes pressions initiales croît à mesure que la pression finale s'élève. Ainsi, pour une contre-pression de 5 kg : cm² absolus, chaque kilogramme de pression initiale en plus, entre 16 et 20 kg : cm² fait gagner plus de 4 p. 100 sur le rendement.

Les remarques qui précèdent visent le rendement de la machine parfaite. Mais dans toute machine réelle, le fonctionnement s'écarte, d'une manière plus ou moins importante, du processus idéal envisagé ci-dessus et le travail accompli par la vapeur sur le ou les pistons (machine alternative) ou sur les aubes (turbine) s'en trouve notablement amoindri. Rapporté à ce travail (qu'on appelle travail indiqué parce que, dans le cas des machines alternatives, il est mesuré par l'aire du diagramme d'indicateur), la consommation de vapeur d'une machine réelle est donc notablement supérieure à la consommation théorique de la machine parfaite. L'inverse de ce rapport de consommations est un coefficient de mérite de la machine réelle considérée; on peut l'appeler le rendement thermo-dynamique de cette machine par rapport à la machine parfaite.

Ce coefficient de mérite ou rendement relatif constitue un élément d'appréciation plus précieux du degré de perfection de la machine que le chiffre de consommation lui-même. Ledit coefficient se tient, en général, pour les machines monocylindriques, entre 0,45 et 0,55 et, pour les machines compound alimentées en vapeur saturée et marchant à conden-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sation, entre 0,50 et 0,70. Il est amélioré par la surchauffe et ordinairement plus élevé pour les machines à échappement libre que pour les machines à condensation.

**B**

*Influence de la pression finale sur la consommation théorique des machines (cycle de Rankine).*
(Pression initiale absolue 10 kg : cm², vapeur saturée sèche.)

| PRESSION FINALE ABSOLUE | CHALEUR TOTALE DE 1 KG DE VAPEUR | CHALEUR DISPONIBLE PAR DÉTENTE ADIABATIQUE | CONSOMMATION THÉORIQUE par cheval-heure. | CONSOMMATION THÉORIQUE par kilowatt-heure. | RENDEMENT THÉORIQUE |
|---|---|---|---|---|---|
| kg : cm² | cal. | cal. | kg | kg | p. 100 |
| 0,03 | 666,1 | 197,0 | 3,208 | 4,365 | 29,6 |
| 0,05 | 666,1 | 184,2 | 3,431 | 4,669 | 27,7 |
| 0,1 | 666,1 | 165,6 | 3,816 | 5,193 | 24,9 |
| 0,2 | 666,1 | 145,8 | 4,335 | 5,998 | 21,9 |
| 0,3 | 666,1 | 133,5 | 4,734 | 6,442 | 20,3 |
| 1 | 666,1 | 93.5 | 6,739 | 9,198 | 14,0 |
| 2 | 666,1 | 68,1 | 9,280 | 12,628 | 10,2 |
| 3 | 666,1 | 52,2 | 12,107 | 16,475 | 7,8 |
| 4 | 666,1 | 40,5 | 15,605 | 21,235 | 6,1 |

**C**

*Influence de la surchauffe sur la consommation théorique des machines (cycle de Rankine).*

| TEMPÉRATURE INITIALE | CHALEUR TOTALE DE 1 KG DE VAPEUR | CHALEUR DISPONIBLE PAR DÉTENTE ADIABATIQUE | CONSOMMATION THÉORIQUE par cheval-heure. | CONSOMMATION THÉORIQUE par kilowatt-heure. | RENDEMENT THÉORIQUE |
|---|---|---|---|---|---|
| deg. centigr. | cal. | cal. | kg | kg | p. 100 |
| (Pression initiale absolue 10 kg : cm², pression finale 0,1 kg : cm².) | | | | | |
| 178,9 | 666,1 | 165,6 | 3,816 | 5,193 | 24,8 |
| 200,0 | 678,1 | 168,6 | 3,748 | 5,100 | 24,9 |
| 250,0 | 705,4 | 178,3 | 3,540 | 4,817 | 25,3 |
| 300,0 | 731,6 | 189,4 | 3,336 | 4,539 | 25,9 |
| 350,0 | 757,0 | 201,3 | 3,139 | 4,272 | 26,6 |
| 400,0 | 782,0 | 214,0 | 2,953 | 4.018 | 27,4 |
| 450,0 | 806,6 | 227,4 | 2,779 | 3,781 | 28,2 |
| (Pression initiale absolue : 10 kg : cm². — Pression finale : 0,1 kg : cm².) | | | | | |
| 178,9 | 666,1 | 92,7 | 6,818 | 9,277 | 13,9 |
| 200,0 | 678,1 | 95,0 | 6,630 | 9,049 | 14,0 |
| 250,0 | 705,4 | 101,8 | 6,206 | 8,437 | 14,4 |
| 300,0 | 731,6 | 110,3 | 5,728 | 7,795 | 15,1 |
| 350,0 | 757,0 | 120,0 | 5,268 | 7,168 | 15,8 |
| 400,0 | 782,0 | 130,4 | 4,846 | 6,594 | 16,7 |
| 450,0 | 806,6 | 140,0 | 4,513 | 6,141 | 19,8 |

Les pertes qui constituent la différence entre la consommation réelle et la consommation de la machine parfaite sont dues, dans les machines à piston, à l'action de la paroi, à la détente incomplète, au laminage, aux fuites et aux refroidissements extérieurs. La plus importante de ces causes d'imperfection, celle qui domine en quelque sorte l'histoire de la machine à vapeur, est l'influence des parois, mise en évidence par l'illustre Hirn et ses élèves. Cette action a pour effet de refroidir la vapeur pendant l'admission, ce qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

se traduit pour la vapeur saturée par une condensation partielle, l'eau formée étant ensuite réévaporée incomplètement au cours de la détente. La condensation pendant l'admission est d'autant plus importante que la vapeur est plus dense, la surface et le temps de contact plus grands et l'écart de température entre la vapeur et la paroi, plus considérable. Les deux moyens les plus efficaces pour l'atténuer, dont l'un a déjà été employé judicieusement par Watt et qui ont été, l'un et l'autre, préconisés par Hirn sont l'enveloppe de vapeur et la surchauffe.

L'utilité de l'enveloppe, au moins pour la vapeur saturée, est si incontestablement reconnue que l'on aurait peine à imaginer un constructeur livrant actuellement une machine un peu puissante, devant fonctionner à vapeur saturée, qui ne soit avec enveloppe. Certains constructeurs chauffent non seulement les parois cylindriques, mais encore les fonds, dont le réchauffage est particulièrement important; pour certaines machines à surchauffage ou à équicourant, le chauffage des fonds a seul été maintenu. D'autres constructeurs sont allés jusqu'à chauffer l'intérieur des pistons. L'utilité des enveloppes n'est pas toujours appréciée à sa juste valeur par les usagers et on trouve des machines dont les enveloppes ne sont pas chauffées ou sont chauffées seulement par intermittence; on trouve même, qui pis est, des enveloppes complètement remplies d'eau, lorsque la purge ne fonctionne pas.

L'emploi de la surchauffe, à laquelle, après quelques hésitations et tâtonnements dus aux difficultés rencontrées dans toute innovation, se rallient aujourd'hui la majorité des constructeurs et même des usagers, est certainement le moyen le plus efficace de combattre l'action des parois. C'est ce qui explique pourquoi le bénéfice de la surchauffe est pratiquement plus élevé que celui qui résulte théoriquement de l'augmentation de la chaleur disponible dans le cycle. La diminution réelle de consommation pour un degré de température est de 15 à 25 g par cheval-heure dans les machines à échappement libre et de l'ordre de 10 à 12 g dans les machines à condensation, tandis que théoriquement elle ne serait que du tiers ou de la moitié de ces chiffres, ainsi qu'il ressort du tableau C.

Il est incontestable que certaines distributions s'accommodent mal de la surchauffe, parce que le graissage des cylindres demande plus de soins et des huiles appropriées, mais il y a cependant peu de machines qui ne supportent pas une température modérée de 220° à 240° et l'économie qu'elle procure, surtout pour les machines à rendement médiocre, est assez sensible pour que l'on envisage l'adjonction de surchauffeurs dans toutes les installations importantes qui en sont actuellement encore dépourvues. Pour les installations neuves, on ne devrait, en aucun cas, s'en passer, aussitôt qu'il s'agit d'une certaine puissance. En effet, les difficultés rencontrées au début peuvent être considérées comme aplanies et beaucoup de machines modernes marchent d'une façon continue entre 280 et 300° sans inconvénient. Certains préconisent d'aller beaucoup plus haut; même pour les machines à pistons, on parle quelquefois de 350° et plus. Mais, en cette matière, comme en beaucoup d'autres, le mieux est souvent l'ennemi du bien et il convient de rappeler que les inconvénients des hautes températures croissent rapidement lorsque la température s'élève au-dessus de 300°, tandis que le bénéfice que l'on en retire au point de vue consommation n'augmente que dans une moindre proportion.

La surchauffe ne rend l'enveloppe superflue que lorsqu'il s'agit de températures très élevées. Pour les températures modérées l'expérience montre que le chauffage du cylindre, ou au moins des fonds, conserve un certain avantage.

Une grande partie de ce qui vient d'être dit au sujet de la machine alternative s'applique également à la turbine. Les pertes internes de la turbine sont du même ordre de grandeur que celles des machines à pistons, mais de nature différente : l'action de la paroi notamment, qui est si nuisible dans celle-ci, n'existe pas. Ce sont les frottements de la vapeur contre les aubages, les fuites intérieures, les remous et tourbillons et les pertes cinétiques par vitesse restante à la sortie qui entrent principalement en jeu. Ces

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

différences expliquent pourquoi la turbine se comporte autrement que la machine alternative en regard des variations de pression, de température et de vide. Elle utilise mieux la détente aux basses pressions que ne le fait le grand cylindre d'une machine compound : par contre, le petit cylindre de celle-ci présente généralement un meilleur rendement que les roues à haute pression de la turbine. C'est pourquoi on a proposé et réalisé souvent avec avantage la combinaison des deux : on associe une machine alternative échappant à une pression voisine de celle de l'atmosphère et une turbine alimentée par cette vapeur à basse pression, avec interposition d'un accumulateur lorsque le débit de la machine à piston est intermittent, comme pour les machines d'extraction ou de laminoirs.

Les efforts des constructeurs se sont surtout appliqués à améliorer le rendement dans la partie à haute pression des turbines et il en est résulté un certain rapprochement des différents types, tant au point de vue de l'action de la vapeur sur les aubages que du mécanisme de réglage.

La plupart des turbines sont alimentées en vapeur de pression et température relativement élevées : elles craignent moins la surchauffe que les machines alternatives puisqu'elles ne comportent aucun graissage interne. Le bénéfice que procure l'emploi de la surchauffe, quoique moindre (à degré de surchauffe égal) que dans les machines alternatives, est cependant supérieur à ce qu'indiquerait le cycle théorique. La raison en est la moindre densité de la vapeur surchauffée et l'absence d'humidité pendant la détente, qui réduisent les pertes par frottement.

Mais c'est surtout l'abaissement de la pression au condenseur et le maintien d'un bon vide qui importent pour diminuer la consommation des turbines. Alors qu'il n'y a pas d'intérêt à abaisser le vide au-dessous de 85 p. 100 pour les machines à pistons, parce que les dimensions limitées du cylindre ne permettent pas d'utiliser complètement la détente, il y a au contraire un intérêt majeur à pousser aussi loin que possible le vide pour les turbines. Entre 80 et 95 p. 100 de vide, chaque pour 100 en plus correspond à une diminution de consommation de 1 à 2 p. 100. Le bon entretien des condenseurs, qui sont presque toujours à surface, leur nettoyage fréquent et l'aménagement d'eau froide en quantité suffisante sont des facteurs essentiels de la marche économique des turbines.

La grandeur des unités a également une influence beaucoup plus marquée sur la consommation des turbines que sur celle des machines alternatives. Il est connu que certaines machines demi-fixes de 100 à 200 ch, munies d'une distribution de précision et marchant à haute surchauffe, produisent le cheval-heure à raison de 3.000 calories, chiffre au-dessous duquel ne descendent guère les unités de 1.000 à 2.000 ch. Au contraire, les petites turbines à vapeur de moins de 300 kW ont d'ordinaire un rendement très médiocre, bien inférieur à celui des bonnes machines à vapeur de même puissance; cependant on travaille beaucoup à les améliorer en augmentant leur vitesse de rotation, que l'on réduit ensuite par des trains d'engrenages. Toujours est-il que la consommation par unité de travail diminue fortement dans les turbines lorsque la puissance augmente et cette diminution est encore sensible pour des unités de plusieurs milliers de kilowatts.

Le vrai domaine de la turbine, domaine aujourd'hui incontesté, est celui des groupes électrogènes de grande puissance; c'est seulement par l'emploi de puissants turbo-alternateurs qu'a pu être conçue et réalisée la centralisation de la production de force motrice telle qu'elle se présente dans les centrales électriques.

Mais, que l'on considère les machines alternatives ou les turbines, il faut reconnaître que la technique est arrivée à réaliser des rendements très honorables, atteignant 75 et même 80 p. 100 de l'idéal que donnerait la machine parfaite. Il sera sans doute possible encore, en accumulant tous les perfectionnements connus ou en appliquant de nouveaux et ingénieux artifices, de gagner quelques pour cent sur les pertes internes et de se rapprocher encore de la consommation théorique. On pourra aussi, au prix d'efforts

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

persévérants et méthodiques, reculer les températures et pressions extrêmes du cycle. Mais plus on ira, plus les progrès seront lents, à mesure que l'on s'approchera des limites imposées par la thermodynamique et par la résistance des matériaux de choix.

### Emplois de la vapeur pour la fabrication et le chauffage.

Les emplois de la vapeur dans l'industrie sont aussi nombreux et variés que les industries elles-mêmes. La vapeur sert en particulier à étuver, à sécher, faire dissoudre ou fondre des corps solides; à chauffer, cuire, faire bouillir, concentrer, distiller et évaporer les liquides; à chauffer l'air pour le séchage de produits ou pour le chauffage de locaux; à traiter quantité de produits et de demi-produits manufacturés, tels que les textiles; enfin, à provoquer ou faciliter des réactions et opérations chimiques de tous genres. Dans mainte application, le chauffage à la vapeur tend d'ailleurs à se substituer de plus en plus au chauffage direct, en raison de la souplesse, de la commodité de transport, de la propreté et des moindres risques d'incendie.

L'*étuvage* ou *vaporisage* s'opère dans des récipients clos sous pression ou dans le vide et a pour objet d'échauffer et d'imprégner de vapeur des corps solides pour en extraire, par exemple, des substances que l'on se propose d'éliminer, comme la sève ou la résine du bois, ou pour produire certaines réactions chimiques, telles que le durcissement des briques silico-calcaires, ou encore pour détruire des germes nocifs, comme dans la désinfection. La pression intensifie et active l'effet recherché, mais elle se trouve souvent limitée par l'action nuisible des températures élevées sur les objets traités. Au point de vue économique, on a intérêt à ne pas choisir la pression plus élevée qu'il n'est nécessaire, puisque la vapeur qui se trouve dans l'appareil est généralement perdue une fois l'opération terminée et que la masse de vapeur contenue, ainsi que les pertes de chaleur, fuites, etc., augmentent rapidement avec la pression.

Le *chauffage des liquides aqueux* et la préparation d'eau chaude peuvent se faire soit par introduction directe de vapeur dans les liquides, soit par transmission à travers une paroi, serpentin, double fond, faisceaux tubulaire ou autre. Le chauffage des liquides non aqueux et des solides, tels que graisse, résine, etc., a presque toujours lieu à travers une paroi, lorsque la vapeur ne doit pas produire par elle-même une réaction chimique.

L'*eau chaude* est d'un emploi extrêmement répandu dans l'industrie et il n'est pas rare de la voir gaspiller, par exemple, pour des nettoyages, rinçages et autres opérations qui pourraient se faire avec de l'eau froide ou tiède. Dans bien des cas, on pourrait éviter toute dépense de vapeur pour la préparation d'eau chaude en se servant de l'eau sortant du condenseur d'une machine à vapeur, en récupérant les purges chaudes des conduites et appareils ou en prenant une dérivation sur le réchauffeur d'eau d'alimentation.

Le chauffage d'un liquide peut rester au-dessous de l'ébullition, atteindre cette température et aller ensuite par tous les degrés intermédiaires de *concentration* jusqu'à la *distillation* ou à l'*évaporation* complète.

Le maintien de la température d'ébullition suffit pour la *cuisson* des aliments, pour celle de certains liquides tels que la bière, ainsi que pour certains bains de teinture. Une fois le liquide amené à cette température, il ne faut plus qu'un faible apport de chaleur pour compenser les pertes. Il conviendra donc à ce moment, non seulement de couvrir les récipients, mais de fermer presque complètement l'arrivée de vapeur de chauffage pour éviter tout bouillonnement tumultueux ou toute évaporation inutile. Cette précaution est malheureusement souvent inobservée, que ce soit par négligence ou pour maintenir en mouvement le bain de cuisson et les matières qui s'y trouvent. Un agitateur mécanique atteindrait ce dernier but d'une façon beaucoup plus économique. Quelquefois, il est vrai, les robinets d'admission de vapeur ne permettent pas d'étrangler suffisamment

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et il serait utile pour beaucoup d'appareils à cuire qu'ils fussent munis de deux robinets de vapeur, l'un de section normale pour le chauffage préalable, le second de section plus réduite pour le maintien du bouillon. Pour apprécier l'importance de ces recommandations, il suffit de se rappeler que pour chauffer 1 kg d'eau de 10 à 100°, il faut environ 90 calories, tandis que pour l'évaporer à la pression atmosphérique, c'est 540 calories qu'il faut lui fournir, soit six fois plus. Il s'ensuit que si l'on évapore sans nécessité un sixième seulement du liquide, la dépense de vapeur double. Dans l'industrie de la brasserie, par exemple, il existe des différences considérables à ce point de vue pour la cuisson de la bière. Certains brasseurs évaporent à peine 5 p. 100 du moût, d'autres vont jusqu'à 20 p. 100, et l'on peut se demander si la dépense supplémentaire de vapeur et de combustible qui en résulte est toujours justifiée par une amélioration correspondante du produit fini et si d'autres traitements exigeant moins de chaleur ne permettraient pas d'arriver au même résultat. Pour la cuisson des aliments, la question n'est pas douteuse : la marmite norvégienne en est la meilleure preuve.

Le *séchage* est également une opération industrielle très répandue et pour laquelle la vapeur est fréquemment employée. Il a pour objet d'enlever à des corps solides quelconques tout ou partie de l'eau qu'ils contiennent. Le problème du séchage, en apparence très simple, est souvent difficile et compliqué et se présente sous des aspects variés que nous ne pourrons qu'effleurer ici en indiquant quelques principes généraux.

Le séchage à l'air libre ne rentre pas dans le cadre de cette étude, puisqu'il ne nécessite aucune source de chaleur artificielle; il nous paraît néanmoins nécessaire d'en faire mention, au même titre que des procédés mécaniques, tels que l'essorage ou la compression entre plateaux ou cylindres, comme de moyens indirects d'économiser de la vapeur et, partant, du combustible. Les procédés mécaniques sont souvent plus économiques que la dessiccation par la chaleur; mais ils sont insuffisants pour extraire toute l'eau retenue par certaines fibres ou matières. Il faut alors les compléter par un séchage par évaporation; toutefois, leur application doit être envisagée chaque fois que cela paraît possible.

Passons au *séchage à la vapeur*. Dans cette opération, l'apport de chaleur aux matières à sécher peut avoir lieu soit par contact avec une paroi chauffée, soit par l'intermédiaire d'air chaud.

Dans le premier cas, s'il n'y a aucune circulation d'air, c'est par l'ébullition du liquide à extraire que se fait la séparation; la matière à traiter doit donc être portée au moins à la température d'ébullition de ce liquide. Comme certains corps ne supportent pas, sans s'altérer, cette température, on est souvent amené à opérer dans le vide. Lorsque le séchage par contact direct a lieu à l'air libre, il y a rarement ébullition totale, c'est-à-dire qu'une partie de l'eau, souvent même la presque totalité, est évaporée à une température inférieure à celle de l'ébullition. C'est l'air qui absorbe la vapeur produite ou enlève l'eau sous forme de buées. Le séchage est par conséquent accéléré, non seulement par l'augmentation de la température de la surface, mais aussi par le renouvellement de l'air environnant au fur et à mesure qu'il se sature.

C'est ce qui a lieu dans la plupart des procédés par contact qui sont employés sur une très vaste échelle, par exemple dans l'industrie des tissus et dans la fabrication du papier, en appliquant la matière sur des tambours-sécheurs chauffés à la vapeur. Les sécheries à tambours doivent, au point de vue économique, être disposés de manière que le ruban d'étoffe ou de papier embrasse la plus grande partie de la circonférence des tambours et que les buées soient rapidement enlevées.

Le *séchage à air chaud* fait intervenir uniquement la propriété de l'air d'absorber avidement la vapeur au contact des liquides ou des corps humides et de pouvoir en contenir une quantité d'autant plus considérable que sa température est plus élevée. Alors que 1 kg d'air sec ne peut absorber à 10°, pour arriver à l'état de saturation que 7,8 g de vapeur d'eau, il peut en contenir 85,6 g à 50° et 1.394 g à 90°.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'air joue dans ce mode de séchage un double rôle : il fournit d'une part la chaleur nécessaire à la vaporisation de l'eau (plus celle, moins importante généralement, qui sert à chauffer la matière et à couvrir les pertes du séchoir) et il doit d'autre part ne pas trop se refroidir, pour emporter le plus de vapeur possible.

Dans le cas le plus simple, l'air est donc chauffé, puis mis en contact avec la matière à sécher; il lui cède de la chaleur, absorbe de la vapeur et quitte le séchoir plus ou moins saturé et moins chaud qu'à l'entrée du séchoir.

Il apparaît à première vue que pour évaporer un poids d'eau donné, il faudra d'autant moins d'air que cet air sera plus chaud, puisqu'il pourra céder plus de chaleur. Ainsi, par exemple, si l'on prend de l'air à 10° et saturé aux trois quarts (ce qui est la saturation moyenne de l'air atmosphérique de nos régions) et si, pour l'envoyer dans un séchoir, on le chauffe à 30,50 ou 70°, il faudra respectivement : 355, 131 ou 55,5 kg d'air pour évaporer 1 kg d'eau, l'air sortant à demi-saturé. La quantité de chaleur dépensée pour chauffer cet air sera de : 1.703, 1.259 et 799 calories.

Pendant le séchage, l'air chaud, en cédant sa chaleur, se sera considérablement refroidi et sa température sera tombée par exemple de 50 à 30°.

Il est à noter que, par suite de ce refroidissement, l'air n'emporte, pour un degré de saturation donné, qu'une quantité de vapeur d'eau bien moindre que s'il avait conservé sa température d'entrée.

Pour faire en sorte que l'air conserve, à sa sortie du séchoir, sa température d'entrée, il n'y a qu'un moyen : c'est de lui fournir dans le séchoir même une quantité de chaleur équivalente à celle qu'il cède. Chaque kilogramme d'air quittera alors le séchoir en emportant, il est vrai, toute la chaleur qu'on lui aura communiquée avant son entrée, mais il contiendra à saturation égale, beaucoup plus de vapeur d'eau qu'il aura fallu de ce fait une masse d'air bien moindre pour évaporer 1 kg d'eau. En reprenant l'exemple précédent et en supposant la température maintenue à : 30,50 et 70°, jusqu'à sa sortie du séchoir, la quantité d'air nécessaire pour évaporer 1 kg d'eau se réduit à : 131; 28,4 et 9,24 kg, en admettant que cet air sorte toujours à demi saturé. Par suite de la réduction considérable de la quantité d'air, la chaleur nécessitée par le séchage diminue également, malgré la température de sortie plus élevée, et elle n'atteint que : 1.260, 903 et 763 calories.

On voit par la comparaison de ces chiffres avec les précédents que l'économie réalisable par le chauffage intérieur des séchoirs peut être notable, surtout aux basses températures. Elle atteint 25 p. 100 à 30° et un peu plus de 5 p. 100 seulement à 70°.

C'est l'élévation de température qui est le facteur le plus important dans l'économie du séchage par l'air, mais on n'est pas toujours libre du choix de cette température. Elle dépend de la constitution des matières à sécher et pour certaines, la gélatine, le cuir, les chapeaux de paille, par exemple, elle est très basse et ne doit pas dépasser 40°. D'aucunes supportent des températures élevées tant qu'elles sont humides, d'autres, au contraire, demandent à être chauffées très lentement et avec grand ménagement pour ne pas s'altérer en surface et peuvent être portées vers la fin du séchage à des températures plus élevées. Ces particularités, plutôt que des considérations d'économie, détermineront en général la température maximum et le sens de circulation de l'air chaud : en parallèle, à contre-courant ou mixte.

De toute façon, la circulation intense de l'air autour des matières à sécher activera beaucoup l'opération et l'on devra chercher à obtenir un contact aussi intime que possible et quelquefois répété pour que l'air sortant soit saturé dans une forte proportion et emporte avec lui le plus de vapeur possible.

L'influence de la saturation ressort clairement du tableau suivant, établi pour un séchoir recevant de l'air pris à 10° à trois quarts de saturation, et chauffé préalablement à 50°.

Pour obtenir une saturation presque complète, on a été amené à faire circuler l'air

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en circuit fermé pour le mettre plusieurs fois en contact avec la matière à sécher. Dans le cas limite, lorsque la température atteint 100°, l'air peut même disparaître complètement du mélange et par conséquent de la circulation et le séchage s'effectuer dans une atmosphère entièrement constituée par de la vapeur.

| Saturation de l'air à la sortie | CALORIES DÉPENSÉES PAR KILOGRAMME D'EAU ÉVAPORÉ | |
|---|---|---|
| | *Sans* chauffage intérieur. | *Avec* chauffage intérieur. |
| 1/4 | 2.078 | 1.317 |
| 1/2 | 1.259 | 903 |
| 3/4 | 1.068 | 800 |

La chaleur contenue dans l'air et la vapeur qui s'échappe du séchoir peut d'ailleurs être récupérée en partie au moyen d'échangeurs de chaleur et utilisée à un chauffage d'eau par exemple, et cette récupération est d'autant plus facile que la température et le degré de saturation à la sortie sont plus élevés.

Quoi qu'il en soit, il ressort des quelques chiffres de consommation de chaleur cités ci-dessus et qui ne comprennent, ni les pertes extérieures, ni la chaleur nécessaire au chauffage des résidus de dessiccation, que le séchage par l'air, qui présente par ailleurs de très grands avantages, est rarement très économique. On n'arrive que tout à fait exceptionnellement, lorsque toutes les conditions sont favorables, à ne dépenser que 1,5 kg de vapeur de chauffage par kilogramme d'eau évaporée. La plupart du temps, 2 et 5 kg de vapeur de chauffage sont nécessaires, et il existe même des appareils qui consomment plus de 10 kg de vapeur pour enlever par dessiccation 1 kg d'eau.

Le séchage par contact direct est à ce point de vue plus économique. Dans les bonnes sécheries à tambours, on ne compte guère que 1,3 à 1,8 kg de vapeur de chauffage pour évaporer 1 kg d'eau dans les tissus ou le papier.

En raison même des écarts considérables qui peuvent exister dans l'économie du séchage par l'air, il est indispensable d'en rechercher les conditions les plus favorables et d'en contrôler d'une manière minutieuse la marche, en maintenant aussi haut que possible la température et la saturation de l'air sortant. A cet effet, deux instruments bien simples, le thermomètre et le psychromètre, suffisent et ne devraient manquer dans aucune installation de ce genre.

Le *chauffage des ateliers et autres bâtiments* est également une branche vaste de l'emploi industriel de la vapeur, dans le détail de laquelle le cadre restreint de ce rapport ne nous permet pas d'entrer. La vapeur peut servir soit d'agent de chauffage direct, soit d'agent indirect pour chauffer de l'air et de l'eau, qui sont alors distribués et répartis dans les locaux à chauffer.

Dans le chauffage direct (qui comportera tantôt des corps de chauffe spéciaux, tantôt de simples canalisations à surface agrandie), on distingue, suivant la pression de distribution, le chauffage dit à haute pression, marchant à plus de 1,3 kg : cm² (300 g : cm² effectifs), le chauffage à basse pression, qui fonctionne entre 1 et 1,3 kg : cm² absolus, et le chauffage par le vide, dans lequel l'extrémité de la conduite est reliée à une pompe à vide. Abstraction faite des mesures de sécurité qu'impose le décret du 9 octobre 1907 pour les installations marchant à une pression supérieure à 300 g : cm² effectifs, ces trois modalités ne diffèrent en somme que par la température et le volume spécifique de la vapeur qui y circule, laquelle exige des surfaces de chauffe et des sections de passage d'autant plus grandes que la pression est plus faible. Il s'ensuit que les frais d'installation augmentent lorsque la pression diminue, mais, au point de vue dépense de vapeur, il y a, ainsi que nous le verrons plus loin, un petit avantage en faveur de la basse pression, qui a en outre quelque supériorité aux points de vue de l'hygiène, de la sécurité et de la faculté d'employer la vapeur de décharge. Le maintien de l'étanchéité des joints est une



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

difficulté dans les installations de chauffage comportant un grand développement de conduites. Toutefois, aujourd'hui, où on assemble souvent les tuyauteries par soudure, cet inconvénient tend à disparaître.

En dehors du chauffage direct, la vapeur permet toutes les combinaisons de *chauffage indirect*, par l'eau chaude ou par l'air chaud.

La distribution d'eau chaude nécessite des surfaces de chauffe plus grandes que la vapeur à basse pression et du même ordre de grandeur que le chauffage par le vide. Elle permet l'accumulation de la chaleur, ce qui, dans certains cas, peut être très précieux pour utiliser les sources de chaleur intermittentes et ne coïncidant pas exactement avec les heures de chauffage.

Dans le chauffage indirect avec distribution d'air chaud, celui-ci est produit en un ou plusieurs centres de distribution par des échangeurs de chaleur appelés aérothermes ou aéro-condenseurs, suivant qu'ils sont alimentés avec de la vapeur de pression supérieure ou inférieure à la pression atmosphérique. Les avis sont assez partagés sur les avantages économiques du chauffage indirect à l'air chaud par rapport au chauffage direct à la vapeur. Il paraît difficile de trancher la question d'une façon générale; chaque cas particulier doit être étudié spécialement en tenant compte des circonstances, du genre d'industrie et de la durée du travail. L'air chaud permet la combinaison du chauffage avec la ventilation et, pour certaines industries, l'humidification des ateliers; il convient particulièrement aux chauffages intermittents.

Quel que soit le mode de chauffage, des économies appréciables peuvent être réalisées par l'aménagement rationnel des corps ou surfaces de chauffe et des bâtiments, le choix des matériaux de construction et de couverture, la réduction des surfaces vitrées ou l'emploi de doubles fenêtres, la limitation du renouvellement de l'air au strict nécessaire pendant les saisons froides, enfin le réglage de la température, ce réglage étant obtenu soit en modérant la pression de vapeur ou la température de l'eau ou de l'air chaud, soit en agissant par interruption périodique, c'est-à-dire en rendant le chauffage intermittent. Il ne faut pas oublier que, si la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur est en moyenne en hiver de 15 à 16 degrés, chaque degré au-dessus de la température réellement nécessaire à l'hygiène ou au travail représente une dépense supplémentaire de chaleur d'environ 6 p. 100.

Il nous reste maintenant à examiner quelle est l'influence de la qualité, c'est-à-dire de la *pression* et de la *température* de la vapeur, sur les emplois de celle-ci autres que la production de la force motrice, tant au point de vue de la construction des appareils que surtout de l'économie. Dans la grande majorité des cas, la vapeur joue simplement le rôle d'agent transmetteur de chaleur, soit en s'incorporant directement au liquide ou aux matières à chauffer, soit en cédant la chaleur à travers une paroi métallique. La transmission de chaleur ne peut avoir lieu que si la température de la vapeur est supérieure à celle du corps à chauffer et elle est proportionnelle à la différence de ces deux températures. Cette différence croît, toutes choses égales, avec la pression de la vapeur, rapidement au bas et plus lentement au haut de l'échelle des pressions, et c'est elle qui détermine la grandeur de la surface des échangeurs et la rapidité de l'échange. Les dépenses d'installation sont donc sensiblement moindres avec les pressions élevées. Cependant les basses pressions conservent, au point de vue économie de chaleur, l'avantage, chaque fois que l'eau de condensation n'est pas directement incorporée au corps à chauffer, ou que sa chaleur n'est pas récupérée par chauffage méthodique ou autrement. En effet, la chaleur latente de vaporisation de la vapeur est alors seule utilisée et celle-ci diminue lorsque la pression augmente. Elle est de 540 calories à 1 kg : cm² absolu et de 485 calories seulement à 10 kg : cm². La fraction de la chaleur totale qui peut être utilisée théoriquement dans l'échangeur est par conséquent de $\frac{540}{640} = 0{,}845$ dans le premier cas et de $\frac{485}{666} = 0{,}728$ dans le second.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La récupération des purges de tous les appareils de chauffage et d'échange est donc d'autant plus intéressante que la pression est plus élevée. Si leur retour aux chaudières est difficile, il est souvent possible de les utiliser sur place.

Dans le même ordre d'idées, la protection contre les refroidissements (au moyen de revêtements isolants ou de peintures métalliques) de toutes les surfaces chauffées qui ne concourent pas directement à l'effet calorifique que l'on veut produire, s'impose d'autant plus que les pressions mises en œuvre et partant les températures sont plus élevées.

Quant à la surchauffe, elle ne présente pas grand avantage pour les chauffages. Sans doute l'effet calorifique augmente avec la chaleur totale du kilogramme de vapeur et, de ce fait, il faut une moindre masse de vapeur surchauffée que de vapeur saturée à la même pression, pour préparer par exemple un bain de teinture par barbotage. Mais la chaleur de surchauffe ne représente cependant qu'une faible fraction de la chaleur totale et, lorsqu'il s'agit de chauffages indirects à travers une paroi, la couche de vapeur qui se trouve en contact avec celle-ci passe rapidement à l'état saturé. La vapeur surchauffée agira donc à peu de chose près comme de la vapeur saturée de même pression et demandera sensiblement les mêmes surfaces de chauffe, mais des sections de passage plus grandes en raison de sa moindre densité.

En ce qui concerne l'échange de chaleur, la température de surchauffe ne saurait remplacer la pression. Pour certains usages, tels que le vaporisage, une forte surchauffe peut même être nuisible et altérer des matières délicates.

### Utilisation de la vapeur en cascade.

Dans tout ce qui précède, nous avons considéré séparément la production de la force motrice et chacun des autres emplois industriels de la vapeur, en recherchant les possibilités de réduire la consommation de chaleur dans chaque cas, mais sans faire servir la même vapeur successivement à plusieurs fins. Il y a mieux à faire, c'est l'utilisation en cascade. En effet, lorsqu'on produit de la force motrice, par exemple, une fraction seulement de la chaleur totale de la vapeur est transformée en travail mécanique. L'autre partie, qui est de beaucoup la plus importante en quantité, ne fait pour ainsi dire que traverser la machine, s'y dégrade et est évacuée au niveau de température d'aval.

L'équivalent calorifique d'un cheval-heure étant de 632 calories, c'est-à-dire du même ordre de grandeur que la chaleur totale d'un kilogramme de vapeur, une machine à vapeur parfaite ne devrait consommer qu'un kilogramme environ de vapeur par cheval-heure, si toute la chaleur reçue par le fluide pouvait être transformée en travail. Or, la machine parfaite à condensation consomme, ainsi qu'il ressort des tableaux précédents, 3 à 4 kg et la machine réelle 5 à 10 kg. Il saute aux yeux que l'utilisation de la chaleur non transformable en travail et abandonnée par la machine constitue une des sources d'économie les plus fécondes dans l'emploi de la vapeur.

Mais l'utilisation de cette chaleur est souvent peu aisée, à raison de ce qu'elle est d'autant plus dégradée et ramenée à un niveau de température d'autant plus bas que la machine est plus perfectionnée et sa consommation plus réduite. Une centrale électrique, par exemple, avec turbines modernes, évacue des centaines de millions de calories par heure, qui se retrouvent dans l'eau du condenseur à une température entre 25 et 35°, c'est-à-dire à un niveau où malheureusement, elle est presque sans valeur pratique. C'est à peine si une petite fraction de cette chaleur peut être employée à réchauffer l'eau d'alimentation de quelques degrés ou, comme cela se fait dans des cas malheureusement trop rares, à alimenter des bains publics. La plupart du temps cette énorme quantité de chaleur à basse température est plus gênante qu'utile, et il faut faire usage de réfrigérants spéciaux pour s'en débarrasser et la céder à l'atmosphère.

Il faut donc, si l'on veut utiliser la chaleur de la vapeur d'échappement d'une machine

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou d'une turbine, s'arrêter à un niveau de température plus élevé en évitant la détente complète. On augmente ainsi, bien entendu, la consommation de vapeur par unité de travail mécanique, mais, dans l'ensemble, le profit est souvent très sérieux.

Un exemple concret fera mieux comprendre la relation qui existe entre ces différentes grandeurs.

Supposons une machine alimentée en vapeur à 12 kg : cm² absolus et 250° (vapeur surchauffée). Si cette machine marche avec un vide de 92 p. 100, elle consommera, par exemple, 5,16 kg de vapeur par cheval-heure indiqué. Elle abandonnera en même temps au condenseur 2.940 calories à un niveau de température de 41°, c'est-à-dire sans grande valeur (voir le tableau ci-après).

*Pression initiale absolue, 12 kg : cm² ; température initiale, 250°.*

| PRESSION A L'ÉCHAPPEMENT | CHALEUR DISPONIBLE PAR LA DÉTENTE ADIABATIQUE D'UN KILOG. DE VAPEUR | VALEUR SUPPOSÉE DU RENDEMENT THERMODYNAMIQUE DE LA MACHINE PAR RAPPORT A LA MACHINE PARFAITE | CALORIES UTILISÉES PAR KILOGRAMME DE VAPEUR | CONSOMMATION DE VAPEUR PAR CHEVAL-HEURE | CHALEUR DU KILOGRAMME DE LA VAPEUR D'ÉCHAPPEMENT | CHALEUR DE LA VAPEUR D'ÉCHAPPEMENT PAR CHEVAL-HEURE | TEMPÉRATURE DE LA VAPEUR D'ÉCHAPPEMENT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| kg : cm² | cal. | | cal. | kg | cal. | cal. | degrés. |
| 0,08 | 188,3 | 0,65 | 122,4 | 5,16 | 569,1 | 2.938 | 41,3 |
| 0,5 | 133,6 | 0,68 | 90,7 | 6,97 | 604,0 | 4.209 | 80,9 |
| 1,1 | 104,8 | 0,70 | 73,3 | 8,62 | 623,1 | 5.372 | 101,8 |
| 3,0 | 65,3 | 0,73 | 47.6 | 13,28 | 631,4 | 8.649 | 133 (139) |
| 5,0 | 43,8 | 0,76 | 33,25 | 19,00 | 667,1 | 12.680 | 151 (168) |

Si on remonte le niveau de température d'aval en diminuant le vide jusqu'à 50 p. 100, la consommation de vapeur montera à près de 7 kg par cheval-heure et la quantité de chaleur évacuée à environ 4.200 calories. Cette chaleur sera à un niveau de température de 81°, c'est-à-dire très apte déjà à certains usages, en particulier à la préparation d'eau chaude pour la brasserie, les bains de teinture ou le chauffage d'ateliers.

En supprimant complètement le condenseur et en marchant à échappement libre, c'est-à-dire à une contre-pression dépassant légèrement 1 kg : cm² absolu, la consommation et la chaleur évacuée augmenteront encore d'environ 20 p. 100, s'élevant respectivement à 8,6 kg : cm² et à 5.370 calories. Cette fois, la chaleur évacuée aura une valeur très appréciable, puisque sa température sera de 100° environ. Elle pourra servir à des chauffages de toute sorte à basse pression, vaporisage, séchage et autres. Toutefois, à ces température et pression, la vapeur de décharge ne peut pas être amenée bien loin, à moins que l'on ne fasse un léger vide à l'extrémité de la conduite. Dans la plupart des emplois de vapeur, cette sujétion est gênante, et il est utile, souvent même indispensable, d'avoir une certaine pression.

Une pression de 2 kg : cm² effectifs suffit pour un grand nombre d'applications, par exemple dans l'industrie textile et celle du papier. En arrêtant la détente à cette pression, la machine considérée, alimentée toujours par la même vapeur surchauffée, consommerait 13,3 kg et évacuerait 8.650 calories à 3 kg : cm² de pression absolue, pression à laquelle correspond une température de 133°, sans tenir compte des quelques degrés de surchauffe que la vapeur pourrait encore avoir au sortir de la machine.

Si enfin l'utilisation de la vapeur d'échappement nécessite une pression encore plus élevée, par exemple 5 kg : cm² absolus, la consommation montera à 19 kg avec une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quantité de chaleur disponible de 12.680 calories, qui se trouve être à une température supérieure à 150°.

Cet exemple montre dans quelles proportions augmente, en fonction de la contre-pression, la consommation des machines et la chaleur disponible à leur sortie. Ces chiffres n'ont rien d'absolu. Ils s'appliquent à une bonne machine à pistons, seraient plus élevés s'il s'agissait de vapeur saturée ou d'une machine moins bonne, mais pourraient être sensiblement moindres, surtout pour les contre-pressions élevées, si, au lieu de 12 kg : cm² on employait une pression initiale de 18 ou 20 kg : cm². L'avantage des hautes pressions d'admission est incontestable dans ce cas.

Les turbines à vapeur fonctionnant à contre-pression ont d'ordinaire, à égalité de contre-pression, des consommations plus élevées que les machines à pistons, puisque le rendement des roues haute pression est généralement moindre. Malgré cette infériorité, la turbine à contre-pression, même de faible puissance, est souvent employée lorsqu'on veut utiliser la vapeur de décharge, parce que cette vapeur est absolument pure et exempte d'huile, tandis que celle qui sort d'une machine à pistons contient, même après son passage par des déshuileurs, un peu d'huile. La présence de traces d'huile, même légères, peut rendre la vapeur inemployable pour certaines opérations, où elle entre en contact direct soit avec des marchandises délicates, soit avec des matières alimentaires.

Le problème de la bonne utilisation de la vapeur d'échappement consiste surtout dans la combinaison judicieuse et l'équilibre des besoins de force motrice et de vapeur de chauffage ou de fabrication. Supposons un instant que la quantité de vapeur nécessaire pour ces derniers besoins soit exactement égale à celle qui échappe de la machine à vapeur commandant un établissement industriel, et voyons, sur un exemple, l'économie qui peut résulter de la combinaison des deux. En nous reportant à la machine citée plus haut, et en admettant qu'elle développe 100 ch et que la fabrication exige d'une façon constante 864.900 calories à l'heure sous forme de vapeur à 2 kg : cm² de pression effective, ce qui fait très sensiblement 1.300 kg de vapeur, la dépense de chaleur pour la machine marchant à condensation serait égale à $100 \times 5{,}16 \times 704 =$ 363.300 cal.

On dépenserait, en outre, la chaleur de la vapeur de fabrication, soit 864.900 »

Au total..... 1.228.200 cal.

Si, au lieu de la condensation et d'une production directe de vapeur de chauffage, on utilise de la vapeur de décharge, il suffira de produire la vapeur passant par la machine, soit $200 \times 13{,}28 \times 704 = 934.900$ calories.

L'économie qui en résulte, par rapport à la première hypothèse, sera de 293.300 calories, soit 24 p. 100.

On voit que, dans un cas semblable, la question de savoir quelle est la force motrice la plus économique ne se pose même pas, car si l'on considère la dépense pour la production de vapeur de fabrication comme inéluctable, le supplément de chaleur qu'il est nécessaire de communiquer à la vapeur pour produire 100 ch est de :

$$934.900 - 864.900 = 70.000 \text{ calories},$$

c'est-à-dire, toutes pertes comprises, d'environ 70 calories par cheval-heure : c'est moins d'un cinquième de ce que consomme une bonne machine à condensation.

On voit ainsi qu'il n'existe aucune source de force motrice, que ce soit un moteur Diesel ou une grande centrale électrique de distribution, qui puisse lutter comme économie avec une machine à contre-pression, dont la vapeur de décharge peut être utilisée intégralement.

Toutefois, c'est là l'hypothèse la plus simple et la plus avantageuse, qui, on le conçoit, ne se réalise que très rarement.

Souvent la quantité de vapeur nécessaire à la fabrication est plus grande que celle fournie par la décharge de la machine. Il faut alors ajouter de la vapeur vive en complément, et l'économie calculée ci-dessus est réduite d'autant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ou bien il faut moins de vapeur de fabrication et de chauffage que la quantité qui est livrée par la machine à contre-pression. On peut alors, si les différences ne sont pas trop grandes, adapter dans une certaine mesure le régime de la machine à la demande de vapeur. Il suffit de baisser un peu la contre-pression pour qu'immédiatement la quantité de vapeur disponible diminue pour la même puissance. Dans le cas où la disproportion est trop grande et où la quantité de vapeur nécessaire aux chauffages et à la fabrication est nettement inférieure à celle qui serait fournie par la machine marchant à la contre-pression voulue, il faut avoir recours à une solution mixte. On se sert alors, par exemple, d'une machine jumelle, dont l'un des cylindres fournit la quantité de vapeur de décharge nécessaire, et l'autre, relié à un condenseur, fournit le supplément de puissance demandé par l'usine. Cet appoint de puissance peut d'ailleurs être demandé, soit à une machine indépendante à vapeur ou à combustion interne, soit à une distribution électrique extérieure. Ou bien, faisant emploi d'une machine compound, on prélève au réservoir intermédiaire, c'est-à-dire après détente dans le petit cylindre, la quantité de vapeur de chauffage nécessaire, en laissant le restant de la vapeur se détendre dans le grand cylindre jusqu'à la pression du condenseur. Le même procédé peut être employé pour les turbines à vapeur en prélevant, en un point convenable du parcours, une partie de la vapeur ayant travaillé dans les roues haute pression.

La réalisation pratique de ces machines et turbines à prélèvement de vapeur a suscité de nombreux et ingénieux dispositifs pour maintenir l'équilibre de pression au point de prélèvement, malgré les variations de la puissance et de la quantité de vapeur prélevée : dispositifs dans le détail desquels il ne nous est pas possible d'entrer, mais qui ont résolu complètement le problème pour les conditions de marche les plus variées et les plus variables.

Pour les machines à pistons, ces dispositifs consistent généralement à faire varier automatiquement le rapport d'admission au grand cylindre, cette admission étant diminuée lorsque la pression tend à baisser et augmentée lorsque la pression tend à monter. Toutefois, l'admission ne doit pas pouvoir aller au-dessous d'une certaine valeur, pour éviter que le grand cylindre, marchant à vide, aspire l'eau du condenseur. Au cas où, la marche de la machine étant relativement faible et la demande de vapeur relativement forte, le susdit réglage ne pourrait maintenir une pression suffisante, une soupape à fonctionnement automatique admet de la vapeur vive au point de prélèvement, et, d'autre part, au cas où la pression à ce point deviendrait trop élevée, le maximum d'admission au grand cylindre étant atteint, une soupape de décharge s'ouvre automatiquement pour laisser échapper le trop-plein de vapeur.

Tant que la quantité de vapeur prélevée reste inférieure à la moitié de celle qui entre au petit cylindre, le rapport normal des volumes des cylindres peut être maintenu; sinon, il convient de l'adapter spécialement.

Pour les turbines on fera simplement la prise assez haut dans l'échelle des roues successives pour que la pression soit toujours suffisante et, au besoin, on disposera un réducteur pour qu'elle ne puisse pas être trop forte. Le prélèvement dans les turbines peut d'ailleurs, sans inconvénient, atteindre la totalité de la vapeur traversant les roues haute pression.

L'économie d'une machine ou turbine à prise de vapeur, tout en restant en principe nférieure à celle d'une machine à contre-pression avec utilisation intégrale de la vapeur d'échappement, se rapproche d'autant plus de ce cas-limite qu'il y a moins de vapeur et de chaleur qui s'en va au condenseur.

Nombreuses sont les industries pour lesquelles la combinaison de la force motrice et des chauffages s'impose; ce sont toutes celles dont les besoins de vapeur de chauffage et de fabrication sont de l'ordre d'une à quatre fois la quantité de vapeur qui serait nécessaire pour produire avec une machine à condensation la force motrice de l'usine. On peut citer, en particulier, les brasseries, les sucreries, les papeteries, les fabriques de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

carton, plusieurs industries du vêtement, telles que : impressions sur tissus, apprêts, blanchiments, draperies, fabriques de chapeaux; les fabriques de produits alimentaires, de colle, de gélatine, de produits chimiques, les tanneries, savonneries, etc.

Il ne faut pas oublier toutefois que les besoins de vapeur et de force motrice ne sont pas toujours simultanés et que cette circonstance peut créer des difficultés et une gêne considérables. C'est pourquoi beaucoup d'industries dont les besoins de vapeur pris dans leur ensemble seraient suffisants pour leur assurer, par utilisation en cascade, la force motrice nécessaire, sont obligées d'avoir recours aux systèmes mixtes, sous peine d'être, à certains moments, à court de force motrice ou d'avoir à laisser échapper dans l'atmosphère des quantités appréciables de vapeur.

On peut aussi, et c'est une solution qui présente souvent un avantage sérieux, accumuler la chaleur de décharge de la machine non pas sous forme de vapeur, mais sous forme d'eau chaude sous pression, emmagasinée dans des réservoirs bien isolés contre les pertes de chaleur. C'est ainsi qu'opèrent, par exemple, beaucoup de brasseries qui accumulent de l'eau chaude pour en faire usage à un moment déterminé. Les teintures, lavages, blanchiments et industries analogues auraient souvent avantage à procéder de la même façon et pourraient retirer d'une accumulation sous pression non seulement de l'eau chaude, mais même de la vapeur. Enfin, l'accumulation s'applique également au chauffage des bâtiments, mais elle suppose toujours qu'il s'agisse de variations de régime en périodes brèves, de quelques heures tout au plus.

La limite de pression entre les deux emplois de la vapeur — force motrice et chauffage — doit être choisie avec beaucoup de discernement et en tenant compte des prépondérances.

Si les autres emplois de la vapeur l'emportent sur la force motrice, on aura la faculté de fixer cette limite un peu plus haut, ce qui favorise le transport à distance et l'exploitation.

Dans le cas contraire, c'est-à-dire lorsque l'on cherche à tirer le plus possible de force motrice d'une quantité de vapeur donnée (ce qui, au point de vue économique, est d'ailleurs rationnel), on a tout intérêt à abaisser autant que possible la pression d'échappement des machines et, par conséquent, celle d'entrée aux chauffages. Pour y arriver, il est souvent nécessaire d'augmenter les surfaces de chauffe et les sections de passage des appareils d'utilisation existants et de s'accommoder d'une durée plus longue des opérations de chauffage. Rien n'empêche d'ailleurs, pour mieux adapter les moyens aux fins, de prélever de la chaleur à plusieurs étages de pression : entre le petit et le grand cylindre par exemple pour la vapeur de cuisson, et après le grand cylindre pour la préparation d'eau chaude. C'est là une combinaison maintes fois réalisée en brasserie ou en teinture.

Il faut reconnaître que bien des applications de vapeur d'échappement sont entravées ou gênées par les modèles et habitudes des constructeurs d'appareils, qui exigent des pressions de vapeur élevées là où une facile modification pourrait permettre l'emploi de pressions plus basses. En général, la diminution de la chute de température dans les échangeurs de chaleur est un problème des plus importants pour la bonne utilisation de la chaleur.

Certaines industries, telles que fabriques de produits chimiques, blanchisseries, teintureries, consomment beaucoup de vapeur et peu de force motrice. Dans de tels cas on devrait néanmoins chercher à produire toute la vapeur à haute pression et à en utiliser la détente pour la production de force motrice, quitte à trouver à celle-ci un emploi par une fabrication annexe, ou à la céder à des industries voisines, ou encore à la verser sous forme d'énergie électrique à un réseau de distribution.

Par contre, il est une catégorie d'établissements industriels qui n'ont besoin de chaleur que dans une faible proportion par rapport à la force motrice : ce sont les filatures, les tissages, les moulins, les mines, les ateliers de travail des métaux, les ateliers de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

construction. Dans ces établissements, on doit avant tout chercher à abaisser autant que possible le niveau de température auquel on évacue la vapeur qui a traversé les machines et dont on n'a pas d'autre emploi. Lorsque l'application de la condensation rencontre des difficultés, comme c'est le cas pour les machines d'extraction à vapeur et pour les marteaux-pilons, il convient de recueillir la vapeur de décharge de ces machines, soit pour la faire servir à des usages calorifiques, tels que le chauffage de l'eau d'alimentation des chaudières, la préparation de bains pour les ouvriers, le chauffage des ateliers en hiver, soit pour l'utiliser dans les turbines à basse pression productrices de force motrice. Cette utilisation de la vapeur est généralement plus économique que le raccordement direct des appareils à un condenseur central.

Il est peu d'usines qui n'aient pas à assurer le *chauffage de leurs ateliers*, magasins ou bureaux pendant la saison froide. La dépense de combustible qui en résulte est loin d'être négligeable et se chiffre souvent par 15 et 20 p. 100 de la dépense totale de combustible de l'usine. L'emploi de la vapeur de décharge des machines permet de beaucoup la réduire, ou même, avec une installation judicieuse, de la supprimer presque totalement. Le choix de la pression du chauffage dépendra de la quantité de vapeur nécessaire. Si cette quantité est égale à celle consommée par la machine marchant à condensation augmentée d'environ 50 p. 100, et si la machine n'est pas trop chargée, il suffira, lorsqu'on voudra chauffer, de supprimer le condenseur et d'envoyer la vapeur d'échappement dans les conduites de chauffage, qui devront être agencées de manière à ne pas créer de contre-pression appréciable. Cette condition sera généralement remplie si le chauffage est établi pour la basse pression (inférieure à 300 g : cm² effectifs).

Cette solution, lorsqu'elle est possible, est très simple, parce qu'elle peut s'appliquer à des installation existantes; tout au plus faut-il légèrement modifier la compression dans la distribution de la machine chaque fois que l'on passe de la marche à condensation à celle à échappement.

Mais on peut aussi maintenir la condensation et y faire concourir les surfaces mêmes des corps de chauffe. Ce *chauffage par le vide* est encore plus économique que le précédent et s'applique avec avantage dans les cas où la quantité de vapeur de chauffage est moindre que la consommation de la machine. Un jeu de robinets permet de diriger la vapeur de décharge, soit directement vers le condenseur, soit en partie ou en totalité vers les corps de chauffe et de là au condensateur, et de régler la quantité d'eau employée à la réfrigération de celui-ci suivant les besoins du chauffage. Il pourra arriver que la machine fonctionne avec un vide d'autant moins bon que le chauffage devra être plus intense, c'est-à-dire que la température extérieure sera plus basse. Lorsque les conduites et les corps de chauffe sont bien étanches, le vide peut cependant, loin d'être amoindri, devenir meilleur lorsque le chauffage est en service. En tout cas, s'il s'agit d'une machine à piston, la consommation ne sera que faiblement affectée par les variations du vide.

Dans ce système, les surfaces de chauffe devront être à peu près doubles de ce qu'elles seraient avec de la vapeur à basse pression.

Ce mode de chauffage direct par le vide est très employé en Amérique. En France, on lui a préféré jusqu'ici les modes indirects par aérocondenseur ou à eau chaude, d'ailleurs équivalents au point de vue économique. Sous l'une ou l'autre forme, le chauffage par le vide mériterait, même au prix d'installations ou de modifications onéreuses, d'être plus répandu qu'il ne l'est actuellement, car il permettrait de réaliser des économies de combustible très sensibles.

Allant plus loin, il est permis d'entrevoir que certains établissements producteurs de force motrice, en particulier les stations centrales urbaines, pourraient céder et distribuer de la chaleur de décharge sous forme de vapeur à très basse pression ou d'eau chaude soit pour le chauffage d'habitations, soit pour des bains publics, des lavoirs ou établissements analogues, en adaptant le vide de leurs machines aux besoins de chaleur et en intercalant des accumulateurs appropriés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## ÉVAPORATIONS.

Nous avons vu jusqu'ici comment on peut récupérer et utiliser la chaleur qui se dégage et s'échappe lors de la production de travail mécanique. Mais cette opération n'est pas la seule au cours de laquelle il se perd de la chaleur. Dans l'évaporation, la concentration des liquides, la distillation, le séchage, on ne cherche pas à obtenir de la vapeur, mais uniquement à éliminer l'eau ou à transporter le liquide d'un récipient dans un autre pour le séparer des corps avec lesquels il est mélangé. Toute la chaleur de la vapeur et des buées qui se dégagent lors de ces évaporations (et c'est de beaucoup la plus grande partie de la chaleur mise en œuvre) est entièrement perdue et ne concourt pas directement au résultat à atteindre. C'est pourquoi on a cherché depuis longtemps à capter cette vapeur ou ces buées et à en utiliser la chaleur. On peut employer celle-ci à des usages divers, par exemple au chauffage préalable du liquide à évaporer, ce qui toutefois n'en absorbe qu'un sixième environ.

On ne saurait la faire resservir à l'évaporation proprement dite : en effet, la température de la vapeur recueillie sera au plus égale à celle du liquide dont il émane, et sa température de saturation pourra être nettement inférieure, en particulier pour les solutions salines, avec un écart d'autant plus grand que la solution est plus concentrée. On ne peut donc songer à ramener cette vapeur telle quelle dans le serpentin ou le double-fond de la cuve d'évaporation, puisqu'il est indispensable, pour que la chaleur de vaporisation soit transmise, que la vapeur de chauffage ait une température de saturation plus élevée que la température du liquide à évaporer.

Deux procédés sont toutefois possibles pour écarter cette difficulté : ou bien abaisser le niveau de température d'une partie du liquide à évaporer, ou bien au contraire remonter le niveau de température de la vapeur dégagée, de manière à pouvoir l'utiliser. Examinons ces deux procédés successivement.

Pour abaisser la température d'un liquide en ébullition, il n'existe qu'un seul moyen, c'est de diminuer la pression qui repose sur ce liquide. La mise en pratique de ce moyen se présente alors comme suit. On chauffe une partie du liquide à évaporer dans un premier échangeur de chaleur, c'est-à-dire au travers d'une surface de chauffe, par de la vapeur vive ou par de la vapeur d'échappement ayant déjà travaillé dans une machine. Tandis que cette vapeur se condense, le liquide s'évapore partiellement et dégage une certaine quantité de vapeur, qui se trouve à une pression inférieure à la pression primitive. Cette vapeur est reprise par un deuxième appareil semblable au premier et sert à son tour de vapeur de chauffage. Si elle a été dégagée dans le premier corps à la pression atmosphérique, par exemple, il suffira de faire au-dessus du liquide du deuxième corps un vide partiel pour que la chaleur puisse traverser la surface de chauffe et produire l'évaporation. La vapeur produite dans le second corps peut naturellement être utilisée de la même manière dans un troisième corps à pression plus basse et ainsi de suite jusqu'au vide complet, chaque corps servant de condenseur à celui qui précède et de générateur à celui qui suit. On réalise ainsi l'évaporation en cascade à des pressions décroissantes dans les appareils dits à multiple effet.

Si le liquide à évaporer est chauffé au préalable par épuisement des purges et introduit dans l'appareil évaporatoire à une température voisine de celle de l'ébullition, la quantité de vapeur produite dans chaque corps est, à quelques centièmes près, égale à celle qui a servi au chauffage.

Un appareil à $n$ effets vaporisera donc sensiblement $n$ fois la quantité primitive; c'est seulement la chaleur latente de vaporisation du dernier corps qui passera au condenseur et ne pourra plus être récupérée, tout au moins sous la même forme ni au même degré.

La chute de pression produite par le fonctionnement de chaque évaporateur indi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

viduel est très variable avec la quantité de liquide évaporée par mètre carré, la concentration de ce liquide, la propreté des surfaces de chauffe et la circulation. Le nombre d'effets possibles dépendra donc des circonstances précédentes et de la chute de pression totale dont on disposera, compte tenu de la possibilité d'évaporer sous haute pression et de l'avantage de l'emploi de vapeur d'échappement. En pratique, on dépasse rarement quatre ou cinq effets.

Ces appareils à effets multiples sont employés sur une très vaste échelle dans toutes les industries qui ont de grandes quantités de liquide à évaporer, telles que les sucreries, les distilleries, les fabriques d'extraits, les salines, etc., ils ont permis de réaliser des économies de combustible considérables.

La seconde solution pour réutiliser la chaleur contenue dans la vapeur qui se dégage d'un liquide en ébullition consiste, ainsi que nous l'avons dit, à en remonter le niveau de température. C'est par la compression qu'on y arrive. Il est à noter que l'augmentation de la température par surchauffe à pression constante ne serait pas efficace, puisque la vapeur ne peut céder sa chaleur de vaporisation qu'à la température de saturation.

Mais, alors, plus n'est besoin d'un deuxième appareil pour utiliser cette vapeur comprimée. On peut la ramener dans le serpentin ou la chambre de chauffe, du même appareil, dont la surface utile devra naturellement être agrandie en conséquence. Si, en outre, on épuise l'eau de condensation de cette chambre pour réchauffer jusqu'à la température d'ébullition le liquide à évaporer, on voit que, aux pertes près, la chaleur évolue dans un cycle fermé, passe à travers la surface opératoire par l'effet d'une chute de température et est ensuite remontée par le compresseur à son niveau primitif.

Ce compresseur peut être, soit un compresseur à pistons, soit un turbo-compresseur ou, pour de très faibles différences de pression, un simple ventilateur. Ce peut être encore un appareil à jet de vapeur dans lequel, par la détente d'une certaine quantité de vapeur vive, on obtient la compression d'une plus grande quantité de vapeur à faible pression.

Quoi qu'il en soit de ces modalités, ce système de régénération, préconisé et breveté en 1833 par un Français, Pelletan, permet, par un appoint relativement faible d'énergie mécanique ou de vapeur à haute pression, de rendre utilisable, c'est-à-dire en quelque sorte de valoriser, de la chaleur qui sans cela serait presque complétement perdue en raison de son niveau de température trop bas. On l'a dénommé évaporation par compression, ou thermo-compression, ou encore auto-évaporation.

En effet, le liquide s'évapore en quelque sorte par ses propres moyens, c'est-à-dire par l'action d'une vapeur issue de lui-même, et le travail de compression de cette vapeur est le seul apport extérieur fourni au système, supposé parfaitement à l'abri des refroidissements. Pour une quantité de vapeur donnée, ce travail de compression est d'autant plus faible et l'économie du procédé d'autant grande que la chute de température au passage de la chaleur à travers la paroi est plus petite.

On conçoit donc que la principale préoccupation dans ce genre d'appareils soit d'obtenir le passage de la chaleur avec la chute de température la plus faible possible et par conséquent de maintenir une circulation très active et une propreté presque absolue des surfaces. Ces conditions sont souvent difficiles à remplir, surtout pour des solutions qui donnent lieu à des dépôts ou à une cristallisation. C'est pour la même raison que l'emploi de la compression des vapeurs devra se limiter au traitement de solutions peu concentrées, sous peine de voir le rendement décroître outre mesure par suite de l'élévation de la température d'ébullition.

Toutes autres choses égales, on a intérêt à choisir la pression initiale aussi élevée que possible, parce que le travail de compression, pour obtenir la même élévation de température, diminue quand la pression augmente. Il en est de même des dimensions des compresseurs.

Cependant l'évaporation sous des pressions élevées se heurte à des difficultés dans la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

construction des appareils et n'est applicable qu'à certaines substances; la plupart des matières organiques ne la supportent pas sans s'altérer.

Certaines solutions exigent même que leur concentration se fasse à une seule température bien déterminée; l'évaporation par compression présente dans ce cas un avantage sur le multiple effet, qui opère forcément à différents étages de température.

Les premières réalisations pratiques de la compression des vapeurs remontent à quarante ans. Dans les dernières années, les appareils à injecteur de vapeur paraissaient devoir prévaloir, en raison de leur grande simplicité; mais les progrès récents de toutes les machines rotatives, et en particulier des turbo-soufflantes, permettent d'élargir considérablement le champ d'application des compresseurs mécaniques rotatifs. Dans cet ordre d'idées, il importe d'avoir des compresseurs à grand débit, à haut rendement, sans graissage intérieur et résistant aux effets des entraînements de liquides et de sels. Quant à la surchauffe qui se produit lors de toute compression, elle peut lorsqu'elle devient gênante, être facilement évitée par une injection d'eau pulvérisée ou un saturateur.

Comparons, du point de vue économique, l'évaporation par compression avec l'évaporation simple ou à multiple effet.

L'économie de cette dernière est presque uniquement fonction du nombre d'effets adopté et reste, à peu de chose près, constante pendant le cours des opérations, les chutes de température partielles devant toujours être choisies assez grandes pour qu'une faible incrustation des surfaces ne diminue pas trop l'évaporation.

Par contre, dans le procédé avec compression, l'économie est essentiellement variable, non seulement selon l'espèce de l'élaboration envisagée, mais encore, pour une même application, dans le cours des opérations. En effet, si elle varie, bien entendu avec le rendement du compresseur, elle dépend surtout de la chute de température au passage de la surface de chauffe et diminue par conséquent avec l'accroissement de la concentration du liquide et l'entartrement des surfaces.

Théoriquement, dans le cas idéal d'une machine réversible, chaque unité de travail peut récupérer autant de fois son équivalent calorifique que la différence de température qui s'établit dans l'appareil évaporatoire est contenue dans la température absolue de la vapeur à comprimer; sans compter son propre équivalent qui vient, aux pertes extérieures près, s'ajouter à la chaleur récupérée.

Ce serait donc, en partant de vapeur saturée à la pression atmosphérique, $\frac{373}{5} = 75$ fois son équivalent pour 5 degrés de différence de température, 25 fois pour 15 degrés.

En pratique, ces chiffres seront toutefois réduits dans de très grandes proportions.

Ainsi, considérons le cas des compresseurs à jet de vapeur, dans lesquels la vapeur est détendue d'une pression initiale de 6 ou de 12 kg : cm² à une pression voisine de l'atmosphère. Théoriquement cette détente devrait permettre de transformer en énergie cinétique une fraction égale à 13 ou à 18 p. 100 de la chaleur totale de la vapeur vive. Mais il est connu que les injecteurs et les trompes ont d'ordinaire un très mauvais rendement, qui ne dépasse guère 20 p. 100. Prenons pour base de calcul le chiffre de 20 p. 100. Le travail de compression qui sera obtenu ne représentera donc que $0{,}13 \times 0{,}2 = 0{,}026$ ou $0{,}18 \times 0{,}2 = 0{,}036$, soit en moyenne 3 p. 100 de la chaleur totale de la vapeur vive. Si l'appareil évaporatoire travaille avec une chute de température de 5 degrés, chaque calorie de la vapeur vive envoyée à l'appareil à jet pourra régénérer $75 \times 0{,}03 = 2{,}25$ calories puisées dans la vapeur se dégageant du liquide à évaporer. Et comme, à la fin de la compression, toute la vapeur ayant servi à actionner l'appareil à jet se retrouve mélangée à la vapeur comprimée, le résultat de l'opération sera en fin de compte, un peu meilleur que celui d'un triple effet.

Si la différence de température à la surface de l'échangeur montait à 15 degrés, les autres hypothèses restant les mêmes, chaque calorie de vapeur vive ne pourrait plus régénérer que $25 \times 0{,}03$, c'est-à-dire trois quarts de calorie de la vapeur dégagée par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'évaporation du liquide et, compte tenu de l'apport de la vapeur vive, on obtiendrait une évaporation à peine équivalente à celle d'un double effet.

Les compresseurs mécaniques sont sensiblement plus économiques lorsque l'installation est bien comprise. Mais il est indispensable pour cela que non seulement le compresseur, mais aussi et surtout la machine thermique qui l'actionue, aient de bons rendements, c'est-à-dire que la détente de la vapeur à haute pression soit utilisée au mieux pour la production du travail mécanique. On peut admettre que le rendement d'un bon compresseur rotatif est de l'ordre de 50 à 60 p. 100, soit en moyenne 55. Si le moteur à vapeur qui commande ce compresseur a un rendement thermique de 16 p. 100 rapporté à la puissance effective (ce qui correspond à une consommation par cheval-heure effectif de $\frac{632}{0,16}$ ou 3,950 calories), il se retrouvera dans le travail de compression une fraction égale à $0,16 \times 0,55 = 0,088$ de la chaleur totale de la vapeur à haute pression. Une calorie de vapeur dépensée dans la machine motrice pourra donc régénérer par compression $75 \times 0,088 = 6,6$ calories puisées dans la vapeur se dégageant du liquide à évaporer, si la différence de température dans l'évaporateur est de 5 degrés ou 2,2 calories si cette différence est de 15 degrés.

On voit que dans ces conditions la compression mécanique des vapeurs peut égaler et même dépasser, sous le rapport de l'économie thermique, les effets multiples, lorsque la chute de température dans les appareils évaporatoires est faible. Elle permet d'entrevoir la possibilité d'autres applications que l'on ne pourrait aborder avec le multiple effet, telles que la récupération des vapeurs et buées de séchage.

Mais le procédé perdrait tout ou partie de son intérêt si le rendement du moteur actionnant le compresseur était moindre : s'il n'était, par exemple, que de 8 p. 100 au lieu de 16, une calorie de vapeur à pression ne pourrait plus régénérer que 1,1 calorie de vapeur à basse pression au lieu de 2,2, dans l'hypothèse où il faudrait remonter de 15 degrés le niveau de température de cette vapeur.

Les mêmes réserves seraient à faire dans le cas où le travail mécanique de compression serait prélevé sur la distribution d'une centrale électrique à vapeur, dont le fonctionnement comporte des transformations multiples de l'énergie potentielle du charbon.

Par contre, le procédé de compression permet d'envisager l'utilisation de l'énergie hydro-électrique, pour des opérations thermiques d'évaporation ou de concentration, d'une manière bien plus avantageuse que par la transformation directe de l'énergie électrique en chaleur. En effet, cette transformation directe ne peut donner, au maximum, que 860 calories par kilowatt-heure (pratiquement 1,2 à 1,3 kg de vapeur), tandis que, avec un compresseur électrique, dont le rendement global serait de l'ordre de 0,5, on pourrait rendre utilisable, en outre, pour une évaporation $25 \times 0,5$ ou $75 \times 0,5$, c'est-à-dire plus de 12 ou plus de 37 fois la quantité de chaleur susdite et évaporer, par kilowatt-heure, 15 ou 45 kg d'eau.

C'est là un emploi extrêmement intéressant des forces hydrauliques, en excédent, disponibles par exemple pendant la nuit, et qu'actuellement on laisse se perdre ou que l'on dégrade faute de mieux, en les transformant directement en chaleur dans les chaudières électriques.

Quoi qu'il en soit, on voit par l'ensemble de l'exposé ci-dessus que le champ d'application de la régénération de la vapeur par compression mécanique comporte des limites. En particulier, on ne saurait envisager, à l'heure actuelle et avec la vapeur d'eau, un procédé général de chauffage fondé sur ce principe et puisant la chaleur au niveau de la température ambiante.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## Conclusions.

Au cours de ce rapport sur la production et l'utilisation de la vapeur, nous avons eu à maintes reprises l'occasion d'attirer l'attention sur des détails d'entretien et d'emploi, souvent négligés et qui ont néanmoins une influence marquée sur la marche économique des installations.

Il en est ainsi, entre autres, de la conduite attentive des feux, du bon entretien des maçonneries, du nettoyage fréquent des surfaces de chauffe, du maintien de la pression, de la surchauffe et du vide, du contrôle et du réglage périodique de la distribution des machines, de la récupération des purges et de la restriction des chauffages non indispensables.

Ce sont là des soins de détail et de tous les jours qui exigent, de la part des exploitants, ainsi que de leur personnel, une attention soutenue et une surveillance méthodique. Ils n'entraînent pour ainsi dire aucune dépense supplémentaire, ni d'argent, ni de temps, et donnent un bénéfice immédiat, qui, dans bien des cas, se chiffre par des 10 et 20 p. 100 de la dépense de combustible.

L'ensemble de ces soins constitue la première et indispensable étape pour l'amélioration de l'économie générale de l'emploi des combustibles, et aucun chef d'exploitation ne devrait s'en désintéresser.

Cependant, dans beaucoup d'industries, il y a plus à faire. Il y aura, par exemple, un réchauffeur à ajouter à la suite de chaudières trop poussées, des conduites ou des surfaces rayonnantes à isoler, un surchauffeur à installer, une ancienne machine à vapeur consommant trop, à modifier ou à remplacer, un procédé de fabrication ou un appareil quelconque, exigeant une trop forte dépense de vapeur, à changer.

Ces travaux, dont le but essentiel sera de supprimer ou d'éviter un gaspillage évident de chaleur, nécessiteront des dépenses qui, dans la plupart des cas, seront amorties en quelques mois, ou tout au plus en deux ou trois ans, par l'économie certaine de combustible qui en résultera. Il n'est pas un homme d'affaires qui hésiterait à engager de telles dépenses.

A l'occasion des remplacements de machines, qu'elles soient usées ou trop faibles, ou simplement qu'elles consomment trop, se posera presque toujours la question du choix de la force motrice. Lorsqu'il s'agira d'industries n'ayant besoin que de force motrice, sans aucun chauffage ou autre emploi de vapeur, le raccordement à un réseau de distribution électrique sera souvent, à condition bien entendu que le prix de vente du courant ne soit pas exagéré, la solution la plus simple et la plus avantageuse, surtout pour les petites puissances et les puissances très variables ou intermittentes. Ce raccordement déchargera notamment l'industriel des soucis d'achat de combustible et de toutes les préoccupations qui découlent de la marche d'une installation de chaudières et de force motrice.

Cependant, pour les puissances moyennes, dépassant 100 ch par exemple, la question mérite d'être examinée de plus près au point de vue de l'économie de combustible. En effet, si les centrales électriques qui consomment moins de 1 kg de charbon par kilowatt-heure net, disponible à leur tableau de départ, sont actuellement l'exception, les machines à vapeur d'usines et d'ateliers et les machines demi-fixes qui produisent le cheval-heure effectif à raison de 1 kg de houille sont nombreuses et l'on peut compter que les pertes de distribution, de transformation et de marche à vide des réseaux égalent la différence entre le cheval-heure et le kilowatt-heure.

Et cette équivalence tourne à l'avantage de la production sur place chaque fois qu'il y a des besoins importants de chaleur et de vapeur qui peuvent se combiner avec la force motrice.

Ainsi qu'il a été exposé dans la dernière partie de ce rapport, la combinaison de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

force motrice et des autres besoins de vapeur peut prendre les formes les plus variées et s'appliquer dans des cas beaucoup plus fréquents qu'on ne le suppose en général, parce qu'elle peut servir avec avantage même au chauffage des ateliers et bâtiments, qu'il faut assurer dans la plupart des industries. Cette combinaison exigera quelquefois des modifications profondes dans les installations : élévation de la pression de marche, renouvellement des chaudières et machines, abaissement de la pression aux chauffages, agrandissement des surfaces des appareils, etc. Les dépenses qui en résulteront, sans s'amortir toujours en quelques mois, constitueront néanmoins un placement fructueux.

Il faudra, toutefois, que les ingénieurs et constructeurs se familliarisent plus encore que jusqu'ici avec l'ensemble des emplois de la chaleur et de la vapeur ; que non seulement ils s'ingénient à étudier et à construire des chaudières et machines thermiques de plus en plus parfaites, mais qu'ils envisagent l'économie d'ensemble d'une usine ou d'un procédé de fabrication et qu'ils créent, à cet effet, des machines spéciales et des appareils pouvant utiliser des pressions et des chutes de température aussi faibles que possible.

Il faudra, d'autre part, que les chefs d'exploitation s'accommodent d'une utilisation multiple de la vapeur pour la force motrice et leurs autres besoins, même s'il devait en résulter des complications ou une certaine gêne; enfin, que les industriels consentent à gagner les dépenses qui sont nécessaires pour l'utilisation complète et rationnelle de la chaleur. Toute dépense et tout progrès dans cet ordre d'idées présente, à côté de l'intérêt particulier, un intérêt national, parce qu'il améliore l'outillage et permet de réduire les prix de revient et de lutter avec plus de chance de succès contre la concurrence de l'étranger, où souvent, malgré une situation charbonnière plus favorable que la nôtre, la recherche de l'économie de combustible est poussée très loin.

Il importe que sur ce terrain l'industrie française ne se laisse pas dépasser.

*Le rapporteur,*
V. KAMMERER.

Vu :
*Le président de la 1re sous-commission,*
LOIRET.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

### SÉANCE PUBLIQUE

DU 10 DÉCEMBRE 1921

Présidence de M. L. BACLÉ, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 26 novembre 1921 est adopté.

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

M. LEFÈVRE (Paul), directeur de l'Office central de Documentation franco-belge, 14, rue Constance, Paris (18e), présenté par le Général Sebert et M. Lemaire;

M. POËY D'AVANT (Albert) (✠), 30, rue Alexandre-Guilmant, Meudon (Seine-et-Oise), présenté par M. Lefèvre et M. Lemaire;

M. NICOLAS (Camille-Charles), Ingénieur des Ponts et Chaussées, directeur de l'Agence de Paris de la Société des Chaux et Ciments de Lafarge du Teil, 53, rue de Châteaudun, Paris (9e), présenté par M. Colomb (1922).

M. BACLÉ, *président.* — Dans la séance en comité qu'il vient de tenir, notre Conseil a nommé membres de ce Conseil :

M. KŒNIGS, au titre du *Comité des Arts mécaniques*;

M. ANDROUIN, au titre du *Comité des Arts mécaniques*;

M. BRETON, au titre du *Comité des Arts économiques*;

M. LE GÉNÉRAL FERRIÉ, au titre du *Comité des Arts économiques.*

Conformément à l'article 37 de nos statuts, ces nominations seront soumises à la ratification par la première Assemblée générale de nos membres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui se tiendra le 14 janvier 1922. C'est dans cette même séance que seront soumis à la réélection, pour 1922, les membres de notre Bureau.

M. Baclé, *président.* — J'ai le plaisir de vous informer de la nomination au grade de chevalier de la Légion d'honneur de notre collègue du Conseil, M. Marcel Magne, professeur d'Art appliqué aux Métiers, au Conservatoire national des Arts et Métiers.

M. Baclé dit que, avec M. H. Le Chatelier, il a représenté la Société d'Encouragement à une réunion de la « Conférence de l'Organisation française » qui s'est tenue dans notre hôtel, le 6 décembre 1921. Au cours de cette séance, M. Parmentier a traité la question de *l'organisation d'un service de correspondance dans une grande entreprise industrielle ou commerciale.* Cette organisation rationnelle du travail dans les bureaux est en relation étroite avec la question dont notre Société s'occupe depuis de longues années et dont l'initiative est due à M. H. Le Chatelier, l'organisation rationnelle du travail dans les usines, et, à ce titre, notre Société ne pouvait pas rester indifférente à l'œuvre si intéressante et si pleine de promesses de la Conférence de l'Organisation française qui s'inspire des méthodes que nous préconisons et qui compte, d'ailleurs, parmi ses sociétaires et dans son Bureau, des membres de la Société d'Encouragement.

M. Raphaël-Georges Lévy, *vice-président,* fait ressortir l'intérêt de la communication que va faire M. Angel Marvaud. Il nous est facile d'entretenir de bonnes relations avec nos voisins espagnols, parce que nous avons une mentalité qui ressemble à la leur et qui tient à notre origine latine commune; ces relations seraient meilleures encore si nous nous connaissions mieux. Le Comité de Rapprochement franco-espagnol a pour tâche principale de rechercher les terrains d'entente possibles. Avec un peu de bonne volonté, ils sont faciles à trouver, comme M. Marvaud va nous le montrer.

M. Angel Marvaud, chargé de missions en Espagne, fait une communication sur *Les possibilités offertes par l'Espagne à l'expansion économique de la France.*

L'Espagne constituait déjà, avant la guerre, un important débouché à nos exportations, en même temps qu'elle offrait à notre expansion industrielle un champ des plus féconds. Voilà le double domaine, dans lequel il convient aujourd'hui de développer notre action en tenant compte, naturellement, des changements intervenus, au cours de ces dernières années, dans les conditions économiques du pays.

Les Espagnols ont profité de la guerre et de leur neutralité, pour augmenter leur richesse, pour s'outiller et pour réaliser de notables progrès dans le commerce, l'agriculture et l'industrie.

Il y a cependant des ombres à ce tableau. La crise économique qui a éclaté dans la Péninsule dès le début de 1920, y obéit, de façon générale, aux mêmes raisons

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que partout ailleurs, mais elle offre aussi certains aspects particuliers, tenant aux conditions dans lesquelles s'est trouvé le pays au lendemain de l'armistice. Toutefois, les circonstances actuelles ne sont que passagères, et l'Espagne possède assez de ressources pour envisager l'avenir sans pessimisme.

On peut croire seulement que, tant pour parfaire l'insuffisance de sa production agricole et industrielle que pour développer son essor économique, le concours de l'étranger lui demeure indispensable. Et, à cet égard, la France, en raison de son voisinage et des affinités multiples qui la lient à ce pays, pourrait jouer un rôle de premier ordre. Mais c'est à la condition seulement que nous sachions pratiquer au sud des Pyrénées une politique plus rationnelle et que nous tenions davantage compte des goûts, du caractère et de la neutralité de nos voisins.

Sur le terrain commercial, l'avenir de notre expansion reste subordonné au règlement des relations douanières; il faut espérer que les négociations diplomatiques dissiperont bien vite le nuage qui s'est élevé entre les deux nations. La question des transports et principalement des transports par terre, tient aussi une place importante dans ces relations : en attendant la réalisation de travaux de grande envergure, qui permettront de tirer la Péninsule de son isolement, on peut envisager la mise à exécution immédiate de divers projets, de nature à remédier, au moins partiellement, à l'état de choses actuel. Enfin, il y a d'autres facteurs qui méritent de retenir l'attention de nos exportateurs : par exemple, le crédit commercial et la représentation.

La France peut aider au développement économique et à la mise en valeur des richesses immenses de la Péninsule, et elle en recueillera un double bénéfice — à la fois matériel, puisque cela servira à sa propre expansion — et moral, puisqu'elle réussira ainsi à se faire de ce pays un ami véritable. Cette œuvre est commencée depuis longtemps, mais il importe de l'intensifier, en cherchant à nous attacher plus étroitement le concours des Espagnols eux-mêmes. On peut étudier la possibilité de notre action surtout dans trois grands domaines : l'agriculture, l'exploitation minière et l'industrie de certains produits manufacturés.

Il existe, dès maintenant, en Espagne, de nombreuses entreprises françaises, dont certaines — telles que la Société minière et métallurgique de Peñarroya — ont pris un grand développement. Mais il reste encore beaucoup à faire, car si l'on tient compte des richesses — d'ailleurs insuffisamment connues — du sol et du sous-sol de ce pays, le champ d'action est, pour ainsi dire, illimité.

En ce qui concerne les mines, il faut noter la politique de plus en plus marquée chez nos voisins, qui tend à exploiter sur place les minerais — tels que le fer et le cuivre — au lieu de les exporter.

S'inspirant de cet état d'esprit, l'initiative française a créé récemment, près de Cordoue, avec la participation espagnole, d'importants établissements, en vue de la fabrication du cuivre électrolytique. C'est un des exemples les plus intéressants de collaboration entre les deux pays qu'on puisse signaler.

Parmi les autres branches qui paraissent appelées à un bel avenir et où la France peut également apporter à sa voisine un concours des plus utiles, on peut citer, en dehors des industries métallurgiques et mécaniques, les industries chimiques et pharmaceutiques, l'industrie hydro-électrique (avec ses multiples applications) et les constructions maritimes.

Dans les circonstances actuelles, il ne saurait s'agir, pour nous, que d'introduire



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le moins de capitaux possible en Espagne car les entreprises françaises, moyennant certaines conditions, peuvent trouver sur place une aide financière.

Nous pouvons offrir à nos voisins un personnel technique et des procédés pour aider à leur développement économique. Nous pouvons aussi les faire profiter de notre esprit d'organisation. La main-d'œuvre espagnole présente des qualités indéniables, et c'est, au surplus, un fait avéré, que les entreprises françaises — sans doute parce qu'elles sont plus attentives aux besoins de leur personnel et qu'elles se tiennent davantage en contact avec lui — ont relativement peu souffert de l'agitation sociale de ces dernières années.

Un esprit d'étroit nationalisme s'est accentué en Espagne — comme ailleurs — au cours de la guerre et il a trouvé notamment son expression dans des dispositions fiscales frappant d'un régime de rigueur les sociétés étrangères. Il est permis de croire que nos voisins ne tarderont pas à revenir sur ces mesures qui leur sont, à eux-mêmes, très préjudiciables. La solution du différend douanier actuel devrait être cherchée, semble-t-il, dans un accord basé sur le principe de réciprocité : les deux pays y arriveront sans doute, quand ils seront convaincus que leur interpénétration économique est conforme à leurs véritables intérêts et qu'elle sert aussi, de la façon la plus efficace, au raffermissement de leur entente politique, si désirable à tous égards.

A. M.

M. Baclé, *président*, remercie M. Marvaud de son intéressante communication. Il est heureux de constater qu'un des membres de notre Société d'Encouragement, la Société de Peñarroya, a été citée plusieurs fois par le conférencier parmi ceux de nos compatriotes qui se sont attachés à des œuvres industrielles, économiques et sociales en Espagne. C'est là de bonne propagande française.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# BIBLIOGRAPHIE

**La culture générale des jeunes gens se destinant à l'industrie.** Éducation intellectuelle et morale et enseignement du français (Explication des textes, vocabulaire, composition française, grammaire), à l'aide de passages choisis dans l'œuvre des savants, des industriels, des grands écrivains. Géographie du travail et questions économiques. Histoire du travail et historique de sa législation. Organisation du travail intellectuel, par ANTONIN FRANCHET, professeur à l'École Diderot et LÉON FRANCHET, professeur à l'École J.-B. Say. Un vol. (20 × 13 cm), de 374 p., avec fig. (Prix : 8 f). Paris, Dunod, 1921.

L'ouvrage de MM. Franchet se compose de quatres parties, savoir :

Un recueil de morceaux choisis, avec explication détaillée des textes, remarques sur la composition, observations grammaticales et philologiques et indication d'exercices de rédaction à faire. La particularité de ces morceaux choisis est qu'au lieu d'être empruntés à la littérature générale, ils se composent principalement d'extraits d'œuvres de savants et d'industriels, relatifs, notamment, à l'application de la science à l'industrie;

Une géographie économique, relative à l'agriculture, l'industrie et le commerce, en France et dans ses colonies;

Une histoire sommaire du travail et un historique de sa législation;

Enfin, de nouveau, des morceaux choisis, avec commentaires, relatifs à l'organisation du travail, où une part importante est donnée aux méthodes comprises sous le nom de système Taylor.

Cet ouvrage est destiné aux écoles primaires supérieures, aux écoles pratiques de commerce et d'industrie, aux écoles professionnelles, aux classes spéciales des lycées et collèges, aux cours d'apprentis et aux cours complémentaires.

Il sera mis avec fruit entre les mains des élèves de ces écoles, et on y trouvera des indications intéressantes sur les diverses branches du travail humain.

E. SAUVAGE.

**L'Algérie et la Tunisie pour tous**, par M. LOUIS CROS. Un vol. (21 × 13 cm) de 494 p., avec fig. Paris, Albin Michel, 22, rue Huyghens (Prix, 10 f).

« La terre de France est inséparable de la terre africaine. L'une prolonge l'autre. Les deux se complètent et se doublent. L'Algérie est le Midi vrai de la France. » Tels sont les termes dans lesquels M. L. Cros introduit le volume, essentiellement pratique, qu'il consacre à l'Algérie et à la Tunisie et qui complète celui qu'il a rédigé sur le Maroc.

« Comment aller et que faire en Algérie, en Tunisie, au Maroc? » A ces ques-



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tions M. Cros répond par des renseignements pratiques, par des descriptions essentiellement utilitaires, par des statistiques montrant ce qu'a déjà produit l'énergie colonisatrice de la France, et ce qui pourrait être réalisé si les Français se portaient en nombre suffisant vers cette plus grande France, et si des capitaux étaient affectés en quantité convenable aux travaux de voirie, d'irrigation et d'aménagement général sans lesquels les efforts individuels sont rendus infiniment plus difficiles et de rendement plus lent.

Au Français qui envisage la possibilité pour lui, ou pour ses fils, de se porter vers ces pays neufs, M. Cros donne des indications pratiques sur le moyen d'obtenir *la terre*, sur ce que sont susceptibles de produire ces millions d'hectares qui peuvent être acquis gratuitement ou à peu de frais.

Il montre combien la culture est rémunératrice, soit qu'il s'agisse de céréales ou de vignes, et ce que rend l'élevage bien compris.

Les richesses connues du sous-sol, minerais de fer, minerais métalliques et phosphates, et les richesses soupçonnées telles que le pétrole, sont indiquées par M. Cros qui s'attache à montrer ce qui peut être espéré de ces nombreux gisements quand ils seront suffisamment desservis par les chemins de fer.

Bien loin de chercher à refouler et à faire disparaître les indigènes, la politique du Gouvernement doit consister, l'auteur le montre avec beaucoup de raison, à développer, à instruire, à assimiler peu à peu les éléments si divers des populations qui vivent superposées depuis plus de deux mille ans dans ce beau pays qui a connu de longues périodes de prospérité alors qu'il était le grenier de Rome. Avec le concours de races plus colonisatrices et plus prolifiques que la nôtre, nous devons poursuivre, sans hésitation, mais bien au contraire avec une ardeur toujours plus grande, la mise en valeur de cette partie Nord du continent africain, dont nous pouvons espérer déjà beaucoup en attendant le jour qu'il faut espérer prochain, où une jonction sûre et régulière avec les vastes régions tropicales de l'Afrique occidentale française, transformée par des irrigations bien comprises, permettra aux populations noires, régénérées par l'éducation, l'instruction et une hygiène rationnelle, et équitablement encouragées au travail, de fournir : le coton, les graines oléagineuses, les gommes et les céréales diverses que nous sommes obligés de faire venir des pays étrangers aux dépens de notre change et de notre richesse nationale.

En popularisant les notions pratiques relatives à notre Afrique septentrionale, M. Cros a fait œuvre utile et ses livres peuvent rendre des services.

E. Gruner.

**L'industrie des matières colorantes organiques**, par M. André Wahl, docteur ès sciences, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers. 2e édition, revue, corrigée et augmentée. Tome premier : **Les produits intermédiaires**. Un vol. (18 × 12 cm) de 350 p., avec 24 fig. Paris, Gaston Doin, 1921.

Le *Traité des matières colorantes organiques artificielles*, du regretté L. Lefèvre et la *Chimie des matières colorantes artificielles*, de A. Seyewetz et P. Sisley, datent, l'un et l'autre, de 1896.

*L'industrie des matières colorantes organiques*, de A. Wahl, a paru en 1912. Cet ouvrage n'a ni l'étendue, ni l'ampleur des deux précédents mais, sous une forme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

condensée, il renferme l'essentiel des connaissances acquises à cette époque en la matière. L'auteur lui-même reconnaît que, malgré la faveur — plus que justifiée d'ailleurs — avec laquelle fut accueillie la première édition de son livre, celui-ci, uniquement écrit dans un but d'initiation, demande à être complété et transformé en un livre d'enseignement.

Une seconde édition, tenant compte de tous les changements survenus dans le monde depuis la guerre, lui a donc semblé de toute nécessité. Elle comprendra deux volumes, dont le premier, seul paru à ce jour, porte en sous-titre : « Les produits intermédiaires ». Le second sera réservé entièrement à l'étude des « matières colorantes ».

L'auteur nous fait même espérer pour plus tard un véritable « Traité des matières colorantes », qui sera le couronnement de l'œuvre qu'il poursuit depuis de longues années avec autant de science que de méthode.

Ce premier volume débute pour l'indication sommaire des procédés d'extraction des principaux constituants du goudron de houille (benzène, toluène, xylène, naphtaline, anthracène, phénols, etc.) qu'on désigne sous le nom de *matières premières*. Il passe ensuite à l'examen des méthodes générales qui sont utilisées pour la fabrication de ce qu'on est convenu d'appeler les produits *intermédiaires*.

Les réactions générales les plus essentielles qui leur donnent naissance sont : la sulfonation, la fusion alcaline, la chloruration, la nitration, la réduction, l'alcoylation, la nitrosation, l'oxydation. Chacune d'elles est étudiée en détail, avec de nombreux exemples de préparation à l'appui.

Un petit nombre de matières premières, une demi-douzaine environ, permet ainsi de préparer une immense variété de produits nouveaux, qui constituent des termes intermédiaires dans la transformation finale en *matières colorantes*, proprement dites.

Ce passage des produits intermédiaires aux matières colorantes s'opère par des méthodes relativement simples. Avant la guerre, ils ne payaient que de faibles droits d'entrée en France, et les succursales des maisons allemandes établies sur notre sol les y transformaient en matières colorantes. Ce subterfuge les dispensait des droits de douane élevés, dont étaient frappées celles-ci, et leur permettait une concurrence désastreuse pour notre industrie nationale.

Nous ne saurions trop recommander la lecture de la préface et de l'introduction de l'ouvrage de M. Wahl. On y verra les raisons multiples de la décadence d'une industrie, dont notre pays fut le berceau, mais aussi les efforts accomplis depuis quelques années, qui légitiment tous les espoirs dans l'avenir.

On se convaincra aussi, comme le dit si justement l'auteur, que « la guerre avec toutes ses conséquences, la disette de colorants d'une part, la mobilisation industrielle pour la fabrication des explosifs de l'autre, et surtout l'utilisation des gaz, c'est à-dire des composés lacrymogènes, asphyxiants, toxiques, etc., ont montré qu'une industrie chimique puissamment organisée constitue un des facteurs dominants d'une lutte victorieuse ».

M. Prud'homme.

**Papyrus et papier de papyrus**, par : MM. P. Ammann, Ingénieur-agronome, chef de service au Jardin colonial; M. Aribert, professeur à l'École française de Papeterie; C. Chalot, chef de service au Jardin colonial; M. Denis, répétiteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à l'École nationale d'Agriculture coloniale; L. VIDAL, professeur à l'École française de Papeterie. Préface de M. EM. PRUDHOMME, Ingénieur-agronome, directeur du Jardin colonial et de l'École nationale supérieure d'Agriculture coloniale. Une brochure (25×16 cm) de 63 p., avec VI pl. Paris, E. Larose, 11, rue Victor-Cousin (5e), 1921.

La France manque de fibres papetières; la consommation du papier est telle, et le bois, principale matière première de la papeterie, nous est fourni d'une façon si parcimonieuse par nos forêts de bois blanc, que nous sommes tributaires de l'étranger et principalement de la Scandinavie. Il y aurait donc un intérêt capital à utiliser les plantes ligneuses de nos colonies.

Parmi ces plantes, on est un peu surpris de voir citer le *Cyperus papyrus*, qui a joué un si grand rôle dans l'antiquité. Mais il ne faut pas s'y méprendre; le papyrus n'était pas un papier, mais bien une sorte de paillasson, de tissu grossier que l'on préparait en entre-croisant une série de lanières, découpées longitudinalement sur la tige florifère du Cyperus, en ajoutant de la colle de farine, en pressant, puis en séchant au soleil. (Aimé Girard, à qui l'on doit une étude des anciens papyrus, y a trouvé des grains d'amidon provenant de la colle.)

M. Prudhomme, directeur du Jardin colonial, a réuni en une brochure, diverses notes qui ont paru dans le *Bulletin du Jardin colonial* : note de M. Chalot, sur la culture et la récolte du Cyperus, qui peut fournir chaque année, au Congo par exemple, deux coupes de 250 t chacune par hectare; note de M. Paul Ammann sur les procédés qu'il convient d'employer dans les colonies pour préparer les fibres brutes que l'on enverra ensuite en Europe, pour y être raffinées; de M. Marcel Denis, sur l'étude botanique du Cyperus; de MM. Vidal et Aribert sur la transformation de la fibre en feuilles de papier.

MM. Vidal et Aribert sont professeurs à l'École de Papeterie de Grenoble et ce sont les fibres mêmes, arrivées du Congo, et transformées en un fort beau papier, qui ont servi exclusivement à imprimer ces notes, réunies sous la signature autorisée de M. Prudhomme.

L. LINDET.

**Le lait.** Revue générale des questions laitières, publiée sous la direction de MM. L. LINDET, membre de l'Institut, professeur à l'Institut national agronomique, M. BEAU, Ingénieur-agronome et CH. PORCHER, professeur à l'École vétérinaire de Lyon. Revue mensuelle (2,35×15 cm). Lyon (Rhône), 2, quai Chauveau.

La laiterie n'est pas seulement une profession, c'est une science, qui préoccupe les esprits au delà de ses applications industrielles; les chimistes lui demandent la composition du lait et de ses différents produits, ainsi que les méthodes qui permettent de connaître leur pureté; les physiologistes et les vétérinaires se préoccupent des phénomènes de lactation, ainsi que de la sélection des bêtes; les médecins et les hygiénistes, de la qualité du lait et des ressources qu'il présente pour leurs malades, etc. On conçoit donc que la science demande à être renseignée sur les travaux exécutés chaque jour dans nos laboratoires ou dans nos étables.

Avant la guerre, paraissait à Bruxelles une *Revue générale du Lait*, qui présentait un caractère scientifique et technique; la rédaction, suspendue pendant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'occupation allemande, ne fut pas reprise, et c'est M. Porcher, professeur à l'École nationale vétérinaire de Lyon qui pensa à lutter contre les journaux similaires édités en Angleterre, aux États-Unis et en Allemagne, et à faire revivre la publication belge, sous un nouveau titre : « *Le lait* ».

Bien que mon nom et celui de M. Beau, Ingénieur-agronome, figurent sur la couverture, je dois reconnaître que M. Porcher, qui a été l'ouvrier de la premiere heure, est, depuis un an, l'ouvrier de toutes les heures. Par ses travaux relatifs à la laiterie et au lait, par ses missions en Amérique, en Hollande, etc., par son professorat et ses conférences, M. Porcher avait toute l'autorité suffisante pour diriger semblable publication; il a su rallier à lui un grand nombre des collaborateurs de l'ancienne revue, tous ceux qui peuvent être considérés comme les dirigeants de l'industrie laitière, et, pour ne citer que les étrangers, Collard-Bovy, Göransson, Gorini, Kölisch, Laya, Orla-Jensen, Ott de Vries, Baron Peers, etc. Chaque numéro du journal, formé de 64 pages, comporte des articles originaux, les analyses des publications périodiques françaises et étrangères, les analyses des livres et les analyses des brevets se rapportant aux études de laiterie, et enfin les « documents et informations ».

Le journal *Le lait*, dès la première année, a réuni 800 abonnés, et ceux-ci n'hésitent pas aujourd'hui à renouveler leur abonnement, en adressant à M. Porcher des paroles d'éloge qui montrent que nous sommes dans la bonne voie et que les pays de langue française pourront, dorénavant, connaître des travaux relatifs à l'industrie laitière sans consulter le *Journal of Dairy Science*, la *Schweizerische Zeitung*, *Het algemeen zuivelblad*, ou le *Milchwirtschaftliches Zentralblatt*.

L. LINDET.

**Technologie du caoutchouc simple**, par M. R. DE FLEURY, Ingénieur des Arts et Manufactures, Un vol. broché (22,5 × 14 cm) de 200 p. avec 130 fig. Dunod, édit. 1920 (Prix, 18 fr).

L'auteur se propose de répondre dans son livre aux questions suivantes : Comment classer et utiliser les gommes? Comment choisir la mode de régénération des déchets vulcanisés? Comment classer et réaliser les mélanges? Comment choisir et utiliser les machines de préparation? Comment distribuer et employer la vapeur dans une usine de vulcanisation et de régénération? Comment conduire la vulcanisation? Comment installer une usine de caoutchouc?

Voici les questions traitées dans les divers chapitres de cet ouvrage :

Désignation, origine, production, commerce et cours des différents caoutchoucs;

Étude des déchets et des régénérés (marché, traitement);

Matières premières autres que le caoutchouc (factices, charges, vulcanisants, colorants, accélérateurs de la vulcanisation);

Classement, examen et reproduction des mélanges;

Travail de la gomme, machines employées;

Gommage des tissus, dissolution, récupération du solvant, machines employées;

Vulcanisation, étude et critique des installations d'ateliers de vulcanisation; emploi rationnel de la vapeur.

L'auteur fait un large emploi des tableaux, des graphiques, des abaques, de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

figures et plans schématiques, tous originaux, très clairs et d'une consultation extrêmement commode, qui constituent une des particularités les plus intéressantes de son mode de présentation. Il montre ainsi qu'il s'est autant préoccupé de la forme que du fond, ce qui est assez rare dans les ouvrages techniques.

E. L.

**Le traitement thermique préliminaire des aciers doux et demi-durs pour la construction mécanique**, par le Docteur FEDERIC GIOLITTI, traduit de l'italien par M. JEAN GALIBOURG, Ingénieur des Arts et Manufactures. Un vol. broché (25 × 16,5 cm) de 523 p. avec 214 fig. et 4 tableaux. Paris, Dunod, édit. 1920 (Prix, 40 fr).

L'auteur, dans cet ouvrage, s'est proposé dit-il, de n'écrire qu'un guide, une sorte d'introduction à l'étude des caractères généraux des phénomènes qui trouvent ou peuvent trouver des applications techniques dans le traitement thermique préliminaire des aciers doux ou demi-durs. C'est un ouvrage de référence dont les deux seules premières parties doivent être lues en entier et sans arrêt, savoir : Phénomènes de diffusion dans les cristaux mixtes primaires et Effets des phénomènes de diffusion sur le mécanisme de la cristallisation secondaire, soit 148 pages. Les trois parties suivantes ont pour titres :

Considérations générales, relatives aux applications techniques de la diffusion dans les cristaux mixtes, pour le traitement thermique préliminaire des aciers;

Le traitement thermique préliminaire des pièces d'acier coulées;

Le traitement thermique préliminaire des aciers forgés et laminés.

L'ouvrage est complété par une bibliographie des ouvrages récents se rapportant aux sujets qui y sont traités et par une table alphabétique des matières traitées.

De nombreuses macrophotographies et microphotographies illustrent l'ouvrage.

E. L.

**Comité des Forges de France. Annuaire 1921-1922.** Un vol. broché (21 × 13,5 cm) de 1 874 pages. Paris. Comité des Forges, édit. 1921 (Prix, 25 fr).

Cet annuaire contient la liste de tous les adhérents du Comité des Forges, c'est-à-dire les établissements métallurgiques de la France, avec des renseignements sur chacun d'eux et l'indication de la nature de leur production.

Pour faciliter les recherches, il contient, un répertoire de ces établissements classés par régions et par nature de produits fabriqués.

On trouve également dans cet annuaire des renseignements :

sur l'Union des Industries métallurgiques et minières, de la Construction mécanique, électrique et métallique et des Industries qui s'y rattachent;

sur les diverses institutions de prévoyance créées sous le patronage de l'Union des Industries métallurgiques et minières et du Comité des Forges de France;

sur les comités régionaux;

sur les comptoirs de vente.

L'annuaire se termine par un répertoire technique des fournisseurs de la métallurgie et des constructions métalliques et mécaniques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**Le Maroc**, numéro spécial de *La vie technique et industrielle*. Une grande brochure (31 × 25 cm) de 70 p. avec 90 fig. Paris, La vie technique et industrielle, édit., 18, rue Séguier, 1921 (Prix, 6 fr).

*La vie technique et industrielle*, a fait paraître simultanément avec son numéro de décembre 1921 une étude sur le Maroc, comprenant une documentation variée et très illustrée sur les questions économiques, industrielles, commerciales, agricoles et législatives touchant ce pays. Pour la rédaction des différents articles de cette publication, *La vie technique et industrielle* a fait appel au concours de spécialistes connus par leur compétence sur la question.

---

# OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE
## EN DÉCEMBRE 1921

MESNAGER (AUGUSTIN). — **Cours de béton armé**. In-4 (27 × 21) de XV + 534 p., 212 fig. **Bibliographie**, p. XV. Paris, Dunod, 1921. (*Don de M. A. Mesnager, vice-président de la Société*). **16284**

**Nos usines métallurgiques dévastées (1914-1918)**. Monographies de quelques grandes usines métallurgiques françaises détruites par les Allemands, rédigées par un groupe d'ingénieurs. In-4 (28 × 22) de XXXIII + 234 p., avec fig. Paris, Éditions de la *Revue de Métallurgie*, 1921. **16285**

FLEURY (R. DE). — **Technologie du caoutchouc souple.** Classement et utilisation des gommes. Régénération. Mélanges. Préparation. Vulcanisation. Installation d'une usine. In-8 (23 × 14) de VI + 200 p., 129 fig. Paris, Dunod, 1921. **16286**

GIOLITTI (FEDERICO). — **Le traitement thermique préliminaire des aciers doux et demi-durs pour la construction mécanique.** Traduit de l'italien, par JEAN GALIBOURG. In-8 (25 × 16) de XIX + 523 p., 214 fig. **Bibliographie**, p. 501-504. Paris, Dunod, 1920. **16287**

CARLIOZ (J.). — **Le gouvernement des entreprises commerciales et industrielles.** Leçons professées à l'École des Hautes Études commerciales. In-8 (25 × 16) de VI + 319 p., 47 fig. Paris, Dunod, 1921. **16288**

CROS (LOUIS). — **L'Algérie et la Tunisie pour tous.** In-8 (21 × 13) de 494 p., avec fig. Paris, Albin Michel. **16289**

ASSOCIATION NATIONALE D'EXPANSION ÉCONOMIQUE. — **Semaine du Commerce extérieur (juin 1921)**. Compte rendu des travaux. In-4 (28 × 19) de 287 p., I pl. Paris, 23, avenue de Messine, 1921. **16290**

ROY (LOUIS). — **Cours de mécanique rationnelle** à l'usage des élèves de l'Institut électrotechnique et de Mécanique appliquée et des candidats au certificat de mathématiques générales (*Cours de l'Institut électrotechnique et de Mécanique appliquée de l'Université de Toulouse*). In-8 (25 × 16) de VI + 259 p., 103 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1921. **16291**

FIERZ (HANS EDOUARD). — **Opérations fondamentales de la chimie des colorants.** Traduction française par CAMILLE G. VERNET. In-8 (23 × 16) de XV + 328 p., 17 fig , XIX pl. Paris, Attinger frères, 1921. **16292**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Discussion of the National Electrical Safety**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**Code** (*Handbook series of the Bureau of Standards, n° 4*). In-12 (19 × 12) de 330 p., 38 fig. Washington, 1921. **16293**

ACHALME. — **Les édifices physico-chimiques.** Tome I : **L'atome.** Sa structure, sa forme. In-8 (23 × 14) de 244 p., 63 fig., XV pl. Paris, Payot et Cie, 1921. **16294**

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS. — **Dictionnaire archéologique de la Gaule, Époque celtique,** continué après la lettre L, par les soins de M. Émile CARTAILHAC. In-f° (36 × 28). Tome II, fasc. 5. Paris, Imprimerie nationale, 1921. **15936**

CARLÈS (F.). — **Le moteur à essence.** Collationné et mis au point par HENRI PETIT. In-8 (25 × 16) de XVII + 480 p., 366 fig. Paris, Dunod, 1921. **16295**

IMBEAUX (Ed.). — **Applications de la biologie à l'art de l'ingénieur.** Hygiène des villes, des armées et des chantiers de travaux. Travail dans l'air comprimé, raréfié, trop chaud ou trop humide (milieux irrespirables). Leçons professées à l'École des Ponts et Chaussées. In-8 (25 × 16) de XII + 151 p., 15 fig., I pl. Paris, Dunod, 1922. **16296**

LEJEUNE (ÉMILE). — **Manuel du briquetier et du tuilier.** Briques, tuiles, carreaux, tuyaux et autres produits en terre cuite. 5e éd. revue et augmentée par CH. BONNEVILLE et H. DE GRAFFIGNY. (*Bibliothèque des actualités industrielles, n° 8*). In-12 (18 × 13) de 550 p., 209 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1921. **16297**

MALET (HENRI). — **Étude géométrique des transformations rationnelles et des courbes planes.** In-8 (25 × 16) de VIII + 261 p., 111 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1921. **16298**

MICHEL (JACQUES). — **Travail des métaux.** 2e éd. (*Nouvelle collection de recueils de recettes rationnelles*). In-12 (19 × 12) de VIII + 355 p., 153 fig. Paris, Desforges, 1921. **16299**

DANTZER (JAMES). — **Manuel de filature.** 2e éd. (*Bibliothèque des actualités industrielles, nos 126, 127, 128*). In-12 (18 × 13). 1re partie : **Notions de mécanique pratique et Principes généraux de la filature des matières textiles,** 120 p., 90 fig. — 2e partie : **Culture, rouissage, teillage, broyage et filature du lin,** 124 p., fig. 91 à 141. — 3e partie : **Filature du lin,** 120 p., fig. 142 à 180. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1921. **16300-2**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS (2e partie). — **Service des grandes forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest).** Tome Ibis, fasc. B : *Résultats obtenus pour le bassin de l'Adour (1910 à 1916).* **16303**

RINGELMANN (MAX). — **Logements des animaux.** IV : **Basses-cours, chenils, ruchers, magnaneries.** In-12 (19 × 12) de 160 p., 114 fig. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1922 (*Don de M. Max Ringelmann, membre du Conseil d'Administration*). **16304**

DEROY FILS AINÉ. — **Guide pratique de l'ouvrier chaudronnier en cuivre.** In-16 (16 × 10) de 177 p., fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922 (*Don de M. Deroy fils ainé, membre de la Société*). **16305**

HURET (JULES). — **En Allemagne. Rhin et Westphalie.** In-12 (18 × 12) de 530 p. (34e mille, 1919). — **De Hambourg aux Marches de Pologne,** de 497 p. (25e mille, 1916). — **Berlin,** de 400 p. (34e mille, 1916). — **La Bavière et la Saxe,** de 458 p. (23e mille, 1906). Paris, Eugène Fasquelle. **16306-9**

BRITISH SCIENCE GUILD (THE). — **A Catalogue of Bristish scientific and technical books.** Covering every branch of science and technology carefully classified and indexed. In-8 (22 × 14) de XVIII + 376 p. London, W. C. 2, 6, John Street, Adelphi, 1921. **16310**

***

Dons de M. Jean Rey, membre du Conseil d'Administration.

REY (JEAN). — **Éclairage des côtes. Notice sur un nouveau système de phares à réflecteurs métalliques.** In-4 (28 × 18) de 100 p., 30 fig., I pl. Paris, 1913. **15357**

REY (JEAN). — **De la portée des projecteurs de lumière électrique.** In-8 (25 × 16) de XII + 150 p., 27 fig., VI pl. Paris, Berger-Levrault, 1915. **15385**

*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

EY (JEAN). — **Note sur le traité de paix.** In-8 (25 × 16) de 95 p. Paris, Imprimerie typographique, 3, rue de Pondichéry, 1918. **16311**

REY (JEAN). — **La commande électrique des tourelles cuirassées.** Communication faite à la Société française des Électriciens, le 4 mai 1921 (*Bulletin de la Société française des Électriciens*, 4e série, Tome I, n° 5 (mai 1921), 67 p., 24 fig.). **Pièce 12638**

REY (JEAN). — **Sur la prédétermination de la chute de tension dans les alternateurs polyphasés par la théorie des deux réactions** (*Industrie électrique*, 25 mai 1901, 20 p., 6 fig.). **Pièce 12659**

REY (JEAN). — **Les applications récentes de l'électricité à l'outillage des mines** (*Comptes rendus mensuels de la Société de l'Industrie minérale*, mars 1902, 15 p.). **Pièce 12660**

REY (JEAN). — **L'éclat intrinsèque des gros arcs à courant continu** (*Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, juillet 1902, 27 p., 11 fig.). **Pièce 12661**

REY (JEAN). — **L'action dissymétrique du rotor dans les moteurs asynchrones** (*Éclairage électrique*, 20 février et 12 novembre 1904, 11 p.). **Pièce 12662**

REY (JEAN). — **Quelques remarques sur les turbo-machines** (*Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, avril 1910, 29 p., 9 fig., 1 pl.). **Pièce 12663**

REY (JEAN). — **Remarques complémentaires sur la constitution intérieure du globe terrestre** (*Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, juillet 1911, 9 p., 3 fig.). **Pièce 12664**

REY (JEAN). — **Rapport sur l'utilisation des forces naturelles pour la production de l'énergie électrique** (*Congrès général du Génie civil*, mars 1918, Section VI, 30 p.). **Pièce 12665**

REY (JEAN). — **Méthode de vérification des réflecteurs optiques** (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLVII, 4 août 1913, 3 p., 2 fig.). **Pièce 12666**

REY (JEAN). — **Diagramme entropique du pétrole** (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXVI, 4 mars 1918, 4 p.). **Pièce 12667**

REY (JEAN). — **Propriétés physiques de la vapeur de pétrole** (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXVIII, 10 mars 1919, 4 p.). **Pièce 12668**

REY (JEAN). — **Sur l'écoulement de la vapeur de pétrole** (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXVIII, 2 juin 1919, 4 p.). **Pièce 12669**

REY (JEAN). — **Phare de grand atterrage avec optique à réflecteurs métalliques** (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXIX, 8 septembre 1919, 3 p.). **Pièce 12670**

REY (JEAN). — **Prédétermination expérimentale en laboratoire de la caractéristique d'un phare à l'horizon** (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXIX, 6 octobre 1919, 3 p., 1 fig.). **Pièce 12671**

BLONDEL (A.) et REY (JEAN). — **Sur la perception des lumières brèves à la limite de leur portée** (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLIII, 3 juillet 1911, 3 p.). **Pièce 12672**

BLONDEL (A.) et REY (J.). — **Sur la perception des lumières brèves à la limite de leur portée** (*Journal de Physique*, juillet et août 1911, 32 p., 9 fig.). **Pièce 12673**

BLONDEL (ANDRÉ) et REY (J.). — **Comparaison au point de vue de la portée des signaux lumineux brefs produits, au moyen d'un appareil rotatif, par des sources de lumière donnant des durées d'impression différentes. Conditions d'efficacité maxima du flux lumineux utilisé** (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. CLXII, 5 juin 1916, 6 p.). **Pièce 12674**

BLONDEL (A.) et REY (J.). — **Portées des signaux lumineux brefs, contenant des flux lumineux égaux, mais répartis sur des durées d'impression différentes. Conditions d'efficacité maxima du flux lumineux utilisé.** (*Lumière électrique*, 15 juillet 1916, 8 p., 3 fig.). **Pièce 12675**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

***

SOCIÉTÉ ANONYME DES HAUTS FOURNEAUX ET FONDERIES DE PONT-A-MOUSSON. — **L'usine La ville. Le champ de bataille, 1914-1918, 1921.** In-8 (23 × 15) de 51 p., avec fig., II pl. **Pièce 12653**

BRÉGUET (LOUIS). — **L'aviation d'hier et de demain** (*Conférence faite le 5 août 1921, à Rouen, au Congrès annuel de l'Association française pour l'Avancement des Sciences*). In-8 (24 × 13) de 15 p. **Pièce 12654**

DU MORIEZ (Général). — **La prétendue incapacité polonaise et le génie prussien** (*La Pologne*). In-8 (24 × 15) de 40 p. Paris, Société générale d'Imprimerie et d'Édition, 1921. **Pièce 12655**

UNION INTERNATIONALE DE LA CHIMIE PURE ET APPLIQUÉE. — **Comptes rendus de la 1re Conférence internationale de la Chimie, Rome, 22-24 juin 1920.** In-4 (27 × 21) de 90 p. (**Pièce 12603**). — **Comptes rendus de la 2e Conférence internationale de la Chimie, Bruxelles, 27-30 juin 1921.** In-4 (27 × 21) de 123 p. Paris, 49, rue des Mathurins. **Pièce 12656**

**Le Maroc** (*La vie technique et industrielle*, numéro spécial hors série). In-4 (31 × 25) de 70 p., 90 fig. Paris, 18, rue Séguier (6e), 1921. **Pièce 12657**

GREBEL (A.). — **Les produits de la combustion du gaz** (*Chimie et Industrie*, novembre 1921, 6 p.). Paris, 49, rue des Mathurins. **Pièce 12658**

***

ASSOCIATION FRANCO-BELGE POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX. — **3e Procès-verbal, séance du 11 juin 1921.** Paris, Éditions de la *Revue de Métallurgie*, 5, cité Pigalle (9e), 1921. **Pér. 343**

**Mémorial des Poudres**, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. — **Tome XVIII** (1er et 2e fasc.). Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1921. **Pér. 223**

**Nouvelles Archives des Missions scientifiques et littéraires.** Choix de rapports et instructions publié sous les auspices du MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS. — **Tome XXII**, fasc. 3. Paris, Imprimerie nationale, 1921. **Pér. 38**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Bulletin. Tome III**, Session **1920-1921.** Le Caire, 1921. **Pér. 32**

SOCIEDAD CIENTÍFICA « ANTONIO ALZATE ». — **Memorias y Revista. Tomo XXXIX**, nos 1 à 6. Mexico, 1921. **Pér. 10**

NEW YORK STATE DEPARTMENT OF LABOR. — **Annual Report of the Industrial Commission, 1920.** Albany, 1921. **Pér. 128**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings.** Vol. CCIX, 1919-1920. (Part. I). London, 1921. **Pér. 189**

BUREAU OF STANDARDS. — **Technologic Papers, n° 193** : *Design of atmospheric gas burners*, by W. M. BERRY, I. V. BRUMBAUGH, G. F. MOULTON and G. B. SHAWN, 62 p., 29 fig. Washington, 1921. **Pér. 61**

*L'agent général, gérant,*
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

121e ANNÉE. FÉVRIER 1922

# BULLETIN

DE

# LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

## POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

## COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté, par M. J. Dantzer, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un ouvrage de M. Daniel de Prat, intitulé *Traité de Tissage au Jacquard.*

M. Daniel de Prat, ingénieur civil, ancien directeur de filature et tissage, actuellement rédacteur en chef de *L'Avenir textile* et auteur de divers ouvrages textiles appréciés, a présenté à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale un excellent *Traité de Tissage au Jacquard* qui a été édité par la Librairie Ch. Béranger.

Jusqu'à ce jour, aucun ouvrage de ce genre n'avait été publié en France et seuls, certains traités de tissage comme ceux de Falcot, de Gand ou de Lamoitier par exemple, ont consacré quelques chapitres plus ou moins importants à l'étude de la mécanique Jacquard, à son montage et à son utilisation dans les industries textiles.

Par contre, il faut reconnaître qu'en Angleterre, en Autriche et en Allemagne, on trouve depuis longtemps d'excellents ouvrages qui ont été écrits sur ce sujet; ceux de Friedrich Kohl, de Franz Donat et de Beaumont, par exemple, sont très documentés et très connus des spécialistes.

M. de Prat qui connaît toutes ces publications, pour les avoir étudiées et qui connaît également la pauvreté de la bibliographie technique française en fait d'ouvrages sur les industries textiles et en



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

particulier sur tout ce qui touche au tissage des étoffes façonnées, a voulu combler cette lacune en présentant une œuvre digne de notre pays; il a donc publié un ouvrage très complet qu'il a intitulé *Traité de Tissage au Jacquard* et qu'il a écrit à l'occasion du centenaire de la décoration de Jacquard dans l'ordre de la Légion d'honneur, afin de faire ressortir ce que furent l'œuvre de cet inventeur français, les étapes successives par lesquelles elle passa depuis et les résultats auxquels on est actuellement arrivé.

Cet ouvrage, très bien présenté, qui comporte près de 400 pages et est illustré de 250 figures intercalées dans le texte, constitue un travail des plus intéressants et des plus recommandables qui sera fort utile à tous ceux qui, à un titre quelconque, ont à s'occuper de cette branche très spéciale du tissage des façonnés en général qui, il faut le dire, a été de tous temps une des spécialités sinon une des gloires de l'industrie française des textiles.

Il sera d'autant plus utile qu'il ne vise pas seulement l'étude plus ou moins complète de la mécanique Jacquard proprement dite et des perfectionnements qui y ont été apportés jusqu'à ce jour, mais qu'il envisage en même temps les nombreuses opérations de montage et de réglage de ces mécaniques pour les principaux genres de tissus façonnés que l'on rencontre dans la pratique courante et qu'il montre les applications diverses dont elles sont susceptibles dans les autres branches de l'industrie textile.

Après avoir rappelé, dans une notice très substantielle, les procédés employés avant Jacquard pour exécuter péniblement des étoffes façonnées, l'auteur expose la vie et l'œuvre de Jacquard en faisant ressortir le mérite réel de cet inventeur et les services qu'il a rendus à l'industrie du tissage par l'invention de la mécanique qui porte son nom.

Il montre ensuite les principaux perfectionnements qui ont été réalisés depuis jusqu'à nos jours et les tentatives plus ou moins heureuses auxquelles on a eu recours pour essayer de rendre cette machine pratique, économique et applicable à tous les cas plus ou moins complexes que l'on rencontre dans la pratique pour le tissage des étoffes à effets de dessin.

Cet exposé historique est trop connu des spécialistes pour que nous en fassions ici une nouvelle analyse même sommaire; nous rappellerons seulement que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui a de tous temps encouragé les inventeurs, contribua dans une large mesure à la vulgarisation de l'invention de Jacquard par des encouragements et le prix qu'elle décerna en 1808 à cet inventeur ainsi qu'en font foi les numéros du *Bulletin* de l'époque.

Le traité de tissage Jacquard proprement dit, précédé de quelques définitions indispensables, est divisé en cinq chapitres.

Dans le premier, M. de Prat décrit sommairement les principaux genres d'appareils qui furent employés avant l'invention de la mécanique Jacquard pour la fabrication des tissus façonnés et il décrit ainsi successivement : les métiers à la tire, qui sont les plus anciens; les métiers à semple, dont on a retrouvé de nos jours les dispositifs essentiels dans les machines de lisage et de piquage des cartons; enfin les métiers à aiguilles tels que ceux de Bouchon, Falcon, Reynier, et Vaucanson, où l'on trouve des dispositifs de papier ou de cartons troués et d'aiguilles pour produire d'une façon plus ou moins automatique le mouvement des fils de chaîne des tissus façonnés à exécuter.

Dans le deuxième chapitre, divisé en deux parties, se trouve exposé le principe de la mécanique Jacquard proprement dite, cette machine merveilleuse de simplicité dont l'inventeur a trouvé les éléments de réalisation dans les appareils de Vaucanson et de Falcon lorsqu'il était au Conservatoire national des Arts et Métiers pour essayer de mettre au point un métier à fabriquer le filet.

Cette mécanique, qui fonctionnait à la main, est encore de nos jours d'un usage courant, notamment pour le tissage de certains tissus spéciaux nécessitant beaucoup de soins pour leur exécution; cependant, bien que son emploi soit assez limité, on utilise aujourd'hui couramment des appareils perfectionnés, basés sur les mêmes principes et mus mécaniquement, dont l'auteur expose les dispositifs essentiels de réglage et d'emploi.

Un chapitre troisième est consacré par l'auteur à l'étude de mécaniques modernes diverses dont le principe fondamental est toujours celui de Jacquard : *la sélection des aiguilles et par conséquent des fils par un jeu de cartons.* Les perfectionnements très nombreux qui sont décrits portent surtout : sur des dispositions spéciales d'aiguilles, sur le remplacement des jeux de cartons par des manchons de papier, sur l'adaptation de la mécanique au tissage de tissus divers et enfin sur l'emploi de l'électricité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour ne citer que les principales machines de cette catégorie qui sont décrites, il suffit de rappeler les noms de Vincenzi, Verdol, Olivier, Glorieux, Perrin, etc., qui construisent des systèmes de mécaniques des plus intéressants pour toutes les spécialités de l'industrie textile et dont il serait difficile de donner ici un exposé même succinct. M. de Prat a fait sur ce chapitre une étude complète, et certainement des plus remarquables de son travail où l'on ne peut que puiser d'utiles renseignements, d'autant plus que les progrès les plus récents y sont exposés avec de nombreux détails et que, même les mécaniques dites électriques, y font l'objet d'une étude spéciale.

Dans le chapitre IV, on trouve quelques détails : sur la classification des mécaniques, le numérotage des crochets et aiguilles, etc.

Enfin, dans le chapitre V, qui termine le premier livre de son ouvrage, l'auteur décrit les accessoires tels que : les collets, les aiguilles, les porte-mousquetons, la grille, les fils d'arcades, la planche d'arcades, les lisses, les plombs, etc., dont l'ensemble constitue ce que l'on appelle la garniture.

Tous ces renseignements indispensables complètent utilement l'étude proprement dite des mécaniques.

Le livre II, divisé comme le premier en un certain nombre de chapitres, est consacré à l'étude spéciale de la composition des dessins et de la mise en carte ainsi qu'au lisage, au piquage et au repiquage des cartons. On y trouve également la description des principaux systèmes d'empoutages. L'ensemble, bien présenté, constitue une documentation des plus utiles et des plus sérieuses et est de nature à rendre service aussi bien aux techniciens du tissage qu'à ceux qui, à un titre quelconque, désirent se renseigner sur l'état actuel des questions importantes de lisage et de piquage par exemple, qui ont une influence considérable sur le prix de revient des tissus façonnés.

Tous les procédés de piquage et de lisage sont en effet exposés d'une façon très méthodique et, en dehors de ceux qui sont connus et pratiqués dans l'industrie, on trouve décrits les principaux dispositifs de piquage électrique qui ont été essayés tels que ceux de David, de Harleux, de Turné, de Girardin, de Daman, etc. ; on trouve également exposé le procédé de Lebègue qui fait la mise en carte, le lisage et le piquage en une seule opération.

Bref, le livre II complète d'une façon très heureuse le livre I par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'abondance des renseignements qu'il contient et par la façon dont il est présenté.

L'auteur n'a cependant pas estimé que son travail était ainsi terminé, aussi, dans un livre III, il a tenu à indiquer un certain nombre d'applications de la mécanique Jacquard au tissage des façonnés tels que l'ameublement, la moquette, les tissus d'habillement, etc. Dans un livre IV, il a montré de quelle façon la mécanique Jacquard est utilisée dans des industries autres que le tissage.

Enfin, dans un livre V, il a été établi différents prix de revient et donné un plan d'installation de tissage Jacquard qui sera très utile à consulter.

Votre Comité des Arts Mécaniques est d'avis que la Société d'Encouragement fera œuvre utile en signalant le remarquable ouvrage de M. de Prat et en le récompensant.

Il vous propose donc de le retenir parmi ceux qu'en principe notre Société est disposée à récompenser, de remercier l'auteur et d'ordonner l'insertion du présent rapport au *Bulletin* de la Société.

*Le Rapporteur*,
J. DANTZER.

*Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 14 janvier 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté, par M. J. DANTZER, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le *dispositif de séchage à air chaud de* M. ALEXANDRE LEGRAND.

M. Alexandre Legrand, 135, rue Blomet, à Paris, soumet à la Société d'Encouragement un dispositif de « chauffage à air chaud » qu'il a fait breveter le 9 janvier 1920 et qu'il n'a pas encore réalisé. Il demande simplement que son idée soit examinée et qu'un rapport soit établi afin de faire ressortir les mérites de son invention s'il y a lieu.

L'invention de M. Legrand se rapporte à une nouvelle méthode de chauffage à air chaud applicable aux nombreuses machines utilisées dans les industries textiles et notamment aux appareils de séchage de tout genre, aux rameuses, aux carboniseuses, aux encolleuses pour fils de chaîne, etc.

Dans les installations industrielles auxquelles on recourt habituellement, l'air destiné au séchage est chauffé, ce qui a pour effet :

1° d'augmenter sa capacité pour l'humidité en reculant son point de saturation, par conséquent d'accroître son pouvoir dessiccateur;

2° de remplacer les quantités de chaleur absorbées par le fait de l'évaporation, par conséquent de faciliter cette dernière.

L'air peut être chauffé avant son entrée dans les séchoirs, ou à l'intérieur des séchoirs, d'où il résulte toute une série de dispositifs connus, plus ou moins ingénieux et plus ou moins pratiques, qu'il ne paraît pas nécessaire de rappeler ici; cependant, d'une façon générale, on peut dire que l'air traverse, pour emprunter les calories nécessaires, des faisceaux tubulaires divers comprenant soit des radiateurs, soit des échangeurs directs.

Dans ces derniers systèmes, qui sont les plus couramment employés ainsi qu'il résulte d'observations et d'une étude publiée dans le *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse* en novembre et décembre 1919 :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° La dépense de vapeur pour le chauffage est considérable par rapport au faible rendement obtenu ;

2° Le matériel est coûteux, encombrant et présente de grandes surfaces de refroidissement ;

3° Le rayonnement de la chaleur perdue à travers les parois des appareils rend souvent le séjour de l'atelier pénible et affaiblissant au personnel, quelle que soit l'aération qui n'existe pour ainsi dire jamais ;

4° L'impossibilité d'évacuer l'air humide au fur et à mesure de sa production à l'aide de ventilateurs ou de cheminées sans faire baisser la température à un degré tel que la production s'en trouve forcément réduite, et l'on se trouve de ce fait obligé de laisser l'air humide s'évacuer naturellement des appareils, au travers des fissures de leurs parois, et de maintenir à l'intérieur des machines des températures élevées ;

5° Fonctionnement souvent défectueux des machines et surveillance impossible.

S'inspirant de ces considérations, M. Alexandre Legrand, qui a vécu pendant de longues années dans les industries textiles et qui, par suite, a eu l'occasion d'expérimenter de nombreux appareils dans lesquels le séchage à air chaud est le facteur essentiel du travail, a imaginé un dispositif spécial de séchage à air chaud applicable aux tissus et autres matières similaires. Pour se rendre compte du principe de son invention, il suffit d'examiner le mode de séchage des tissus qu'il a indiqué dans son brevet d'invention.

Les figures 1 à 4 montrent que le tissu à sécher 6, guidé par un certain nombre de rouleaux 7, 8, 9, 10, de diamètres appropriés, est entraîné par les cylindres 12 et 12′ d'où il retombe en 13 après avoir été séché.

Le séchage est obtenu comme suit :

Le tissu passe deux fois entre des récipients à air chaud 3 et 4 qui sont reliés aux tuyauteries d'arrivée d'air chaud 1-1 et aux tuyauteries d'échappement 2-2 décrits plus loin.

La partie inférieure des récipients 3-3 est légèrement convexe ; elle est percée de trous 15 ; la partie supérieure des récipients 4-4 est au contraire concave ; elle s'ajuste sur la partie convexe des récipients 3-3 ; cette partie est également percée de trous 14.

Le tissu à sécher passe dans le jeu réservé entre les deux partie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

concaves et convexes; l'air chaud qui sort des tuyauteries 1-1 passe par les ouvertures 14 et 15 et pénètre par aspiration dans les tuyauteries 2-2 d'évacuation de l'air humide.

A l'aide d'un dispositif approprié, mais non décrit, on pourra

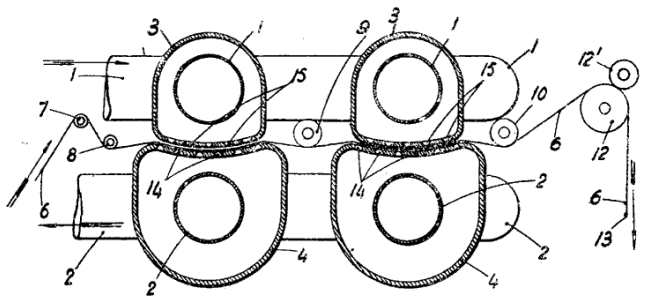


Fig. 1.

régler à volonté la distance entre les deux récipients de façon à sécher des tissus d'épaisseur quelconque.

Les deux branches de tuyauteries de refoulement de l'air chaud

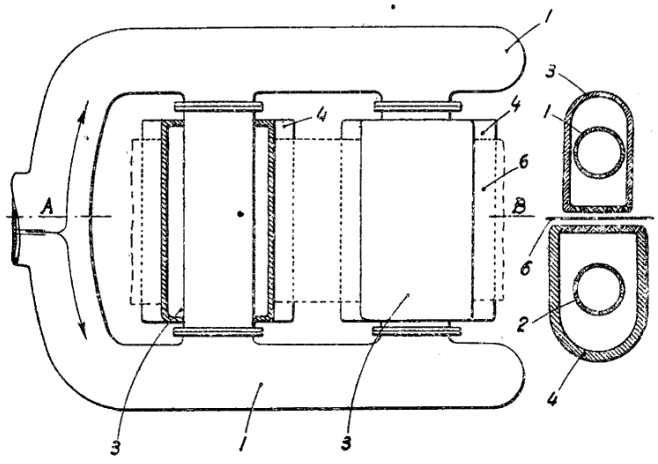


Fig. 2.



Fig. 4.

et celles d'évacuation de l'air humide se réunissent chacune en une tuyauterie unique qui se raccorde l'une avec le conduit d'air chaud et l'autre avec le conduit d'évacuation de l'air humide. Dans chacune de ces conduites un ventilateur quelconque approprié refoule l'air chaud

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou aspire l'air humide de sorte que l'air chaud se trouve entièrement utilisé par le séchage puisque tout le volume d'air traverse le tissu; l'air humide, d'autre part, est immédiatement enlevé au lieu de se mélanger à l'atmosphère du local, comme cela se produit dans beaucoup d'installations habituelles.

Le chauffage de l'air se fait dans la tuyauterie même d'aspiration de l'air et dans les conditions que l'on désire.

La figure 3 est un schéma d'installation comprenant des groupes de sécheurs et l'addition d'un tablier sans fin 11, pour supporter certains tissus pendant le travail.

Enfin la figure 4 est une variante de la forme des récipients d'air où

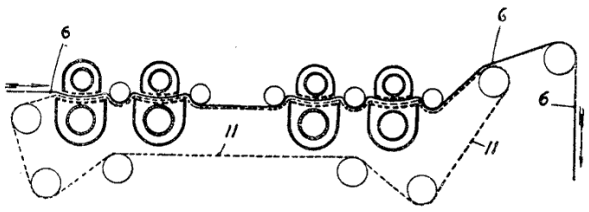



Fig. 3.

l'on voit que les surfaces entre lesquelles passent le tissu sont rectilignes, au lieu d'être l'une concave et l'autre convexe comme il a été indiqué.

Le dispositif ainsi réalisé présenterait d'après l'inventeur notamment les avantages suivants :

1° Production rapide d'air chaud variable comme température suivant la quantité d'eau à évaporer;

2° Facilité de construction et de montage;

3° Habitabilité des ateliers voisine de la normale;

4° Rendement de la production plus considérable des machines et prix de revient moindre;

5° Enlèvement, au fur et à mesure de la production, de l'air saturé et souvent chargé d'impuretés diverses comme dans les apprêts, la teinture, l'impression, l'épaillage, le blanchiment;

6° Possibilité, pour l'oxydation des mordants en teinture, d'obtenir une température constante et uniforme répartie sur les deux faces du tissu et d'oxyder non seulement en surface mais en profondeur.

Telle qu'elle se présente, cette invention paraît réalisable dans des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conditions relativement économiques, attendu que le principe en est excellent, mais une étude préalable et des essais pratiques suivis paraissent indispensables pour sa mise au point définitive.

En raison d'une part des garanties que nous offre M. Alexandre Legrand, et d'autre part, de l'intérêt que présente son invention, votre Comité des Arts Mécaniques a l'honneur de vous demander :

1° De remercier M. Alexandre Legrand de son intéressante communication ;

2° D'insérer dans notre *Bulletin* le présent rapport avec les dessins qui l'accompagnent.

*Le Rapporteur*,
J. DANTZER.

*Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 14 janvier 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

Rapport présenté par M. A. HALLER, au nom du Comité des Arts chimiques, sur un ouvrage de M. PAUL BAUD intitulé *Les industries chimiques régionales de la France.*

Autorisé par la Faculté des Sciences de Paris à faire un cours libre sur l'industrie chimique, M. Baud a réuni les leçons qu'il a faites en 1920-1921 en un volume dont il a fait hommage à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Après avoir insisté, dans la première partie de ce volume, sur les causes multiples du développement de l'industrie chimique allemande, sur les richesses naturelles du pays, sur l'organisation du travail, notamment sur la mise en valeur de ses chimistes et de ses ingénieurs, sur les méthodes employées pour la conquête des débouchés et enfin, sur la chimie allemande de 1914 à 1918, M. Baud consacre la deuxième partie de son ouvrage à « la France chimique en 1914 ».

Dans un premier chapitre, il aborde la question des produits de notre sous-sol, et en particulier celle du charbon et montre notre état d'infériorité vis-à-vis de nos voisins, non seulement dans la production de la houille et des lignites, mais encore dans leurs sous-produits.

Il passe ensuite successivement en revue les différentes régions de notre pays au point de vue de leurs ressources minières, salines et agricoles, et des efforts effectués par l'industrie pour en tirer le meilleur parti.

C'est ainsi qu'un chapitre est consacré au Midi méditerranéen avec ses industries salicoles, ses huileries, ses savonneries, sa fabrication de bougies et de graisses alimentaires.

Dans un troisième chapitre, qui a trait au Sud-Est et aux Alpes, il est question de la houille blanche, de l'alumine, du carbure de calcium, de l'acide azotique et des produits chlorés.

Dans un quatrième, l'auteur parle du Dauphiné et de la Région lyonnaise, avec leurs usines de ciments, de papeterie, de colles, d'acides, de corps gras, de produits pharmaceutiques et photographiques, d'extraits tannants et leurs teintureries.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le Jura, les Vosges et la Picardie de l'Est, sont mentionnées les industries de la soie artificielle, des matières plastiques, du sel gemme, de la papeterie, de la brasserie et des superphosphates.

Le sixième chapitre comprend la région du Nord, avec ses exploitations diverses de la grande industrie chimique, des dérivés du goudron de houille, des huiles végétales, et ses nombreuses malteries, brasseries, sucreries et distilleries;

Des départements du Nord-Ouest, Région rouennaise, Basse-Normandie et Bretagne, il cite l'industrie des extraits tannants et tinctoriaux, la fabrication de l'acide sulfurique et des produits connexes, la cidrerie, l'iode.

Les marais salants de l'Océan, la caséinerie et l'industrie résinière sont d'autre part caractéristiques des régions de l'Ouest et du Sud-Ouest. Après avoir consacré un chapitre au centre de la France, M. Baud clôt la deuxième partie de son volume par le commerce des produits chimiques en 1914.

L'ouvrage se termine par un aperçu de l'effort réalisé au cours de la guerre, suivi d'un exposé de la situation actuelle, des possibilités de demain et par l'énumération des ressources presque illimitées que nous offrent nos colonies au point de vue de l'industrie chimique.

Bien que les documents sur lesquels s'appuie l'auteur, soient connus de tous les spécialistes, M. Baud n'en a pas moins le grand mérite d'avoir su en dégager une leçon et tout un programme. Aussi ne saurait-on assez attirer l'attention du lecteur sur ce livre qui, sous une forme claire et concise, constitue une image fidèle d'une des branches les plus captivantes de notre industrie nationale, dans son passé, dans son présent et dans ses possibilités.

En raison du soin donné à sa documentation, en raison aussi de l'esprit large avec lequel l'auteur a embrassé et exécuté sa tâche, votre Comité des Arts chimiques vous propose de remercier l'auteur de son intéressante communication, d'insérer le présent rapport au *Bulletin* et de retenir l'ouvrage de M. Paul Baud parmi ceux que notre Société, en principe, est disposée à récompenser.

*Le Rapporteur*,
A. HALLER.

*Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 14 janvier 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES

Rapport présenté par M. PAUL TOULON, au nom du Comité des Arts économiques, sur la *machine à calculer* inventée par MM. LOUIS FOURNIER et GÉRARD-MANG.

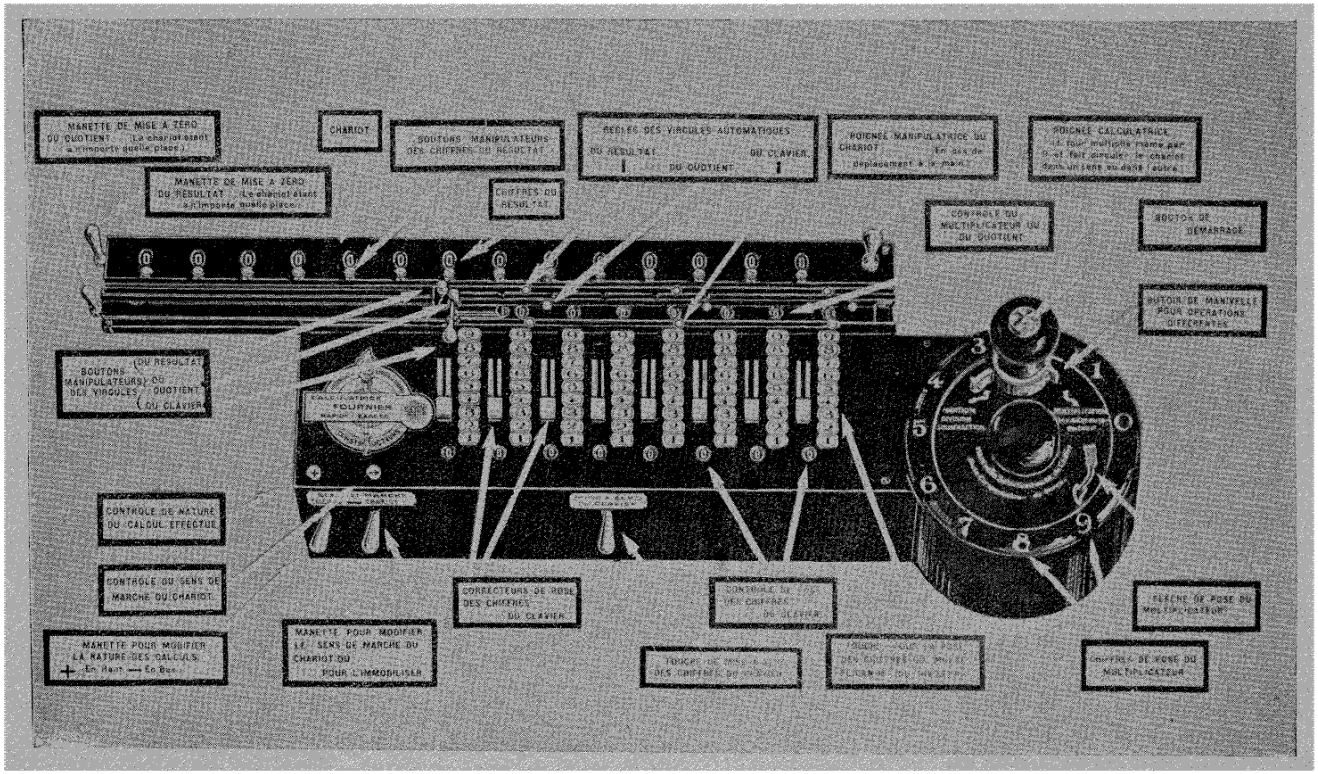
M. Louis Fournier a présenté à notre Société, dans sa séance du 12 février 1921, une machine à calculer inventée par lui en collaboration avec M. Gérard-Mang.

Les inventeurs ont réalisé une machine établie sur le principe de la machine Thomas de Colmar qui effectue la multiplication par un chiffre inférieur à 10, avec un seul tour de manivelle; c'est la caractéristique la plus essentielle de l'invention. La difficulté du problème consiste dans la variation de l'effort à exercer, suivant le nombre d'additions successives à produire pendant un tour, et dans la perfection du mécanisme pour obtenir un grand nombre de mouvements dans un temps très court.

Pour réduire l'effort à faire et le régulariser, la manivelle, pendant la partie de sa course où elle n'agit pas sur les roues additionneuses, tend un ressort; lorsque les roues d'addition sont en prise, le ressort n'est plus actionné par la manivelle et se détend en ajoutant son action à celle de l'opérateur. Il en résulte qu'en moyenne, pendant la moitié de la rotation de la manivelle, la tension du ressort augmente. Un dispositif spécial limite cette tension à un maximum qui ne peut être dépassé. Il résulte de ces dispositions que l'effort à exercer sur la manivelle pour faire un tour complet, est à peu près constant et n'est jamais exagéré.

Pendant la rotation, la manivelle est amenée de la position où elle agit sur le ressort à celle où elle actionne les roues d'addition par un déplacement vertical du haut en bas suivant son axe, au droit de celle des encoches placées à la circonférence d'un disque fixe qui correspond au nombre d'additions à effectuer, c'est-à-dire au nombre multiplicateur inférieur à 10. Ce mouvement vertical met en prise les roues additionneuses avec la manivelle jusqu'à la fin de sa rotation

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires




Vue d'ensemble de la calculatrice Fournier-Mang montrant les principales pièces extérieures de cette machine à calculer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

complète; à ce moment la manivelle se retrouve à sa position initiale dans sa position relevée.

Les autres parties de la machine contiennent des dispositifs ingénieux. Un des plus apparents et des plus pratiques consiste à réaliser l'inscription du nombre à multiplier par des touches très rapprochées de bas en haut de l'appareil, la surface de chaque touche recouvrant celle qui lui est immédiatement inférieure, de telle sorte qu'en appuyant sur une touche, toutes celles qui sont au-dessous sont abaissées en même temps. Cette disposition permet de placer l'ensemble des touches dans un espace très réduit sans aucune gêne pour frapper les touches.

Des leviers placés en avant de la machine et par suite dans une position commode pour la manœuvre, permettent de déplacer le chariot et de disposer le mécanisme soit pour l'addition et la multiplication, soit pour la soustraction et la division.

Dans le cas de la multiplication, la rotation de la manivelle motrice déplace automatiquement le chariot d'un rang à chaque tour.

D'autres détails importants sont bien étudiés, tels que le système particulier du report des dizaines, un dispositif spécial qui empêche de dépasser la vitesse de manœuvre qui serait nuisible aux organes de l'appareil, enfin un système de réglettes se déplaçant parallèlement et au-dessous des lignes de chiffres, afin d'obtenir automatiquement la position de la virgule dans le résultat, lorsque les indices des réglettes sont respectivement placés aux points convenables des facteurs.

En résumé, la machine inventée par MM. Louis Fournier et Gérard-Mang contient un ensemble de dispositifs nouveaux et de perfectionnements ingénieux. La réalisation d'un tel mécanisme soulevait des problèmes difficiles qui ont été habilement résolus. L'appareil exécuté atteint le but cherché par les inventeurs et constitue un nouveau système de machine à calculer.

Le Comité des Arts économiques vous propose de remercier M. Louis Fournier de la communication qu'il nous a faite, de féliciter les inventeurs du succès de leurs efforts, et propose de retenir les noms de MM. Louis Fournier et Gérard-Mang, parmi ceux des inventeurs à qui notre Société est disposée à accorder une de ses récompenses.

*Le Rapporteur*,
PAUL TOULON.

*Lu et approuvé en séance publique du Conseil, le 14 janvier 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES

Rapport présenté par M. PAUL TOULON, au nom du Comité des Arts économiques, sur la *machine française à écrire le Braille*, de M. O. BERGER.

M. Berger, professeur d'histoire à l'Institut national des Aveugles, a présenté à notre Société, dans sa séance du 11 juin 1921, une machine à écrire le Braille de son invention.

L'écriture de Braille pour aveugles est composée de points en saillie répartis, pour chaque caractère, sur deux rangées juxtaposées verticales comprenant chacune 3 points au maximum. La signification des caractères est obtenue par le nombre et la répartition des points qui sont au maximum de 6 pour un caractère. Les saillies des points sont obtenues par des poinçons qui gaufrent la feuille de papier sans la perforer.

Diverses machines ont déjà été réalisées pour écrire le Braille : la machine Stainsley de construction anglaise; la machine américaine Hall, la machine suisse Constançon, la machine allemande Pitche. Aucune machine en usage n'est de construction française.

M. Berger, bien qu'il soit aveugle lui-même, a imaginé des dispositions nouvelles et des perfectionnements importants des systèmes connus.

Les diverses conditions que doit remplir une machine à écrire le Braille sont les suivantes :

1° Écrire avec double page, afin de faciliter la réunion en cahiers;

2° Écrire au verso dans les interlignes du recto;

3° Écrire au verso dans les interpoints du recto.

Pour pouvoir utiliser le verso d'une feuille sur laquelle des points ont déjà été marqués au recto, il faut placer les nouveaux points, soit entre les lignes du verso, suffisamment espacées, c'est l'écriture interlignes, soit entre les points de la ligne du recto, c'est l'écriture interpoints.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aucune des machines antérieures à celle de M. Berger ne remplit à la fois toutes les conditions qui viennent d'être énumérées. L'écriture interpoints, en particulier, est spécialement nécessaire pour utiliser, dans les meilleures conditions, toute la surface du papier.

La machine de M. Berger présente 6 touches juxtaposées A (fig. 1) manœuvrant chacune un poinçon et une touche d'espacement. Un col de cygne C porte à son extrémité un organe contenant des cavités correspondant aux poinçons; cet organe peut être déplacé pour per-

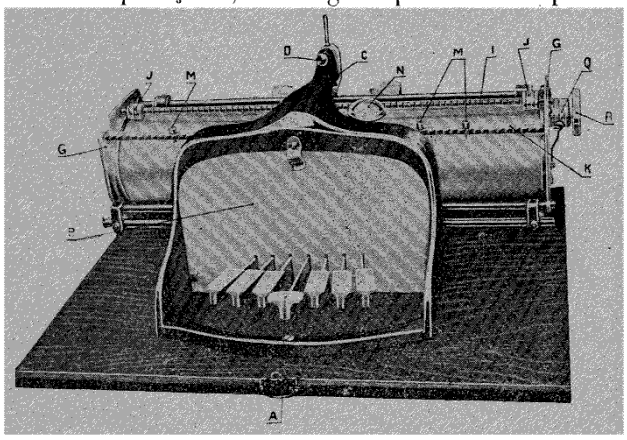



Fig. 1. — Vue avant de la machine à écrire le Braille, système Berger.

A, clavier; — B, porte de fermeture; — C, col de cygne; — D, porte-récepteur; — G, chariot; — I, tige supérieure graduée; — J, butées; — K, crémaillère; — M, goupilles actionnant le battant du timbre N; — N, timbre; — Q, diviseur; — R, bouton moleté commandant la tige graduée qui règle l'écartement des molettes

mettre l'insertion de la feuille de papier entraînée de droite à gauche par un chariot G.

La feuille de papier est maintenue latéralement par des arrêts qui peuvent subir les déplacements nécessaires pour l'écriture interlignes ou interpoints.

Des piqûres de repérage permettent de fixer exactement la feuille de papier, lorsqu'elle est retournée, pour écrire au verso.

Les déplacements pour l'écriture interpoints sont particulièrement délicats. Les points nouveaux à insérer au verso entre les points du recto doivent être, en effet, à 1,25 mm verticalement et à 1,25 mm horizontalement, des premiers. M. Berger a obtenu le résultat d'une manière simple à l'aide de pointeaux se déplaçant sur une circonférence et entraînant le régleur contre lequel s'appuie le bord latéral de la feuille de papier.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans son ensemble, la machine est d'une construction et d'un perfectionnement simples. M. Berger, quoique aveugle, a pu se rendre compte, par une sorte de génie intuitif, des nécessités mécaniques et même construire de ses mains une sorte de modèle à l'aide duquel les constructeurs ont réalisé sa pensée, en suivant les conseils qu'il leur a donnés pour les moindres détails. Par son infirmité même, M. Berger a pu se rendre compte de ce qu'il fallait exiger d'une machine pour la rendre aisément maniable par des aveugles. Le résultat obtenu répond aux efforts et à l'ingéniosité de l'inventeur.

Il y a lieu de féliciter M. Berger d'être parvenu à inventer et à con-

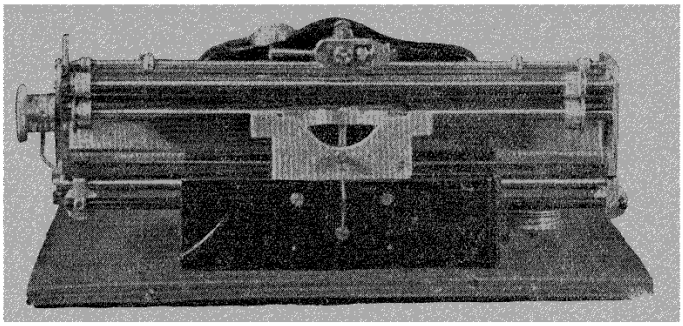


Fig. 2. — Vue arrière de la machine Berger.

struire une machine qui répond à toutes les nécessités pour écrire le Braille.

M. Berger, qui est président de la Société « L'Amitié des Aveugles de France », a rendu grand service aux aveugles. Leur nombre a été malheureusement augmenté par la guerre douloureuse qui a laissé tant de mutilés. Cette invention, avec des perfectionnements nouveaux et importants, crée en France une fabrication pour laquelle il fallait auparavant s'adresser à l'étranger.

Votre Comité des Arts économiques vous propose : de remercier M. Berger de lui avoir présenté la machine qu'il a inventée pour écrire le Braille; de le féliciter des résultats qu'il a obtenus par la simplicité ingénieuse des dispositions adoptées, et vous propose de retenir M. Berger parmi les noms des inventeurs à qui notre Société est disposée à accorder une de ses récompenses.

*Le Rapporteur*,
PAUL TOULON.

*Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 14 janvier 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'IGNIFUGATION DES TISSUS ET DES BOIS EMPLOYÉS A LA CONFECTION DES DÉCORS DE THÉATRES.

M. le Préfet de Police a constitué en 1913 et réuni, sous sa présidence, une Commission spéciale chargée de contrôler l'application des ordonnances prises sur les avis de la Commission supérieure des Théâtres de la Ville de Paris; il l'a appelée à examiner la question de l'ignifugation des décors.

Une Sous-Commission (1) a été chargée d'étudier cette question au point de vue technique.

Cette Sous-Commission a présenté sur l'ignifugation des tissus, bois, etc., employés à la confection des décors, un rapport qui a paru au *Bulletin municipal officiel du 29 juin 1914*. La Commission en a adopté les conclusions.

La guerre a empêché l'application des procédés recommandés dans ce rapport. Cette application n'a pu être commencée que quelque temps après la fin des hostilités. Depuis, l'expérience acquise dans leur application pendant plus de deux années a prouvé que ces procédés donnent bien les résultats qu'on en attendait. Il convenait donc de les faire connaître car ces procédés n'ont rien perdu de leur actualité ni de leur intérêt; seuls les événements de 1914 à 1918 ont empêché de leur accorder toute l'attention qu'ils méritent. Nous reproduisons ci-après ce rapport d'après le *Bulletin municipal officiel*.

**Rapport présenté par la Sous-Commission à la Commission spéciale de Sécurité dans les Théâtres de la Ville de Paris, sur l'ignifugation des décors.**

Au cours de la séance tenue le 26 février 1914 par notre Commission, vous avez confié à un certain nombre d'entre nous le soin d'examiner la question de l'ignifugation des décors et *plus spécialement celle des toiles destinées à leur confection*. Sous la présidence de M. Hanriot, membre de l'Académie de Médecine, nous nous sommes livrés aux recherches concernant cette question. C'est le résultat de notre étude qui fait l'objet du présent rapport.

(1) Cette Sous-Commission était composée de :
M. Hanriot, *président*, membre de l'Académie de Médecine, directeur des Essais à la Monnaie.
M. Kling, *rapporteur*, directeur du Laboratoire municipal de Paris;
M. Dumont, ingénieur, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France;
M. Bertrand (Gabriel), professeur à la Sorbonne;
M. Copaux, professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie de la Ville de Paris;
MM. Amable, peintre décorateur,
Bailly, peintre décorateur,
Jusseaume, peintre décorateur,
Nouveau, peintre décorateur,
Simas, peintre décorateur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

### Comment se produisent les combustions.

Pour bien saisir les conditions dans lesquelles se présente le problème de l'ignifugation, il est nécessaire de rappeler brièvement comment, en présence de l'air, se comportent les diverses substances lorsqu'on les place au contact d'un corps incandescent ou d'une flamme.

1° Les unes, dites substances *incombustibles*, ne subissent pas la combustion; c'est le cas de l'amiante, du plâtre, des toiles métalliques, briques, ciments et de beaucoup d'autres matériaux de construction.

2° D'autres, que nous appellerons matières *combustibles mais ininflammables* telles que l'amadou, les étoffes de laine ou de soie, brûlent lentement et sans donner de flammes appréciables.

3° Certaines, que nous qualifierons de *combustibles et inflammables*, brûlent facilement en fournissant des flammes abondantes; parmi les matières de ce groupe, qui comprend de nombreuses substances, en particulier, celles qui dérivent du règne végétal, nous citerons les bois, les fibres ligneuses et les textiles qui en dérivent.

4° Enfin, il est une catégorie de substances, que nous désignerons comme *matières combustibles explosibles*, à laquelle appartient le celluloïd, qui sont éminemment combustibles et peuvent, une fois enflammées, continuer à brûler à l'abri du contact de l'air, ce que ne peuvent faire les substances des groupes précédents. La raison en est que, dans leur composition, interviennent simultanément des éléments combustibles et des éléments comburants propres à assurer leur combustion sans emprunt d'oxygène à l'atmosphère ambiante.

### But a atteindre dans l'ignifugation.

Transformer les matières *combustibles et inflammables* en matières encore plus ou moins *combustibles*, mais tout au moins *ininflammables*, c'est-à-dire les mettre hors d'état, lors de leur combustion, de fournir des flammes, tel est le but qu'on se propose de réaliser en les ignifugeant.

La flamme est en effet l'élément le plus redoutable dans les incendies et dont il faut éviter la production si l'on veut pouvoir se rendre rapidement maître des débuts de feux qui peuvent se produire.

Chacun sait que, chauffé en vase clos, le bois et les produits analogues appartenant à la catégorie des produits combustibles inflammables, se décomposent en donnant des gaz combustibles (gaz d'éclairage) et un résidu non volatil (charbon de bois). Les gaz, issus de cette décomposition ignée, brûlent avec flamme. Quant au résidu fixe, il se consume sous forme de foyer incandescent, mais sans fournir de flamme, et rentre donc dans la catégorie des matières combustibles non inflammables. Lorsqu'un fragment de bois, ou de matière ligneuse est porté à haute température en un de ses points, il subit localement une décomposition analogue à celle qu'il éprouve lorsqu'on le calcine en vase clos. Les gaz produits brûlent immédiatement au contact de l'air, par suite de la température élevée à laquelle ils sont portés et fournissent des flammes, tandis que le résidu non volatil se consume à son tour, mais sans donner de flammes. Le premier phénomène (combustion des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gaz) se produit en général avec une vitesse bien supérieure à celle qui régit le second (combustion sans flamme du résidu) ; c'est là un fait important à considérer car, au point de vue de la propagation de la combustion, la flamme joue un rôle capital. En effet, la chaleur très grande qu'elle développe au point où elle se déclare, a pour effet d'entraîner la décomposition des parties voisines avec dégagement de nouvelles quantités de gaz. Ceux-ci deviendront, à leur tour, générateurs d'une nouvelle flamme qui, de la sorte, ira en élargissant d'autant plus rapidement son rayon d'activité qu'elle se sera déjà étendue davantage.

Ajoutons que, dans certains cas, les gaz et substances volatiles produites par action de la flamme sur les substances inflammables peuvent se dégager sans brûler et donner des fumées suffocantes, aveuglantes et toxiques qui, se mélangeant à l'air, fournissent parfois des mélanges détonants susceptibles de s'enflammer avec explosion. La flamme est donc bien, comme nous le disons plus haut, non seulement le facteur de propagation rapide des incendies, mais encore la cause directe ou indirecte des accidents qui les accompagnent.

La suppression des flammes dans la combustion des substances inflammables peut être réalisée grâce à l'ignifugation. Par contre, cette suppression n'a pas été possible jusqu'ici pour le groupe des substances que nous avons désignées sous le nom de substances *combustibles explosibles*. L'ignifugation de matières telles que le celluloïd est un problème dont la résolution a été maintes fois tentée, mais sans résultats.

### Moyens utilisables pour réaliser l'ignifugation.

Comme il n'est pas possible d'éviter que, par le chauffage, les matières ligneuses ne laissent distiller des gaz combustibles; il est donc nécessaire, pour les rendre ininflammables, de les traiter de telle sorte que les gaz qu'elles abandonnent à chaud se dégagent dans des conditions où ils ne puissent plus s'enflammer.

Il faudra, pour cela, ou bien les diluer dans une atmosphère inerte, qui diminue leur vitesse d'oxydation, ou encore les refroidir à une température inférieure à celle à laquelle ils peuvent brûler dans l'air.

Nous citerons, comme application de ces principes, les procédés suivants qui ont été proposés et appliqués pour réaliser l'ignifugation des décors : marouflage avec de la toile métallique, du papier d'amiante, du plâtre, imprégnation des fibres avec des substances volatiles ininflammables, imbibition des fibres avec des sels incombustibles, ou encore avec des produits hygroscopiques les maintenant constamment humides, etc.

### Moyen dont nous proposons l'adoption.

Après avoir reconnu que le procédé d'ignifugation, qui consiste à imprégner les fibres et tissus combustibles à l'aide de sels métalliques, était le plus pratique et le plus recommandable, c'est à son étude que nous nous sommes arrêtés.

Nous avons reconnu que, pour qu'un sel ou un mélange de sels agisse comme ignifuge vis-à-vis d'une substance inflammable, il était nécessaire que ce sel ou ce mélange de sels fonde à très basse température, de telle sorte que, sous l'influence du moindre échauffement local, ils puissent se liquéfier, pénétrer les pores de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

substance à ignifuger et former à la surface de chaque fibre qui la constitue un enduit protecteur. Cet enduit la soustrait au contact de l'air et produit un effet analogue à celui qu'on atteint lorsqu'on étouffe un brasier ardent en le recouvrant de cendres.

Nous avons expérimenté avec tous les sels aisément fusibles, déjà proposés ou non comme ignifuges : silicates, tungstates, phosphates, hyposulfites, borates alcalins employés seuls ou mélangés entre eux, ou encore avec des sels ammoniacaux.

Nous avons dû renoncer à l'emploi de la plupart d'entre eux, en raison des multiples inconvénients qu'ils présentent : hygroscopicité détériorant les toiles ou retardant exagérément leur dessiccation, altération des couleurs par l'alcalinité des produits, ou par suite de la dissociation des sels ammoniacaux.

Le produit que nous avons définitivement adopté pour nos essais relatifs à l'ignifugation des toiles destinées à la confection des décors, est constitué par un mélange de borax et d'acide borique, effectué dans des proportions telles que ce mélange soit sensiblement neutre vis-à-vis de la phtaléine du phénol, c'est-à-dire qu'il soit composé de 6 parties de borax et 5 parties d'acide borique.

## Résultats obtenus.

1° *Ignifugation.* — Au point de vue de l'ignifugation, nous avons d'abord reconnu que les toiles et tissus imprégnés de façon à fixer environ 45 g de ce mélange par mètre carré, sont parfaitement ignifugés; ils ne s'enflamment pas au contact, même prolongé, d'une flamme chaude de chalumeau ou de l'arc produit par un court-circuit.

2° *Résistance du tissu.* — Nous avons soumis à des essais dynamométriques, dans le sens de la chaîne et dans le sens de la trame, des bandes de tissus divers, avant et après ignifugation à l'aide de ce mélange.

La comparaison a été renouvelée après conservation des échantillons pendant un mois à l'étuve de 40°.

Dans aucun cas, nous n'avons constaté qu'une diminution de résistance des tissus ait été déterminée par l'action du sel ignifuge sur les fibres (1).

3° *Rapidité de dessiccation.* — Les essais de laboratoire et ceux pratiqués à l'atelier des peintres-décorateurs montrent que les toiles imprégnées du mélange : borax, acide borique, séchaient aussi rapidement que les mêmes toiles non traitées par l'ignifuge.

En outre, nous avons abandonné, dans des atmosphères plus ou moins humides, des échantillons des mêmes toiles, les uns ignifugés par le mélange proposé, les autres simplement trempés dans l'eau et séchés. Nous avons constaté que la quantité d'humidité absorbée par les uns et les autres était analogue. On peut donc dire que le traitement des toiles par le mélange (borax et acide borique) ne

(1) Dans un seul cas, une toile qui nous avait été soumise, paraissait avoir été rendue moins résistante par application de l'ignifuge. En étudiant de plus près la question, nous avons reconnu que cette toile, de très basse qualité, était constituée par une trame de chanvre et une chaîne de coton et qu'elle ne devait son apparente solidité initiale qu'à l'apprêt dont elle était recouverte. Au contact de la peinture humide qu'elle aurait reçue, elle se serait désagrégée, tout comme elle le faisait lorsqu'on la traitait par l'eau pure ou par la solution d'acide borique et de borax.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peut avoir pour effet de faire pourrir les toiles et d'amener la rupture des coutures qui les réunissent.

4° *Rigidité.* — L'imprégnation par le mélange proposé ne modifie d'aucune façon la rigidité des toiles.

### Action du mélange adopté sur les matières colorantes employées dans la peinture décorative.

Pour examiner l'action fâcheuse possible que pourrait avoir le mélange sur les matières colorantes, nous nous sommes placés dans les conditions les plus sévères qui soient réalisées par les peintres-décorateurs. A cet effet, nous l'avons expérimenté *en appliquant directement les couleurs sur les toiles non encollées, de façon que le contact soit aussi intime que possible entre le sel ignifuge et les matières colorantes employées.*

Nous avons expérimenté sur toutes les couleurs qui nous ont été remises par MM. les peintres-décorateurs et qui représentent les couleurs élémentaires entrant dans la composition de leurs palettes.

On trouvera à l'annexe de ce rapport, la liste de ces couleurs et leur composition.

L'essai a été effectué en petit, simultanément au laboratoire et par les peintres-décorateurs dans leurs ateliers, et ensuite sur une toile de plusieurs mètres carrés, dont une moitié avait été traitée par le mélange ignifuge et dont l'autre avait été réservée intacte. Sur cette dernière, un décor a été peint par les soins de M. Simas et de M. Bailly.

Nous avons constaté, qu'à l'exception de deux couleurs : la laque géranium (à base d'éosine) et la laque bleu lumière (à base de bleu patenté), toutes les autres sur lesquelles nous avons opéré restaient inaltérées même lorsque, ainsi que nous le répétons, on les appliquait directement et sans encollage sur une toile traitée par le mélange que nous proposons ci-dessus. En outre, si avant d'appliquer la peinture sur la toile traitée par les sels ignifugeants, on recouvre celle-ci d'un encollage, ainsi que cela se pratique en général, toutes les couleurs de la liste, y compris la laque géranium et le bleu lumière, résistent sans subir aucun virage.

Sur les vingt-huit couleurs essayées, il n'en est donc que deux qui aient donné lieu à des modifications de teinte, par contact direct avec l'ignifuge.

Or, de l'avis même du seul artiste qui les employait, ces deux couleurs représentent des produits infidèles, auxquels il nous a déclaré pouvoir, sans inconvénient, en substituer d'autres, en particulier le rouge solide et le bleu diamant employés par ses confrères et auxquels le mélange ignifuge ne fait subir aucune modification de ton.

Au reste, pour remplacer le bleu lumière, nous avons proposé à l'artiste qui l'employait la laque bleu brillant *fer* extra (Bayer) totalement inaltérable par le mélange acide borique et borax et qui, au dire de l'intéressé lui-même, « possède exactement l'aspect du bleu lumière et se montre même plus intense et plus éclatant ».

On peut donc conclure, d'une manière définitive, que le mélange ignifuge proposé plus haut permet, dans tous les cas, quel que soit le mode d'application de la couleur sur les toiles, de traiter celles-ci sans dommage pour les couleurs dont la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

liste est reproduite plus loin et qui constituent la base de la palette des peintres-décorateurs.

Et nous ferons même remarquer que le virage subi par une couleur quelconque, mise au contact direct sur une toile avec le mélange de sels ignifuges proposé, constituerait une indication précieuse pour l'artiste qui le constaterait, car elle lui prouverait immédiatement qu'il opère avec une couleur infidèle, fragile et qui, vraisemblablement, se modifierait rapidement sous l'action de la lumière.

### Modes d'application du mélange ignifuge sur les toiles non peintes.

L'ignifuge peut être appliqué soit par trempage de la toile, soit en l'incorporant dans l'encollage servant à préparer la toile.

*Le trempage* se réalise très simplement en immergeant la toile dans de l'eau contenant en dissolution : 60 g de borax et 50 g d'acide borique par litre.

La toile sortant de ce bain est ensuite soumise à l'égouttage et séchée, soit par évaporation à l'air libre, soit par passage sur des cylindres calandreurs chauds.

La quantité de sel ignifuge fixée par une bonne toile est d'environ 44 g par mètre carré.

Cette opération peut également se faire au moment de l'apprêt de la toile, sans manœuvre supplémentaire (1).

*L'application par encollage* est praticable par le peintre-décorateur lui-même, lors du travail de préparation qu'il fait subir à sa toile avant d'y appliquer ses couleurs. A cet effet, il suffit de dissoudre, dans la solution chaude de colle contenant déjà d'autres substances (blanc d'Espagne ou mieux kaolin et autres), 160 à 200 g du mélange salin (borax, 6, acide borique, 5) et d'appliquer l'encollage sur la toile à la façon habituelle.

Avec les toiles à tissu serré ou glacé à la surface par apprêtage et calandrage, il est nécessaire de forcer l'application de l'encollage ignifugeant un peu plus que dans le cas où on applique celui-ci sur des toiles s'imbibant facilement.

D'une manière générale, on peut dire que, pour les toiles ordinaires, l'ignifugation par l'encollage avec la formule en question est atteinte lorsqu'elles ont fixé, par mètre carré, environ un demi-litre d'encollage ignifuge.

*Au point de vue des résultats, il est indéniable que l'ignifugation par trempage est supérieure à celle par encollage; néanmoins, ce dernier procédé donne des résultats encore très satisfaisants.*

### Prix de revient de l'ignifugation des toiles non peintes.

*Prix des matières premières.* — Les prix des constituants du mélange ignifuge, dont nous proposons l'emploi, sont les suivants (prix de gros) :

Borax, 52,75 f les 100 kg (2).
Acide borique, 78,75 f les 100 kg.

(1) Lorsque le peintre-décorateur applique sa peinture sur une toile ignifugée, sans préparer celle-ci avec un encollage, il est nécessaire que son application ne soit pas trop liquide, afin d'éviter l'entraînement d'une partie de la composition ignifuge soluble.

(2) Il va de soi que les prix indiqués sont ceux de 1914 et ne sont plus applicables aujourd'hui.
N. D. L. R.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il s'ensuit que le prix du kilogramme du mélange de ces produits, dans la proportion de 60 du premier et de 50 du second, est de 0,645 f.

### Prix du mélange ignifuge fixé sur les toiles par trempage.

Il résulte des nombreux essais que nous avons effectués sur diverses toiles, qu'un litre de la solution ignifuge permet, en moyenne, de traiter 2,5 m², avec fixation consécutive de 110 g du mélange sur la toile.

Il s'ensuit donc que le prix du mélange salin, absorbé par mètre carré de toile, peut être évalué approximativement à 0,03 f au maximum. A cette somme, correspondant au prix du sel fixé, s'ajoute naturellement celui de la main-d'œuvre nécessitée par l'opération du séchage et du trempage, à moins que l'imprégnation pour l'ignifugation n'ait été réalisée au cours des opérations d'apprêtage, auquel cas la dépense de main-d'œuvre se confondrait avec celle afférente à cette dernière opération.

### Prix du mélange ignifuge fixé sur les toiles ignifugées par encollage.

Nous avons reconnu, à la suite d'essais effectués à l'atelier d'un peintre-décorateur, qu'en moyenne, pour encoller 2 m² de toile ordinaire, il fallait employer un litre d'encollage.

En admettant qu'on ait dissous dans ce litre d'encollage 160 g de mélange ignifuge, il s'ensuit que le prix des 80 g de ce mélange nécessaires pour ignifuger le mètre carré de toile s'élève à 0,05 f.

Dans le cas présent, il n'y a pas lieu de faire intervenir le prix de la main-d'œuvre qui se confond avec celle nécessitée pour la préparation de la toile, en vue de sa décoration.

### Durée d'efficacité du mélange proposé.

Pour les toiles imprégnées par trempage, la durée d'efficacité de l'ignifugation paraît devoir être assez longue et du même ordre de grandeur que celle de la résistance de la peinture recouvrant le décor. En effet, les causes susceptibles de provoquer l'élimination du mélange ignifugeant se confondent avec celles qui détériorent la couche de peinture. Au reste, de l'enquête que nous avons effectuée dans divers théâtres, il résulte que certains décors, dont la toile avait été convenablement ignifugée il y a nombre d'années, le sont encore à l'heure actuelle (voir Annexe n° 2). Ce que nous disons pour les toiles imprégnées par trempage s'applique *a fortiori* aux toiles ignifugées dans l'encollage, la couche d'encollage, prise entre la toile et la peinture, ne pouvant s'effriter qu'autant que cette dernière a disparu.

*Cas des toiles peintes.* — Le mélange borax-acide borique, dissous dans l'eau ou même dans un encollage, peut également être employé comme ignifuge pour le traitement des toiles déjà peintes. Pour cela il suffit de l'appliquer à l'envers des toiles soit en pulvérisation, soit en badigeonnage.

Néanmoins, comme dans l'application de ce procédé, il entre un tour de main dont les diverses phases devraient être minutieusement déterminées, nous ne relaterons pas ici les résultats obtenus en l'appliquant, nous réservant de le faire, après

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une série de nouveaux essais en grand, tentés sur des décors déjà existants et que nous demanderons à la Direction des Beaux-Arts de bien vouloir mettre à notre disposition (1).

## CONCLUSIONS

De tout ce qui vient d'être exposé ci-dessus il résulte que :

1° Le mélange composé de six parties de borax et de cinq parties d'acide borique, en solution dans l'eau, constitue un très bon ignifuge pour les toiles destinées à la confection des décors;

2° Ce mélange n'altère en aucune façon ni la résistance, ni la souplesse des toiles et ne modifie pas la durée de séchage après application des couleurs;

3° Il n'agit pas sur les matières colorantes habituellement employées en peinture décorative; seules, quelques rares couleurs, particulièrement fragiles, de qualité inférieure, et que les peintres-décorateurs déclarent pouvoir remplacer par d'autres plus solides, subissant de la part du mélange proposé une modification de nuances;

4° L'application de ce mélange peut être réalisée de deux manières :

*a*) Soit par trempage, de façon que la toile fixe environ 45 g de mélange par mètre carré : dans ce cas, la dépense relative à ce traitement s'élève à 0,03 f par mètre carré (non compris les frais de main-d'œuvre, si l'opération n'a pas été faite en même temps que l'apprêtage).

*b*) Par encollage, le mélange ignifuge étant incorporé dans la solution de colle utilisée lors de la préparation dite encollage que la plupart des peintres font subir à leurs toiles avant de les peindre.

Dans ce cas, la quantité du mélange ignifuge qui doit être appliquée en moyenne sur une toile est de 80 g par mètre carré. La dépense correspondant à ce traitement s'élève à 0,05 f, y compris la main-d'œuvre, puisque celle-ci se confond avec les opérations de décoration proprement dites;

5° Sa durée d'action paraît de l'ordre de grandeur de celle de la couche de peinture recouvrant le décor;

6° L'ignifugation des feuillages, gazons, fibres, etc., peut être également réalisée à l'aide de ce mélange soit par trempage, soit par pulvérisation;

7° Ce mélange peut être utilisé pour l'ignifugation des toiles déjà peintes, mais, pour cela, il nous reste encore à préciser, après des essais tentés sur des décors déjà existants, les conditions exactes dans lesquelles doit s'effectuer son application.

*Le Rapporteur*,
KLING.

Paris, le 8 mai 1914.

(1) Il est bien évident que la formule proposée ci-dessus n'a pas la prétention d'être la seule suceptible d'être utilisée pour l'ignifugation; il est possible que, dans l'avenir, on puisse en constituer d'autres qui lui soient équivalentes où meme supérieures. Mais à l'heure actuelle, elle nous paraît être la meilleure susceptible de réaliser pratiquement l'ignifugation, sans inconvénients ni dommages.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## ANNEXE N° 1.

### LISTE DES COULEURS SUR LESQUELLES NOUS AVONS EXPÉRIMENTÉ ET COMPOSITION DE CES COULEURS.

COULEURS PROVENANT DE L'ATELIER DE M. M.... — *1. Laque géranium.* — Matière colorante organique : éosine (sel de sodium de la tétrabromofluorescéine. — Support minéral : alumine et sulfate de baryum.

*2. Laque double ou laque rouge.* — Matière colorante organique : campêche. — Support minéral : laque d'étain.

*3. Mine orange.* — Matière colorante organique : néant. — Support minéral : plomb à l'état PbO et $PbO^2$, acide carbonique; pas de charge.

*4. Ocre rouge.* — Matière colorante organique : néant. — Support minéral : fer, aluminium, silice, chaux (peu).

*5. Terre de Sienne brûlée.* — Matière colorante organique : néant. — Support minéral : fer, aluminium, silice, manganèse.

*6. Ocre jaune.* — Matière colorante organique : néant. — Support minéral : fer, aluminium, silice.

*7. Jaune indien.* — Matière colorante organique : colorant végétal paraissant être de la graine de Perse. — Support minéral : laque d'étain.

*8. Jaune de chrome clair n° 1.* — Matière colorante organique : néant. — Support minéral : chromate basique de plomb avec carbonate.

*9. Jaune de chrome or n° 2.* — Matière colorante organique : néant. — Support minéral : chromate de plomb.

*10. Vert imitation Schweinfürt.* — Matière colorante organique : jaune naphtol et vert acide. — Support minéral : alumine et sulfate de baryum

*11. Vert mousse foncé.* — Matière colorante organique : vert malachite. — Support minéral : laque d'étain.

*12. Bleu lumière.* — Matière colorante organique : bleu patenté. — Support minéral : alumine et sulfate de baryum.

*13. Bleu brillant.* — Matière colorante organique : néant, — Support minéral : outremer artificiel, alumine, soufre, silice, calcium.

*14. Bleu de Prusse.* — Matière colorante organique. — Support minéral : ferrocyanure ferrique.

*15. Laque violette.* — Matière colorante organique : violet de méthyle. — Support minéral : alumine et sulfate de baryum.

*16. Laque noire.* — Matière colorante organique : campêche. — Support minéral : laque au chrome.

COLORANTS DE M. S.... — *1. Laque orange.* — Matière colorante organique : colorant azoïque. — Support minéral : non déterminé.

*2. Rouge solide.* — Matière colorante organique : campêche. — Support minéral : non déterminé.

*3. Laque Solférino.* — Matière colorante organique : fuchsine. — Support minéral : non déterminé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*4. Laque Forta.* — Matière colorante organique : campêche. — Support minéral : non déterminé.

*5. Laque Solférino.* — Matière colorante organique : campêche. — Support minéral : non déterminé.

*6. Bleu diamant.* — Matière colorante organique : bleu de méthylène. — Support minéral : non déterminé.

*7. Bleu acier.* — Matière colorante organique : néant. — Support minéral : non déterminé.

*8. Petit bleu satin.* — Matière colorante organique : bleu de méthylène. — Support minéral : non déterminé.

*9. Bleu outremer.* — Matière colorante organique : néant. — Support minéral : non déterminé.

*10. Vert foncé.* — Matière colorante organique : néant. — Support minéral : non déterminé.

*11. Vert solide.* — Matière colorante organique : bleu méthylène et jaune naphtol S. — Support minéral : non déterminé.

*12. Vert imitation.* — Matière colorante organique : vert malachite et jaune naphtol S. — Support minéral : non déterminé.

## ANNEXE N° 2.

### Liste des décors dont la durée a été éprouvée.

Durée d'efficacité. — *Théâtre Déjazet.* — Le 27 octobre 1913, il a été trouvé sur la scène du théâtre Déjazet un ancien rideau qui porte l'estampille de 1888 et donne encore satisfaction aux essais d'ininflammabilité.

*Théâtre des Nouveautés lyriques*, 9, rue de la Fidélité. — Les décors estampillés en 1911 donnent entière satisfaction le 27 octobre 1913.

*Théâtre des Bouffes-Parisiens.* — Le 27 novembre, au cours d'une vérification faite sur la scène de ce théâtre, il a été trouvé un châssis portant l'estampille de 1887 et qui donnait encore entière satisfaction aux essais d'ininflammabilité.

*Théâtre-Français.* — Le décor de *Garin ou Louis XI*, ignifugé en 1887 par Flory, présentait en 1912 une ignifugation parfaite. Il en était de même du décor de *Margot* (rideau de fond n° 76), ignifugé en 1890; des décors de la pièce *La loi de l'homme*, ignifugés en 1897; de ceux de *Gringoire*, ignifugés en 1900, ainsi que de ceux de *La ville française* et de *La cérémonie*, ignifugés en 1904.

Dans les music-halls qui ont toujours ignifugé leurs décors : *Cigale, Folies-Bergère, Olympia, Scala*, etc.. on rencontre fréquemment de très anciens décors qui ont été conservés cinq ans, parfois dix ans au magasin et qui donnent encore satisfaction.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTES DE MÉCANIQUE

par M. GUILLERY
membre du Conseil.

## Machine à essayer les matériaux de construction à la compression.

Les essais de compression des matériaux de construction s'opèrent habituellement sur des machines très importantes et de prix très élevés.

Pour les ciments, en particulier, on estimait nécessaire un essai de traction pratiqué sur faibles échantillons et, à cet effet, on se servait de machines diverses dont la plus connue est la machine Michaëlis.

Cependant, le ciment ne devrait généralement travailler qu'en compression dans ses applications les plus courantes, aussi était-on obligé dans la pratique, de corriger le chiffre de traction obtenu par un coefficient approprié; on avait ainsi une idée approximative du chiffre réel de fatigue maximum à la compression.

Nous avons étudié et réalisé une machine simple et robuste pour l'essai à la compression des cubes de ciment de 5 cm de côté.

Elle permet en outre de faire des essais de béton, par écrasement de cylindres de 100 mm de diamètre et 100 mm de hauteur.

Cette machine est d'un prix abordable comparativement à celui des machines usitées jusqu'ici pour l'essai à la compression des matériaux de construction.

*Description de la machine.* — Elle se compose d'un socle inférieur dont le dessus évidé, et tourné, forme chambre de compression. La partie latérale de ce bâti comprend un réservoir à glycérine, et sur le couvercle de ce réservoir vient se fixer la pompe de compression mue à la main de l'extérieur.

Une soupape, à bille et ressort, réglable, fixe la pression maxima et une vis-pointeau, également manœuvrée du dehors, permet l'arrêt de l'essai et la décharge de l'appareil.

La pompe envoie la glycérine dans la chambre de compression et la pression développée est indiquée par un manomètre avec aiguille de contrôle, à maxima.

La partie supérieure de la machine est constituée par un large étrier relié à une couronne inférieure; cette couronne est boulonnée au socle.

L'étrier, dans sa partie haute, sert d'écrou à la vis d'approche, mue à la main.

La couronne forme cylindre; le piston est libre et coulisse avec un certain jeu dans le cylindre. Pour assurer l'étanchéité, une membrane en caoutchouc est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rendue solidaire à la fois du piston et du cylindre autour duquel elle se ligature sur une lèvre spéciale.

En vue d'empêcher, après essai, les déchets de ciment de pénétrer entre le dessus du piston et le cylindre, nous avons disposé une membrane en cuir très flexible, ce qui lui permet de suivre les mouvements du piston.

L'appui inférieur des cubes de ciment est amovible et s'encastre sur un téton central porté par le piston; une coupelle en laiton, largement évasée, fait partie de ce support et reçoit les débris des cubes désagrégés.

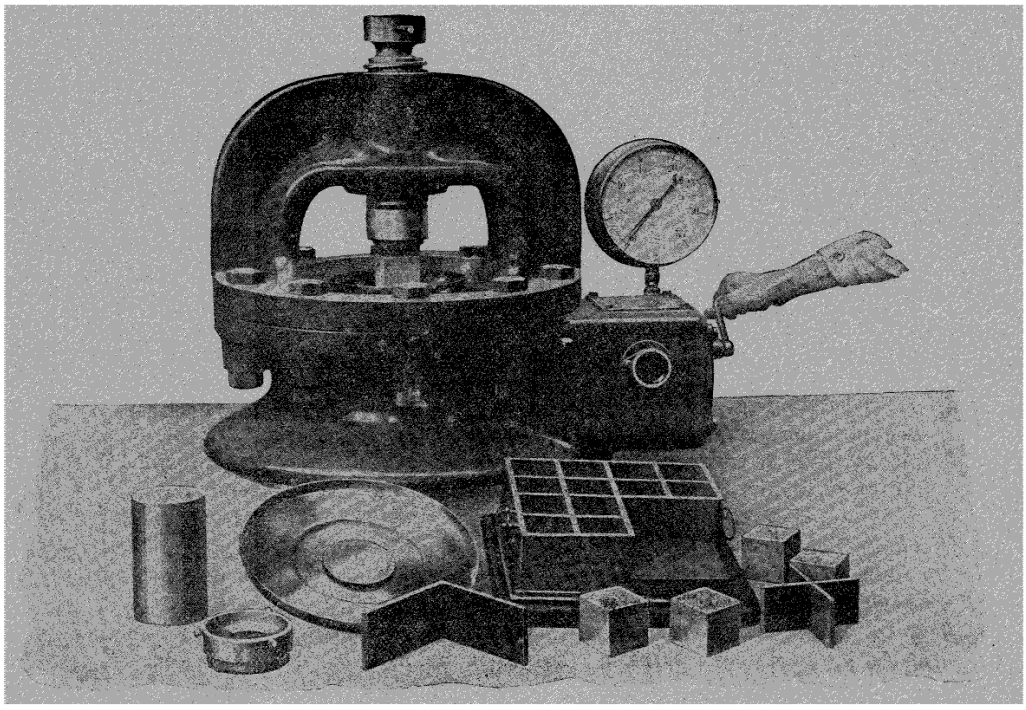


Fig. 1. — Machine à essayer les matériaux de construction à la compression. Type E C 2.

A l'extrémité de la vis est suspendue la pièce formant appui supérieur dont la face du haut, légèrement sphérique, vient porter sur un grain enchâssé dans la vis.

*Fonctionnement.* — Après avoir desserré la vis-pointeau de décharge de l'appareil, mettre en place le cube de ciment entre ses appuis, avec ou sans interposition de cartons.

Puis, tourner la vis d'approche jusqu'à ce qu'on rencontre une résistance correspondant à l'instant où le piston vient porter dans le fond de la chambre de compression.

Bloquer la vis-pointeau, tourner la manivelle de la pompe dans le sens des aiguilles d'une montre. La pression monte et, dès les premiers craquements du cube, avoir soin de lire la valeur de cette pression sur le manomètre. Continuer l'essai jusqu'à écrasement complet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



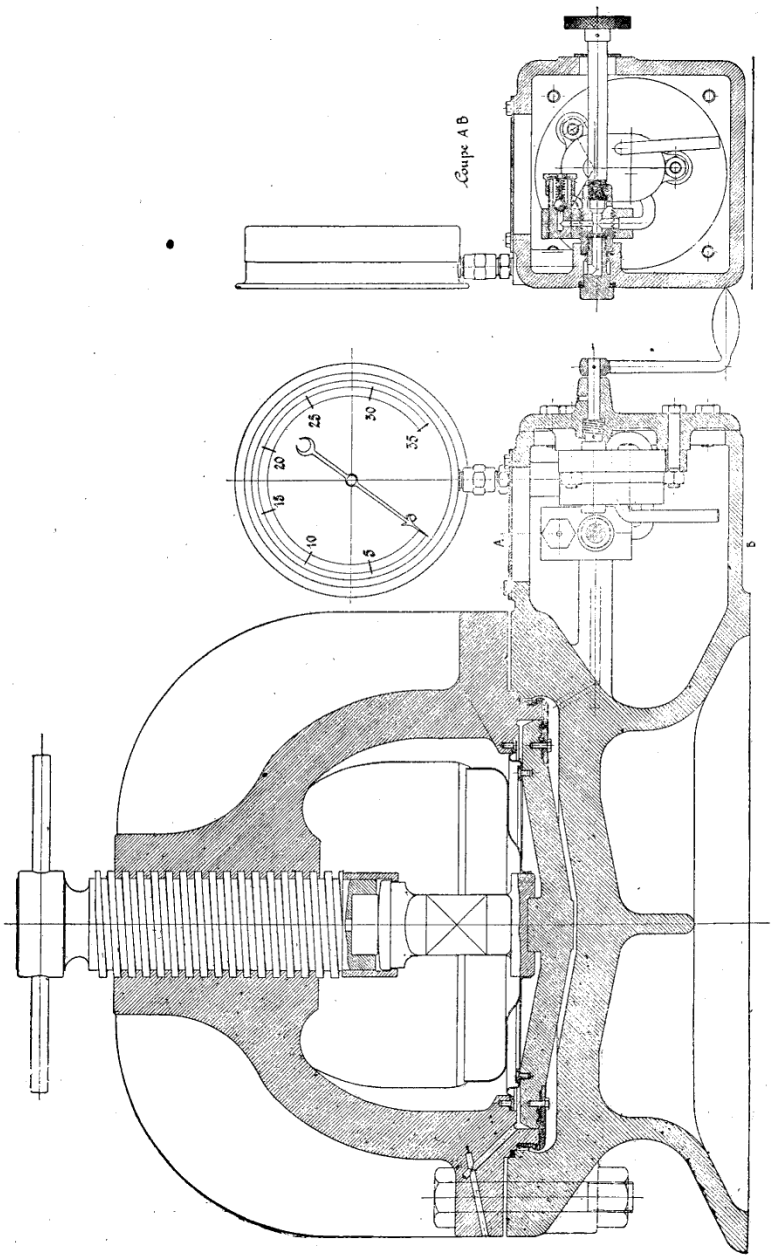



Fig. 2. — Vue en coupe de la machine type E C 2.

Le manomètre porte une graduation qui donne directement les résistances par centimètre carré du cube essayé.

Ouvrir la soupape de décharge et retirer l'appui inférieur amovible et sa coupelle, puis jeter les débris du cube. La machine est alors disponible pour un nouvel essai.

*Moules à cubes.* — Nous avons créé un moule à cubes d'un maniement facile, d'une très grande simplicité et d'un prix de revient minime.

Cette pièce est constituée par une assise en fonte présentant deux rainures rabotées où viennent s'encastrer deux plaques en acier étiré formant de la sorte quatre compartiments, limités extérieurement par quatre équerres reliées entre elles par des crochets et s'appuyant sur les angles rabotés du socle.

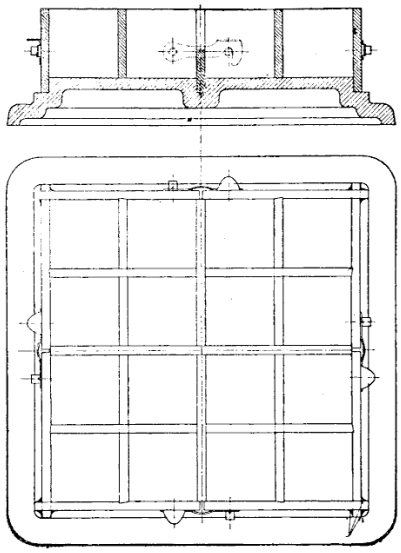


Fig. 3. — Moule à cubes.

Dans ces compartiments, on rapporte des croisillons également en acier étiré, ajustés à mi-hauteur et soudés, qui complètent l'appareil en formant ainsi seize moules.

La face supérieure est plane et tous les éléments sont interchangeables.

Pour se servir de ce moule, on remplit les cases de ciment et on affleure soigneusement le dessus; on peut de la sorte retirer tout ou partie des cubes, en particulier on peut disposer des quatre cubes d'un compartiment sans toucher aux autres.

*Essai des cylindres de béton.* — Nous avons dit précédemment que cette machine d'essais à la compression convenait également pour l'essai des bétons par écrasement de cylindres de 100 mm de diamètre et 100 mm de hauteur.

Ces cylindres sont obtenus dans un moule en acier, fendu suivant une génératrice de façon à permettre le démoulage par l'élasticité du métal, et à fermeture instantanée.

Pour faire un essai de béton, on remplace le carré d'appui supérieur par une plaque ronde de 100 mm de diamètre avec dessus légèrement sphérique et la machine ainsi appareillée est prête à l'essai comme pour les cubes.

Une graduation spéciale du manomètre donne directement encore la résistance du béton par centimètre carré.

*Essais des cubes de plâtre.* — Entre autres applications de cette machine, il faut signaler les essais à la compression des cubes de plâtre.

A cet effet, il est nécessaire de lui adjoindre un manomètre à faible pression, d'une très grande sensibilité, ce manomètre pouvant être isolé pour les essais ordinaires.

Les moules analogues à celui décrit pour le ciment, doivent être protégés de l'oxydation par une couche de cuivre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les appareils décrits, étant déjà en service et semblant donner complète satisfaction, nous ne doutons pas qu'ils soient d'une grande utilité pour les fabricants de matériaux de construction et pour tous ceux qui contrôlent ces matériaux avant emploi.

## Machine pour l'essai des matériaux de construction par la méthode de la bille Brinell.

(*Procédé H. Le Chatelier et Bogitch.*)

Pour le transport économique et la manipulation aisée des briques, il est nécessaire qu'elles possèdent, à froid, une résistance mécanique convenable.

Cette résistance facilite également la taille des briques qui est indispensable pour

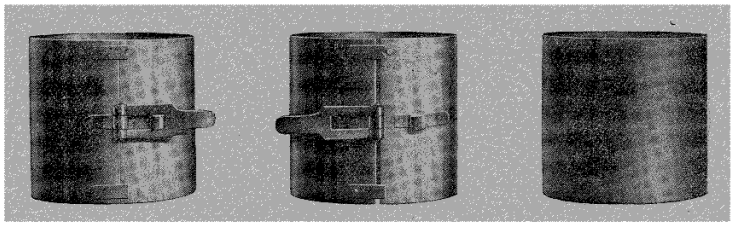


Fig. 4. — Moule à cylindres.

l'assemblage correct des voûtes et des massifs spéciaux, souvent compliqués, des fours.

Un grand nombre de facteurs concourent d'ailleurs à faire varier la résistance à froid des briques; on peut citer notamment le dosage de la pâte initiale, la pression de moulage, la cuisson, etc.

La mesure de la résistance des briques est donc d'une très grande utilité, tant pour les fabricants que pour les consommateurs. Les premiers, en effet, possèdent ainsi un moyen de contrôle de leurs procédés de fabrication, et les seconds peuvent vérifier la qualité des produits employés.

En pratique, les résultats obtenus par la mesure de la résistance à l'écrasement sur demi-briques et parfois sur briques entières sont dénués de précision, en raison même des difficultés qui surgissent au cours de cette opération.

Il faut avoir recours à des presses très coûteuses, d'une puissance d'au moins 50 t, que des laboratoires d'usines ne peuvent songer à acquérir.

L'essai d'écrasement présente également le grave défaut de fournir des résultats variant facilement du simple au double entre briques de même cuisson, et souvent même entre échantillons différents d'une même brique.

Enfin, les erreurs accidentelles sont très importantes et, pour y pallier, on s'astreint à des essais d'écrasement sur des dizaines de briques du même lot, en prenant la moyenne des résultats.

MM. H. Le Chatelier et Bogitch ont proposé, dans une note présentée récemment à l'Académie des Sciences, de substituer à l'essai d'écrasement la méthode



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'essai à la bille Brinell pour tous les matériaux de construction et, en particulier, pour les briques.

En effet, l'emploi de la méthode Brinell pour l'étude des propriétés mécaniques des métaux est devenu d'un usage courant et si les résultats ne sont pas plus précis que ceux donnés par l'essai de traction, leur exécution est plus rapide et, par suite, plus économique.

Dans le cas des matériaux de construction, MM. Le Chatelier et Bogitch ont

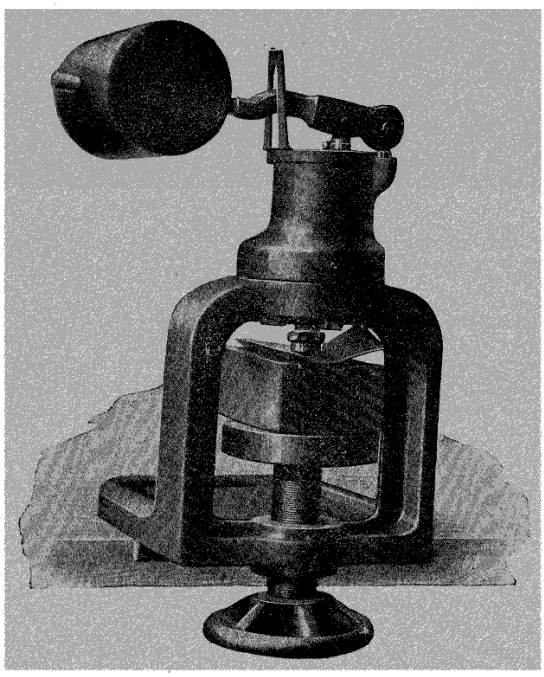


Fig. 5. — Machine à essayer les matériaux de construction à la bille Brinell.

constaté que les essais à la bille Brinell sont plus concordants que les essais d'écrasement dont il a été question ci-dessus.

Le principe de cette nouvelle méthode, tel que leurs auteurs l'ont présenté, consiste en ceci :

On enfonce dans la brique à essayer une bille de 17,5 mm sous une charge constante de 500 kg, en ayant soin de maintenir la pression ainsi exercée pendant une minute.

Avant l'essai, on a interposé entre la brique et la bille une lame de clinquant recuit et noirci à l'hydrogène sulfuré.

La lecture du diamètre de l'empreinte se fait sur le clinquant au moyen d'une réglette spéciale.

*Description de l'appareil.* — Pour exécuter ces essais, nous avons conçu un appareil simple, de fonctionnement facile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

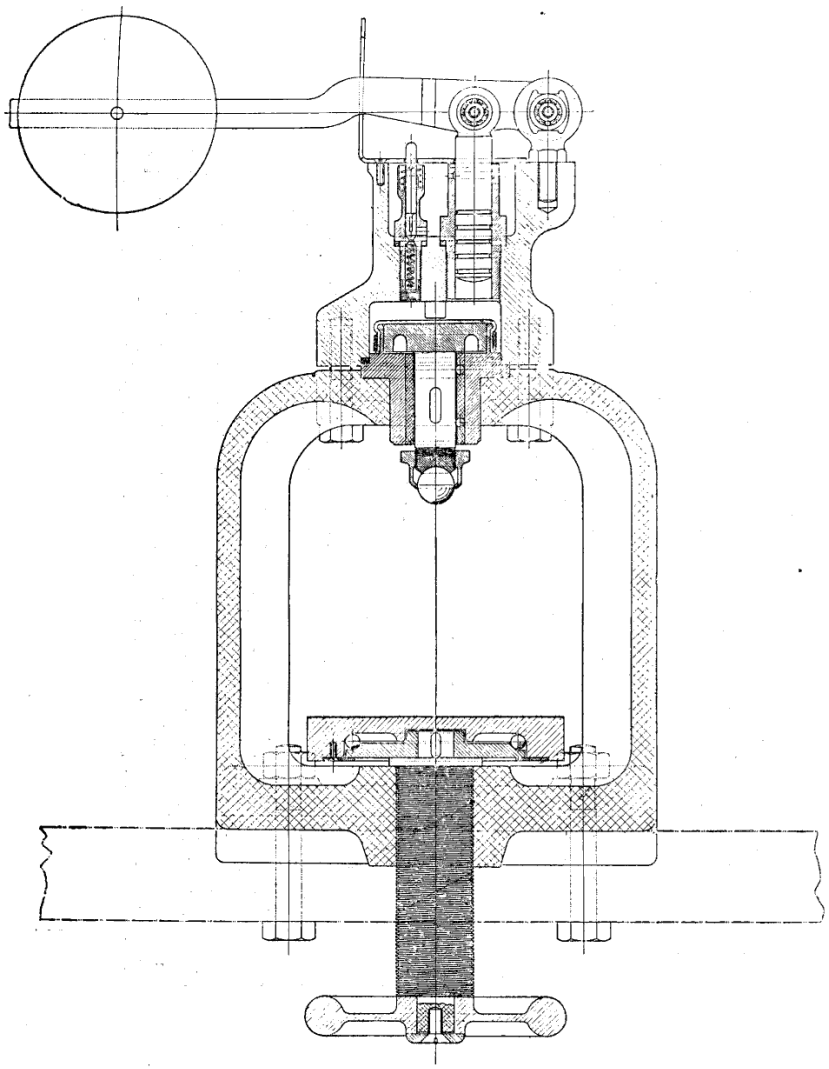


Fig. 6. — Coupe verticale de la machine à essayer les matériaux de construction à la bille Brinell.

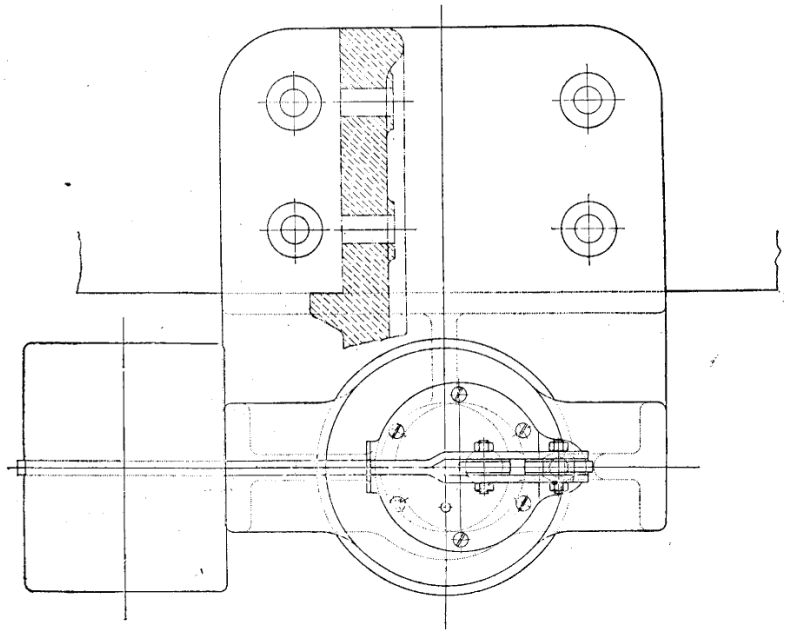


Fig 7. — Plan-coupe horizontale de la machine à essayer les matériaux de construction à la bille Brinell.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il se compose d'un socle évidé à large patine de fixation; à sa partie inférieure se trouve un volant actionnant une vis qui supporte un plateau monté sur roulement à billes; sur ce plateau vient se placer la brique à essayer.

A la partie haute de ce bâti, une pièce sert de guide à la tige du piston en même temps qu'elle forme cylindre.

Le piston présente un certain jeu dans son cylindre et l'étanchéité est assurée par l'adjonction d'une membrane en caoutchouc qui recouvre le dessus du piston et qui se ligature sur la face externe du cylindre.

La tige de ce piston se trouve guidée par des billes et sa rotation est empêchée par une clavette; à sa partie inférieure est disposée la bille d'essai de 17,5 mm.

L'appareil comporte en outre un bâti supérieur fixé sur le socle. Le bas de cette pièce est évidé au droit du cylindre et forme chambre de compression, en communication, par l'intermédiaire d'une soupape à bille mue de l'extérieur par un pointeau, avec une chambre faisant réservoir. Grâce à ce pointeau, la glycérine peut passer d'une chambre dans l'autre.

Enfin, un autre piston est attelé à un levier à contrepoids dont les articulations sont constituées par un roulement à billes.

Le roulement à billes du pivot glisse entre deux faces horizontales situées dans le support d'articulation fixé au bâti supérieur. De cette façon, l'effort exercé sur le piston est constant (500 kg) puisque le rapport des bras du levier est lui-même constant quelle que soit la position du levier.

*Fonctionnement de l'appareil.* — Pour effectuer un essai avec cet appareil, on met la brique sur le plateau pivotant et on interpose la feuille de clinquant, noircie au préalable, entre la brique et la bille.

Puis on visse : la brique entre en contact avec la bille; on soulève alors de la main gauche le contrepoids tout en continuant de visser jusqu'à ce qu'on rencontre une résistance.

Sans abandonner le contrepoids, on presse sur le bouton extérieur, ce qui permet à la glycérine de passer du réservoir supérieur dans la chambre de compression, grâce à l'aspiration produite par le piston soulevé.

On lâche le bouton puis le contrepoids : celui-ci descend lentement en exerçant un effort constant de 500 kg sur la bille, qu'on laisse agir pendant une minute environ.

En fin d'essai, on a soin de faire pivoter la brique autour de la bille, opération rendue possible par le plateau tournant, ce qui a pour effet d'accentuer la netteté des bords de l'empreinte.

La course utile du piston porte-bille est de 2,5 mm environ.

L'essai term né, on soulève à nouveau le contrepoids; on appuie sur le bouton extérieur, puis on abandonne le contrepoids : la glycérine suit le chemin inverse et passe de la chambre de compression dans le réservoir supérieur.

Le chiffre de dureté est donné par la lecture du diamètre d'empreinte.

Dans l'essai des briques à la bille, on remarque très souvent que les deux faces d'une même brique ont des duretés différentes; cette anomalie est imputable à une défectuosité de moulage. Dans ce cas, il est recommandé de prendre pour chiffre de dureté la moyenne des chiffres obtenus sur chaque face de la brique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La durée d'un essai avec cet appareil est de deux minutes environ. La brique n'est pas détériorée et un manœuvre peut être chargé de ce genre d'essais.

***

Cette méthode d'essai des matériaux de construction peut fournir les indications suivantes.

1° Elle permet, par la mesure de la dureté, d'évaluer la résistance à l'écrasement d'une brique.

Voici quelques chiffres qui montrent la correspondance entre la durete constatée par la méthode de la bille et par les essais à l'écrasement; les essais étant faits sur des briques de silice.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Résistance à l'écrasement (kg : cm²) | 50 | 100 | 125 | 150 | 250 | 300 | 400 |
| Diamètre des empreintes (mm) | 13,8 | 9,7 | 8,6 | 7,9 | 6,1 | 5,6 | 4,8 |

2° L'essai à la bille Brinell décèle les irrégularités survenues pendant la fabrication des briques.

Ainsi, une pâte trop sèche, dont les grains glissent difficilement pendant le moulage, donne des briques de duretés absolument différentes sur les deux faces opposées. En particulier, la dureté enregistrée sur la face subissant la pression peut être double de celle de la face opposée.

Il en est de même dans le cas où le moulage est effectué avec une presse dont le piston a une course constante; la variation de dureté d'une brique à l'autre indique l'irrégularité du remplissage du moule.

3° L'essai de dureté montre également les inégalités dans la cuisson. Deux briques, cuites à des températures différentes ou de durées de cuisson différentes, présenteront des degrés de dureté différents.

De même, si dans un four règne une température plus élevée à la partie supérieure qu'à la partie inférieure, l'essai de dureté à la bille permet de découvrir facilement cette anomalie.

4° L'essai ne brisant pas les briques constitue une économie appréciable sur les essais à l'écrasement.

***

Nous pensons que cette méthode d'essai se vulgarisera parce que l'essai ne détériore pas la brique, qu'il est d'une exécution très simple et très rapide, qu'il donne aux fabricants le moyen de suivre et de perfectionner leurs procédés de fabrication, et, à leurs clients, le moyen de contrôler efficacement les produits qu'ils emploient.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTES DE CHIMIE

## Les progrès récents de l'industrie gazière.

L'année 1921 marque le centenaire de l'industrie du gaz à Paris. C'est, en effet, au début de 1821 que furent installés, au coin de la rue et du faubourg Montmartre, au théâtre de l'Odéon, au Luxembourg et au faubourg Saint-Germain, les premiers becs d'éclairage au gaz; une petite usine avait été créée dans une dépendance de l'hôpital Saint-Louis, une autre rue de La-Tour-d'Auvergne, une autre encore au Luxembourg, etc.

Il n'y a pas actuellement de nouveauté sensationnelle à signaler dans la fabrication, la distribution et l'utilisation du gaz de houille. On se trouve, au point de vue technique, dans une période d'expectative, en raison des règlements pendants, des comptes d'attente et des passations de nouveaux contrats en discussion avec les municipalités.

*Fabrication.* — Il est beaucoup question, depuis deux ans, de gazéification totale ou complète ou intégrale de la houille, avec MM. Helps et Cobb en Angleterre, Rincker en Hollande, Strache et Dellwick-Fleischer en Autriche et en Allemagne. Voici ce que disent les partisans de ce procédé.

Au lieu de fabriquer le gaz à l'eau à part, on peut le produire dans le bas, formant gazogène, d'un appareil; dans le haut de cet appareil, constitué par une cornue verticale, la houille peut distiller et se cokéifier sous l'influence du courant chaud de gaz à l'eau. Pour fournir la chaleur nécessaire à la formation fortement endothermique du gaz à l'eau, on procède par soufflage alternatif d'air et de vapeur. Les gaz de soufflage servent à surchauffer la vapeur d'eau.

On recueille séparément le mélange de gaz de distillation et de gaz à l'eau (bigaz); il est d'ailleurs sans grand inconvénient qu'un peu de gaz de gazogène se mélange aux précédents (trigaz) si l'on n'arrive pas à exagérer la proportion de gaz inertes ($CO^2$, $Az^2$).

Les rendements en gaz qu'on dit avoir obtenus seraient de 1.500 m³ de gaz à 0,55 de densité et à 2.800 cal. ou de 1.200 m³ à 3.000 cal. On cite des compositions de gaz comme celle-ci :

| Composant . . . . . | $CO^2$ | CO | $CH^4$ | $C^nH^m$ | $H^2$ | $Az^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Teneur p. 100 . . . . . | 9 | 27,5 | 7 | 0,5 | 48 | 8 |

qui correspondent bien au mélange d'un peu de gaz de distillation à basse température de la houille, du gaz à l'eau qu'on peut tirer du coke disponible, après combustion complète ou non du coke nécessaire au chauffage de l'appareil, et de traces de gaz correspondant à cette combustion du coke de chauffage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est cependant permis de se demander, tant que l'expérience des appareils proposés n'aura pas été plus étendue (1) et plus encourageante :

1° Comment les différents charbons cokéifiables s'y comporteront et voudront bien descendre vers le gazogène proprement dit;

2° Comment se fabriquera le gaz de gazogène, si l'on vise une combustion en deux temps pour la production de la vapeur ou sa surchauffe, et le gaz à l'eau avec des cokes non calibrés ou tout au moins non dépoussiérés; car — nous le savons tous — la bonne marche des gazogènes à gaz pauvre ou à gaz à l'eau dépend essentiellement du conditionnement du combustible.

Les protagonistes et inventeurs, qui s'attachent à cette solution rationnelle *a priori*, nous annoncent une amélioration du rendement thermique des opérations réunies; nous avons déjà démontré que, sauf question de fonctionnement industriel suffisamment sûr, il n'en devrait pas être autrement (2).

Mais il ne faudrait pas, croyons-nous, étant données les conditions économiques actuelles, aller trop loin dans cette voie. Nous avons l'intention de montrer, ailleurs, qu'il ne faut pas trop affaiblir le pouvoir calorique du gaz destiné aux usages domestiques, car l'influence du coût de la distribution par des tuyaux de plus gros diamètre arrive à annihiler et même à dépasser la diminution de prix des 1.000 calories (prises avec leur rendement utile). Par contre, quand on propose de mélanger, en quantité modérée, ce bigaz ou ce trigaz au gaz de houille, comme on lui mélange le gaz à l'eau, nous n'avons pas d'autre objection que celles ci-dessus à faire à la diffusion de ce procédé de gazéification complète.

On ne peut passer sous silence ce qui s'est dit sur la carbonisation à basse température. Empressons-nous de mettre de côté la distillation des lignites et autres combustibles naturels susceptibles de donner des sous-produits de valeur (huiles en particulier) facilement décomposables à température élevée.

Mais, au point de vue de la houille, nous appelons « distillation » une opération dont le but est de chasser toutes les matières volatiles et tous les sous-produits de la houille. De même, la « carbonisation » a pour but de donner un combustible artificiel composé presque exclusivement de carbone. Nous avons montré, ailleurs, qu'il n'est ni logique ni économique d'arrêter la distillation ou la carbonisation à 500-700°. Au contraire, les procédés qui font, de la pyrogénation à température modérée, la première phase d'un traitement poussé jusqu'à la fabrication d'un vrai coke, méritent d'être retenues.

On peut reprocher au procédé de carbonisation en deux temps du *Carbocoal* de Smith, de la Power Gas Corporation, une consommation excessive, pour nous Français, de combustible de chauffage et de force motrice pour le briquetage. On peut leur préférer les systèmes qui réaliseraient, dans le même appareil, un traitement à basse température envisagé dans certaines études de M. Charpy, mais se continuant jusqu'à la distillation complète. Nous avons vu que le système de gazéification intégrale comporte une distillation préalable à température réduite, suivie d'une transformation *in situ* du demi-coke en gaz à l'eau et gaz pauvre.

Depuis quelques années, on se préoccupe beaucoup de rendre plus banale et moins pénible l'intervention des ouvriers dans le chargement et le déchargement

(1) On procède, enfin, à des essais en France.

(2) *Quelques précisions sur le gaz à l'eau*, dans le *Journal des Usines à gaz* des 20 mai, 5 juin et 20 juin 1920.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des cornues foncées de 3 m des petites usines. MM. Frère, qui avaient réalisé en 1920 une déluteuse dont le râteau développable est introduit, replié, entre le ciel de la cornue et le dessus du saumon de coke, et qu'on tire ensuite avec un treuil, ont présenté, en 1921, une cuiller simple, du type ordinaire, montée sur équipage mobile et qui prend sa charge de charbon au fur et à mesure qu'on l'enfonce dans la cornue; cette cuiller doit être enfoncée et basculée deux fois de suite pour garnir la sole de la cornue; dans la plupart des petites machines de ce genre, on a, au contraire, adopté la cuiller double articulée qui effectue la charge en une seule fois, mais qui est évidemment un peu plus coûteuse.

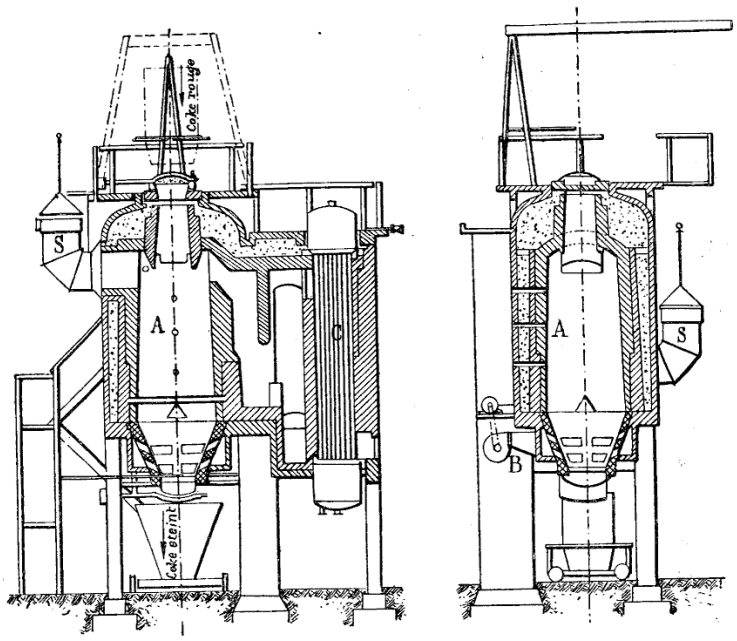



Fig. 1. — Dispositif de Sulzer pour la récupération de la chaleur du coke défourné.

Pendant la guerre, surtout dans les pays exclusivement importateurs de charbon, comme la Suisse, on s'est sérieusement préoccupé du problème des économies de calories. C'est ainsi que la maison Sulzer a été conduite à étudier un procédé d'extinction à sec du coke rouge qui permet de récupérer une quantité de chaleur qu'on estime être comprise entre 300 et 400 kg de vapeur à pression moyenne par tonne de coke éteint. Le procédé consiste à faire circuler dans la masse de coke incandescent, amené dans un silo A après défournement, un mélange de gaz inertes propulsés par un ventilateur B. Ces gaz cèdent, au passage, leur chaleur au faisceau tubulaire d'un générateur C qu'ils sont obligés de traverser en circuit fermé (fig. 1).

Naturellement, cet appareillage représente une forte immobilisation de capitaux, qu'on ne pourrait toujours amortir dans un délai normal, et qui est plus importante que celle qui correspond aux générateurs sensiblement de même puissance

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il est possible de chauffer par les fumées des fours. On peut, en effet, obtenir par tonne de houille distillée, dans une grande usine, un peu plus de 200 kg de vapeur à 7 kg : cm² sur le coke rouge sortant des cornues et un peu moins de 200 kg sur le coke brûlé dans le foyer des fours; mais cette dernière récupération est plus économique que la première.

Une autre récupération de chaleur du même genre se réalise à présent dans la fabrication du gaz à l'eau sur les chaleurs sensibles des gaz de soufflage et le gaz à l'eau (quand il n'est pas carburé) (1). Rien que sur les gaz de soufflage, on tire couramment 120 kg de vapeur par 100 m³ de gaz fabriqué, avec des chaudières spéciales bien calorifugées. La vapeur nécessaire au total ne dépasse pas 110 kg pour 100 m³.

On continue à s'occuper de la récupération du coke dans les mâchefers sortant des gazogènes et des foyers des générateurs. Les appareils imaginés : triage à sec, dans un courant d'eau, etc., ne peuvent que réduire la main-d'œuvre inévitable.

Si la loi sur le débenzolage du gaz des usines à gaz n'a pas encore été votée au Sénat, beaucoup de contrats, à l'instar de celui de la Ville de Paris, en prévoient maintenant la possibilité, soit explicitement, soit implicitement du fait de la nouvelle définition de la nature du gaz et de son pouvoir calorifique quand il est fixé au plus à 4.500 cal. De sorte que plusieurs usines songent à s'équiper pour débenzoler leur gaz comme l'intérêt général voudrait qu'on le fît partout en France.

Toutes autres choses égales, la fixation du pouvoir calorifique du gaz à 4.500 cal. est plus modérée que ne l'était celle qui correspondait à 105 l par carcel-heure, fixée en 1860 pour le pouvoir éclairant quand ce critérium de la valeur utilitaire du gaz avait sa raison d'être. Le chiffre de 105 l a obligé les gaziers à distiller du boghead, du cannel-coal qui ne donnent pas de coke, puis à carburer le gaz au benzol. Soulignons que ces pratiques étaient absurdes au point de vue de l'économie générale et que la diminution incessante et inéluctable de la qualité des charbons à gaz se trouve démontrée par la disparition du boghead, la raréfaction du cannel-coal. Avec le chiffre de 4.500 cal., nous ne serons pas obligés, avant de nombreuses années, d'enrichir artificiellement le gaz des cornues en calories, ce qui serait plus absurde encore que l'enrichissement en luminosité d'autrefois. D'ailleurs, l'industrie et les règlements administratifs évoluent vite de nos jours.

Ceux qui voudraient voir utiliser la totalité du gaz de cokerie débenzolé ont raison de réclamer un chiffre moins élevé que 4.500 cal. Mais, d'ores et déjà, rien ne les empêche de demander aux pouvoirs concédants, auxquels ils peuvent proposer avantageusement du gaz de fours à coke, d'accepter un pouvoir calorifique plus faible que le maximum du cahier des charges. Les municipalités modernes comprendront certainement qu'il vaut mieux payer ses calories un peu moins cher, quitte à recevoir du gaz un peu moins riche en calories.

*Distribution.* — Devant l'élévation actuelle des prix des tuyaux de fonte, on a songé à employer, pour le transport du gaz, des tuyaux en tôle soudée, entourée de ciment armé; la tôle ne servant qu'à assurer l'étanchéité et non la résistance. Ce système a fait ses preuves avec les eaux d'égout. D'autre part, si les tuyaux en tôle

(1) En 1904, nous avions, sur la demande de M. Mallet, déterminé les quantités importantes de chaleur perdue et récupérable dans les gazogènes Dellwick-Fleischer et montré qu'elles correspondaient à la quantité de chaleur nécessaire à la production de la vapeur utilisée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plombée entourés de bitume (Chameroy) ne fournissent pas partout un aussi bon usage qu'à Paris, les tuyaux en acier garnis extérieurement de jute bitumé se comportent bien dans des transports déjà anciens. Il sera intéressant de suivre l'établissement de canalisations économiques de ce genre si on s'y décide, et de surveiller leur manière de se comporter avec des gaz plus ou moins épurés et privés d'oxygène. On sait que les tuyaux de fonte eux-mêmes arrivent à s'attaquer dans certains cas.

Il faut espérer aussi que des projets fort intéressants de distributions régionales de gaz de fours à coke ou de centrales gazières, étudiés particulièrement pour les régions libérées, entreront bientôt dans la période des réalisations.

*Utilisation.* — Des progrès sensibles sont constatés dans les brûleurs à gaz surpressé et à mélange préalable incomplet de gaz et d'air, qui luttent avec les brûleurs à air soufflé employés déjà avant-guerre pour les chauffages industriels à haute et moyenne température. Pour réaliser le brassage préalable du gaz et de la quantité d'air correspondant à son pouvoir comburivore dans le corps du diffuseur du brûleur, brassage et dosage qui correspondent à la combustion optima du gaz, on peut employer, en effet :

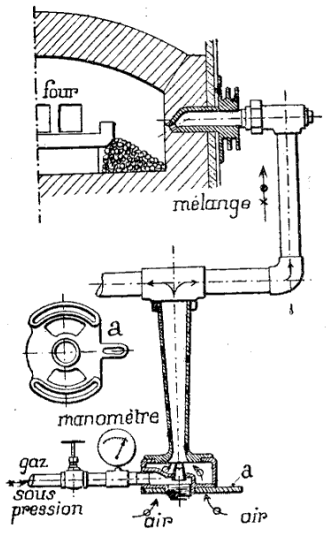



Fig. 2. — Brûleur à gaz surpressé de la Surface Combustion Co.

1° la surpression du gaz à 1,40 m de colonne d'eau environ ;

2° l'injection d'air sous pression de 0,30 m environ, le gaz restant à la pression normale de distribution ;

3° la distribution aux appareils d'utilisation d'un mélange, suffisamment incomplet pour être inexplosible, d'air et de gaz, et refoulé à une pression modérée (0,50 m en moyenne).

Les trompes aspiratrices qui forment la partie essentielle des brûleurs à gaz surpressé de la Surface Combustion C° (fig. 2) sont très bien étudiées et maintiennent pour des débits de gaz très variables, c'est-à-dire pour des pressions effectives du gaz à l'injecteur très variables, un rapport de l'air entraîné au gaz sensiblement constant. Remarquons que les procédés de la Surface Combustion C° n'ont plus rien de commun avec la combustion de surface ou sans flamme qui n'a pas donné ce que faisaient espérer les communications bourrées de considérations théoriques, répandues par ses protagonistes anglais et allemands. D'autre part, quoi que puissent dire des réclames trompeuses, on ne peut véhiculer au loin sans danger, même à très grande vitesse, un mélange explosible d'air et de gaz; le mélange doit être préparé dans le diffuseur du brûleur, à peu de distance du nez de celui-ci où il doit brûler; sinon il en pourrait résulter de graves explosions.

Mais il faut ajouter que les brûleurs et fours de la société américaine et de la société française qui a acquis ses procédés sont très bien mis au point. Ces constructeurs établissent aussi des brûleurs à air soufflé qu'ils dénomment « à basse pression ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La Société française d'incandescence par le gaz, système Auer, a adopté le procédé du mélange préalable à 1,5 volume d'air pour 1 volume de gaz, qui n'est pas inflammable. Il est facile de constater que le rôle de l'injecteur du brûleur est, de la sorte, doublement facilité : d'une part, en raison de ce que la quantité de fluide comburant restant à injecter est notablement réduite, d'autre part, en ce que le fluide moteur est, alors, d'une densité beaucoup plus voisine de celle du fluide à injecter. La densité du gaz d'éclairage, en effet, étant d'environ 0,42 par rapport à l'air et la proportion d'air nécessaire à la combustion complète étant d'environ 5,5 volumes d'air pour 1 volume de gaz, on voit qu'en préparant le mélange préalable de 1,5 volume d'air pour 1 volume de gaz par exemple, ce mélange aura une densité de 0,77 soit près du double de celle du gaz initial et, n'aura plus à entraîner que 4 volumes d'air pour chaque volume de gaz véhiculé, c'est-à-dire 1,6 volume d'air par volume du mélange préalable.

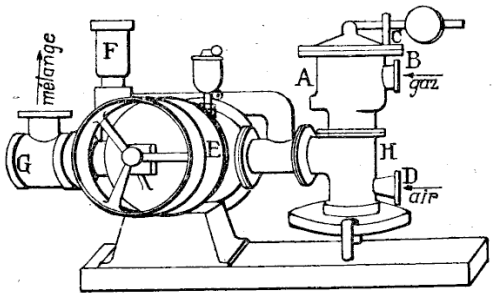



Fig. 3. — Groupe mélangeur-compresseur de la Société française Auer.

A, régulateur d'admission du gaz; — C, contre poids; — E, surpresseur-mélangeur; — F, soupape de retour; — H, régulateur d'admission de l'air.

Pour obtenir un mélange de composition constante, il est indispensable que les deux gaz, air et gaz d'éclairage, soient aspirés à la même pression. Le gaz est ramené à la pression atmosphérique par un régulateur automatique A (fig. 3). Une membrane allégée par un contrepoids C et subissant la pression atmosphérique entraîne, dans ses mouvements, l'obturateur situé à l'intérieur de A, qui détermine un laminage plus ou moins grand du gaz introduit. La proportionnalité du mélange est assurée par 2 pistons solidaires, logés en H, qui obturent ou démasquent plus ou moins les orifices d'air et de gaz (ramené à la pression atmosphérique). La position de ces pistons est aussi commandée par une membrane.

C'est un ventilateur rotatif à palettes E qui aspire les deux fluides, les brasse vigoureusement et les refoule sous une pression qu'on peut fixer suivant les applications entre 0,30 m, 0,40 m et 0,80 m voire même 1 m en colonne d'eau. Un régulateur de retour F maintient l'uniformité de la pression adoptée.

Beaucoup de constructeurs se sont souvent contentés d'agrandir les dimensions de leur brûleur-type et d'en multiplier le nombre pour résoudre les différents problèmes de chauffage qui leur étaient posés. Au contraire, la Société française Auer a étudié, pour chaque cas concret qui peut se présenter, la forme et les dimensions de flammes les plus convenables.

La campagne pour les économies de combustible a incité des constructeurs de radiateurs à gaz à compléter le chauffage direct par rayonnement en leur ajoutant des récupérateurs chargés d'échauffer l'air par convection au moyen des gaz brûlés (fig. 4).

Regrettons que des maisons étrangères fassent actuellement une réclame intensive pour des radiateurs sans évacuation des produits de combustion à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cheminée, alors que les constructeurs français les plus sérieux ont complètement renoncé, malgré leur bon marché, à fabriquer ces radiateurs qui ne peuvent satisfaire les hygiénistes.

Une nouvelle chaudière de chauffage central à eau chaude fonctionnant au gaz se compose d'éléments amovibles en fonte, rappelant les chaudières à éléments accolables fonctionnant au charbon. Mais la plupart des chaudières actuelles à eau chaude ou vapeur sont du type vertical à faisceau tubulaire. L'emploi de ces chaudières pour le chauffage, même de plain-pied, des appartements et bureaux semble appelé à se développer, étant données les relations actuelles de locataires à propriétaires et à concierges.

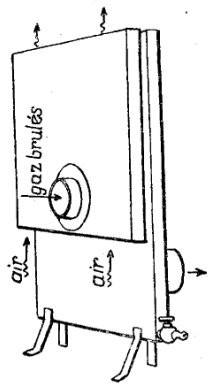



Fig. 4. — Récupérateur de chaleur pour radiateur, de la Société Chaleur et Lumière.

Pour ce qui est des appareils de cuisine, on sent une tendance à améliorer le rendement comme nous avons été amené à le réclamer plusieurs fois (1), tant par une disposition rationnelle des brûleurs que par une meilleure utilisation des calories des produits de combustion et une diminution des pertes de chaleur. On propose beaucoup d'enveloppes pour entourer et coiffer les casseroles; ces dispositifs ne sont pas nouveaux, bien qu'ils figurent invariablement dans les expositions de la Ville de Paris qui, soit dit par parenthèses, n'ont suscité aucune révélation. On cherche aussi à préparer de l'eau chaude avec les produits de combustion des fourneaux, bien qu'il n'y ait pas concordance entre les besoins d'eau chaude et la préparation des aliments, et que la véritable solution soit, peut-être, dans le chauffage continu d'une grande masse d'eau par un tout petit brûleur. On étend la surface des réchauds de manière à créer une table chauffante; les produits de combustion s'échappent par des fentes ménagées à l'arrière du dessus du réchaud, qui comporte des ronds et couvercles comme les cuisinières au charbon. Un type de

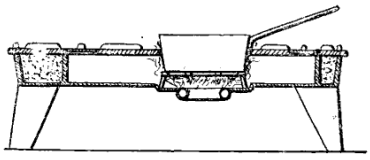


Fig. 5. — Réchaud TIP. Chauffage rapide d'une casserole.

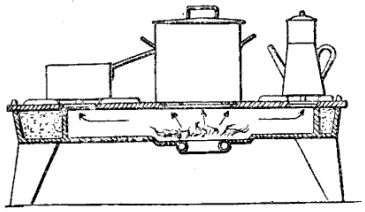


Fig. 6. — Réchaud TIP. Chauffage lent d'une marmite et utilisation des gaz chauds à d'autres chauffages.

fourneau qui, pour n'être pas sans doute l'idéal définitif, n'en aura pas moins marqué une étape intéressante, est le TIP de Leseurre (fig. 5 et 6), à un seul brûleur logé dans un caisson garni de terre réfractaire. La recherche d'un meilleur rende-

(1) Voir en particulier, « Progrès à réaliser dans les emplois domestiques du gaz de ville. » *Chaleur et Industrie*, février 1921.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment conduit fatalement à des appareils plus compliqués et plus coûteux, mais il faut bien admettre que la cuisinière au gaz se substituera peu à peu aux petits réchauds et fourneaux actuellement en usage.

L'éclairage public au gaz surpressé se développe considérablement à Paris. Nous avons montré autrefois, dans le *Génie civil* (1), qu'il peut lutter avantageusement avec l'éclairage par arc ou lampe demi-watt. De plus, cette solution allège le fardeau de la « pointe » si pesant pour les centrales électriques de Paris. La répercussion pécuniaire de l'emploi du gaz surpressé sur le prix de revient du courant serait, d'ailleurs, assez facile à chiffrer.

*Sous-produits.* — La mévente du coke est la grande préoccupation de l'heure. Le Comité central des cokes de France, et plus particulièrement, M. Decluy, multiplie ses démonstrations auprès des industriels et des particuliers. Le coke est, somme toute, un combustible amélioré par la carbonisation, qu'on ignore trop souvent. Si l'on veut réaliser ce beau programme de la distillation de toutes les houilles à haute teneur volatile, extraites ou importées chez nous, c'est un devoir national que de prêcher l'emploi du coke de gaz.

Nous avons dit plus haut quelques mots de l'état de la question du débenzolage.

La sulfatation semi-directe n'aura pas encore été réellement appliquée en 1921 dans une usine française. Des tentatives au moyen d'appareils étrangers, qui ont la prétention de ne pas absorber de pression pour le lavage du gaz dans l'acide très étendu, ne peuvent évidemment donner qu'un mauvais rendement. On peut s'étonner qu'une maison anglaise importante et versée dans la fabrication du sulfate d'ammoniaque n'ait pas mieux résolu ce problème, que quelques ingénieurs français seraient pourtant à même de résoudre sans aléa.

La question des goudrons va se présenter sous un nouveau jour, avec la création d'ateliers de gaz à l'eau carburé et peut-être l'apparition d'ateliers de trigaz. Les goudrons provenant des huiles à gaz, les goudrons primaires ou paraffineux, provenant de la distillation à basse température du charbon dans les appareils de gazéification totale ne devront pas être mélangés avec les goudrons ordinaires. Leur composition, leur affinité pour l'eau, la nature de certains produits intéressants qu'ils contiennent, etc., font qu'ils devront être traités à part. L'appareillage devra se rapprocher davantage de celui qu'on emploie actuellement dans les distilleries de pétrole que de celui qui s'emploie actuellement dans les distilleries de goudron de gaz ou de fours à coke.

A. GREBEL,
*Ingénieur-Conseil.*

(1) 5 mai 1911 et 16, 23 et 30 mai 1914.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTES D'AGRICULTURE

## Machine à teiller le lin de M. Lesage.

par M. LINDET,
Membre du Conseil.

Pour teiller la tige de lin, après rouissage et séchage, on procède à deux opérations successives : la première consiste à broyer la tige, dans le but de séparer le bois ou *chènevotte*, qui est devenu cassant, d'avec des fibres libériennes, qui sont restées souples ; la seconde consiste à *écanguer*, *espader*, *écoucher*, ou *teiller*, à proprement parler, c'est-à-dire à racler la filasse brute qui sort du broyage et obliger ainsi les parcelles de chènevotte qui sont enchevêtrées à s'en détacher.

Le broyage se fait encore à la *broie* ou *braie*, sorte de banc, percé d'une fente longitudinale, dans laquelle pénètre, à la façon d'un couteau à pain dans la planche, un levier, articulé, que l'on abaisse et que l'on relève à la main et qui porte une lame saillante ; quelquefois la disposition est inverse, c'est-à-dire que la fente, deux fois plus large que la précédente est, longitudinalement, séparée en deux par un couteau vertical ; le levier est creusé à la partie inférieure, et ce sont les deux bords de cette cavité longitudinale qui pénètrent dans les fentes. De toute façon, les tiges que l'on place perpendiculairement au banc, et sur lesquelles on abaisse le levier, sont brisées en zigzag, et souvent même, le levier étant abattu, le teilleur retire les tiges et procède ainsi à un raclage sommaire.

Ce même travail du lin est obtenu, dans toutes les installations de quelque importance, par un moulin, formé de plusieurs cylindres cannelés, montés deux par deux, l'un au-dessus de l'autre, sur un même bâti horizontal ; les tiges passent entre les paires successives de cylindres, et sont ainsi soumises au broyage et à un commencement de raclage.

Pour rendre complet ce raclage, on procède au teillage proprement dit, c'est-à-dire que, par le tranchant d'un couteau de bois, *écang*, *espadon* ou *écouche*, on frappe la filasse, en ayant soin de glisser, pour ainsi dire à sa surface ; pendant cette opération, la filasse est suspendue dans la fente d'une planche verticale, le *poisset* ; maintenue, à la main, par l'une de ses extrémités, elle est retournée sur elle-même, de façon à présenter à l'écang successivement toutes ses fibrilles. Dans les installations moins modestes, les écangs sont fixés à l'extrémité d'un moulinet mû mécaniquement (moulin flamand, moulin irlandais) ; et les écangs passent successivement devant le poisset, contre la filasse suspendue.

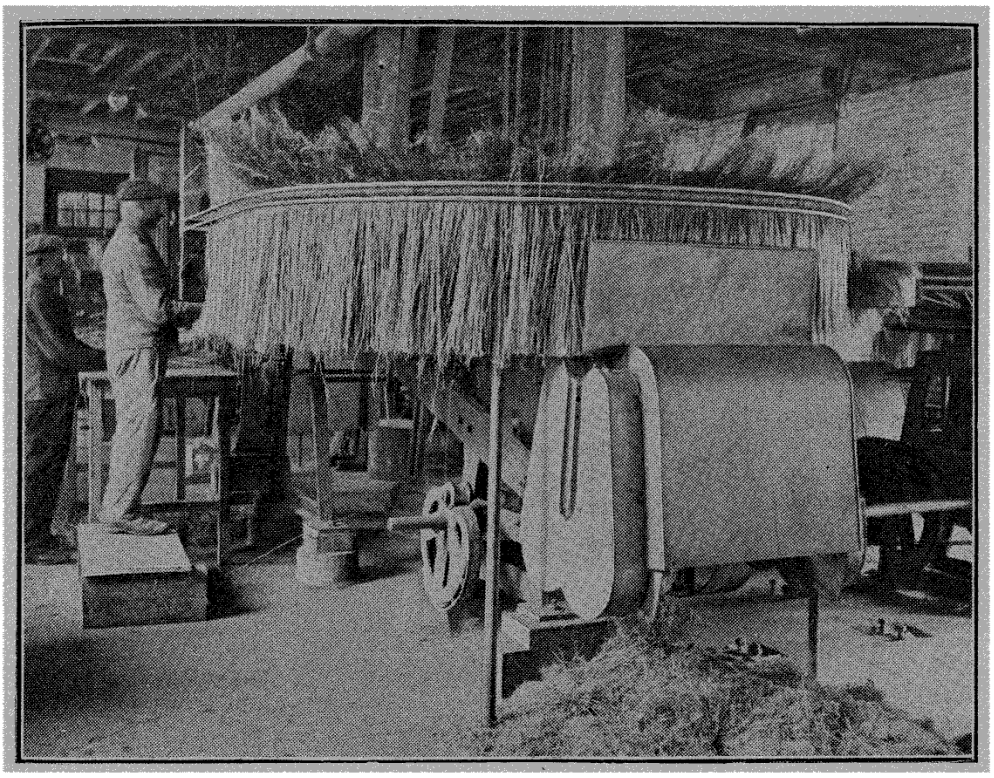
Les machines à teiller, à propos desquelles ce rapport a été écrit, sont appelées à réunir en une seule les deux opérations du teillage : le broyage et l'écanguage.

I. Avant de décrire la machine que M. Lesage a présentée à la Société, je crois

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

utile et juste de faire connaître celle que M. Feuillette, notre collègue, a construite pour son usine de Godeville et qu'il a, à plusieurs reprises d'ailleurs, modifiée.

Les tiges de lin sont suspendues verticales, alternativement par les pieds et par les sommets, entre deux rubans de caoutchouc, que des bobines, formant galets compriment l'un vers l'autre; la nappe de tiges se présente et pénètre entre deux tabliers sans fin, disposés verticalement, parallèles l'un à l'autre et combinés de telle façon que les deux faces qui se regardent progressent toutes



Chargement de la machine à teiller le lin de M. Lesage.

deux en descendant. Les deux tabliers sans fin sont garnis alternativement de petits fers en U, disposés à 90° (⊏) et dont les deux branches sont perpendiculaires à la surface, et de petits fers en T, renversés également à 90° (⊣), dont la tige est également perpendiculaire à la surface; les distances entre tabliers sont calculées pour qu'un fer en ⊏ de l'un des tabliers soit pénétré par le fer en ⊣ du tablier vis-à-vis. En outre les fers en ⊏ ne sont pas à branches parallèles, mais se resserrent de plus en plus, à partir de l'endroit où les tiges sont saisies entre les deux surfaces de tabliers, jusqu'à l'extrémité d'où elles échappent, en sorte que le lin, traversant les armatures, de gauche à droite, alors qu'elles sont animées d'un mouvement perpendiculaire, de haut en bas, puisse être, non seulement brisé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en zigzags de plus en plus courts, mais encore puisse être gratté, raclé, par le fait de ce mouvement *per descensum* des tabliers, comme il le serait dans la broie par l'étirage des fibres broyées, comme il le serait sous l'influence de l'écang ou du moulin flamand. Quand le lin, suspendu par l'extrémité pied, a été ainsi broyé et raclé, un mécanisme ingénieux le retourne automatiquement; il se trouve dès lors suspendu par le côté opposé, et passe de nouveau entre deux tabliers sans fin.

II. La machine à teiller de M. Lesage, qui fait l'objet de cette note, répond au même desideratum : broyer la tige et racler la filasse; la nappe de lin, suspendue également, se présente, non plus entre deux tabliers sans fin, mais entre deux cylindres rotatifs disposés horizontalement, armés de lames, alternativement à tranchant droit et à tranchant ondulé qui s'entre-croisent et se pénètrent les unes les autres, comme les organes de la broie, comme les cannelures des cylindres broyeurs; les lames sont, par rapport à la longueur des cylindres, de plus en plus nombreuses, c'est-à-dire de plus en plus rapprochées, pour permettre, comme dans le cas précédent, un broyage progressif des tiges. Quant au mouvement de raclage, il est exécuté également de haut en bas; mais, cette fois, c'est le groupe des deux cylindres et le bâti sur lequel ceux-ci et leurs commandes reposent, qui, sous l'action d'un grand levier à contrepoids, s'abaisse, et ce sont leurs lames extérieures qui raclent de haut en bas les nappes de lin suspendues entre leurs surfaces.

Le bâti général de l'appareil est elliptique et porte, à la partie supérieure, une couronne elliptique également; celle-ci est creusée d'une gorge dans laquelle une corde est tendue, et c'est entre cette gorge et la corde que sont successivement retenues les tiges de lin, tantôt d'un côté, tantôt du côté opposé. Deux grands leviers traversent l'ellipse, parallèlement à son grand axe, qui portent les cylindres broyeurs, les poulies et les courroies de transmission. La grande couronne elliptique, formant chemin de ronde, est sans cesse en mouvement; on y suspend les tiges de lin, qui, progressivement, gagnent les cylindres broyeurs, puis les quittent; les tiges déjà partiellement teillées, sont accrochées par le côté opposé, se rendent aux cylindres broyeurs du levier opposé, et enfin sont détachées pour être envoyées au peignage.

L'appareil de M. Lesage a été construit, en accord avec la grande maison Saint frères, pour son usine de Pont-Rémy, près d'Abbeville, où nous l'avons vu exécuter ses premiers essais.

La conduite de la machine ne demande que deux ouvriers ou ouvrières; elle peut teiller à l'heure 100 kg de lin en paille, c'est-à-dire obtenir à l'heure 10 kg de filasse, tandis qu'un bon teilleur belge n'en produit qu'un seul dans le même temps. D'après l'inventeur, 100 kg de fibres de lin, teillés à la machine, fournissent au moins 65 kg de fibres peignées, tandis qu'elles n'en fourniraient que 50 kg si elles avaient été teillées au moulin flamand. Il y a lieu d'ajouter que le teillage à la machine évite les « boutons » trop fréquents avec le teillage au moulin et dont les filateurs redoutent la présence.

Si la culture et l'industrie françaises peuvent un jour se substituer à la culture et à l'industrie russes pour la production des 100 000 t de fibres qu'elles nous importaient tous les ans, il leur faudra adopter des procédés mécaniques tant pour leur arrachage que pour leur teillage; l'appareil de M. Lesage, comme d'ailleurs celui de M. Feuillette, résout le problème du teillage mécanique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTES D'AGRICULTURE

par M. Henri Hitier,
membre du Conseil.

## La situation de l'agriculture au début de l'année 1922.

L'agriculteur qui a dressé son bilan de fin d'année, en décembre 1921, et fait son inventaire a, dans presque tous les cas, constaté que la campagne 1920-1921 avait été mauvaise pour lui; les recettes ont exceptionnellement couvert les dépenses et la valeur de son cheptel, c'est-à-dire, de ses animaux n'a pu être estimée que 50 p. 100 au plus de celle de ce même cheptel fin décembre 1920.

Sans aucun doute les prix pratiqués les années 1919 et 1920, pour la plupart des produits agricoles, étaient très exagérés; ils ne pouvaient se maintenir et il fallait souhaiter une large baisse; l'agriculteur était le premier à le reconnaître et à le désirer même à condition toutefois que cette baisse ne se fît pas sentir seulement à la production mais en même temps à la consommation et que par conséquent, pour tout le monde, la crise de la vie chère s'atténuât. Or le grand malheur est que, pour l'agriculture comme pour l'industrie, la baisse à la production n'a pas été suivie d'une baisse, tout au moins d'une baisse correspondante, à la consommation.

Certes, comparés aux prix d'avant-guerre, les prix de vente des produits agricoles, de quelques-uns d'entre eux au moins et des principaux, paraissent encore très élevés; le blé, le vin, la viande se vendent à la production deux fois et demi environ les prix d'avant-guerre; le coefficient 2,5 en moyenne peut leur être appliqué; mais il faut se rendre compte que les blés, les vins, les animaux ainsi vendus ont supporté des frais de production ayant subi le coefficient 4 à 5 et parfois même 6, du fait de l'augmentation des prix de la main-d'œuvre, des engrais, des harnais, des instruments de culture, etc.

Enfin la sécheresse tout à fait exceptionnelle de l'année agricole 1920-1921 a réduit singulièrement toutes les récoltes sauf celle du blé.

Jetons, du reste, un rapide coup d'œil sur les résultats obtenus dans les diverses branches de la production agricole et voyons comment, malgré la crise, les agriculteurs réagissent et cherchent dans une intensification de la production le vrai remède aux difficultés actuelles.

## La récolte du blé en France en 1921.

D'après la statistique du Ministère de l'Agriculture, les surfaces emblavées en blé auraient été pour la récolte de blé de 1921 de 5.329.830 ha qui auraient produit 87.843.770 q, soit un rendement moyen à l'hectare de 16,48 q.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si les surfaces ensemencées en blé pour la récolte de 1921 avaient été celles de 1913, c'est-à-dire, de 6.500.000 ha, nous aurions été exportateurs de blé en 1921-1922 puisque la production française aurait atteint plus de 107 millions de quintaux, chiffre que nous n'avons jamais connu; notre plus belle récolte, celle de 1907, n'avait été en effet que de 103.735.000 q.

C'est que le rendement moyen à l'hectare en 1921, 16,48 q, est le plus élevé qui ait été enregistré par nos statistiques depuis 1840; deux fois seulement la production moyenne à l'hectare avait atteint et dépassé 15 q : 15,77 q en 1907 et 15,14 q en 1904.

Il est intéressant et utile de rechercher à quoi est dû un rendement moyen aussi élevé pour la France.

Sans aucun doute aux efforts des agriculteurs, des paysans français pour lesquels le blé est heureusement toujours resté la culture revêtant une sorte de caractère sacré, celle qui assure à chacun d'eux la provision de farine pour le pain quotidien, celle aussi qui, dans beaucoup d'exploitations, constitue le principal produit pour la vente. Aussi à la culture du blé, les paysans français apportent des soins particuliers; constatons aussi que le prix de cent francs le quintal, touché pour le blé de la récolte de 1920, leur a permis de faire les dépenses nécessaires en engrais et semences pour celle de 1921; s'ils ont acheté des engrais, s'ils ont donné à la terre les façons voulues, ils ont en même temps à la suite de la très active et féconde campagne menée par le Comité national du Blé qu'avait organisé M. J.-H. Ricard, ministre de l'Agriculture, employé des semences de meillleure qualité, des blés de variétés sélectionnées dont les grains avaient été passés au trieur.

Toutefois le rendement élevé de la récolte 1921 est dû, il faut savoir le reconnaître, surtout aux conditions météorologiques qui, pendant la campagne 1920-1921, ont été particulièrement favorables à la végétation du blé, alors qu'en même temps les saisons sèches que nous avions ne permettaient pas aux mauvaises plantes de se développer. Dans la majorité de nos régions en France, les champs de blé se présentaient abondamment garnis de plants de blé, sans mauvaises herbes.

Or si la propreté des terres, l'absence de plantes adventices est chose ordinaire dans nos belles cultures de l'Ile-de-France et du Nord, où, du reste, le rendement moyen à l'hectare dépasse 20 q et même 30 q dans nombre d'exploitations, au contraire dans l'Ouest, le Sud-Ouest, l'Est, le Centre, trop souvent le blé disparaît au milieu d'une exubérante végétation de mauvaises plantes.

Le docteur Rey, un des doyens des agriculteurs du Lot, n'écrivait-il pas encore récemment qu' « en général le dommage causé par les mauvaises herbes dans les blés fait baisser la récolte de 30 à 50 p. 100, parfois même, ajoutait-il, l'invasion est telle que le malheureux cultivateur se voit dans l'obligation de faucher en vert son champ de blé pour le donner au bétail ».

De la magnifique moisson de blé de cette année se dégage donc une leçon : Avoir des terres propres est la première condition à réaliser. Tous nos efforts dans la pratique agricole doivent tendre, par un judicieux assolement, par des façons aratoires appropriées etc., à débarrasser le sol des mauvaises plantes qui vivent aux dépens de la bonne plante et parfois même arrivent à l'étouffer. Répandre des engrais, employer des semences sélectionnées avant de nettoyer les terres, c'est « mettre la charrue avant les bœufs ».

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A plusieurs reprises déjà dans de précédentes Notes d'Agriculture, nous avons étudié ici-même la production du blé en France par régions; reprenons cette analyse pour la récolte de 1921 (1).

La première région (*Nord*) composée des départements de l'Aisne, Calvados, Eure, Eure-et-Loir, Manche, Nord, Oise, Orne, Pas-de-Calais, Seine, Seine-Inférieure, Seine-et-Marne, Seine-et-Oise, Somme, comprenait 1.084.650 ha ensemencés en blé qui ont donné 22.860.970 q, soit une moyenne à l'hectare supérieure à 21 q.

La seconde région (*Est*), Ardennes, Aube, territoire de Belfort, Marne, Haute-Marne, Meurthe-et-Moselle, Meuse, Haute-Saône, Vosges, Moselle, Bas-Rhin et Haut-Rhin, avait ensemencé 591.610 ha qui ont donné 9.228.800 q, soit une moyenne à l'hectare de 17,7 q.

La troisième région (*Ouest*), Côtes-du-Nord, Finistère, Ille-et-Vilaine, Loire-Inférieure, Maine-et-Loire, Mayenne, Morbihan, Sarthe, Deux-Sèvres, Vendée, Vienne, sur 1.117.500 ha a récolté 18.718.500 q de blé, soit une production moyenne à l'hectare de 16,7 q.

La quatrième région (*Centre*), Allier, Cher, Creuse, Indre, Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Loiret, Nièvre, Haute-Vienne, Yonne, a ensemencé en blé 734.080 ha qui ont fourni 13.826.700 q, soit une moyenne de 18,8 q à l'hectare.

La cinquième région (*Est-central*), Ain, Hautes-Alpes, Côte-d'Or, Doubs, Isère, Jura, Rhône, Saône-et-Loire, Savoie, sur 478.240 ha a récolté 7.149.420 q, soit une moyenne de 14,9 q à l'hectare.

La sixième région (*Sud-Ouest*), Ariège, Charente, Charente-Inférieure, Dordogne, Haute-Garonne, Gers, Gironde, Landes, Lot-et-Garonne, Basses et Hautes-Pyrénées, Tarn-et-Garonne a ensemencé 775.050 ha qui n'ont donné que 8.677.510 q, soit le faible rendement de 11,7 q à l'hectare.

La septième région (*Massif Central*), Aveyron, Cantal, Corrèze, Loire, Haute-Loire, Lot, Lozère, Puy-de-Dôme, Tarn, n'a ensemencé en blé que 361.590 ha qui ont donné 4.256.750 q, soit un rendement moyen de 11,7 q à l'heclare.

Enfin la huitième région (*Midi*), Basses-Alpes, Alpes-Maritimes, Ardèche, Aude, Bouches-du-Rhône, Corse, Drôme, Gard, Hérault, Pyrénées-Orientales, Var, Vaucluse, a ensemencé 257.110 ha qui ont donné 3.125.120 q, soit une production moyenne à l'hectare 12,1 q.

Par ces chiffres, on constate combien les surfaces consacrées au blé et les rendements obtenus à l'hectare présentent des différences d'une région à l'autre de la France. Somme toute deux grandes régions consacrant chacune au blé, plus de un million d'hectares, celle du Nord et celle de l'Ouest, à elles seules, ont produit 41 millions de quintaux de blé, puis viennent les régions du Sud-Ouest et du Centre qui ont ensemencé le blé, chacune, sur plus de 700.000 ha, mais qui, réunies, n'ont produit que 21 millions quintaux de blé.

Si l'on rapproche les surfaces ensemencées en blé en 1920-21 de celles ensemencées en blé pour la récolte de 1913 on observe que, malgré le retour à la France de l'Alsace et de la Lorraine, en 1921 le blé n'a occupé en France que 81 p. 100 de l'étendue qui avait été consacrée à sa culture en 1913.

Cette diminution des surfaces consacrées au blé est très inégale suivant les départements. Tandis que la diminution est exactement celle de l'ensemble de la

(1) Les régions adoptées par le Ministère de l'Agriculture correspondent aux régions de l'Inspection générale de l'Agriculture.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

France pour les régions du Nord, du Centre, du Massif Central, 19 p. 100; elle est plus accentuée dans l'Est central, 24 p. 100; dans le Sud-Ouest, 25 p. 100; dans l'Est, 32 p. 100; dans le Midi, 36 p. 100; par contre la diminution est faible dans l'Ouest où elle n'atteint que 10 p. 100. Cette région de l'Ouest, heureusement, consacre à la culture du blé, nous venons de le voir, des surfaces très étendues, 1.117.500 ha, et des départements comme les Côtes-du-Nord, le Finistère, la Vendée, la Vienne, ont pour ainsi dire eu les mêmes surfaces ensemencées en blé en 1921 qu'en 1913.

La statistique du Ministère de l'Agriculture fait saisir, par la précision même des chiffres, les efforts réalisés par les départements du Nord de la France, victimes de l'invasion, pour reconstituer les cultures : dans l'Aisne pour la récolte de 1921 ont été ensemencés en blé 110.830 ha, 77 p. 100 des emblavures de 1913; dans le Nord, 113.000 ha, 90 p. 100 des emblavures de 1913; dans l'Oise 92.000 ha, 84 p. 100 des emblavures de 1913; dans la Somme, 92.620 ha, 75 p. 100 des emblavures de 1913; dans le Pas-de-Calais, 115.000 ha, 80 p. 100 des emblavures de 1913. Dans les départements — où les terres étaient restées en friche, en grande partie, durant la guerre, où beaucoup de champs ont été bouleversés de fond en comble, où dans la majorité des exploitations, ne se trouvaient plus, à l'armistice, ni animaux, ni machines agricoles, ni pailles, ni fourrages, où encore maintenant, trop souvent comme bâtiments de fermes n'existent que des abris provisoires et en nombre insuffisant — le travail des agriculteurs a été tel que le rendement moyen à l'hectare y a atteint près de 22 q.

C'est ce rendement moyen de 22 q que donne la statistique pour l'ensemble des départements du Nord, du Nord-Ouest et du rayon de Paris, région dans laquelle les surfaces emblavées en blé ont couvert près d'un million d'hectares. Encore dans nombre d'exploitations de cette région, spécialement dans les fermes à betteraves, a-t-on constaté aux battages des productions de blé de 35 q à l'hectare pour des étendues en blé de 80 à 100 h par ferme.

### Les céréales autres que le blé.

Si la récolte de blé de 1921 a été bonne, malheureusement les récoltes des autres céréales que l'on sème surtout au printemps, avoine, orge, maïs, sarrasin ont été nettement déficitaires, et la cause en provient de la sécheresse persistante du printemps et de l'été qui a arrêté la végétation de ces céréales dès le début.

L'orge n'a donné qu'une récolte de 8.230.980 q, et la moyenne décennale, d'avant-guerre, 1904-1913 avait été de 9.844.560 q.

L'avoine récoltée en France en 1921 n'a atteint que le chiffre de 35.591.000 q, alors que la moyenne décennale avant-guerre avait été de 48.596.690 q.

Le sarrasin, en 1921, 2.606.830 q au lieu de 4.607.240 q, moyenne décennale 1904-1913.

Le maïs, en 1921, 3.099.600 q au lieu de 5.685.250 q, moyenne décennale 1904-1913.

Aussi il n'y a plus cette année les différences que l'on constatait toujours avant la guerre entre les prix de ces différentes céréales et le blé. En 1913 le blé valant 26,98 f, le quintal, l'orge valait 20,79 f, le sarrasin 18,88 f, l'avoine 21,28 f. Mainte-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nant on ne vend guère le blé à la ferme plus de 66 à 68 f le quintal, et on y trouve preneur de l'orge à 68 et 72 f, preneur de l'avoine à 60 f, preneur de sarrasin à 70 f.

Les plantes racines et à tubercules, les gros légumes, etc. ont eu comme toutes les cultures de printemps leur végétation très compromise par la sécheresse, aussi nos récoltes de pommes de terre, de betteraves, de haricots sont très nettement déficitaires; les consommateurs, malheureusement, ne le constatent que trop aux prix des pommes de terre, des haricots, des lentilles, etc., sur tous les marchés.

Les prairies n'ont donné qu'une coupe et pas de regain et quant aux herbages, c'est-à-dire aux prairies que l'on réserve pour y engraisser les bovidés en y faisant pâturer l'herbe, elles sont devenues dès le mois de juin de véritables paillassons dans la plupart des régions de la France; devant l'impossibité d'y maintenir les animaux, et dans nombre de cas dans l'impossibilité de les y abreuver, les agriculteurs herbagers ont dû vendre coûte que coûte le bétail et nous avons eu une baisse considérable des prix de la viande mais toujours seulement à la production. Les herbagers avaient acheté, en janvier 1921, les animaux, bœufs, bouvillons, génisses qu'ils comptaient mettre dans les prés pour les engraisser sur le cours de 4,50 à 5 f le kilogramme poids vif ; en juin-juillet, ils revendaient ces mêmes animaux sur le cours de 3 f le kilogramme poids vif. Leur perte par bête a été généralement estimée à 1.000 f (1).

### La production des vins en 1921.

Nous avons récolté en France, en 1921, 45 millions d'hectolitres de vin; en 1920, nous en avions récolté 56 millions d'hectolitres, et 51,4 millions d'hectolitres en 1919. L'Algérie n'a, de son côté, récolté en 1921 que 5 millions d'hectolitres de vin au lieu de 7 et 7,7 millions d'hectolitres en 1920 et 1919.

Si, à ces quantités récoltées à la propriété en 1921, l'on ajoute les stocks, on trouve pour la France et l'Algérie un total disponible de 54.254.057 hl contre 66 millions en 1920. Le déficit est de 12 millions d'hectolitres, ce qui explique le maintien et la hausse même des cours des vins qui s'est manifestée depuis quelques mois.

(1) On comprend, dans ces conditions, l'émotion soulevée dans le monde agricole par le projet de loi présenté par M. Paul Doumer, ministre des Finances, le 22 décembre 1921, ayant pour objet de fixer pour l'année 1922, les coefficients minima et maxima applicables, par nature de culture, à la valeur locative des terres exploitées pour l'évaluation du bénéfice devant servir de base à l'impôt sur les bénéfices de l'exploitation agricole. Dans ce projet, en effet, pour les prés et prairies naturelles, herbages et pâturages, au lieu des coefficients 1 à 4 qui avaient été fixés pour l'année 1921, le Ministre propose minimum 3, maximum 6; des augmentations de même ordre ou même d'un ordre plus élevé sont prévues pour les terres, pour les vignes, etc. Or dans son exposé des motifs, le Ministre est cependant bien obligé de reconnaître que pareille augmentation est illogique, étant données les récoltes de 1921.

« D'après les renseignements recueillis auprès des Offices agricoles départementaux, le rendement des exploitations agricoles a été, dans l'ensemble, moindre en 1921 qu'en 1920. Les coefficients applicables pour une année déterminée devant être établis en tenant compte des résultats de l'année précédente, il semblerait donc au premier abord que pour 1922 les minima et maxima dussent être fixés à des chiffres inférieurs à ceux de 1921. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

### La récolte des cidres et poirés en 1921.

En Normandie et Bretagne, dans l'Ouest et Nord-Ouest de la France, les fruits à cidre ont été abondants en 1921 ; même au début de l'automne, les prix étaient tombés tellement bas que les frais de ramassage étaient à peine couverts et que bien des fruits ont été laissés aux arbres et sous les arbres. Les gelées de novembre ont, d'autre part, fait perdre aussi des pommes en assez grande quantité; néanmoins les statistiques du Ministère indiquent encore une belle production de cidres et poirés; 21.942.080 hl, au lieu de 10.244.912 hl, en 1920, et 1.605.320 hl en 1918. Il est vrai qu'en 1919, nous avions eu 22.333.054 hl de cidres et poirés, 26 millions en 1917 et 30 millions en 1913.

On sait combien sont grandes les variations dans la récolte de ces fruits à cidre et quelle est dès lors l'importance de l'application de procédés permettant la conservation des moûts ou cidres d'une année à l'autre.

En 1921-22 les Bretons et les Normands avaient espéré un écoulement de leurs fruits vers d'autres régions de la France ou même à l'étranger (l'Allemagne avant la guerre était le principal débouché, pour mieux dire, l'unique débouché de nos pommes à cidre), mais par suite de l'élévation des tarifs de transport et du nouveau droit de circulation sur les fruits à cidre, les achats dans les pays de forte production vers des centres moins favorisés ont été très restreints.

*
* *

En face de la situation difficile devant laquelle se trouvent aujourd'hui les agriculteurs comme, du reste, tous les industriels, les premiers ont, disions-nous au début de cette chronique, cherché à réagir et ils ont pris des initiatives qui méritent d'être connues car celles-ci doivent avoir une répercussion heureuse pour l'ensemble du pays. Nous voudrions en citer deux exemples, l'un à propos de l'amélioration du marché de la viande, l'autre à propos de l'exportation de nos animaux reproducteurs et aussi de notre expansion économique dans les pays étrangers.

### Un essai d'abattoir industriel régional coopératif : l'usine de Cantarane.

Le nouveau Ministre de l'Agriculture, M. Chéron, dès le jour où il prenait possession de ses fonctions se préoccupait du marché de la viande; il se rendait à la Villette, faisait prendre un décret pour organiser le contrôle des prix de la viande sur les marchés et dans les boucheries. et. devant les commissions parlementaires, reconnaissait que la véritable solution au problème du commerce de la viande se trouvait dans l'établissement d'abattoirs industriels régionaux. Il y a déjà longtemps que tout ceci se dit et se répète, s'écrit, mais, en attendant, la ménagère ne constate guère de baisse chez le boucher où elle se rend pour s'approvisionner. Or l'Union du Plateau Central, sous l'initiative d'un homme dont on ne louera jamais assez toutes les hautes qualités de désintéressement et d'activité, M. Maurice Anglade, a réalisé à Cantarane, près Rodez, dans l'Aveyron, la création et la construction d'un abattoir industriel régional coopératif, dont les résultats ne sont pas moins intéressants pour les producteurs que pour les consommateurs. M. Henry Lapierre, secrétaire général de l'Union du Plateau Central, en a retracé la genèse et le fonctionne-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment dans un article du *Bulletin de la Société des Agriculteurs de France*, auquel nous empruntons les renseignements que voici (1) :

Monopolisé entre les mains d'organisations antiques et puissantes qui défendent leur fief avec d'autant plus d'acharnement qu'elles le sentent attaquable, le marché de la viande, tel qu'il est actuellement constitué, est un véritable monopole de fait qui régit producteur et consommateur.

Tout a été dit sur les défauts de l'organisation actuelle : mauvaise utilisation de notre cheptel, de notre matériel de transports, perte de poids et déchets divers de route provenant des transports de bétail vivant; trop grand nombre d'intermédiaires facilitant la spéculation pure, et enfin, d'autre part, existence d'un marché unique, dit régulateur, qu'un non-sens économique rare institue à Paris pour la France entière et qui, grâce à des ramifications nombreuses, vient de la Villette, jusque dans nos campagnes les plus reculées, vicier et déformer le marché du bétail sur pied. Telles sont les causes, multiples en apparence, mais uniques dans leur essence qui créent le malaise actuel.

Ce n'est que par une réforme large et hardie que le marché de la viande pourra être réorganisé aussi bien au profit du consommateur qu'à celui du producteur.

A la base de cette réforme s'impose le principe de l'abattoir industriel moderne établi au centre de production et destiné à transporter les animaux au centre de consommation sous forme de viande morte, le cinquième quartier étant transformé dans l'usine même.

L'Union du Plateau Central, qui fédère cinq départements du Centre producteurs de bétail de boucherie, a créé une société d'exportation des produits agricoles dont le but a été précisément l'organisation rationnelle et commerciale du marché des produits du sol.

L'usine de Cantarane a été étudiée en vue de répondre au progamme à la fois économique et social assez vaste qui fut la préoccupation de l'Union des Associations agricoles du Plateau Central; il peut se ramener à trois directives :

1° Installer un abattoir très moderne, d'une puissance calculée d'après la production de la région du Plateau Central, susceptible de s'alimenter sur place dans un rayon restreint et destiné à faciliter aux éleveurs l'écoulement rémunérateur et régulier de leurs animaux;

2° Adjoindre à cet abattoir une installation frigorifique appelée non seulement à assurer la conservation de la viande, mais encore celle de tous les autres produits régionaux susceptibles de faire l'objet d'une exportation pour la Société, tels que volailles, fromages, œufs, fruits.

3° Tout en adoptant comme forme légale celle de la société anonyme, seule capable de réunir des capitaux suffisants pour assurer la réussite d'une telle entreprise, conserver à la base des principes strictements coopératifs, tels que la priorité réservée aux actionnaires producteurs, primes au rendement, de telle façon que non seulement les producteurs du Plateau Central conservent le contrôle et les bénéfices de l'entreprise, mais encore qu'ils soient invités à améliorer leur élevage et à l'intensifier.

Les plans de l'usine ont été conçus de telle façon que l'abattoir ainsi réalisé peut être considéré comme le type de l'abattoir industriel français, intermédiaire entre l'abattoir américain tout en hauteur et l'abattoir allemand tout en surface.

(1) Bulletin de novembre 1921.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sa conception simple, comme aussi sa puissance d'abatage moyenne (50 bœufs environ par jour et l'équivalent en moutons et en porcs), paraît répondre, en effet, aux besoins des régions françaises. C'est là un point sur lequel M. H. Lapierre insiste d'une façon particulière : « A notre avis, des erreurs ont déjà été commises dans ce sens et trop souvent les abattoirs industriels réalisés en France ont été prévus trop larges. Si nous devons emprunter aux Américains leurs méthodes et leur outillage, nous devons réduire aux proportions françaises les vastes usines que peuvent seules alimenter les énormes concentrations de bétail qui existent dans l'Ouest américain. »

L'abattoir industriel de Cantarane est doté de l'outillage américain perfectionné qui lui permet de réaliser le traitement des issues et des sous-produits dans des conditions d'économie réelle. On peut estimer que l'augmentation de rendement du cinquième quartier traité dans les conditions industrielles atteint aisément 30 p. 100.

L'usine est bâtie au centre d'un enclos de 10 ha qui constitue un passage remarquable pour les animaux; un embranchement de la voie ferrée pénètre dans l'usine et dessert directement les quais sur toute leur longueur; l'appareillage frigorifique est à ammoniaque; il refroidit à + 2° huit chambres froides mesurant chacune 8 m × 8 m, et dont 4, refroidies au moyen du froid sec sont destinées à la conservation de la viande, et 4 refroidies au froid humide servent aux fromages traités dans les coopératives laitières de l'Union du Plateau Central.

Plus intéressante apparaît la conception sociale réalisée dans la forme nettement coopérative que l'Union du Plateau Central s'efforce de donner à la Société d'exportation. C'est dans le sens de la moralisation du marché, de l'encouragement et de la sélection de la production que l'on a voulu agir, par exemple, achats et ventes au poids, primes particulières touchées en plus du prix commercial déjà payé, et proportionnées au rendement des animaux.

Enfin au point de vue de l'intérêt du consommateur, des faits précis permettent d'avancer que la suppression de certains intermédiaires et des déchets divers, que permet l'abattoir industriel au centre d'élevage, et l'application des méthodes coopératives donnent à son égard des résultats heureux.

Dans quelques villes de la région voisine de l'usine de Cantarane où la vente directe au détail a été organisée, il a été possible de livrer une viande de qualité très supérieure avec une diminution qui a atteint et dépassé 2 f par kilog.; les cours de la viande au détail suivent les variations des cours de la viande sur pied.

En résumé, comme le dit très justement M. Lapierre : « L'abattoir coopératif industriel devient le véritable régulateur du marché de la viande et l'expérience nous permet de le dire, dans bien des cas même, le conseiller des municipalités. »

### L'exportation de nos animaux reproducteurs et le Syndicat central d'Exportation de la race bovine charolaise.

Un grand effort est actuellement réalisé par les éleveurs français pour exporter des animaux reproducteurs dans les pays étrangers; il y a là un mouvement des plus heureux pour l'expansion économique de notre pays qui, dès lors, n'intéresse pas seulement les particuliers mais la France entière.

Les éleveurs ont compris que si nous voulions créer un cours important de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ventes d'animaux producteurs à l'étranger il nous fallait tout d'abord, en France, des livres généalogiques bien tenus et un seul livre généalogique pour chacune de nos races sans ces multiples sous-sections qui, trop souvent, existaient. Ils ont compris, de plus, que les envois isolés de quelques têtes de bétail par quelques éleveurs, individuellement, ne pouvaient avoir une grande portée, mais que des groupements, des syndicats, devaient prendre en mains l'organisation de ces exportations. Sous la haute direction de la Fédération des Associations agricoles de la région du Centre, des négociations furent engagées entre les sociétés d'agriculture et les syndicats de divers départements où l'élevage de la race charolaise était en honneur. Dans un sentiment de sagesse auquel on ne saurait trop rendre hommage, les principaux éleveurs de cette race comprirent l'intérêt de se grouper pour défendre d'abord, développer ensuite, le rayon d'action de leur commerce ; c'est ainsi que furent créés coup sur coup, sous les auspices de la Fédération, le herd-book unique de la race charolaise, puis le Syndicat central d'exportation de la race charolaise.

Le herd-book de la race charolaise, tenu à Nevers, est un herd-book fermé donnant ainsi toute garantie aux acheteurs éventuels ; il représente la fusion des herd-books tenus dans divers départements et déjà régis par des règlements semblables assurant l'homogénéité de la race; leur ancienneté remontant à 1887 et parfois plus haut est la meilleure garantie de leur valeur.

Quant au Syndicat central d'exportation de la race charolaise dont le siège est aussi à Nevers, les statuts du syndicat en fixent l'objet :

« Le Syndicat central a pour rôle principal de servir de trait d'union entre les Sociétés et syndicats adhérents, de coordonner les efforts isolés de chacun d'eux et de favoriser le plus possible l'exportation de la race charolaise.

« Le Syndicat central a plus spécialement pour objet l'étude des questions techniques et économiques qui régissent les achats, les transports et la vente des animaux susceptibles d'être exportés, de même que toute question de publicité relative à cette exportation.

« Le Syndicat central s'occupe notamment de désigner une Commission interdépartementale destinée à choisir les animaux devant être vendus par son intermédiaire pour l'exportation; d'organiser directement des ventes à l'étranger et, pour cela, de réunir les capitaux nécessaires tant pour les achats des animaux que pour les frais d'expédition et de vente. »

Le général marquis de Laguiche, nommé président du Syndicat central d'exportation de la race charolaise — et, qui possède lui-même une des meilleures étables du Charolais, — mit, aussitôt, en exécution le programme du syndicat : Une commission fut nommée pour choisir les animaux destinés à être envoyés et vendus aux expositions de Montevideo et de Rio de Janeiro, cette année 1922. Nous avons vu ces animaux en janvier au concours de Charolles, Nevers et Moulins : le choix en est très heureux. Les éleveurs ont cédé leurs animaux au syndicat, ils seront payés seulement après les ventes qui pourront être faites en Amérique.

D'autre part, les animaux, avant leur départ, sont tuberculinés et vaccinés contre le pyroplasmose, ce qui entraîne des frais élevés; le transport jusqu'aux ports d'Amérique, l'entretien dans les parcs ou étables jusqu'à l'époque des ventes exigent également des avances importantes.

Une souscription de plusieurs centaines de mille francs, ouverte par le syndicat, est destinée à couvrir toutes ces dépenses.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, comprenant tout l'intérêt d'une large publicité bien comprise, le syndicat a pris en main, à peine formé, la publication d'une brochure de propagande pour faire connaître la race bovine charolaise partout où l'expansion de cette race semble avantageuse, sans aucune limitation de pays.

Admirablement illustrée, traduite en plusieurs langues : portugais, espagnol, etc., cette brochure, modèle du genre, est distribuée à plusieurs dizaines de milliers d'exemplaires.

Il y a là, on le voit, une initiative des plus heureuses en pleine voie de réalisation et qui sera certainement imitée pour d'autres de nos belles races françaises.

Cette initiative, croyons-nous, mérite vraiment d'être encouragée parce que, nous le répétons, il ne s'agit pas d'un intérêt particulier mais de l'intérêt général de la France. Cette exportation d'animaux reproducteurs peut contribuer, pour une large part, à l'expansion économique de notre pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

## Ire ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

(14 JANVIER 1922)

Présidence de M. L. Baclé, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 10 décembre 1921 est adopté.

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

l'Aluminium français, 12, rue Roquépine, Paris (8e), présenté par M. Guillet et M. Boyoud;

la Direction générale des Glaceries de la Société anonyme des Manufactures de Glaces et Produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, 1 bis, place des Saussaies, Paris (8e), présentée par M. Delloye;

M. de Bellescize (André-Robert), Ingénieur I. E. G. (électricien), 51, rue Pierre-Charron, Paris (8e), présenté par M. P. de Monicault et M. H. Hitier;

M. Lazarkèvitch (Nikifor), ancien professeur à l'École polytechnique supérieure de Kief, ingénieur, président de l'Association des Ingénieurs russes à Paris, 238, rue de Tolbiac (13e), présenté par M. Lemaire;

l'Observatoire physique central de Pétrograd (Russie), présenté par M. Guillaume.

M. Baclé, *président.* — J'ai le regret de vous apprendre que notre collègue du Conseil, M. Léon Appert, ne pourra nous faire aujourd'hui la conférence sur les progrès de l'industrie du verre qu'il nous avait promise. Nous le regrettons d'autant plus que son absence résulte d'une indisposition : M. Appert est retenu à la chambre par une forte grippe. Elle paraît heureusement en voie de se dissiper, mais en raison du grand âge de notre collègue, les médecins s'opposent absolument à le laisser sortir avant une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dizaine de jours. Nous n'avons été informés de ce contretemps qu'hier matin, de sorte qu'il nous a été impossible de vous en prévenir. Je m'en excuse auprès de vous. Je suis certain d'être votre interprète en exprimant à notre vénéré Collègue nos vœux de prochain et complet rétablissement.

M. Baclé, *président*. — La Société d'Encouragement vient d'éprouver une perte sensible dans la personne de **M. Daubrée**, membre de son Conseil d'Administration depuis 1893, d'abord au titre de la Commission des Fonds, puis en 1904, au titre du Comité d'Agriculture.

Né à Nancy le 26 mai 1844, Lucien Daubrée entra à l'École forestière et passa, après sa sortie de cette École, par les différents grades de la hiérarchie. Grâce aux qualités qu'il manifestait, il franchit rapidement les étapes. Promu sous-inspecteur en 1878, il était bientôt appelé à l'Administration centrale. Nommé sur place inspecteur en 1884, il était chargé, à la fin de 1886, avec le grade de conservateur, des fonctions de chef du personnel. Enfin, en 1887, il devenait directeur intérimaire de l'Administration des Forêts et, au début de l'année suivante, il en devenait définitivement directeur. Il n'était âgé que de quarante-trois ans.

L'Administration forestière traversait alors une période critique. Des modifications profondes avaient été apportées dans son organisation; elles avaient suscité de vives polémiques dont l'écho retentit, à diverses reprises, jusque devant le Parlement. Quoiqu'un profond sentiment du devoir, le savoir et le dévouement aient toujours caractérisé le corps forestier, on pouvait redouter que ces mesures brusques altérassent l'union qui en faisait la force. Un grand tact et une extrême prudence étaient nécessaires au nouveau directeur pour éviter les écueils, adoucir les froissements, donner confiance dans l'avenir. Daubrée possédait ces qualités au plus haut degré : il les déploya avec une habileté soutenue, rapprocha les éléments qui paraissaient les plus opposés, assura la vitalité de l'esprit de corps qui menaçait de disparaître. C'est par ces véritables vertus qu'il sut asseoir solidement son influence et qu'il vit celle-ci se développer rapidement. Après quelques années, il devenait directeur général, et en 1898 il pouvait obtenir pour son administration le titre de *Direction générale des Eaux et Forêts* que Colbert lui avait donné lors de sa création. Ce n'était pas une vaine formule, c'était la consécration de la dépendance mutuelle de l'eau et de la forêt.

Pour suivre dans tous ses détails la marche du grand Service dont la direction lui était confiée, Daubrée ne se contenta pas de l'examen des documents qui étaient centralisés dans son cabinet : il voulut étudier sur place, dans toutes les régions forestières de la France, les améliorations qui pouvaient être nécessaires : au cours de nombreux voyages dans les pays étran-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gers, il se livrait à des comparaisons dont il tirait des conclusions utiles. Les forestiers des divers pays de l'Europe avaient pour lui une grande estime, et, aujourd'hui, les administrations étrangères, ayant reconnu la supériorité des méthodes françaises de sylviculture, qui sont en grande partie l'œuvre de Daubrée, s'en sont presque toutes au moins inspirées.

Ses fonctions administratives ne l'absorbaient pas au point qu'il ne pût se livrer à des travaux personnels. On doit à Daubrée une œuvre magnifique : *Statistique et Atlas des Forêts de France*, publiée en 1912, qui lui fait le plus grand honneur. Sans doute, les éléments s'en trouvaient dans les renseignements fournis par les agents des forêts, mais il sut, en même temps que les coordonner, en exposer la synthèse sous la forme la plus heureuse. Auparavant, il avait, dans les trois volumes publiés sous le titre : *Restauration et conservation des travaux en montagne*, à la fois exposé les méthodes suivies dans les différents périmètres et donné un guide pour poursuivre la grande œuvre entreprise depuis quarante ans. Je ne citerai que ses rapports au Congrès international de Sylviculture en 1900, aux Congrès de la Chasse en 1907 et en 1910, etc. Pour ces travaux comme dans la direction de l'Administration forestière, il avait eu la bonne fortune de s'adjoindre un collaborateur intime, notre collègue M. Lafosse, qui lui est demeuré fidèle jusqu'à son lit de mort.

Daubrée prit sa retraite en 1911. Il avait présidé avec honneur pendant vingt-quatre ans, aux destinées de la Direction générale des Forêts : aucun de ses prédécesseurs n'avait, même de loin, fourni une carrière aussi longue et aussi remplie. C'est le plus bel hommage qui puisse être rendu à la mémoire de notre regretté Collègue.

M. Henri Lafosse, au nom de la Commission des Fonds, présente un rapport sur les *comptes de l'exercice financier 1920* (1).

Ce rapport est adopté.

M. Lucien Bordet, censeur, au nom des Censeurs, présente un rapport sur l'exercice financier 1920 (2).

Ce rapport est adopté.

M. Baclé, *président*, propose d'adresser des remerciements, non seulement comme le proposent MM. Lafosse et Bordet, à nos présidents, à nos secrétaires, M. H. Hitier et M. P. Toulon, à notre trésorier, M. Alby, et à notre agent général, M. E. Lemaire, mais aussi à M. Lafosse et à M. Bordet eux-mêmes, qui veulent bien partager avec M. Alby, notre trésorier, la tâche

(1) Voir ce rapport dans le *Bulletin* de janvier 1922, p. 15 à 34.
(2) *Ibid.*, p. 35.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ingrate d'administrer les fonds de notre Société et d'en vérifier les comptes.

Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

M. JAMES DANTZER, au nom du Comité des Arts mécaniques, présente deux rapports :

1° Sur le *Dispositif de séchage à air chaud*, de M. ALEXANDRE LEGRAND (1).

2° Sur un ouvrage de M. DANIEL DE PRAT, intitulé : *Traité de tissage au Jacquard* (2).

Ces deux rapports sont approuvés.

M. A. HALLER, au nom du Comité des Arts chimiques, présente un rapport sur un ouvrage de M. PAUL BAUD, intitulé *Les industries chimiques régionales de la France* (3).

Ce rapport est adopté.

M. PAUL TOULON, au nom du Comité des Arts économiques, présente deux rapports :

1° Sur la *machine à calculer, dite Calculatrice*, inventée par MM. LOUIS FOURNIER et GÉRARD-MANG (4).

2° Sur la *machine française à écrire le Braille*, inventée par M. BERGER (5).

Ces deux rapports sont adoptés.

M. BACLÉ, *président*, déclare que le *quorum* statutaire n'ayant pas été atteint pour l'élection des membres du Bureau en 1922 et pour la ratification de la nomination des nouveaux membres du Conseil d'Administration, il y a lieu de procéder à de nouvelles élections dans une seconde assemblée générale. Elle se tiendra le samedi 28 janvier 1922, à 17 h. Les Sociétaires en seront informés par la voie du compte rendu provisoire des séances. Dans cette deuxième assemblée générale, les élections et les ratifications se feront, conformément aux Statuts, à la majorité des votants, quel que soit leur nombre.

La séance est levée à 18 h. 15 m.

(1) Voir ce rapport dans le présent numéro du *Bulletin*, p. 98.
(2) *Ibid.*, p. 93.
(3) *Ibid.*, p. 103.
(4) *Ibid.*, p. 105.
(5) *Ibid.*, p. 108.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# IIe ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

(28 JANVIER 1922)

Présidence de M. L BACLÉ, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 14 janvier est adopté.

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

MM. E. KRIEG et P. ZIVY, ingénieurs E. C. P., industriels, 21, rue Barbès, Montrouge (Seine), présentés par M. Léon Appert;

M. VINCENT (Adolphe-Paul), chevalier du Mérite agricole, industriel (cuirs et peaux), 68, rue de Beaurepaire, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais), présenté par M. Féret;

M. le GÉNÉRAL JULLIEN (Georges-Louis-Edmond), général de division du cadre de réserve, 7, rue Dupont-des-Loges, Paris (7e), présenté par le général Sebert et M. Alby.

La SOCIÉTÉ DE MÉCANIQUE DE GENNEVILLIERS, siège social à Paris, 12, rue d'Aguesseau, Paris (8e), membre de la Société d'Encouragement, a déposé, le 14 janvier 1922, à la Société d'Encouragement un pli cacheté relatif à un *appareil de comparaison pour les opérations de rectification de précision*. Par lettre du 12 janvier 1922, un des administrateurs-délégués de cette société a autorisé la Société d'Encouragement à ouvrir son pli cacheté après le 12 janvier 1927 et à en faire tel usage qu'il lui plaira si, avant cette date, la Société de Mécanique de Gennevilliers n'en a pas effectué le retrait.

M. BACLÉ, *président*. — J'ai le plaisir de vous faire savoir que nous avons reçu de trois de nos membres, les sommes suivantes pour nous aider à la publication de notre *Bulletin* :

De M. Menvielle, 100 f;

De M. Lorilleux, 200 f;

De MM. Jean et Georges Hersent, 300 f.

Nous adressons de très vifs remerciements à nos trois collègues. Ces sommes seront versées au Fonds du *Bulletin* au titre de l'exercice financier 1922.

M. BACLÉ, *président*. — J'ai le regret de vous informer du décès de notre distingué collègue M. **Jules Marrel**, maître de forges à Rive-de-Gier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Jules Marrel, qui était le chef des grands Etablissements Marrel frères, s'était acquis une autorité incontestée dans la fabrication des aciers spéciaux pour les applications militaires, canons, obus et blindages. En ce qui concerne les blindages, il était le créateur d'un procédé spécial, qui, seul, avait pu supporter avantageusement la lutte contre le procédé allemand dû à l'usine Krupp adopté dans le monde entier, et, par là, il s'était acquis, comme métallurgiste, une autorité unanimement reconnue.

Le Ministère de la Marine avait tenu à récompenser les services éminents ainsi rendus par M. J. Marrel à l'industrie et à l'influence françaises par l'attribution de la Légion d'honneur en 1908. De son côté, le Gouvernement italien lui attribua, en 1912, la décoration de la Couronne d'Italie après que la grande usine Ansaldo de Gênes eut fait l'acquisition du procédé.

Le décès de M. J. Marrel, enlevé brusquement en quelques jours des suites d'une pneumonie contractée par lui, au cours d'une fabrication d'acier qu'il avait tenu a surveiller personnellement, est un deuil pour tout le personnel de la grande usine dont il était l'âme agissante, et pour toute la population ouvrière de Rive-de-Gier à l'égard de laquelle il continuait les généreuses traditions de son père et de ses oncles, créateurs, il y a soixante-dix ans bientôt, de la grande maison qui était l'une des gloires de la région.

Nous exprimons à tous les siens la part que nous prenons à leur deuil.

M. Baclé, *président*. — Le 22 janvier, j'ai eu, comme représentant de notre Société, l'honneur d'assister, dans l'Amphithéâtre de Chimie de la Sorbonne, à la cérémonie organisée pour la remise à notre éminent collègue du Conseil, M. Henry Le Chatelier, d'une grande médaille d'or offerte par ses élèves, amis et admirateurs à l'occasion de son cinquantenaire scientifique.

Les savants éminents, les très nombreux industriels qui ont pu mettre à profit dans leurs usines les résultats des études et des recherches poursuivies par M. Le Chatelier, avaient tenu à participer à cette cérémonie. Parlant en leur nom, M. Noblemaire, président du Comité de ce cinquantenaire, a résumé les travaux et découvertes scientifiques de M. Le Chatelier, et il a montré combien a été féconde l'impulsion nouvelle qu'il a donnée à l'enseignement dans nos grandes écoles techniques, dans les universités et dans nos laboratoires industriels.

Je crois devoir rappeler que la souscription a produit 100 000 f de plus qu'il n'est nécessaire pour donner une réplique de la médaille à chacun des souscripteurs et que, selon le désir de M. Le Chatelier, le Comité d'initiative qui a organisé la manifestatiou et reçu les souscriptions, fera don de cet excédent à l'Académie des Sciences.

Le revenu de cette somme sera employé, tous les deux ans, sous la forme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une bourse de recherches d'un caractère essentiellement scientifique, et dont les résultats pourront être utilisés, plus ou moins immédiatement par l'industrie.

M. Molliard, doyen de la Faculté des Sciences de Paris, a parlé après M. Noblemaire, au nom du corps enseignant. Il a signalé tout l'intérêt des méthodes nouvelles de M. Le Chatelier, méthodes qui ont réuni la chimie à la physique et ont rapproché l'époque où tout se résoudra dans une science unique. Il a rappelé quelle précieuse contribution le savant a apportée à la défense nationale. Chargé par le Ministre de la Guerre d'étudier les fabrications métallurgiques de guerre, M. H. Le Chatelier a perfectionné la trempe des projectiles. Il a précisé les conditions de fabrication des briques de silice jusqu'alors importées de l'étranger; il a abordé plusieurs problèmes relatifs à la fixation de l'azote atmosphérique sous forme de cyanures, à la fabrication du nitrate d'ammoniac, etc.

M. Bertin, président de l'Académie des Sciences, a remercié ensuite au nom de ses collègues, le Comité de la donation faite à l'Académie, et M. Trasenster, délégué de l'Université de Liége, a annoncé que la Faculté technique belge décernait à M. Le Chatelier le diplôme de docteur *honoris causa*.

M. H. Le Chatelier, à son tour, dans une allocution toute pleine de souvenirs personnels, a parlé de sa formation scientifique auprès de H. Sainte-Claire Deville, de Marey, de Daubrée, de Mallard. Il a souligné l'influence de son père sur ses études et a déclaré qu'il considérait ses découvertes comme la résultante des efforts faits par tous ceux qui l'avaient précédé.

M. Le Chatelier a énuméré les divers milieux scientifiques ou techniques dans lesquels il a exercé son activité; il a mentionné notre Société d'Encouragement, dont il a été président, et en particulier le Comité des Arts chimiques qu'il préside et dont il est membre depuis trente-sept ans. Il a passé sous silence le rôle important qu'il y a joué et qu'il y joue encore, mais, n'en déplaise à sa modestie, je crois devoir le rappeler ici. Il y a mis notamment à l'étude, ou y a fait étudier par de savants techniciens, les propriétés des alliages métalliques, et celles des argiles céramiques. Les rapports de ces techniciens ont été publiés dans notre *Bulletin* et ont remporté un tel succès qu'ils ont dû être réunis ensuite en deux forts volumes. Le premier, aujourd'hui épuisé depuis longtemps, a rendu les plus grands services aux métallurgistes français au cours de la dernière guerre. Plus tard, sur l'initiative de M. Le Chatelier, ont été entreprises d'autres recherches sur la fabrication des cuirs, des papiers. Actuellement, des travaux semblables sont en cours sur la recherche des métaux les plus appropriés à la construction des différents organes de machines agricoles.

Notre Société remplit ainsi sa mission en apportant sa contribution à la



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

solution cherchée, et, dès lors, la reproduction de pareils travaux dans notre *Bulletin* donne à cette publication un intérêt et une autorité unanimement reconnus.

M. Le Chatelier s'est fait le propagateur en France de ce qu'on appelle la méthode Taylor et, en général, de l'organisation méthodique du travail dans les usines. Grâce à lui, notre Société a pris la tête de ce mouvement en France, et ses idées ont été heureusement appliquées par ses élèves dans un grand nombre d'entreprises industrielles, notamment pendant la guerre. Grâce aussi à sa générosité, notre bibliothèque est certainement la mieux pourvue du monde en documents, ouvrages et périodiques, de toute langue, sur cette question.

Notre collègue s'est toujours attaché à la résolution des grands problèmes d'intérêt général en y apportant sa tournure d'esprit si originale et si féconde en résultats. C'est ainsi qu'il s'est occupé avec tant de dévouement de cette œuvre de guerre, si intéressante, de notre Comité du Retour aux Études techniques, destinée aux futurs ingénieurs empêchés par la guerre d'entreprendre ou de poursuivre leurs études techniques. Mais là où, dans notre Société, il a le plus marqué peut-être l'empreinte de sa personnalité au point de vue industriel, c'est en orientant notre Société dans la voie des subventions accordées à de jeunes savants techniciens pour poursuivre des recherches d'après un programme bien déterminé et, ainsi, en provoquant ces recherches et les résultats à trouver plutôt qu'en récompensant les résultats acquis, comme nous le faisions presque exclusivement autrefois. Ce faisant, notre Société continue à remplir la mission qui lui a été assignée par ses fondateurs.

Une pareille direction continuera certainement à s'imposer dans l'avenir et elle sera caractéristique de l'activité de notre Société dans le nouveau cycle de son histoire qui s'ouvre après la grande guerre, au centenaire de la déclaration d'utilité publique qui a consacré la première phase de son existence.

Les résultats obtenus ont été particulièrement féconds et il en sera de même dans l'avenir. Cette manière de faire contribuera ainsi à accroître le prestige et l'autorité morale de notre Société. Nous ne saurions donc oublier que c'est surtout à notre éminent collègue que l'honneur doit en revenir. Notre Société est fière de le compter dans ses rangs, à la suite des grands savants dont elle s'enorgueillit déjà et qui ont été pendant le XIX^e^ siècle la gloire de la science et de l'industrie françaises.

Nous exprimons tous nos remerciements à M. Le Chatelier pour son concours à l'œuvre de notre Société et nous joignons nos félicitations à toutes celles qu'il a reçues à l'occasion de son cinquantenaire (*Vifs applaudissements*).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. BACLÉ, *président*, — Notre très distingué collègue M. le Lieutenant-Colonel Paul Renard veut bien nous faire ce soir une communication sur les tendances actuelles de l'aéronautique ; vous connaissez tous l'autorité incontestée qu'il s'est acquise par ses savants travaux et je n'ai pas besoin d'insister sur l'intérêt que présente cette communication faite par un maître en la matière, car il s'agit d'une question qui préoccupe aujourd'hui tous nos contemporains.

Le Lieutenant-Colonel PAUL RENARD, membre du Conseil, fait une communication sur *les tendances actuelles de l'aéronautique d'après le Salon de 1921*.

Un fait qui pouvait frapper même les profanes au Salon de l'Aéronautique de 1921 était l'absence presque complète de ballons. Ce Salon était presque exclusivement consacré à l'aviation et même à une seule catégorie d'appareils plus lourds que l'air, les aéroplanes. Parmi ceux-ci, les hélicoptères, malgré tout ce que l'on peut en attendre dans un avenir prochain, ne sont encore qu'à l'état embryonnaire. Quant aux ornithoptères, c'est-à-dire les appareils qui procèdent du vol des oiseaux, ils n'ont guère encore été réalisés que sous forme de jouets. L'aéroplane triomphait donc. Il a d'ailleurs réalisé des progrès considérables, sensibles pour tout le monde, puisque la guerre nous a familiarisés avec ces appareils.

Les aéroplanes sont devenus énormes tant par leur poids que par leurs dimensions et la puissance motrice embarquée. Celle-ci atteint 1.000 ch sur plusieurs modèles.

Quant aux techniciens, ils ont été frappés surtout par les progrès réalisés dans la construction, par la perfection et le fini des organes, des assemblages, la régularité de forme. La construction aviaire actuelle procède de la fabrication vraiment industrielle, régulière, et n'a plus rien de commun avec le « bricolage » qui était courant avant la guerre et qui, par la force des choses, a dû quelquefois subsister pendant celle-ci.

L'accroissement des dimensions linéaires de l'avion est une nécessité si on veut lui donner deux qualités essentielles : une grande vitesse et une grande capacité de transport. En effet, la force sustentatrice est proportionnelle à la surface portante, c'est-à-dire au carré des dimensions linéaires, et au carré de la vitesse horizontale. Ces deux qualités sont celles que l'on recherchait pendant la guerre pour les avions de bombardement ; ce sont les mêmes qu'il faut obtenir pour l'avion commercial, le *tranporteur*, qui doit emporter une charge utile aussi forte que possible et avoir un grand rayon d'action. Le grand rayon d'action dépend d'ailleurs de la capacité de transport puisqu'on doit comprendre dans la charge utile, le poids du carburant destiné à assurer la propulsion. Ceci explique que les gouvernements encouragent pécuniairement par des subventions le développement de l'aviation commerciale. On a cependant l'impression très nette que les subventions ainsi accordées iront très vite en diminuant et que, dans un avenir prochain, l'avion commercial pourra « voler de ses propres ailes ». Actuellement, les recettes ordinaires des compagnies de transports aériens ne couvrent encore pas leurs frais.

Une seule catégorie d'appareils reste purement militaire : l'avion de chasse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On mesurera l'étendue des progrès réalisés en ce qui concerne la puissance motrice embarquée en se rappelant qu'en 1908, lors des premiers vols en France des frères Wright, qui suscitèrent tant d'enthousiasme, l'appareil des aviateurs américains ne developpait que 25 ch.

L'accroissement de la puissance motrice est aussi d'une nécessité impérieuse pour la sécurité. Autrefois, on ne plaçait sur les avions que le moteur « tangent », c'est-à-dire capable de donner à l'avion juste la force sustentatrice nécessaire dans des conditions dites normales mais qui, en réalité, lui étaient favorables et étaient plutôt exceptionnelles. L'avion ne pouvait monter très haut à cause de la raréfaction de l'air; il était aussi à la merci de la moindre variation barométrique ou thermométrique; la plus petite condensation d'humidité sur les ailes entraînait l'atterrissage. Aujourd'hui, tous les avions sont pourvus de moteurs « surabondants » et aussi surabondants que possible, de façon que l'appareil puisse se jouer des caprices de l'atmosphère et « plafonner » aussi haut que possible : le plafond est la plus grande altitude qu'il puisse atteindre eu égard à la raréfaction de l'air: c'est l'altitude à laquelle le moteur, surabondant au niveau du sol, devient tangent en l'air.

On sait que, grâce à l'emploi du turbo-compresseur imaginé par M. Rateau, qui utilise la détente des gaz d'échappement pour comprimer l'air qui alimente le moteur, on peut grandement dépasser les plafonds de 5.000 à 6.000 m qui étaient devenus courants à la fin de la guerre. Un haut plafond donne d'ailleurs de la sécurité car la zone dans laquelle on est forcé d'atterrir en cas de panne croît comme le carré de la hauteur, ce qui permet à l'aviateur de choisir plus facilement son point d'atterrissage s'il ne s'y trouve pas un port aérien. Grâce à la plus grande puissance motrice fournie par le système Rateau, on atteindra facilement une vitesse horizontale normale de 300 km : h; actuellement, elle ne dépasse 200 km : h que dans les essais de records.

Pendant la guerre, on ne se préoccupait pas trop de la sécurité, car il fallait construire vite avant tout et l'aviateur était exposé à bien d'autres dangers qu'en temps de paix. Aujourd'hui, la sécurité est capitale et l'on pratique couramment l'essai « au sable », pour mesurer son coefficient de sécurité, c'est-à-dire le quotient de la charge de rupture par la charge de travail. L'essai consiste à retourner l'avion sens dessus dessous et à charger ses surfaces portantes de sable, de façon à imiter la pression de l'air en marche et cela jusqu'à le disloquer. Le coefficient de sécurité atteint couramment aujourd'hui la valeur 6 : encore ce nombre est-il obtenu en s'arrêtant à la première déformation permanente et non pas à la charge de rupture. L'appareil que les frères Wright montaient en 1908 a été essayé au sable trois ans plus tard : son coefficient de sécurité n'était que de 1,75 (rupture). Les frères Wright le savaient bien; aussi ne volaient-ils que quand les conditions atmosphériques étaient favorables.

Un faible coefficient de sécurité met à la merci des brusques changements atmosphériques, des coups de vent; il ne permet pas les vols acrobatiques au cours desquels l'avion est soumis à des efforts exceptionnels. Le pilote doit, en effet, avoir toujours la possibilité d'exécuter une acrobatie nécessaire pour sa sécurité, par exemple, descendre avec toute la vitesse que peut donner le moteur, accrue de celle que donne l'accélération de la pesanteur, puis se redresser. C'est ainsi que les oiseaux rapaces fondent sur leur proie et l'enlèvent ensuite assez haut malgré son poids, parfois énorme par rapport au leur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'aviation commerciale doit évidemment se préoccuper des conditions économiques; c'est une préoccupation qu'on n'a jamais eue avant la guerre et qui était hors de question pendant la guerre. Au Salon de 1921, les constructeurs n'ont pas manqué d'indiquer pour chaque appareil sa consommation horaire de carburant.

L'avion de reconnaissance et d'observation paraît pouvoir trouver des applications pratiques et intéressantes en temps de paix, par exemple pour faire des excursions touristiques, pour transporter des blessés, des malades, ou assurer des secours médicaux en cas d'urgence, pour franchir rapidement l'espace compris entre deux points inaccessibles l'un à l'autre par d'autres moyens de communication ou, simplement, pour aller beaucoup plus vite si ces moyens de communication sont peu perfectionnés. Ces cas sont fréquents aux colonies; c'est ainsi que, tout récemment, le général Mangin a fait en huit heures, en Afrique occidentale, un voyage qui eût duré trois mois s'il avait employé les autres moyens existants les plus rapides.

Les pilotes disposent maintenant d'appareils de précision très perfectionnés qui leur permettent : de faire le point, de connaître la dérive due au vent, et de naviguer, comme des bateaux, suivant le plus court chemin entre deux points de la surface terrestre : c'est ainsi que, dans un essai de navigation de cette sorte, directement entre Paris et Antibes, le pilote s'astreignant à ne naviguer que d'après les indications de ses appareils, a constaté qu'il ne s'était écarté du but que de quelques kilomètres.

Il est difficile d'établir des statistiques concernant les accidents dus à l'aviation commerciale en ce moment : il semble bien, cependant, que la sécurité en avion soit notablement moins grande qu'en chemin de fer. Les statistiques de 1912 permettent pourtant de tirer des conclusions intéressantes. A cette époque, sur 100 accidents, 50 étaient imputables au pilote, 32 à une mauvaise construction, 12 aux caprices atmosphériques, 6 à des causes inconnues.

Les 50 accidents imputables aux pilotes se partageaient en 25 dus à leurs inaptitudes naturelles, 19 à une insuffisance de leur instruction professionnelle, 6 à leur imprudence. Les 32 accidents imputables à une mauvaise construction se partageaient en 13 dus à des fautes lourdes et 19 dus à l'ignorance dans laquelle on se trouvait en 1912. Il faut, dès maintenant, rayer ces 19 p. 100 et nos constructeurs apportent assez de soins dans l'établissement de leurs appareils pour qu'on puisse considérer la faute lourde comme inadmissible. Quant aux pilotes, déjà, vers le milieu de la guerre, les médecins les sélectionnaient avec soin et, aujourd'hui, on sait très exactement mesurer les aptitudes professionnelles, physiologiques et psychiques, qu'ils doivent posséder. De plus, l'éducation des pilotes et leur entraînement sont méthodiques et se font sans hâte; et on ne leur confie des vies humaines que quand leur mentalité ne laisse rien à désirer. La mentalité de nos pilotes actuels est infiniment supérieure à ce qu'elle était parfois avant ou pendant la guerre.

Les accidents de beaucoup les plus nombreux actuellement sont dus à des défaillances du moteur : leur conséquence la plus fréquente est de forcer à atterrir en dehors des ports aériens, c'est-à-dire dans des conditions défavorables et souvent dangereuses. Le remède est d'avoir des moteurs d'un fonctionnement sûr, et de répartir la puissance motrice entre plusieurs moteurs de manière à ne pas être désemparé en cas de panne de l'un d'eux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les accidents d'atterrissage sont les plus dangereux, mais on peut avoir des accidents en plein vol. Les plus à craindre sont les pertes de vitesse et les glissades sur l'aile; on arrive peu à peu à les rendre de plus en plus rares.

Le colonel Renard a terminé sa communication en rappelant une parole de son frère, Charles Renard, en 1879, alors que venait de lui être alloué le premier crédit lui permettant de construire son dirigeable : il avait dit à son frère, devenu son collaborateur : « Nous réussirons sûrement, mais, pour moi l'avenir est aux aéroplanes; seulement, ne le dis à personne : on se moquerait de nous. » Il est curieux de rapprocher l'opinion publique d'alors, de ce fait qu'en 1921, une quarantaine d'années plus tard, un Salon de l'Aéronautique, c'est-à-dire de toute espèce de machines volantes, a été presque exclusivement consacré aux seuls aéroplanes.

E. L.

M. Baclé, *président*, remercie le Colonel Renard de son intéressante communication. Il nous a exposé d'une façon saisissante les grands faits généraux qui se dégagent du dernier Salon de l'Aéronautique.

M. A. Poucholles, professeur de physique à l'École nationale des Arts et Métiers de Paris, fait une communication sur l'*Enregistreur Gueugnon*.

L'enregistreur Gueugnon a été imaginé à la demande de M. Poucholles, le conférencier, en vue de représenter le courant alternatif, d'une façon parlant aux yeux, à des élèves qui n'avaient pas une culture mathématique suffisante. L'appareil, perfectionné par l'inventeur et tel qu'il est construit actuellement par M. Boyelle-Morin, fournit bien d'autres possibilités. Il permet de représenter graphiquement un très grand nombre de mouvements, soit en coordonnées cartésiennes, soit en coordonnées polaires, dans des conditions analogues à celles de la machine d'Atwood et de l'appareil du général Morin, mais avec une perfection bien plus grande. Une feuille de papier se déplace verticalement et ce mouvement vertical peut suivre plusieurs lois déterminées. En face de cette feuille, se déplace un stylet dont la trajectoire est horizontale, mais dont le mouvement peut suivre aussi plusieurs lois déterminées. Un de ces mouvements, généralement celui du stylet, peut servir à la mesure des temps. L'origine des espaces coïncide toujours exactement avec l'origine des temps.

On peut étudier notamment avec cet appareil et les représenter graphiquement : le mouvement de chute des corps, le mouvement périodique, le mouvement circulaire, etc., on peut additionner des fonctions sinusoïdiales de même période, décalés ou non, ou de périodes différentes; on peut étudier les harmoniques, l'effet de leur superposition, les battements; tracer un limaçon de Pascal, la spirale d'Archimède, une développante de cercle, toutes les figures de Lissajous, des dessins décoratifs.

L'appareil peut enregistrer des phénomènes physiques ou chimiques et les chiffrer avec une précision très grande. C'est ainsi qu'il a permis de préciser certaines notions récentes sur la trempe, de fixer exactement le point de recalescence, les points de transformation et d'éclairer les conditions dans lesquelles se produisent les « tapures ». L'enregistreur Gueugnon peut donc recevoir des applications industrielles de la plus grande importance. La facilité avec laquelle il permet de rendre en quelque sorte tangibles certains phénomènes difficiles à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comprendre sans préparation mathématique et même de les mieux faire comprendre à ceux qui ont reçu cette préparation, l'a déjà fait adopter dans une cinquantaine d'écoles techniques ou professionnelles, dans plusieurs universités françaises et étrangères et même à l'Ecole normale supérieure.

E. L.

M. BACLÉ, *président*, remercie M. Poucholles, M. Gueugnon et M. Boyelle-Morin et les félicite des résultats remarquables auxquels ils sont arrivés avec leur appareil. La note que M. Poucholles voudra bien remettre à notre Secrétariat sera examinée avec intérêt par un de nos comités techniques.

M. BACLÉ, *président*, annonce les résultats du scrutin qui vient d'être dépouillé par MM. P. Toulon et H. Hitier, secrétaires.

Sont élus membres du Bureau pour 1922 :

*Président* : M. L. BACLÉ.

*Vice-Présidents* : M. A. RATEAU; M. LYON; M. MESNAGER; M. Raphaël-Georges LÉVY.

*Secrétaires* : M. Henri HITIER; M. Paul TOULON.

*Trésorier* : M. ALBY.

*Censeurs* : M. BORDET; M. TISSERAND.

Est ratifiée la nomination de cinq nouveaux membres du Conseil d'administration :

| | |
|---|---|
| M. KOENIGS, membre de l'Institut.<br>M. ANDROUIN, ingénieur-conseil. | *Comité des Arts mécaniques.* |
| M. J. BRETON, sénateur, directeur des Inventions.<br>M. le général FERRIÉ, Inspecteur général de la Télégraphie militaire. | *Comité des Arts économiques.* |
| M. Paul MALLET, Ingénieur des Arts et Manufactures. | *Comité des Arts chimiques.* |

La séance est levée à 19 h. 5 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# BIBLIOGRAPHIE

**Guide pratique de l'ouvrier chaudronnier en cuivre**, par M. DEROY FILS AINÉ. Un vol. (16 × 10 cm) de 177 p. avec figures. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922.

L'art que ce livre va enseigner à l'ouvrier chaudronnier peut paraître bien limité si l'on s'en tient à l'origine du nom qui désigne cet ouvrier, et il faut remarquer, à cette occasion, que, quand le nom d'un ouvrier dérive de l'objet qu'il fabrique, cet objet n'est pas toujours limitatif; cet ouvrier chaudronnier ne fait pas que des chaudrons, pas plus qu'un épicier n'est condamné à ne vendre jamais que des épices; un horloger fabrique ou répare des pendules et des montres et un crémier vend du lait, du beurre et des fromages. Les noms qui ont été attribués aux ouvriers d'après les instruments ou les outils qu'ils manœuvrent (télégraphiste, camionneur, batelier, balayeur, etc.) ou d'après l'opération qu'ils poursuivent (relieur, imprimeur, restaurateur, etc.) sont plus précis et ne débordent guère sur leur acception primitive.

Donc le « guide du chaudronnier » va s'étendre à la description de tous les appareils que le chaudronnier est appelé à fabriquer, grâce à un certain nombre de tourne-mains, qu'il appliquera, quand il les aura acquis, aussi bien à des cuves autoclaves ou non, munies ou non d'agitateurs, à des appareils d'épuisement, à des chaudières fonctionnant dans le vide ou à des colonnes distillatoires.

Mais avant d'aborder ces grandes pièces qui peuvent, pour un ouvrier chaudronnier, paraître ce qu'était autrefois « le chef-d'œuvre » pour un « compagnon », il faut connaître les opérations essentielles, l'agrafage, l'arrondissage, le bordage, le cintrage, l'envirolage, le planage, le lentage, la brasure, l'étamage, la recuisson, etc.; il faut connaître la lecture des plans, la mesure et le tracé des cônes, des cônes tronqués, des sphères, etc. Et tout cela est remarquablement expliqué, avec la simplicité et la bonhomie d'un homme qui a été lui-même ouvrier chaudronnier et qui a vécu longtemps avec des camarades, qu'il savait déjà guider de ses conseils. Cet ouvrier a fait son chemin; il est devenu par son intelligence, son travail et son énergie, un des grands industriels de Paris, et la Société d'Encouragement a été heureuse, en 1912, de pouvoir lui offrir la Médaille Dumas, qui a été instituée, sur l'initiative d'Aimé Girard, en faveur des ouvriers qui, sans quitter les ateliers, se sont élevés jusqu'au rang de directeur d'usine ou de chef d'un service important dans un grand établissement industriel ou agricole.

L. LINDET.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**La motoculture.** Ses applications pratiques, par M. TONY-BALLU, Ingénieur-agronome, agriculteur. 2e éd., entièrement revue et mise à jour. Un vol. (19 × 12 cm). de VII + 367 p., avec 121 fig. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1920 (12 f).

M. Tony-Ballu, Ingénieur-agronome, a écrit sur la motoculture un volume dont la deuxième édition a paru vers la fin de 1920. Il a, entre autres mérites, celui d'émaner d'un agriculteur et d'un technicien qui a eu la rare bonne fortune de pouvoir apprécier sur le terrain un très grand nombre d'appareils des divers systèmes. Attaché, en effet, à l'État-Major du Service de la Culture mécanique des terres, créé par le Ministère de l'Agriculture, M. Tony-Ballu a vu fonctionner la plupart des machines qu'il décrit. Il a pu les juger sur le terrain. Aussi, M. Victor Boret, député, ancien Ministre de l'Agriculture et du Ravitaillement, dans la préface qu'il a bien voulu écrire pour cet ouvrage, s'exprime-t-il ainsi : « Ce livre est l'œuvre, non d'un mécanicien ou d'un amateur, elle est celle d'un agriculteur qui, ayant eu à gérer des appareils de tous pays et de toutes fabrications, à former des conducteurs et des réparateurs, à obtenir des machines le meilleur rendement, a pu apprécier les mérites et les défauts de chacune d'elles. » On ne peut mieux faire l'éloge du travail de M. Tony-Ballu. L'auteur a cherché, non pas à dresser un catalogue plus ou moins complet de tous les modèles qui fonctionnent aujourd'hui, mais à faire connaître les conditions à la fois mécaniques et agronomiques auxquelles doivent répondre les machines et à décrire non pas tous les types, mais ceux qui se rapprochent, autant qu'il est possible, de l'idéal.

Dans un premier chapitre, il étudie les facteurs agricoles, économiques et mécaniques qui ont présidé à la naissance, puis au développement de la culture mécanique. Il analyse avec soin l'influence de celle-ci sur la main-d'œuvre, les méthodes de culture, les assolements et les rendements.

Le deuxième chapitre est consacré aux différents moteurs employés à la ferme : moteurs animés et inanimés, à vapeur, à explosion, hydrauliques, éoliens et électriques.

Vient ensuite l'étude détaillée des différents systèmes : genre tracteur, genre treuil, machines dérivées des précédentes, c'est-à-dire charrues automotrices, tracteur, toueurs. M. Tony-Ballu passe soigneusement en revue les appareils à trois et à quatre roues, les machines à chenilles. Il s'attache particulièrement aux roues directrices et aux roues motrices, à leur nombre, à leur forme et aussi aux organes d'adhérence. Son but, qu'il atteint heureusement, c'est de donner aux cultivateurs les principes qui leur permettront d'apprécier les qualités et les défauts de la machine qu'ils projettent d'acheter. Dans toute cette partie de l'ouvrage, il a recours largement aux résultats des expériences et des essais de notre savant confrère M. Ringelmann.

Près de 150 pages, sur les 362 qui composent le volume, traitent des opérations mêmes de la culture mécanique, des différents labours et des diverses charrues : labours de déchaumage, de défoncement; labours légers, moyens, profonds; charrues pour labour à plat ou en planches; charrues à disques. L'un des chapitres les plus intéressants de cette partie du livre de M. Tony-Ballu, c'est certainement celui qui a trait à la technique des labours pratiqués au tracteur; les labours des espaces absorbés par les virages, les interplanches, les pointes et les fourrières.

L'auteur passe ensuite en revue l'emploi des tracteurs mécaniques et la mise en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

action des scarificateurs, des extirpateurs, des herses, des rouleaux, des croskills, des bineuses, des faucheuses, des moissonneuses lieuses et des arracheuses de betteraves ou de pommes de terre.

Ici, le mécanicien fait place à l'agriculteur praticien mais sans cesser d'inspirer ce dernier et c'est en cette manière que l'ouvrage est supérieur à la plupart de ceux qui ont été écrits sur ce sujet.

Enfin, M. Tony-Ballu n'a garde d'oublier de parler des appareils rotatifs, des fraiseuses qui, tout en provoquant certaines critiques justifiées, résolvent des problèmes très intéressants.

L'ouvrage a été soigneusement édité par la Librairie agricole de la Maison Rustique. Les nombreuses gravures qui l'illustrent, la bonne impression du texte en facilitent beaucoup la lecture.

GEORGES WÉRY.

**Composition des façades et du parti architectonique.** 11e partie du Cours raisonné et détaillé du Bâtiment, professé par le Lieutenant-Colonel G. ESPITALLIER à la section des Ingénieurs-Architectes de l'École spéciale des Travaux Publics. 5e éd. Un vol. (22 × 17 cm) de 282 p , avec 343 fig. Paris, École spéciale des Travaux Publics, 1921.

C'est en quelque sorte l'accord de l'art avec la science dans la construction, qui est le but de cette partie de l'enseignement.

Présentant avant tout des notions destinées à des scientifiques et non une doctrine esthétique, l'auteur passe en revue les systèmes architectoniques anciens et modernes, les formules classiques aussi bien que les méthodes du moyen âge byzantin ou français. Par une riche documentation figurée, il montre ainsi, à côté du pavillon d'entrée du château de Chantilly ou de la maison des Métiers à Bruges, le porche de la Fondation Singer-Polignac et cet électisme est peut-être le meilleur moyen d'enseigner le goût, bien que l'auteur pense qu'il ne s'enseigne pas.

Mais on sent à chaque page, sous les concessions faites à la pédagogie traditionnelle avec une spirituelle bonhomie, paraître sa conviction profonde.

Ici il dit : « Les proportions des vides et des pleins suffiraient à donner une impression de lourdeur ou de légèreté à une façade »; là : « Le parti architectural ne doit pas être un vain mot et doit mettre en évidence les réelles exigences de la stabilité ou de la mise en œuvre des matériaux. »

Plus loin, il ne craint pas d'énoncer que la juxtaposition par les Romains des arcades et des ordonnances est « critiquable parce qu'elle n'est qu'un trompe-l'œil et pèche contre la vérité », tandis qu'il trouve dans le système ogival « une incomparable hardiesse appuyée sur une science profondément réfléchie ».

« Rien n'est beau que le vrai », écrit-il et cette conviction se retrouve dans ses croquis, qu'il s'agisse de profils ou de compositions schématiques.

Ainsi l'auteur présente, pour qui veut l'y chercher, la plus féconde des doctrines, qu'il parle de la convenance de la composition avec le programme, ou qu'il souligne l'erreur qui consiste trop souvent à croire que la simplicité et l'économie ne peuvent pas s'accorder avec l'art.

Quand il aborde les éléments de la décoration, la phrase suivante est une véritable profession de foi : « La décoration est obtenue avant tout par la mise en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

évidence du système de construction, au moyen des lignes horizontales, verticales ou courbes qui en dessinent l'ossature. »

Selon ces principes, le livre se développe par l'étude analytique détaillée des parties principales du bâtiment, puis des fenêtres, des portes, des combles.

Pour conclure, l'auteur montre par quelques applications que l'art de la composition consiste en une synthèse logique de ces éléments.

Pris dans les limites de son livre et obligé de ne pas empiéter sur des sujets traités dans d'autres parties de son cours, il n'a pu s'étendre sur les systèmes de construction autres que la brique et les matériaux lapidaires, notamment sur les procédés modernes tels que le béton armé, dont les formes artistiques sont une expression d'art nouvelle.

Mais l'enseignement de l'active École spéciale des Travaux publics est en continuelle évolution : on y sait que rien n'est définitif, que toutes les classifications présentent les inconvénients de leurs qualités.

Nous avons ici une cinquième édition qui, entièrement refondue, devient un livre nouveau : il en sera de même des suivantes.

H.-M. MAGNE.

**L'incapacité industrielle de l'État. Les P. T. T.**, par M. H. FAYOL. Un vol. (24 × 16 cm.) de 118 p., Paris, Dunod, 1921.

L'éminent ingénieur et administrateur qui a porté au degré de prospérité que l'on sait, la Compagnie de Commentry, Fourchambault, Decazeville, a consacré la perspicace lucidité de son esprit organisateur à rechercher et à caractériser les vices d'administration dont souffrent, d'une façon générale, toute les entreprises gouvernementales et spécialement celle des P. T. T. dont il s'est attaché à pénétrer tous les détails.

Les principaux vices de cette administration lui paraissent être :

La présence à la tête de cette administration d'un sous-secrétaire d'État instable et incompétent;

L'absence de prévoyance d'action à long terme;

L'absence de bilan;

L'intervention abusive et excessive des parlementaires;

L'absence de stimulant pour les agents et en particulier de récompense pour les services rendus;

L'absence de responsabilité.

Et il ajoute « avec de tels vices d'administration, aucune entreprise ne peut prospérer ».

Homme pratique, M. H. Fayol ne se contente pas de critiquer; et, après avoir étudié le mal, il expose en toute liberté les remèdes qui lui paraissent applicables.

La *stabilité* d'un directeur général *compétent* est une nécessité primordiale.

Elle n'existera pas aussi longtemps qu'à la tête des P. T. T. sera mis un sous-secrétaire d'État, qui disparaîtra avec chaque changement de ministère après avoir été intronisé, comme le sont en général les sous-secrétaires d'État pour compenser l'insuffisant dosage des partis et des groupes dans la distribution des portefeuilles. Avec un pareil mode de recrutement, il ne peut être question de la *compétence* du chef; et ce chef, tenu par son origine même à se maintenir constamment

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en contact intime avec le Parlement dont le vote a porté son parti au pouvoir, ne peut faire autrement que de composer son cabinet de personnalités étrangères aux services dont il faut associer la coordination et le fonctionnement.

Ainsi ni stabilité, ni compétence et nous ajouterons ni progrès possible, aussi longtemps que les P. T. T. n'auront pas à leur tête une haute personnalité qui se sera identifiée dès longtemps aux multiples problèmes d'une si vaste administration à la fois technique et commerciale, où le progrès est de tous les instants dans toutes les parties du monde.

Ce chef stable et compétent doit pouvoir s'entourer de collaborateurs expérimentés et dévoués qu'il pourra intéresser aux recherches et aux améliorations en mettant à leur disposition les ressources nécessaires en hommes et en argent et en leur permettant d'organiser chacun leurs services de façon à faire apparaître les progrès réalisés et à en retirer les avantages personnels et pécuniaires dont bénéficient dans l'industrie les chefs de service, qui répondent à la confiance du chef qui les a choisis, et qui les suit dans leur carrière.

Pour qu'il puisse travailler utilement, il faut que le chef et ses collaborateurs n'aient pas à compter avec les 10 au 12 commissions officielles, composées de membres aussi nombreux qu'incompétents, mais soient libres de faire appel, pour les questions qui les embarrassent, à des conseils d'une compétence reconnue qui seront convoqués pour l'étude de problèmes bien déterminés et dont les services immédiats pourront être rémunérés d'après leur importance.

Réunis périodiquement sous la présidence de leur directeur compétent, les chefs de services doivent discuter ensemble les problèmes posés à l'avance et étudiés dans leurs services avec le concours de leurs collaborateurs. Ils partiront ainsi de chaque séance avec des instructions précises pour poursuivre les études engagées dont la discussion a fait apparaître des aspects nouveaux ou pour appliquer les solutions mises au point.

Responsable de la gestion de son budget annuel et libre d'en répartir les éléments au mieux des besoins constatés par l'expérience, le directeur devra avoir à côté de ce budget annuel, un budget de premier établissement dont les importantes ressources pourront être reportées, suivant les besoins des services et les possibilités des constructeurs industriels, sur un nombre plus ou moins considérable d'années.

Chef d'un service autonome qui doit se suffire à lui-même, tout en étant tenu d'assurer dans leurs multiples détails, le fonctionnement des divers organismes nécessaires au développement de la prospérité publique, le Directeur devra préparer sous sa seule responsabilité, son budget annuel qui devra couvrir les dépenses annuelles, et assurer l'amortissement, dans un nombre d'années à fixer d'accord avec le Ministère des Finances, de toutes les dépenses de premier établissement. En face de ce budget de dépenses, le Directeur général aura à établir son budget de recettes et pour cela à proposer au Gouvernement les prix qu'il jugera nécessaire de fixer pour chacun des services rendus (prix des lettres, des télégrammes, des téléphones, etc.).

Si le Gouvernement ne croit pas possible d'accepter ces prix, il aura à soumettre au Parlement le vote de subventions; si, au contraire, il croit devoir demander aux P. T. T. de contribuer à l'alimentation du budget général, il devra se mettre d'accord avec le Directeur général sur la possibilité de majorer tels ou tels des prix sans nuire à la prospérité du pays, ni affaiblir les sources de revenus.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi industrialisés dans leurs méthodes administratives, techniques et financières, les P. T. T. peuvent et doivent devenir un élément de la prospérité publique, alors que, organisme dirigé par un chef généralement intelligent et administré par des hommes certainement en grande majorité capables mais dont l'initiative est constamment étouffée, l'administration des P. T. T. en France, loin d'être à la tête du progrès, vis-à-vis des pays voisins, est à juste titre l'objet de critiques constantes pour l'insuffisance de son organisation et pour l'importance des charges qu'elle impose au pays.

La Société d'Encouragement ne peut qu'approuver cette étude si perspicace et que désirer voir les pouvoirs publics s'en inspirer pour réaliser la réorganisation non seulement des P. T. T. mais aussi des autres services publics tels que les Chemins de fer de l'État, et les Manufactures de l'État (allumettes, poudres, monnaies, etc.).

E. GRUNER.

**Nouveau manuel du briquetier et du tuilier**, par M. EMILE LEJEUNE, 5e édition revue et augmentée par MM. CH. BONNEVILLE et DE GRAFFIGNY. Un vol. relié (12 × 17 cm) de 550 p. avec 209 fig. Paris. Gauthier-Villars et Cie, édit., 1921 (Prix, 15 f).

Cet ouvrage est le huitième de la Bibliothèque des Actualités industrielles éditée par l'ancienne librairie Edouard Tignol, à laquelle ont succédé MM. Gauthier-Villars et Cie. Il est classique et la nouvelle édition rendra, comme les éditions anciennes dans le passé, de grands services aux nombreux petits briquetiers ou tuiliers répartis sur tout le territoire.

Si ces industriels possèdent presque toujours une grande expérience, qui n'a qu'une valeur locale et qui suffisait autrefois, ils manquent cependant le plus souvent des connaissances techniques indispensables pour exercer avec profit une profession exposée à tant d'aléas et laissant si peu de bénéfices même dans les cas les plus favorables. Sauf peut-être dans les régions dévastées et pendant quelques années, il est à peu près certain que les briques, les tuiles, les tuyaux de drainage et, en général, tout les produits en terre cuite employés couramment dans la construction, devront se fabriquer dans des usines aussi grandes que possible, utilisant bien de bonnes matières premières, employant un outillage mécanique très perfectionné pour réduire autant que possible la part de main-d'œuvre dans le prix de revient, un séchage méthodique et des fours à feu continu très souples et à bonne récupération des calories, eu égard au prix élevé du combustible.

Ces appareils, quelques-uns des plus modernes, sont décrits dans ce manuel. Cependant, nous aurions voulu y voir décrits avec plus de détail les fours Hoffmann modifiés, à plusieurs galeries parallèles, qui présentent tous les avantages du four Hoffmann classique, de forme circulaire, sans en avoir les inconvénients : construction assez difficile, impossibilité de marcher à volonté à un ou plusieurs feux selon la saison, grand encombrement, etc.

Les auteurs auraient pu donner aussi un peu plus de développement à l'exposé critique des opérations, au choix des matériaux, à l'influence sur la durée et la gélivité de l'emploi des terres calcaires et du procédé en pâte dure dans la fabrication des tuiles à recouvrement dites mécaniques; au contrôle de la température dans les fours et de la dessiccation dans les séchoirs; au réglage de la vitesse de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

refroidissement des produits cuits, opérations de la bonne marche desquelles dépendent la bonne cuisson et la casse, tant au séchage, qu'à la cuisson et au défournement.

Une part assez importante de l'ouvrage est consacrée :

1° à la fabrication des briques réfractaires, des briques silico-calcaires, des briques de ciment, des diverses pierres artificielles, des tuyaux, boisseaux, drains, des carreaux, des creusets réfractaires, des pots à fleurs, etc. (143 pages).

2° A l'emploi des matériaux en terre cuite dans les constructions (61 pages).

E. L.

**Le gouvernement des entreprises commerciales et industrielles.** Leçons professées à l'École des Hautes Études commerciales, par J. CARLIOZ, Ingénieur des Arts et Manufactures. Un vol. broché (25,5 × 16,5 cm) de 319 p. avec 47 fig. Paris, Dunod, édit., 1921 (Prix, 28 fr).

Dans cet ouvrage, M. Carlioz expose ce que doivent être le gouvernement des entreprises et les fonctions qui y participent. Il étudie la fonction administrative, la plus importante, puis la fonction commerciale, la fonction de sécurité (défense : du personnel contre les accidents du travail, des bâtiments contre l'incendie, de l'outillage contre les déprédations, etc.) et la fonction technique.

Mettant à profit la doctrine établie, l'auteur en fait l'application à trois entreprises présumées : une simple, commerciale; deux complexes, industrielles, l'une centralisée, l'autre décentralisée.

Dans une dernière partie, il étudie, sous forme de monographies, l'application pratique des principes établis qui en a été faite dans quelques entreprises existantes, prospères, par conséquent supposées bien gouvernées. Ce sont : les Forges de Vulcain, les Grands Magasins du Louvre, la Belle Jardinière, la Compagnie Électromécanique.

En annexe, on trouvera reproduite une étude récente du général de Pouydraguin sur la fonction administrative dans le domaine militaire. C'est une démonstration de la généralité de la doctrine exposée par l'auteur.

C'est faute, dit M. Carlioz, de connaître les vérités reconnues en matière de gouvernement des affaires, que de nombreux chefs d'entreprise échouent dans leur mission; c'est faute de les avoir apprises à l'école, qu'il faut aux mieux doués, de longues années d'expérience pour les découvrir, lentement et péniblement.

De nombreux diagrammes et tableaux schématiques, la plupart faisant image, comme, par exemple, les diagrammes qui montrent l'importance relative, chiffrée, des capacités nécessaires aux divers agents des entreprises industrielles, sont de nature à graver dans la mémoire quelques-unes des lois du gouvernement des affaires.

E. L.

**Le choix d'un métier et les aptitudes physiques**, par JULIEN FONTÈGNE, directeur du Service régional d'Orientation professionnelle pour l'Alsace et la Lorraine. Un vol. broché (18,5 × 12 cm) de 45 p. Paris, G. et M. Ravisse, édit., 32, rue des Saints-Pères, 1922 (Prix : 2,75 fr).

La question de l'apprentissage préoccupe les industriels, les parents et les futurs apprentis. Du choix d'une profession correspondant bien aux aptitudes de l'enfant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dépendent en grande partie son bonheur dans la vie et l'avenir économique du pays. L'auteur, dans cette brochure, n'a envisagé que les aptitudes physiques propres à déterminer le choix de la profession. La connaissance des aptitudes physiques, comme on le sait, ne suffit pas pour cette détermination complète; il y faut encore la connaissance des aptitudes psychiques, mais elle est indispensable. Comme le dit l'auteur dans sa préface, sans être ni médecin, ni ingénieur, ni économiste, il a cru pouvoir faire œuvre utile en empruntant aux médecins, aux ingénieurs, aux économistes, tout ce qu'ils savent de certain sur l'orientation professionnelle. Ses sources sont anglaises, françaises, allemandes, suisses, espagnoles, belges, autrichiennes. Cette diversité d'origine n'a, pour les aptitudes physiques, que des avantages; elle serait peut-être un inconvénient s'il fallait tenir compte du facteur mental et psychologique. Son travail préparatoire terminé, l'auteur l'a soumis à la critique de médecins spécialistes, de directeurs de « laboratoires du travail » d'associations patronales ou ouvrières, d'inspecteurs du travail, de médecins scolaires, de directeurs d'offices de placement, etc. Il représente, en somme, le résultat, résumé, des connaissances de tous ceux que préoccupe l'orientation professionnelle.

M. Fontègne classe d'abord les métiers en pénibles soit, par la force musculaire nécessaire, soit par la continuité de cet effort, et en métiers légers. Un travail léger n'est pas forcément sain ni facile. Il passe ensuite en revue les différentes aptitudes physiques : ossature, taille, vue, ouïe, toucher, etc., et énumère les métiers dans lesquels la possession de ces aptitudes est nécessaire. Puis il opère le même classement pour les anormaux, la prédisposition aux refroidissements, etc. et énumère les professions pour lesquelles ces tares constituent une contre-indication.

L'auteur donne un type de bulletin sanitaire d'élève établi par l'instituteur et les autorités médicales, mais non communiqué aux parents ni à l'écolier. Ce bulletin permettrait aux premiers de donner à ces derniers une indication utile sur le choix d'une carrière pour l'enfant à sa sortie de l'école.

E. L.

**Lnianoïé Diélo b'zapadnoï Ebropié** (*La question linière dans l'Europe occidentale*), par N. A. Lazarkévitch, ancien professeur à l'École polytechnique de Kief. Un vol. broché (15×23 cm.) de 290 p , 143 fig. et 5 planches hors texte. Londres, Association centrale des Coopératives de Liniculteurs (russes), 38, Finsbury Pavement, Londres E. C. 2., édit. 1921 (Prix : 10 f). En vente chez M. Povolodski, libraire-éditeur, 13, rue Bonaparte, Paris (6e).

L'auteur de cet ouvrage est représentant de l'Association centrale des Coopératives de Liniculteurs (russes). Les premiers essais de vente coopérative de lin en Russie remontent à 1912. L'Association centrale des Liniculteurs russes a été créée en 1915, surtout pour pallier au manque de main-d'œuvre provoqué par la guerre et qui s'était traduit par une diminution considérable de la superficie cultivée en lin. Si cette superficie était très grande avant la guerre, il s'en fallait de beaucoup cependant que le rendement fût excellent. En 1913, cette superficie était égale à six fois celle de tous les autres pays liniers du monde mais la Russie ne produisait que trois fois plus que tous ces autres pays. Il fallait donc surtout améliorer la culture, et pour cela aider les coopératives de liniculteurs déjà existantes, non seulement dans la culture, mais aussi dans la vente de leurs produits, l'achat du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

matériel, des semences, etc., et dans la direction de leurs affaires, toutes opérations gênées par la guerre.

La récolte de lin en Russie en 1917-1918 a été estimée à 250 000 t, dont 40000 t, soit 19 p. 100, furent récoltées par les coopératives, ce qui représentait vingt-trois fois ce que les coopératives affiliées à l'Association centrale avaient récolté en 1915-16, première année d'activité de cette Association.

L'Association centrale a le ferme espoir de développer son activité et d'organiser l'exportation de la presque totalité de la filasse russe quand les événements politiques, sociaux et économiques de la Russie actuelle auront pris fin.

L'ouvrage de M. Lazarkévitch constitue une source de renseignements précieux sur la culture et l'industrie du lin dans l'ancienne Russie, bien que son titre paraisse indiquer le contraire. Mais ces questions y sont traitées aussi bien en ce qui concerne la Russie que les autres pays d'Europe. Le livre semble, en effet, avoir pour but de faire connaître cette culture et cette industrie aux liniculteurs russes en vue sans doute des améliorations qu'ils devront apporter aux leurs quand la Russie retrouvera des conditions d'existence normales, qui, cependant, ne seront certainement plus celles d'avant-guerre.

Le livre comprend six parties qui traitent :

La culture du lin ;

La préparation de la filasse de lin ;

La production mondiale du lin ;

L'industrie linière dans le monde ;

Le marché et les débouchés ;

Étude d'installations et projets d'usines de rouissage et de teillage. Des planches hors texte sont relatives à ces projets.

En dehors des renseignements qui figurent dans les ouvrages qui traitent de la question linière, l'auteur a utilisé les résultats de nombreuses enquêtes récentes qu'il a entreprises sur la culture du lin et l'industrie linière dans plusieurs pays de l'Europe occidentale, notamment en Irlande, en Angleterre, en Belgique, en France, de même qu'en Allemagne et en Tchécoslovaquie.

On sait qu'avant la guerre la Russie fournissait 83,4 p. 100 du lin produit dans le monde (627 000 t sur les 752 384 t de filasse produites en moyenne pendant les cinq dernières années d'avant-guerre).

Chaque chapitre est suivi de nombreux renseignements bibliographiques ; à la fin de l'ouvrage, on trouve une liste des filatures de lin d'Angleterre, d'Irlande, de Belgique, d'Allemagne, de Tchécoslovaquie, des États-Unis, d'Italie et de Suède.

L'auteur a donné un assez grand développement à l'œuvre du Comité linier de France dont il parle avec admiration.

Les procédés les plus modernes de rouissage sont passés en revue et étudiés en détail ; il en est de même des nouvelles machines à teiller et en particulier de celle de M. Lesage décrite et représentée aux pages 162 et 163.

Une particularité de l'ouvrage est l'emploi qui y est fait de la nouvelle orthographe russe. On sait que la réforme de l'ancienne orthographe russe, si compliquée et si difficile, compte de nombreux partisans depuis fort longtemps, notamment parmi les techniciens qui n'y voient, avec raison, que de grands avantages pratiques : simplification et économie de place, par conséquent de temps et d'argent, et cela sans aucun inconvénient.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'adoption de cette orthographe n'implique pas nécessairement l'approbation du gouvernement de la République des Soviets qui a rendu cette orthographe obligatoire, et qui n'a fait en cela que rendre effective une réforme prévue depuis longtemps.

L'ouvrage est remarquable aussi par la richesse de ses illustrations, qui sont presque toutes d'excellentes reproductions photographiques.

E. L.

---

# OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE
## EN JANVIER 1922

VOISIN (JEAN). — **Les métaux précieux.** (*Encyclopédie de chimie industrielle*). In-8 (23 × 15) de x + 264 p., 88 fig. **Bibliographie**, p. 241-256. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16312**

ROUELLE (JEAN). — **La fonte (Élaboration et travail).** (*Collection Armand Colin, n° 12, Section de chimie*). In-16 (17 × 11) de 192 p., 29 fig. Paris, Librairie Armand Colin, 1921. **16313**

AUGER (VICTOR). — **Principes de l'analyse chimique.** (*Collection Armand Colin, n° 14, Section de chimie*). In-16 (17 × 11) de 224 p., 77 fig. Paris, Librairie Armand Colin, 1921. **16314**

MAURER (P.). — **Installations électriques particulières. Éclairage, chauffage, sonneries et tableaux indicateurs.** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 273 p., 147 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16315**

FOURQUET (J.) et RIBOULET (J.). — **Le charpentier en bois.** In-12 (18 × 12) de 262 p., 408 fig. Paris, Librairie de l'enseignement technique, 1921. **16316**

NERÉ (G.). — **L'apprenti électricien. Générateurs.** In-12 (18 × 12) de 237 p., 140 fig. Paris, Librairie de l'enseignement technique, 1921. **16317**

RINGELMANN (MAX). — **Logements des animaux. III : Bergeries, porcheries.** In-12 (19 × 12) de 160 p., 127 fig. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1920. (*Don de M. Max Ringelmann, membre du Conseil d'Administration*). **16318**

CAMBON (VICTOR). — **La France au travail. Bordeaux, Toulouse, Montpellier, Marseille, Nice.** 3e éd. (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de 259 p., XX pl., 1 carte. Paris, Pierre Roger et Cie. **16319**

FERDINAND-LOP (S.). — **La Tunisie et ses richesses.** (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de 197 p., XXI pl., 3 plans, 1 carte. Paris, Pierre Roger et Cie, 1921. **16320**

PÉRIGNY (MAURICE DE). — **Au Maroc. Fès, la capitale du Nord.** 4e éd. (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de 241 p., XXV pl., 1 carte (1917). — **Marrakech et les ports du sud.** Nouvelle éd. (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de 255 p., XXVI pl., 2 cartes (1918). — **Casablanca, Rabat, Meknès.** (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de 258 p., XXV pl., 1 carte. Paris, Pierre Roger et Cie, 1919. **16321-3**

IZART (J.). — **La Belgique au travail.** 8e éd. (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de 272 p., XX pl. Paris, Pierre Roger et Cie. **16324**

BONNEFON-CRAPONNE (L.). — **L'Italie au travail.** (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de x + 282 p., XXVI pl., 1 carte. Paris, Pierre Roger et Cie, 1916. **16325**



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CAMBON (VICTOR). — **Les derniers progrès de l'Allemagne.** 13e éd. (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de XII + 276 p., XXI pl. Paris, Pierre Roger et Cie, 1914. **16326**

HERBERT (J.-F.) et MATHIEU (GEORGES). — **La Grande-Bretagne au travail.** 4e éd. (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de 292 p., XXII pl., 1 carte. Paris, Pierre Roger et Cie, 1919. **16327**

LECARPENTIER (G.). — **L'Égypte moderne.** (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de 239 p., XX pl., 1 carte. Paris, Pierre Roger et Cie, 1920. **16328**

CAMBON (VICTOR). — **États-Unis-France.** 10e éd. (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de VII + 280 p., XXVI pl., 1 carte. Paris, Pierre Roger et Cie. **16329**

PÉRIGNY (MAURICE DE). — **Les cinq Républiques de l'Amérique centrale. Costa-Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Salvador.** Nouvelle édition. (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de 262 p., XXVI pl. Paris, Pierre Roger et Cie. **16330**

MUZET (A.). — **La Roumanie nouvelle.** (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de 272 p., XXI pl., 1 carte. Paris, Pierre Roger et Cie, 1920. **16331**

MUZET (A.). — **Aux pays balkaniques après les guerres de 1912-1913. Monténégro, Serbie, Bulgarie.** Nouvelle éd. (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de 248 p., XXVI pl., 1 carte. Paris, Pierre Roger et Cie, 1914. **16332**

TARIS (ÉTIENNE). — **La Russie et ses richesses.** 7e éd. (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de VII + 252 p., XXIV pl., 1 carte. Paris, Pierre Roger et Cie, 1920. **16333**

FYFE (H. HAMILTON). — **Aux pays de l'or et des diamants. Cap, Natal, Orange, Transvaal, Rhodésie.** Adapté de l'anglais par GEORGES FEUILLOY. 4e éd. (*Les pays modernes*). In-8 (20 × 14) de 268 p., XXII pl., 1 carte. Paris, Pierre Roger et Cie. **16334**

KAWAKAMI (K.-K.). — **Le Japon et la paix mondiale.** In-12 (19 × 11) de VIII+216 p. Paris, P. Roger et Cie, 1921. **16335**

TESTIS. — **L'œuvre de la France au Levant (Syrie et Cilicie).** (*Revue des Deux Mondes*, 15 février et 1er mars 1921). In-8 (24 × 16) de 90 p. Paris, Pierre Roger et Cie, 1921. **16336**

***

Dons de M. Ch. Fremont, membre de la Société.

FREMONT (CH.). — **Essais de réception des rails.** Études expérimentales de technologie industrielle. (59e mémoire). In-4 (27 × 22) de 47 p., 101 fig. Paris, chez l'auteur, 25, rue du Simplon (18e), 1921. **Pièce 12676**

FREMONT (CH.). — **Essai mécanique des fils d'acier.** Études expérimentales de technologie industrielle. (60e mémoire). In-4 (27 × 22) de 24 p., 23 fig. Paris, chez l'auteur, 25, rue du Simplon (18e), 1921. **Pièce 12677**

***

FONTÈGNE (JULIEN). — **Orientation professionnelle. Le choix d'un métier et les aptitudes physiques.** In-12 (18 × 12) de 45 p. Paris, G. et M. Ravisse, 1922. **Pièce 12678**

QUONIAM (C. TH.). — **Pour le port de Cherbourg.** In-4 (28 × 19) de 87 p., 1 carte. Cherbourg, 1921. **Pièce 12679**

PILON (H.). — **La radiométallographie et ses applications à la soudure autogène.** (Conférence faite à l'Office central de l'acétylène et de la soudure autogène, le 1er juillet 1921). In-4 (27 × 18) de 22 p., 39 fig. Paris, 104, Boulevard de Clichy, 1921. **Pièce 12680**

MAGER (HENRI). — **Nouvelle méthode pour recherche, étude, expertise des gîtes miniers** par l'examen des champs de vibration de l'éther qui accompagnent les gîtes miniers et les eaux souterraines. In-8 (21 × 13) de 8 p. Paris, Office international de la presse, 11, rue Bosio (16e), 1922. **Pièce 12681**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MILLET. — **Les benzols.** Emplois, récolte, rectification. Communication faite au Groupe parisien de la Société de l'Industrie minérale. (*Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, 4e livraison de 1919). In-8 (24 × 16) de 14 p., 3 fig. Saint-Étienne, Imp. Theolier, 1920.

**Pièce 12682**

**Nomenclature des constituants microscopiques et des microstructures de l'acier et de la fonte, puis de quelques expressions techniques.** Recommandé par le VIe Congrès de l'Association internationale pour l'essai des matériaux, New-York, septembre 1912. In-8 (23 × 15) de 26 p., 1 fig. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1914.

**Pièce 12683**

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Les phares à longue portée : Étude sur les faisceaux des phares à longue portée**, par le Capitaine VOLMERANGE; **Note complémentaire**, par le Commandant ALAYRAC. — **Mouvement d'un solide dans un milieu résistant**, par le Commandant ALAYRAC (*Bulletin technique*, n° 3, décembre 1921, 25 p., 2 fig.). **Pièce 12684**

***

**Le lait.** Revue générale des questions laitières, publiée sous la direction de MM. L. LINDET, M. BEAU et Ch. PORCHER. 1re année, **1921**. Lyon, 2, quai Chauveau.

**Pér. 478**

ASSOCIATION FRANCO-BELGE POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX. — **5e Procès-verbal, séance du 12 novembre 1921**. Paris, Revue des matériaux de construction et de travaux publics, 148, Boulevard Magenta. **Pér. 343**

**Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie.** Vol. IV, années 1913-1914-1915-1916, 1re partie. Paris, Gauthiers-Villars et Cie, 1921. **Pér. 63**

COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — **Procès-verbaux des séances**. 2e série, Tome IX. Session de **1921**. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1921. **Pér. 208**

ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — **Journal.** IIe série, 21e cahier. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1921. **Per. 281**

SOCIÉTÉ D'ÉCONOMIE POLITIQUE. — **Bulletin.** Année **1921**. Paris, Librairie Félix Alcan. **Pér. 55**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TRAVAUX PUBLICS. — **Bulletin n° 15 (2e et 3e trimestres 1921)**. Paris, 19, rue Blanche (9e). **Pér. 408**

COMITÉ DES FORGES DE FRANCE. — **Annuaire 1921-1922.** Paris, 7, rue de Madrid (8e) **Pér. 86**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings.** Vol CCX, 1919-20 (Part II). London, 1921. **Pér. 189**

ROYAL SOCIETY. — **Report of the Grain Pests (War) Committee.** N° 9. London, 1921. **Pér. 41**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers** n° **413** : *A portable vacuum thermophile*, by W. W. COBLENTZ, p. 187-192, 2 fig. (1921). — N° **414** : *Interference measurements in the spectra of argon, krypton and xenon*, by W. F. MEGGERS, p. 193-202 (1921). — N° **415** : *Use of the Ulbricht sphere in measuring reflection and transmission factors*, by E. KARRER, p. 203-225, 7 fig. (1921). — N° **416** : *Preparation of galactose*, by E. P. CLARK, p. 227-229 (1921). — N° **418** : *Spectroradiometric investigation of the transmission of various substances*, II, by W. W. COBLENTZ, p. 267-276, 9 fig. (1921).

**Technologic Papers**, n° **194** : *A preliminary study of tearing instruments and tearing test methods for paper testing*, by P. L. HOUSTON, 18 p., 5 fig. (1921). — N° **195** : *Zinc cyanide plating solutions*, by W. BLUM, F. J. LISCOMB, C. M. CARSON, 19 p., 4 fig. (1921).

**Circulars**, n° **8** : *Testing of thermometers* (3d ed.), 18 p. (1921). — N° **112** : *Telephone service*, 214 p., 58 fig. (1921). — N° **114** : *Standard specifications for cotton rubber-lined*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*fire hose*, 10 p. (1921). — N° **116** : *How to get better service with less natural gas in domestic gas appliances*, 5 p. (1921). **Pér. 61**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Annual Report, 1917, 1918**. Washington, 1919, 1920. **Pér. 27**

SMITHSONIAN MISCELLANEOUS COLLECTIONS. — Vol. 72, n° 8 (publ. 2650); n° 10 (publ. 2 652). Washington, 1921. **Pér. 27**

WESTERN AUSTRALIA GEOLOGICAL SURVEY. — **Bulletins** n° **78** : *The mining geology of Kookynie, Niagara and Tampa, North Coolgardie Goldfield*, by J. T. JUTSON; *With Petrology*, by R. A. FARQUHARSON (1921). — N° **79** : *The mining geology of Comet Vale and Goongarrie, North Coolgardie Goldfield*, by J. T. JUTSON (1921). — N° **80** : *The mining centres of Quinn's and Jasper Hill, Murchison Goldfield*, by F. R. FELDTMANN (1921). — N° **81** : *The geology and mineral resources of the Yalgoo Goldfield* (1921). **Pér. 184**

*L'agent général, gérant,*
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

121e ANNÉE. MARS 1922

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

# APPAREIL DESTINÉ A L'ÉTUDE DES VIBRATIONS PRODUITES DANS LES ÉDIFICES PAR LA CIRCULATION DES VÉHICULES[1].

Avant d'aborder l'étude des vibrations produites dans les édifices par la circulation des véhicules, il est nécessaire de disposer d'un instrument qui mesure l'élément gênant des vibrations. MM. Auclair et Boyer-Guillon ont exposé cette question dans une conférence publiée dans le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, de juillet 1913.

Cet élément gênant, c'est l'accélération. Ce n'est pas la vitesse qui est gênante ou nuisible, dans un mouvement vibratoire; ce n'est pas non plus l'amplitude. On peut s'en rendre compte aisément : quand on observe le tangage d'un bateau et qu'on le voit prendre une inclinaison alarmante, on a le temps de prévoir une sensation désagréable pour le moment où l'oscillation changera de sens; or, à ce moment, la vitesse est nulle. Quand on descend par un ascenseur rapide, on éprouve une sensation très désagréable au départ, qui cesse dès que la descente est régulière, mais il reste l'appréhension de l'arrêt un peu brusque. Donc, ce qui nous gêne, c'est le changement de vitesse, c'est-à-dire l'accélération.

Les édifices ont été construits à la surface de la terre en prévision de son immobilité : un tremblement de terre est destructeur parce qu'il modifie

(1) Ces recherches ont fait l'objet d'une subvention de la Société d'Encouragement accordée en mai 1914. La guerre a interrompu les travaux de M. Prache qui les a repris en 1919. En mai 1921, le montant de la subvention qui avait été fixé à 2.000 f en 1914, a été porté à 3.000 f pour permettre à M. Prache de construire l'appareil tel qu'il l'avait prévu.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

brutalement le mouvement uniforme de translation de ce point de la terre dans l'espace.

Un chaland en béton armé est un édifice construit en vue d'un déplacement régulier à la surface des eaux. La vitesse du voyage et sa longueur (qui correspond à l'amplitude) augmentent les risques d'accident, mais ne les provoquent pas. L'accident, sous le nom de collision, n'est qu'une modification brutale de la vitesse, donc l'élément important c'est encore une accélération.

*Mesure des accélérations. Accéléromètres.* — Si l'on donne un coup de poing sur une table, les objets qu'elle supporte s'en séparent : en vertu de l'inertie, la table se dérobant sous leur base, ils commencent à tomber, mais leur chute n'est pas aussi rapide que la descente de la table parce que l'accélération communiquée à la table dépasse celle de la pesanteur. Nous avons ainsi un moyen de savoir si une accélération donnée surpasse ou non celle de la pesanteur.

Si l'objet était pressé sur la table par un ressort, il ne s'en séparerait que pour une accélération dépassant celle de la pesanteur; et inversement, si l'objet était suspendu à un ressort, la séparation se produirait pour une accélération moindre. Si le ressort était tendu de telle sorte que l'objet ne fasse que toucher la table sans pression, il en résulterait que *toutes* les vibrations le sépareraient de la table. Enfin, si un ressort était interposé entre l'objet et la table, il n'y aurait pas séparation parce que le ressort, se détendant sans retard, garderait le contact.

L'accéléromètre que MM. Auclair et Boyer-Guillon ont inventé et réalisé ne peut servir à la mesure d'accélérations aussi petites que celles qui nous intéressent; aussi ai-je été amené à construire un appareil transportable pour la mesure d'accélérations ne dépassant guère 0,20 m : $s^2$.

## I. — Principe de l'accéléromètre pour vibrations verticales.

C'est celui de l'appareil Auclair et Boyer-Guillon. Une masse M, est suspendue (fig. 1) à un ressort vertical R, dont la longueur est réglée par une vis V. Cette masse peut venir en contact, soit en montant, soit en descendant, avec une plaque H, le heurtoir; un contact électrique, relié à un téléphone avertit du moment où le contact se produit.

1° S'il s'agit de mesurer des accélérations dirigées de haut en bas, on tendra le ressort jusqu'à ce que le contact s'établisse *sous* le heurtoir. Ajoutons d'abord à la masse M une masse $m$ et, ensuite, réglons la tension du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ressort pour que la masse M vienne toucher le heurtoir par-dessous, mais sans pression, le moindre desserrage de la vis V faisant cesser le contact. La tension du ressort R est mesurée par la force qui l'équilibre, c'est-à-dire le poids $(M + m)g$. Si nous enlevons la masse $m$, la tension du ressort ne changera pas; elle sera équilibrée, d'une part par le poids $Mg$ et d'autre part par la pression $mg$ exercée sous le heurtoir : c'est cette dernière force qu'il faut vaincre pour séparer la masse du heurtoir, puisque si l'on replaçait la masse $m$, le heurtoir ne subirait plus de pression.

Pour qu'une vibration soit capable de séparer la masse du heurtoir, il faut que son accélération $\gamma$ soit telle, qu'agissant sur la masse M, à laquelle elle est transmise du sol par l'intermédiaire du heurtoir, elle y développe une force $M\gamma$ au moins égale à $mg$. A la limite, on a : $M\gamma = mg$, ce qui permet de calculer $\gamma$.

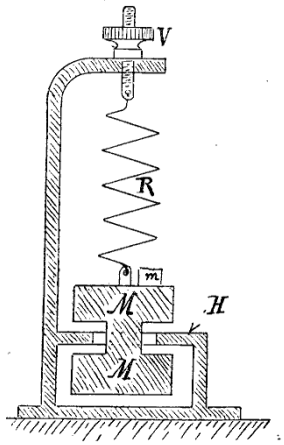


Fig. 1. — Schéma de l'accéléromètre pour vibrations verticales.

En pratique, on tend le ressort R avec la vis V jusqu'à ce que la vibration ne décolle plus la masse M du heurtoir : à ce moment, la tension est $(M + m)g$, mais il faut déterminer la masse $m$ en ajoutant à la masse M un poids capable de faire cesser le contact au repos.

Remarquons que cette disposition permet de mesurer des accélérations de toute grandeur.

2° S'il s'agit de mesurer des accélérations dirigées de bas en haut, on allongera le ressort de façon que le contact se fasse au-dessus du heurtoir. On règlera la longueur du ressort pour que la masse descende jusqu'à toucher le heurtoir, mais sans pression. Dans mon appareil, par hypothèse, les accélérations que nous avons à mesurer sont très petites; nous les désignerons par $d\gamma$ et nous ajouterons à la masse M une masse additionnelle très petite $dm$. A ce moment, la pression sur le heurtoir sera : $g\,dm$, la tension du ressort étant restée constante.

Pour qu'une vibration soit capable de séparer la masse du heurtoir, il faut que son accélération $d\gamma$ soit telle que, transmise de bas en haut à M, elle y développe une force $(M + dm)\,d\gamma$ qui soit au moins égale à la pression exercée de haut en bas par les masses : celle-ci est $dm\,(g - d\gamma)$, puisque $d$ est dirigée en sens inverse de $g$. On aura donc, à la limite : $(M + dm)\,d\gamma = dm\,(g - d\gamma)$ c'est-à-dire : $M\,d\gamma = g\,dm$, ce qui permet de calculer $d\gamma$.

Remarquons que cette disposition ne permet de mesurer que des accélérations très petites parce que la force qui appuie la masse sur le heurtoir est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réelle au lieu d'être soit une surtension du ressort, soit une masse suspendue à un ressort. Si $\gamma$ devenait supérieur à $g$, il y aurait soulèvement de la masse même si le ressort était supprimé.

En pratique, cette méthode suffit pour la mesure des petites accélérations que nous avons à étudier et l'expérience montre qu'elle peut s'appliquer dans des limites plus grandes; elle a l'avantage pratique que la masse additionnelle est visible.

L'appareil est insensible aux vibrations horizontales.

La masse M, telle qu'elle est disposée dans la figure 1 serait trop mobile :

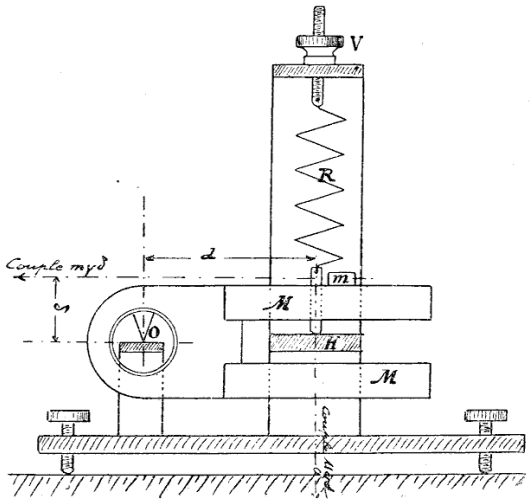



Fig. 2. — Profil sommaire de l'accéléromètre pour vibrations verticales.

elle ne cesserait d'osciller; pour l'empêcher d'avoir des déplacements horizontaux, elle est reliée à un axe horizontal (fig. 2) formant ainsi un pendule horizontal. Ce pendule a la forme de la lettre Y, toute la masse pesante se trouvant du côté des branches de l'Y, et l'axe de suspension est dans le plan de symétrie du pendule. Ce plan horizontal contient aussi le centre de percussion de l'ensemble de la masse pesante et du pendule, lequel se trouve accessible puisqu'il est entre les branches de l'Y. Le point d'attache du ressort vertical R est dans la verticale contenant le centre de percussion ainsi que le point de choc du pendule contre le heurtoir.

La masse $m$ est à une hauteur $\delta$ au-dessus du plan de symétrie; le couple qui tendrait à soulever le pendule sous l'action d'une accélération $\gamma$ horizontale est donc : $m\gamma\delta$. Le couple qui appuie le pendule sur le heurtoir est $Mgd$. Pour qu'il y ait soulèvement du pendule il faut qu'on ait au moins :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$Mgd = m\gamma\delta$. Or : $M = 500$ g; $m = 1$ g; $d = 0{,}20$ m; $\delta = 0{,}03$ m; il en résulte que pour séparer le pendule du heurtoir, il faudrait une accélération horizontale d'au moins 33 km : s², alors que nous ne mesurons que des accélérations verticales de l'ordre de 0,20 m : s².

## II. — Principe de l'accéléromètre pour vibrations horizontales.

La première pensée qui vient à l'esprit est de faire tourner de 90° l'appareil précédent : la masse M devient celle d'un pendule vertical qu'un ressort horizontal R appuie plus ou moins contre le heurtoir H qui devient un plan vertical. Mais cette disposition présente un grave inconvénient quand il s'agit, comme dans le cas qui nous intéresse, de mesurer de très petites accélérations : pour obtenir que le pendule ne fasse que toucher le heurtoir sans pression, il faut supprimer totalement la tension du ressort R, ce qui est impossible, puisqu'on ne peut annuler le poids propre de ce ressort horizontal.

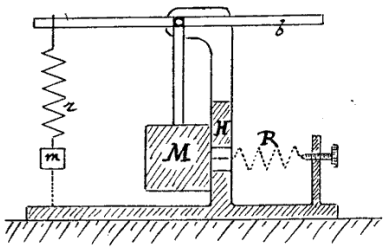



Fig. 3. — Transformation de l'appareil pour vibrations verticales en un accéléromètre pour vibrations horizontales.

Pour tourner cette difficulté, imaginons qu'on remplace le ressort horizontal R par un ressort vertical $r$ reliant au socle de l'appareil un bras $b$ faisant partie du pendule (fig. 3). Ce nouveau ressort pourra solliciter la rotation du pendule par un couple équivalent à celui du ressort horizontal primitif.

Ceci admis, au lieu d'attacher le ressort $r$ au socle, on peut lui suspendre une masse capable d'exercer une tension égale à celle qu'il avait quand il était fixé au socle. Alors, nous pourrons diminuer la masse suspendue jusqu'à même supprimer la masse et le ressort, ce qui annule tout effort horizontal sur le pendule, ce que nous désirions obtenir.

On est donc conduit à suspendre au bras $b$ des poids par l'intermédiaire d'un ressort. Si nous posons les poids directement sur le bras $b$, nous serons dans le cas des accélérations verticales de bas en haut (2ᵉ cas), en ce sens que notre appareil ne nous permettra de mesurer que de petites accélérations. D'ailleurs, l'expérience montre que nous restons dans les limites d'exactitude de l'appareil : on s'en rend compte aisément en employant des poids rigides dans la mesure d'une accélération déterminée et constante et en recommençant la mesure avec des poids à ressorts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au lieu de placer des ressorts entre les poids et le bras, c'est le bras $b$ lui-même qui est rendu élastique : c'est un tube d'aluminium (fig. 7) portant deux bagues de caoutchouc $\beta$ qui entrent à frottement doux dans un cylindre court fixé au pendule.

Pour mesurer une accélération horizontale, l'appareil est rendu vertical (fig. 4) au moyen d'une vis calante, c'est-à-dire qu'on l'incline de façon que le pendule ne fasse que toucher le heurtoir. A ce moment, on ajoute sur le bras $b$, à une distance $\delta$, une masse $m$. Une accélération $\gamma$ venant du sol atteindra le pendule à son axe de suspension et à son point de contact avec le heurtoir, c'est-à-dire à son centre de percussion. Nous pouvons donc raisonner avec la masse M du pendule composé comme avec celle d'un pendule simple touché en son centre de gravité. Pour que l'accélération $\gamma$ puisse séparer le pendule du heurtoir, il faut qu'elle développe dans la masse M une force $M\gamma$ dont le couple $M\gamma d$ soit au moins égal à celui qui appuie le pendule sur le heurtoir : $mg\delta$. A la limite, $M\gamma d = mg\delta$ ce qui permet de calculer $\gamma$.

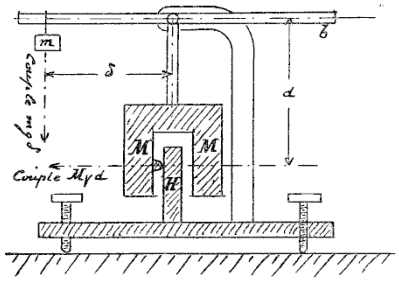



Fig. 4. — Schéma de l'accéléromètre pour vibrations horizontales.

L'appareil étant symétrique est insensible aux vibrations verticales. La masse $m$, rompant la symétrie, ne peut qu'assurer la pression sur le heurtoir : seule, une accélération verticale de bas en haut en diminuerait l'intensité et l'annulerait même, mais sans pouvoir provoquer la rotation du pendule.

*Indicateur de contact ou contacteur.*

Pour constater d'une façon précise si le pendule touche le heurtoir, on pourrait les introduire tous deux dans un circuit électrique et un téléphone permettrait d'entendre le contact s'établir ou cesser; mais cette disposition présenterait deux inconvénients :

D'abord, il est difficile de constituer le contact du pendule avec le heurtoir pour qu'il soit satisfaisant au point de vue mécanique en même temps qu'au point de vue électrique. Pour réaliser un bon contact mécanique, le heurtoir est constitué par une plaque d'acier ou de laiton polie que le pendule vient toucher par le bout poli d'une vis en acier ou en laiton. Un tel contact serait mauvais au point de vue électrique : l'arc, si faible soit-il,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

détériore vite les surfaces en présence et bientôt le contact ne se produit plus qu'intempestivement. Avec des surfaces argentées, on évite tout mécompte.

En second lieu, si on écoute au téléphone le contact du pendule avec le heurtoir, on entend toujours une sorte de friture, même quand le pendule ne quitte pas le heurtoir parce que l'appareil forme microphone à cause de la faible pression au contact. J'ai eu l'occasion de percevoir ainsi des bruits aériens tels que la parole. De plus, des vibrations perpendiculaires à celles qu'on étudie peuvent faire glisser le pendule sur la surface du heurtoir en y produisant des variations de courant perceptibles au téléphone. On y entend donc toujours un crépitement continuel et, dès lors, il devient extrêmement difficile de saisir, au milieu du bruit, la courte interruption silencieuse produite quand le pendule quitte le heurtoir.

Pour obvier à cet inconvénient, j'ai adopté le contacteur de MM. Auclair et Boyer-Guillon, que j'ai rendu repérable.

Dès que le pendule quitte le heurtoir (fig. 5), il vient toucher, par une pointe en argent $j$, un disque L relié au socle par un équipage qu'on peut déplacer lentement au moyen d'une vis moletée, à la façon d'une mise au point de microscope.

Ce disque est amené aussi près que possible de la pointe $j$, mais sans la toucher. De la sorte, quand le pendule touche le heurtoir, le téléphone est muet, mais il devient très aisé de percevoir, se détachant sur le silence, le bruit net de l'étincelle qui se produit dès que, le pendule ayant quitté le heurtoir, la pointe $j$ rencontre le disque L.

Remarquons que la vibration transmise du heurtoir au pendule projette celui-ci à une distance que nous nous efforçons de rendre très petite, en mettant sur le bras $b$ des cavaliers de poids juste suffisant pour ne pas éteindre tout à fait l'oscillation du pendule. Si nous considérons deux accéléromètres identiques atteints par la même vibration, leurs pendules seront projetés à la même distance : il faut donc nécessairement, si nous voulons des mesures comparables, que nous fassions exécuter par les deux pendules la même amplitude d'oscillation entre le moment où ils quitteront les heurtoirs et celui où ils toucheront les disques. Il faut donc que l'écart entre la pointe $j$ et le disque soit, au repos, invariable quel que soit l'appareil, quel que soit le réglage.

Pour rendre cet écart automatique et repérable, voici le dispositif adopté : le disque L, qui peut être tourné à la main autour de son centre, porte un segment plus mince de 2/100 mm. En écoutant au téléphone, le pendule étant appuyé au heurtoir par un cavalier lourd placé sur le bras $b$, on avance le disque L vers la pointe $j$ de façon à établir le contact sans pression entre cette pointe et la partie épaisse du disque. Ce réglage opéré,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on tourne le disque de façon qu'il présente devant la pointe la partie amincie du segment. On produit ainsi, au repos, entre la pointe *j* et le disque L, un écart bien constant quel que soit l'appareil employé. De plus, en tournant le disque en sens inverse, il est toujours aisé de s'assurer rapidement que le contact est bien exact.

Il faut que le disque ne puisse être rayé par la pointe : il est donc néces-

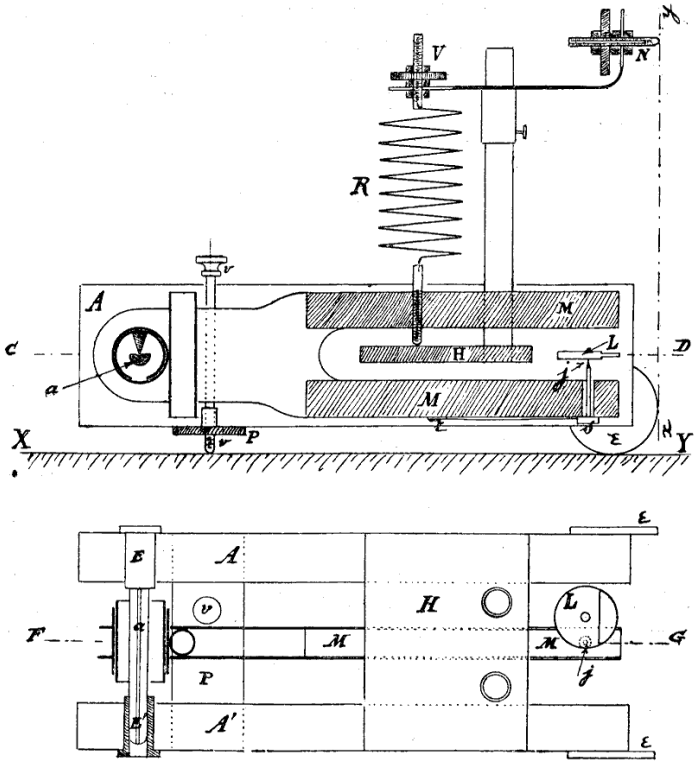



Fig. 5 et 6. — Coupe verticale GF et plan-coupe horizontale CD de l'accéléromètre.

saire d'interposer un ressort entre la pointe et le pendule. Ce ressort *rs* est placé à l'extérieur du pendule et une tige *sj* traverse le pendule pour aller faire le contact avec le disque. La pression exercée par le ressort en *s*, sur la face externe du pendule, est suffisante pour que les vibrations qu'on étudie ne puissent séparer le ressort du pendule, mais une pression plus grande ferait plier le ressort avant qu'il ne soit capable de rayer le disque L.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Axe de suspension.*

Il faut que le pendule puisse être rendu soit horizontal, soit vertical. De plus, pour réduire les frottements au minimum de façon que l'appareil soit sensible aux plus petites accélérations et, en conséquence, pour que le pendule soit très mobile, il faut que la rotation s'opère sur un couteau.

Pour répondre à ces deux conditions, le couteau est fixé dans un cylindre, dont son arête occupe le centre, et ce cylindre peut tourner dans un autre faisant partie du pendule. Le couteau repose au fond d'une rainure demi-cylindrique creusée dans un axe *a*. Cet axe fait partie de la pièce E serrée dans le longeron A de droite du socle (fig. 5) et il peut tourner dans la pièce E′ qui est fixée au longeron A′ de gauche du socle. On peut donc tourner séparément l'axe *a* et le couteau. De plus, pendant le transport, une réglette de bois ρ, introduite par le trou de la pièce E′, permet de soulever le couteau et d'empêcher son contact avec l'axe *a*, afin que son arête ne s'émousse pas (fig. 7).

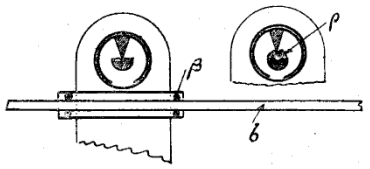



Fig. 7. — L'axe *a* de la figure 5 est tourné de 90°; le bras *b* est en place sur bagues de caoutchouc; à droite, le couteau est séparé de l'axe par une réglette en bois pour le transport.

*Socle.*

Il comprend deux longerons A et A′ réunis par une traverse P et par le heurtoir H. Le contacteur, représenté seulement en schéma par le disque L, est fixé au longeron A′.

L'appareil repose sur le sol :

1° Par deux excentriques ε permettant de rendre l'axe *a* horizontal, tout en conservant à l'appareil une grande rigidité;

2° Soit par la vis calante *v* si l'on veut rendre le pendule horizontal pour la mesure des accélérations verticales, soit par la béquille N si l'on veut rendre le pendule vertical pour la mesure des accélérations horizontales.

La figure 5 représente le pendule horizontal, l'appareil reposant sur le sol figuré par la ligne XY. Pour se représenter le pendule vertical, il faut faire tourner la figure de 90° : le sol deviendra la ligne *xy*, le ressort R sera supprimé et le couteau ainsi que l'axe *a* seront tournés comme le montre la figure 6. La figure 7 montre la disposition pour le transport de l'appareil, la réglette en bois ρ sépare le couteau de l'axe *a*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Niveau.*

Pour la mesure des accélérations horizontales, le niveau a une grande importance parce qu'il nous permet de calculer la précision de nos mesures.

Le déplacement d'un cavalier d'un milligramme sur le bras $b$ nous donnerait une précision dépassant nos besoins, mais nous ne pouvons compter que sur celle avec laquelle nous déterminerons l'origine de nos mesures, c'est-à-dire la verticalité de l'appareil.

Si on incline l'appareil d'un angle $\alpha$, la masse du pendule vient exercer sur le heurtoir une pression $Mg \sin \alpha$. Pour qu'une accélération $\gamma$ horizontale puisse séparer le pendule du heurtoir, il faut qu'elle soit assez grande pour développer dans la masse M une force $M\gamma$ au moins égale à $Mg \sin \alpha$. A la limite, on aura donc : $M\gamma = Mg \sin \alpha$, c'est-à-dire

$$\gamma = g \sin \alpha \quad [1].$$

L'angle $\alpha$ est mesuré avec un niveau de 30 m de rayon dont la fiole a 10 cm de longueur, maximum de ce qu'on trouve dans le commerce.

On peut s'approcher de la verticalité, soit en diminuant la pression pendule-heurtoir jusqu'à l'annuler, soit au contraire en approchant le pendule du heurtoir jusqu'à produire le contact et, dans ce cas, on peut s'aider de la vue parce que le jeu entre le pendule et la plaque polie du heurtoir est bien visible.

On peut donc faire successivement deux lectures sur le niveau et la différence des angles lus (qui devraient être identiques) portée dans la formule [1] ci-dessus, nous donnera l'approximation de nos mesures, en nous permettant de calculer l'erreur que nous pouvons commettre.

PAUL PRACHE,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LES MOTEURS D'AVIATION, ÉVOLUTION, TENDANCES ACTUELLES (1).

MONSIEUR LE PRÉSIDENT, MESSIEURS,

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a bien voulu me réserver le grand honneur de vous parler ici des moteurs d'aviation, des tendances actuelles et des moteurs de demain. La question est très complexe car les progrès du moteur dépendent des résultats scientifiques et techniques, des possibilités dans le domaine de la physique et de la chimie, de la mécanique et de l'électricité, de la métallurgie et du machinisme.

L'évolution du moteur est en outre liée à celle de l'avion, engin de transport ou de liaison, et instrument militaire, à celles des routes aériennes à desservir et du combat à soutenir, qui déterminent ses conditions d'utilisation et d'emploi.

Je vais essayer d'examiner les grandes lignes de cette évolution, m'excusant par avance auprès d'une assemblée qui contient tant d'autorités, si certains développements n'ont pas toute l'ampleur qu'ils mériteraient.

Le rôle de plus en plus important dévolu à l'aviation pendant la guerre a entraîné un immense développement du moteur d'avion et a permis de franchir une étape importante dans la voie de la sécurité de fonctionnement, de l'augmentation de la puissance et de la légèreté.

Plus de 90.000 moteurs ont été construits en France de 1914 à 1918, ce qui représente plus du tiers de la production mondiale pendant cette période. Les transformations du moteur ont accompagné celles de la bataille aérienne. Pour permettre à l'avion d'aller plus vite et de monter plus haut que l'adversaire, de remplir ses fonctions de plus en plus nombreuses, le combat, la transmission des renseignements, la photographie, le chauffage des passagers, l'éclairage pour les évolutions de nuit, le moteur a dû se compléter d'organes accessoires indispensables; la puissance a passé de 40 à 400 ch; le poids par cheval a diminué de moitié et est descendu jusqu'aux environs de 1 kg, le rendement a été augmenté et la carburation organisée pour per-

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique du Conseil, le 11 février 1922.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mettre le fonctionnement normal à 5 et 6.000 m d'altitude et au-dessus, par des températures atteignant — 40°. On a ainsi abouti à des moteurs poussés et puissants, dont l'endurance est fatalement réduite.

Après cette évolution du moteur de guerre, poussée avec fièvre pendant cinq ans, les années de 1919 et 1920 ont été consacrées, en même temps qu'à la réorganisation des usines, à la mise au point du matériel existant ou en cours d'établissement, à la préparation et à l'étude; l'examen de la documentation de guerre a permis de mieux définir les caractéristiques des avions militaires; l'ouverture et l'exploitation des premières lignes aériennes ont montré quels étaient les principaux problèmes à résoudre pour l'aviation civile et industrielle. En 1921, on a commencé les nouvelles réalisations qui apparaîtront en 1922, 1923, 1924 et que nous allons examiner.

Pour l'avenir plus lointain, il est difficile d'être prophète; nous essaierons de le faire avec prudence, mais avec la confiance qui croit au progrès et n'essaie pas de lui fixer des limites absolues.

## LE MOTEUR COMMERCIAL ET LE MOTEUR MILITAIRE

L'aviation commerciale, née après les hostilités, a naturellement utilisé les moteurs existants, immédiatement disponibles en grande quantité, à des prix de revient extrêmement avantageux, et, dans un légitime désir de réaliser de belles performances comme vitesse et poids transportés, elle a parfois traité ces moteurs un peu rudement, et avec une insuffisante pitié, en leur imposant aux faibles altitudes pour lesquelles ils n'étaient pas préparés, un régime trop dur.

L'altitude normale de navigation est de l'ordre de 2.000 m qui permet de franchir sans danger les obstacles de nos régions, c'est-à-dire avec la possibilité d'atterrissage en cas de panne, dans un rayon d'une vingtaine de kilomètres.

Un service de transport public doit être régulier et sûr, à horaire fixé à l'avance. La première condition à remplir est ainsi celle de *sécurité* et de *régularité* de marche pendant les vols. Le moteur doit pouvoir être mis en route à l'heure voulue et être d'un fonctionnement assuré pendant un nombre d'heures minimum connu; on admet actuellement comme désirable une durée de 200 heures.

Le transport par aéronef étant une opération commerciale doit être effectué avec le meilleur rendement économique; il s'agit donc d'obtenir le rendement optimum d'un groupe motopropulseur (ensemble moteur et hélice), au point de vue des tonnes kilométriques transportées, c'est-à-dire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec le minimum de fatigue en vue d'obtenir le maximum de durée de moteur, le minimum de consommation et de frais d'entretien. Un moteur aura ainsi d'autant plus d'avantages, qu'il permettra d'obtenir la plus grande valeur du rapport $\frac{\text{tonnes} \times \text{vitesse}}{\text{puissance}}$.

L'hydraviation de haut bord et de bombardement exige des qualités de sécurité et d'endurance analogues à celles de l'aviation commerciale.

Pour certaines applications militaires, il s'agit toujours d'obtenir le meilleur moteur au point de vue de la légèreté, de la puissance et du rendement.

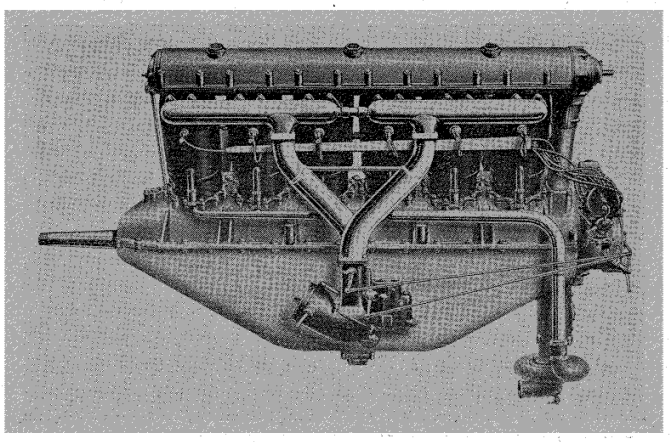


Fig. 1. — Moteur Renault 550 ch à 12 cylindres en V, à 60° (vue latérale). Sur le même modèle ont été établis : un moteur 420 ch et le moteur 300 ch qui équipe les avions classiques Bréguet. Les cylindres sont en acier avec chemise d'eau en tôle soudée à l'autogène. Distribution par culbuteurs au-dessus des cylindres enfermée dans un carter étanche. Carburateurs latéraux.

Le poids maximum par cheval admissible pour un groupe moto-propulseur d'avion, c'est-à-dire l'ensemble du moteur, de ses accessoires et de ses approvisionnements pour un voyage de cinq heures environ, étant de l'ordre de 4 kg (chiffre déjà indiqué il y a près de vingt ans par le colonel Renard), seul, jusqu'à présent, le moteur à explosion a permis de résoudre le problème. Nous verrons, en terminant, quelles autres solutions on pourrait envisager. C'est ainsi que le moteur d'aviation a été et est encore dérivé, en tant que principe de fonctionnement, du moteur d'automobile. Mais celui-ci doit être profondément transformé pour donner le rendement, la légèreté, la régularité de couple, l'équilibrage et l'endurance voulus.

La difficulté d'établissement du moteur d'aviation tient à ses conditions spéciales d'emploi, en particulier à ce qu'il est à haut rendement volumétrique, utilisé souvent en surcharge, et pendant de longues périodes à sa

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

puissance maximum; il doit pour cela être établi avec un soin et une précision extrêmes dans les moindres détails : le desserrage d'un écrou en vol peut être aussi grave que la rupture d'un arbre important.

## PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DU MOTEUR D'AVIATION

Les principales caractéristiques du moteur d'aviation à envisager simultanément restent toujours le poids et la puissance, cette dernière étant accompagnée de la durée pendant laquelle elle peut être maintenue.

Chaque avion, pour se sustenter, a besoin d'une puissance minimum que les avionneurs cherchent à rendre aussi faible que possible en augmentant la finesse de l'avion, c'est-à-dire le rapport entre la résistance à l'avancement et la portance; la puissance supplémentaire disponible est utilisée à la montée. Les qualités aérodynamiques de l'avion dépendant du poids soulevé par cheval et par mètre carré de surface alaire, sont ainsi intimement liées à la légèreté du moteur.

Le poids à considérer pour celui-ci est, bien entendu, celui du groupe motopropulseur complet, dans lequel le moteur entre pour 40 p. 100, la consommation pour cinq heures de marche, également pour 40 p. 100, et les accessoires, eau de refroidissement, etc., pour 20 p. 100 environ.

Un moteur plus léger permet, avec une puissance moindre, d'obtenir les mêmes résultats, c'est-à-dire d'emporter le même poids utile total $P_u$, et de soulever le même poids par cheval, qu'un moteur plus puissant mais plus lourd, et cela avec un avion de plus faibles dimensions et partant plus maniable et moins coûteux. Pour des avions semblables, les poids par cheval $m$ et $m'$ et les puissances $T_0$ et $T'_0$ de moteurs équivalents varient en sens inverse suivant la formule théorique approchée (colonel Dorand) :

$$m - m' = Pu\left(\frac{1}{T'_0} - \frac{1}{T_0}\right).$$

A titre d'indication, pour un avion de transport polymoteur des types actuellement envisagés, de 1.800 kg de charge utile, de finesse égale à 0,12, faisant 200 km : h avec un rayon d'action d'un millier de kilomètres, quatre moteurs de 350 ch pesant 3,5 kg au cheval sont équivalents à 4 moteurs de 400 ch pesant 3,7 kg (Ces poids sont rapportés au groupe motopropulseur, et représentent environ 1,5 kg et 1,7 kg pour les moteurs seuls). Les premiers ont l'avantage de permettre une économie d'au moins 15 p. 100 sur le prix d'achat et les dépenses d'entretien, sans pour cela présenter nécessairement une sécurité moindre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais l'allègement ne doit pas être obtenu aux dépens de la sécurité de fonctionnement indispensable pour permettre les marches régulières prolongées sans faiblesses ni arrêts.

Robustesse et légèreté restent ainsi les deux qualités nécessaires, souvent contradictoires, qu'il s'agira toujours de concilier au mieux des besoins. Au fur et à mesure que certaines exigences de divers types d'avions deviennent plus grandes, au point de vue, soit de la vitesse, soit de l'altitude, soit du rayon d'action, de la durée de marche, on ne peut plus apporter la même importance à chacune d'elles; cela conduit à des spécialisations, tout au

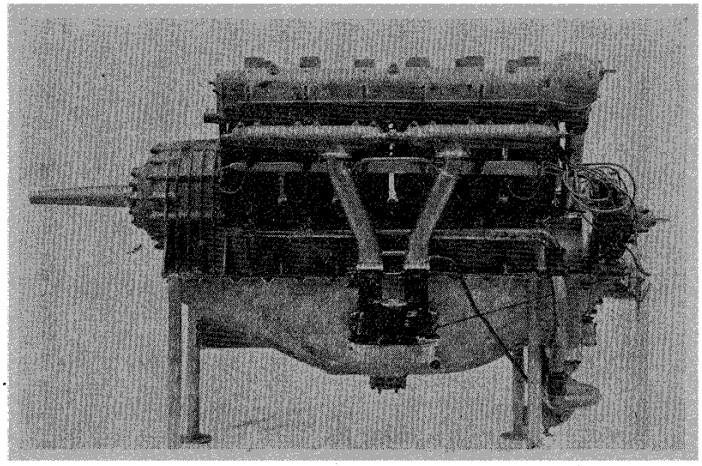


Fig. 2. — Moteur Renault 420 ch à 12 cylindres en V, avec réducteur à pignons droits de commande d'hélice. Le même modèle se fait avec prise directe.

moins dans les utilisations, dont les extrêmes sont le moteur très léger et très poussé d'une part, et d'autre part le moteur très sûr et relativement lourd. Jusqu'à présent, on s'est en général contenté de tirer les deuxièmes des premières par réduction de 10 à 15 p. 100 de la vitesse et du couple.

Ce n'est pas à dire cependant que l'augmentation des sections des pièces et par suite des poids, accroisse toujours la sécurité. Pour les organes en mouvement, il faut faire intervenir en particulier les phénomènes vibratoires et les forces d'inertie, ces dernières croissant rapidement en même temps que les masses de déplacement. La sécurité peut s'accroître au contraire avec l'allègement, ce qui est le cas de certaines pièces de moteurs rotatifs, des équipages de bielles et pistons dans les moteurs fixes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## PERFECTIONNEMENT DU MOTEUR

Pour obtenir l'allègement, on agit à la fois sur la constitution mécanique et sur le rendement.

*Constitution mécanique.* — La légèreté s'obtient d'abord par la disposition rationnelle des organes, par l'emploi de pièces mécaniques usinées sur toutes leurs faces, de formes exactement appropriées aux fatigues subies,

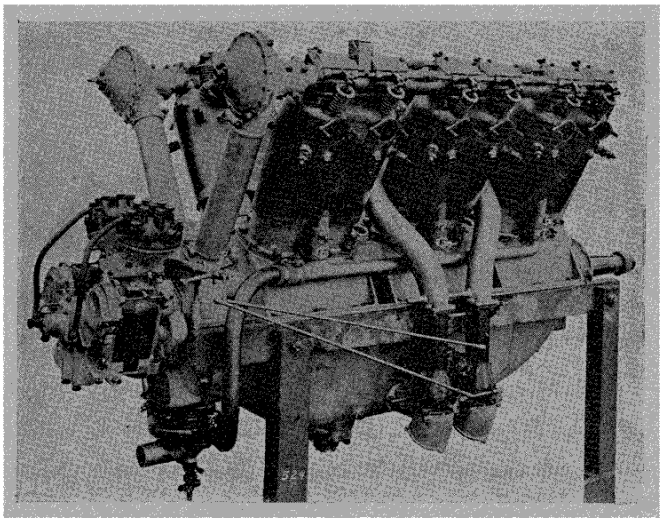


Fig. 3. — Moteur Lorraine-Dietrich 400 ch à 12 cylindres en V. Les cylindres en acier sont jumelés. L'allumage, réalisé ici par magnétos, se fait aussi par génératrice à courant continu et distributeurs séparés placés en bout d'arbres à cames.

à sections bien progressives, par l'utilisation de métaux légers ou très résistants.

Les dispositifs cinématiques, seulement élégants et ingénieux, ne suffisent malheureusement pas, et ne peuvent survivre s'ils ne s'appuient sur les principes rationnels de la mécanique et de la résistance des matériaux. Les poètes et les artistes le regrettent, mais on n'a pas vu apparaître au dernier Salon de nombreux moteurs à dispositions complètement nouvelles qui étonnent par leur hardiesse. C'est que le moteur d'avion commence à trouver sa voie, que les travaux sont conduits suivant des directives bien définies, sur des bases précises, et qu'on se rapproche actuellement d'une forme classique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Deux principaux types de moteurs restent toujours en présence, le moteur à refroidissement par eau, le moteur à refroidissement par air : ce dernier comprend lui-même deux catégories, les fixes et les rotatifs.

Le moteur à refroidissement par eau présente l'avantage d'une plus grande régularité de fonctionnement par suite de la possibilité d'obtenir une température constante pour la surface extérieure des parois des cylindres en agissant sur la circulation; il permet des augmentations de puissance pour ainsi dire indéfinies, puisque le nombre des cylindres peut être théoriquement aussi élevé qu'on veut et ceux-ci peuvent occuper toutes les positions corres-

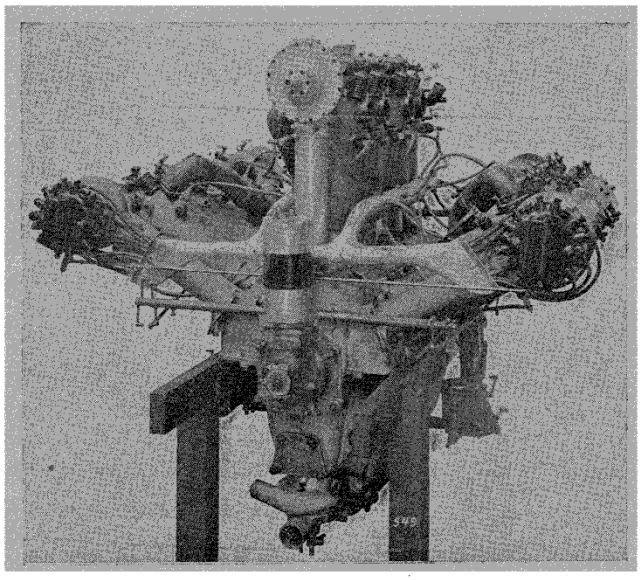


Fig. 4. — Moteur Lorraine-Dietrich 400 ch à 12 cylindres avec 3 rangées de 4 en éventail à 60°. Allumage par génératrice à courant continu placée à l'avant.

pondant aux solutions mécaniques les plus variées; la puissance tirée de chaque cylindre est comprise entre 70 et 100 ch.

Il a contre lui certaines complications et un alourdissement de 0,3 kg à 0,4 kg par cheval dus à la circulation d'eau, mais ces inconvénients sont relativement faibles dans les régions tempérées. Aussi est-il de beaucoup le plus employé.

Le moteur à 6 cylindres en ligne garde l'avantage de lignes simples et symétriques, d'un bon équilibrage, d'un encombrement réduit, mais le poids est élevé, et la puissance maximum que l'on peut en tirer normalement est de l'ordre de 300 ch. Pour des raisons de rigidité de l'arbre, on n'a pas encore dépassé le nombre de 8 cylindres en ligne. Le groupement de plu-



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sieurs cylindres sur un même maneton permet une meilleure utilisation de la matière et un meilleur rendement. Le premier terme dans cette voie est le moteur en V, à 8 et mieux à 12 cylindres, qui a été depuis le début suivi en France, et qui est maintenant universellement adopté, même en Allemagne si longtemps fidèle au 6 cylindres. Le deuxième terme est le moteur en éventail à 3 rangs, à 4 rangs, ou même à 5 rangs de cylindres; le dernier terme est l'étoile qui, par coude de vilebrequin, comporte un nombre impair de cylindres 5, 7, 9 et même 11 cylindres; au delà de ce nombre l'embiellage présente des difficultés trop grandes d'établissement : on peut grouper l'une derrière l'autre plusieurs étoiles; on est allé jusqu'à quatre, et on en a mis deux sur un même coude.

Si nous conservons les données expérimentales actuellement acquises, d'une part de 8 coudes par vilebrequin, comme cela a d'ailleurs été également réalisé dans l'automobile pour le dernier grand prix, d'autre part de deux couronnes de 11 cylindres par coude, on arrive au chiffre respectable de 176 cylindres susceptibles d'attaquer le même arbre. Comme on a construit des cylindres donnant 100 ch, on voit donc que l'on peut théoriquement concevoir et dessiner un moteur de 17.600 ch. Il est peu probable qu'on y arrive jamais. On a cependant réalisé des moteurs de 16, 18, 24 et même 28 cylindres, et de 1.000 ch. Mais ces derniers sont encore des modèles d'étude.

Pour augmenter la sécurité à bord, on a été conduit à la solution des avions polymoteurs, ce qui tend à ramener la puissance unitaire maximum entre 400 et 600 ch. Et d'autre part la puissance totale maximum utilisable à bord est limitée par le rendement en poids utile transporté par cheval, qui décroît quand la puissance augmente; elle serait actuellement de l'ordre de 6.000 ch et n'a pas pratiquement dépassé encore 2.400 ch.

Le moteur à refroidissement par air (fig. 17) présente l'avantage de la simplicité de l'installation à bord et de l'entretien, surtout dans les pays à climats extrêmes, très chauds ou très froids. Le poids des accessoires à ajouter pour passer du moteur nu au groupe motopropulseur est de 0,150 kg à 0,200 kg, au lieu de 0,5 kg à 0,6 kg pour le moteur à refroidissement par eau. Par contre, à cause des difficultés de refroidissement de la chambre d'explosion, la puissance est relativement limitée par le nombre maximum de cylindres qu'il est possible de mettre l'un derrière l'autre en profondeur, et aussi par l'alésage de chacun d'eux, ce qui n'a pas permis de dépasser encore environ 50 ch par cylindre. La consommation d'essence et surtout d'huile reste plus élevée, mais le poids par cheval du moteur nu, grâce à l'emploi de cylindres en acier et de culasses en aluminium peut descendre au-dessous de 1 kg. Une ventilation énergique des cylindres, dans un courant d'air d'une vitesse de près de 180 km : h est alors nécessaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le moteur rotatif garde sa simplicité, sa légèreté, la régularité de son équilibrage et de son couple, la sécurité de ses reprises, grâce au puissant volant qu'il constitue. Mais sa consommation en combustible est supérieure d'au moins 30 p. 100, et celle d'huile qui ne peut être récupérée, de 100 à 500 p. 100 à celle des moteurs à eau, de sorte qu'au point de vue du poids du groupe motopropulseur, il lui devient équivalent au bout de 4 à 5 heures de marche.

La croissance rapide des forces centrifuges et de la puissance absorbée par la résistance à la rotation et à l'avancement limite les diamètres d'encombrement maximum et les vitesses de rotation; la nécessité de refroidissement des cylindres détermine le plus grand alésage admissible.

Pratiquement on n'a pas pu dépasser encore dans de bonnes conditions les puissances de 160 à 200 ch. En Allemagne on a poussé la solution du birotatif qui est né en France; par le mouvement en sens inverse du vilebrequin et des cylindres, on arrive ainsi à doubler le nombre de cycles par tour, et à conserver une vitesse de rotation admissible; malheureusement aux faibles allures le refroidissement est trop juste et les trépidations dues aux engrenages sont grandes; la puissance utile maximum obtenue ne dépasse pas 220 ch environ.

Les photographies projetées et reproduites ici montrent les principaux dispositifs mécaniques employés et les formes de certaines pièces principales (1) (fig. 1 à 17).

*Matières premières.* — Les matières premières et en particulier les métaux légers, les métaux antifriction, les aciers spéciaux jouent un rôle primordial que nous ne ferons qu'effleurer; chaque progrès de la métallurgie entraînera un progrès parallèle dans le moteur, comme cela a été déjà pour l'automobile et l'artillerie : l'augmentation de la résistance des matériaux et la diminution de leur densité permettent l'allègement; la diminution de la fragilité, l'accroissement de l'homogénéité et de la limite élastique accroissent la sécurité; l'amélioration de la dureté et du poli superficiels maintenus avec l'élasticité pour toutes les parties frottantes, en réduisant l'usure, augmentent la durée.

La recherche d'alliages d'aluminium de plus en plus légers à base de magnésium par exemple, dont la densité est de l'ordre de 1,8, c'est-à-dire 30 p. 100 environ plus faible que celle du duraluminium actuel, est poursuivie. La difficulté d'élaboration de ces métaux tient encore à leur oxydabilité et à leur grand pouvoir dissolvant des gaz.

(1) Pour les développements plus importants, voir *Le moteur à explosion* et *Les nouveaux moteurs d'aviation*, par le commandant Martinot-Lagarde, édités par Berger-Levrault.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les alliages d'aluminium pour piston avec adjonction de cuivre, de zinc, de silicium, etc., sont encore à perfectionner pour les rendre moins sensibles aux défectuosités momentanées de carburation, d'allumage ou de graissage.

Avec les alliages légers genre duralumin, de densité 2,8, on est arrivé avec des pièces laminées, à obtenir des résistances de 38 kg avec des allongements importants de 18 p. 100, et une résilience de 4; on sera tenté de les utiliser pour des pièces en mouvement alternatif comme les bielles, quand on aura mis sur pied des procédés industriels de forgeage et qu'on aura

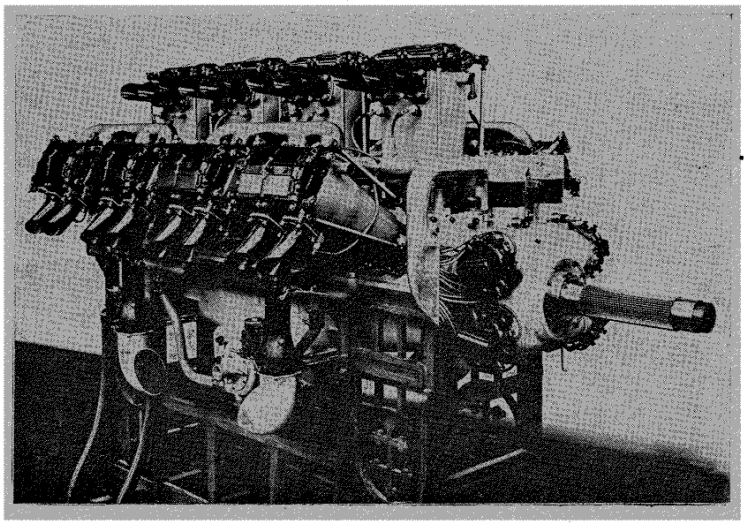


Fig. 5. — Moteur Lorraine-Dietrich 1.000 ch à 24 cylindres en éventail (3 rangées de 8).

vérifié la stabilité de leur texture. Examinons les avantages que présenterait leur emploi, par rapport à l'acier, pour des pièces de section semblable dans le rapport des densités, c'est-à-dire de même poids par unité de longueur et soumises aux mêmes efforts totaux.

Le rapport des densités de l'acier et du duralumin est sensiblement égal à celui des coefficients d'élasticité, et de résistance à la rupture, et égal à $K = 2,7$ environ.

Pour des pièces soumises à des efforts simples de traction ou d'écrasement en bout, les deux métaux sont équivalents. Mais pour les pièces soumises à des efforts de flexion ou de flambage, et aux vibrations, le duralumin prend un avantage marqué par suite de l'augmentation de section et de moment d'inertie qu'il permet; si nous considérons, en effet, une pièce prismatique rectangulaire comme une bielle, le moment d'inertie de la section augmente

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans le rapport $K^2$ soit 7,5, la flèche diminue dans le rapport K, soit 2,7; le moment résistant, le taux de sécurité et la vitesse de résonnance critique, sont augmentés dans le rapport $\sqrt{K}$, soit de 1,64 environ.

Si, au contraire, on conserve le même coefficient de sécurité, l'allègement très important pourrait être de 28 p. 100 environ. Entre ces deux extrêmes, l'expérience donnera la meilleure solution pratique.

Les chiffres de résistance actuellement obtenus avec les aciers peuvent être considérés comme satisfaisants; la diminution des sections que permet l'accroissement de la résistance a en effet une limite, car elle augmente les

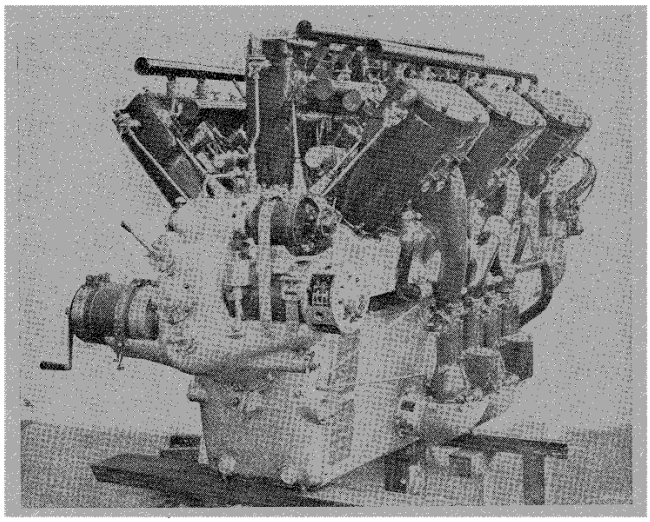


Fig. 6. — Moteur Farman 500-600 ch à 18 cylindres en éventail (vue côté allumage). Génératrices électriques (TSF et lancement) et moteur électrique de mise en route; se fait avec ou sans démultiplicateur d'hélice à satellites coniques.

déformations générales et locales, et l'amplitude des vibrations. Ce qu'il faut améliorer, c'est surtout la sécurité, la résistance aux vibrations, lesquelles seront obtenues par l'homogénéité, la non-fragilité et l'équilibre interne, grâce à une sélection de plus en plus sévère des constituants, à une élaboration et à des traitements thermiques appropriés supprimant, en particulier, les défauts physiques. Comme les tapures sont souvent invisibles de l'extérieur, les recherches doivent porter sur des procédés industriels d'investigation de plus en plus sensibles, électriques ou autres, qui permettront d'éliminer toutes les pièces défectueuses.

*Rendement du groupe motopropulseur.* — Ce qui intervient dans l'avion, c'est l'effort de propulsion réellement transmis par l'hélice.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le but cherché est de rendre simultanément les deux rendements de l'hélice et du moteur aussi voisins que possible de leur maximum.

Le rendement de l'hélice est fonction, toutes autres choses égales par ailleurs, de sa vitesse propre, du rapport de la vitesse circonférentielle de l'hélice, des caractéristiques aérodynamiques de l'avion et de la puissance du moteur.

C'est ainsi que le carré de cette vitesse de rotation doit décroître théoriquement en raison inverse de la puissance. Enfin, une autre cause de limitation de la vitesse de rotation de l'hélice avec la puissance, réside dans la résistance mécanique des matériaux qui la constituent; celle-ci est atteinte par les hélices en bois, avec un coefficient de sécurité de 4 environ, pour des moteurs de 600 ch tournant vers 1.600 tours (1.800 tours pour un moteur de 300 ch), ce qui correspond à une vitesse périphérique de 270 m : s. Il y a ainsi une vitesse optimum et une vitesse maximum de l'hélice pour chaque type d'avion et chaque puissance de moteur. Or, la vitesse optimum de rotation du moteur n'étant liée par aucune relation simple à la vitesse optimum de l'hélice, il semble qu'il soit toujours utile d'installer entre l'arbre d'hélice et l'arbre moteur un système réducteur de vitesse comprenant autant de rapports de réduction qu'il y a de types d'avion. (On n'a pas encore atteint des vitesses et des rendements d'avion nécessitant l'emploi de multiplicateur pour l'hélice.)

Pratiquement, on doit pouvoir se contenter de solutions moyennes approchées et de deux rapports de vitesse de rotation seulement :

1° La prise directe pour les moteurs d'une puissance pouvant atteindre 500 à 600 ch destinés à des avions d'une vitesse égale ou supérieure à 190 km : h;

2° Une réduction fonction de la puissance des moteurs et de la vitesse des avions auxquels ils sont normalement destinés.

Il faut tenir compte, en effet, de ce fait que le réducteur (fig. 2, 8 et 9) entraîne à la fois une complication mécanique, de plus grand dangers de vibrations, une augmentation de poids pouvant atteindre de 200 à 350 g par cheval, et une perte de puissance de 2 à 4 p. 100; les gains de rendement de l'hélice corrélatifs d'une réduction de sa vitesse de rotation peuvent atteindre de 15 à 30 p. 100 au maximum; le réducteur n'est pratiquement avantageux que pour des écarts entre la vitesse de l'hélice et du moteur de 30 p. 100 au moins (la réduction le plus couramment employée est celle de 50 p. 100) et, par suite, des moteurs à vitesse de rotation élevée de l'ordre de 2.000 tours environ; il est indispensable pour les avions lents (vitesse de l'ordre de 150 km : h) lourdement chargés et à grand rendement (avion de transport, hydravion de haute mer); la vitesse de l'hélice est alors comprise entre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1.300 tours environ pour une puissance totale à bord de 500 ch et 900 tours pour une puissance totale de l'ordre de 2.000 ch.

Les deux solutions du moteur relativement lent, mais à longue course, et du moteur rapide presque « carré », à réducteur, sont ainsi suivies; elles ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients et leurs applications optima, c'est une question de bilan.

*Rendement du moteur.* — Il s'agit d'une part de porter au maximum compatible avec la bonne conservation du matériel le nombre de chevaux utiles qu'on peut tirer d'un volume déterminé de cylindres, d'un poids et d'un

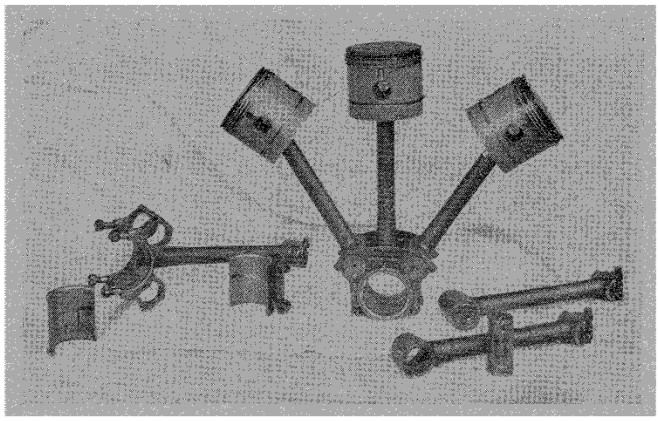


Fig. 7. — Embiellage de moteur Farman 500 ch à cylindres en éventail.

encombrement donnés de matière, et d'autre part, d'obtenir par cheval utile, la consommation minimum d'essence et d'huile.

Ces deux conditions optima ne peuvent être obtenues simultanément; le maximum maximorum de puissance ne coïncide pas avec le minimum de consommation; heureusement, les variations de la consommation sont assez lentes et faibles, de l'ordre de 10 p. 100 aux environs de ce minimum. La consommation théorique minimum correspondant à la combustion complète de l'essence introduite dans une cylindrée est de 210 g par cheval dans le mode de combustion actuel; au-dessous de 200 g, le mélange devient fusant, on a une baisse de puissance et on risque l'échauffement; la puissance maximum est obtenue pour 230 à 250 g, c'est ce que donnent nos carburateurs. Une économie de 5 p. 100 environ paraît encore possible, par l'amélioration de la diffusion du mélange, de sa répartition entre les cylindres, de son réchauffage.

Les principaux moyens pour augmenter le rendement sont les suivants :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° *Bon remplissage des cylindres.* — On est limité dans cette voie, par la dimension des soupapes et leur inertie, par la nécessité des reprises franches. A ce point de vue, il paraît avantageux d'avoir recours à une compression plus élevée dont le rendement compense un remplissage incomplet.

2° *Augmentation de la vitesse linéaire du piston*, c'est-à-dire pour les moteurs de même course, augmentation de la vitesse de rotation.

Les grandes vitesses permettent l'augmentation de la puissance grâce à l'accroissement du nombre de cylindrées par minute, malgré une légère diminution du couple.

C'est ainsi que, dans les moteurs rotatifs, relativement lents de 1.200 à 1.400 tours, le rendement est de 10 à 11 ch par litre de capacité de cylindre;

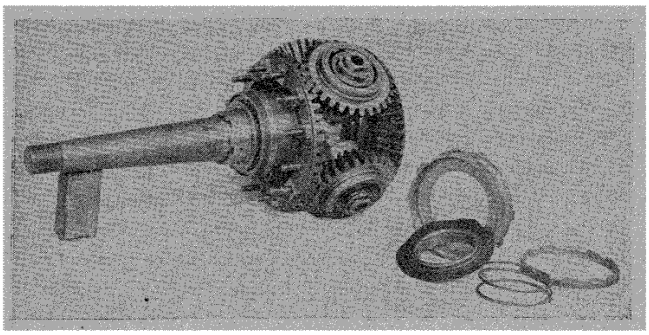


Fig. 8. — Démultiplicateur d'hélice Farman, type axial, à satellites coniques.

il est de 14 ch dans les moteurs Renault, Fiat ou Maybach 300 ch qui tournent vers 1.500 tours, de 15 dans le Lorraine-Dietrich 370-400 ch, le Liberty 400, qui tournent vers 1.650 tours, de 16 dans l'Hispano 300 ch à 1.800 tours, de 19 dans le Bugatti-Bréguet 425 ch, l'Hispano 220 ch, le Rolls Royce 350, le Napier 450 ch, le Sunbeam 410 ch, qui sont démultipliés, et dans lesquels les vitesses atteignent de 1.950 à 2.100 tours; par contre, l'augmentation de la vitesse complique le problème mécanique en augmentant les dangers de vibrations, les efforts d'inertie dus aux mouvements alternatifs des bielles, des culbuteurs, des soupapes, etc., le travail résistant de frottement, les difficultés de graissage, d'alimentation, d'allumage, de refroidissement.

On a ainsi atteint des vitesses linéaires de piston de 13 à 15 m : s correspondant à des vitesses de rotation de 2.000 tours pour des courses de 160 à 200 mm, grâce à l'allègement des équipages mobiles : pistons établis en aluminium, bielles en acier spécial très résistant. Il semble que l'on soit près du maximum de vitesse avec les dispositifs actuels.

Pourquoi dira-t-on, ne voit-on pas apparaître de moteurs à très grande

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vitesse de 3.000 à 4.000 et exceptionnellement 4.800 tours par minute, comme ceux des moteurs de course? Notons que les moteurs d'automobiles du Grand Prix de l'Automobile Club de France, à 8 cylindres en ligne, avaient seulement de 112 à 118 mm de course, ce qui correspond à des vitesses linéaires de 11 à 15 et 18 m : s, du même ordre que les maxima ci-dessus indiqués. Pour des raisons de frottement, de conductibilité calorifique, les cylindres sont en fonte, métal souvent poreux qui, pour présenter une sécurité suffisante, doit être coulé en épaisseur de 5 mm au moins, d'où poids prohibitif; ils comportent les alésages faibles (65 mm

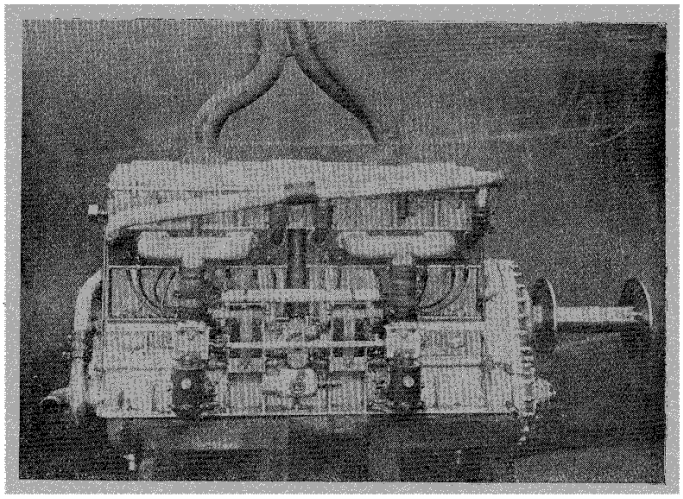


Fig. 9. — Groupe bi-moteur Bréguet (licence Bugatti) 425 ch à 16 cylindres en 2 rangées de 8 parallèles commandant chacune un vilebrequin qui entraîne l'arbre d'hélice par un engrenage débrayable à volonté. Cylindres d'acier; chemise d'eau vissée en tôle de duraluminium.

environ). Pour ne pas atteindre de vitesse critique, les arbres et le carter ont été établis extrêmement rigides, d'où nouvelle augmentation de poids.

Un de ces moteurs, de 3 l de cylindrée, donne environ une centaine de chevaux en pointe (soit plus de 30 ch par litre), et de 60 à 80 ch en durée, mais il pèse plus de 150 kg; pour l'utilisation sur avion, il faudrait lui ajouter le poids d'un réducteur, soit une quarantaine de kilos; il faudrait aussi modifier vraisemblablement la carburation et la distribution pour obtenir la souplesse aux faibles allures.

Ces très grandes vitesses de rotation entraînent des problèmes de plus en plus difficiles, au fur et à mesure que les dimensions augmentent, d'une part au sujet de la carburation de l'alimentation et de l'explosion des gaz, du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

refroidissement, d'autre part en ce qui concerne le graissage et les forces d'inertie; elles ne souffrent pas la moindre imperfection de la circulation, de la qualité d'huile et des garnitures des coussinets. La vitesse maximum que l'on peut atteindre, sans augmenter théoriquement la fatigue des pièces, est celle pour laquelle les forces d'inertie sont égales aux forces d'explosion; mais, pour le graissage, il faut faire intervenir les pressions maxima et moyenne, et leurs périodes, les vitesses circonférentielles et les surfaces des portées, les températures, les caractéristiques du lubrifiant.

Le travail de frottement $f p S v$ d'un coussinet est égal en effet au produit de la vitesse de glissement $v$, par la pression unitaire $p$, la surface projetée S, et le coefficient de frottement $f$. Or le coefficient $f$ n'est pas constant et dépend non seulement de $p$ et de $v$, mais aussi de la température qui agit sur la viscosité de l'huile; ses variations ne sont pas encore exactement déterminées dans tous les cas; d'une façon générale, $f$ décroît quand $p$ et $t$ augmentent et croît au contraire avec $v$, toutes autres choses étant égales; la vitesse est le facteur principal de l'échauffement, c'est-à-dire du travail de frottement par unité de temps. La température maximum à ne pas dépasser dans un coussinet de pouvoir radiant donné, en vue de conserver à l'huile la viscosité nécessaire, détermine ainsi pour chaque vitesse, la pression unitaire maximum admissible. Pratiquement, avec les coussinets actuels de 58 à 70 mm de diamètre, avec des vitesses de glissement de l'ordre de 6 m : s (ce qui correspond à des vitesses de rotation de 2.050 à 1.600 tours par minute), on ne peut dépasser une pression maximum de 110 kg : cm², et une pression moyenne de 50 kg : cm². Pour une vitesse de 9 m : s, la pression maximum ne peut dépasser 70 kg : cm², et pour 10 m : s, une cinquantaine. La pression maxima admissible diminuant plus vite que la vitesse, il y a intérêt à employer des coussinets de diamètre réduit; d'autre part les conditions d'encombrement, de rigidité de l'arbre et de la tête de bielle, réduisent la longueur maximum admissible pour les portées. Il est ainsi difficile de diminuer beaucoup au-dessous du chiffre actuel de 2,6 environ, le rapport de la surface du piston à celui de la surface projetée du coussinet, et par suite d'augmenter actuellement beaucoup les vitesses ci-dessus pour les alésages actuels de 140 à 160 mm.

Mais, au fur et à mesure que le fonctionnement du graissage sera mieux connu, que l'emploi des roulements à billes et rouleaux pourra se généraliser, que l'allègement des organes à mouvement alternatif sera accru (on est descendu actuellement au poids de 20 et même 10 g : cm² de surface de piston pour l'ensemble piston-bielle), les vitesses pourront croître en même temps que le rendement volumétrique, bien entendu dans les limites du refroidissement possible par les parois du cylindre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour le moment, un moteur rapide est relativement plus délicat qu'un moteur lent.

*Dimensions des cylindres.* — Le problème de la vitesse est lié ainsi à la fois à la constitution de l'hélice, à la puissance, et pour chaque puissance aux dimensions des cylindres. On voit ainsi apparaître l'influence du nombre de ceux-ci et de leur alésage. Au point de vue du rendement thermique de chaque cylindrée de gaz, un rapport élevé de la course à l'alésage est avantageux, mais d'un autre côté, une faible course permettant

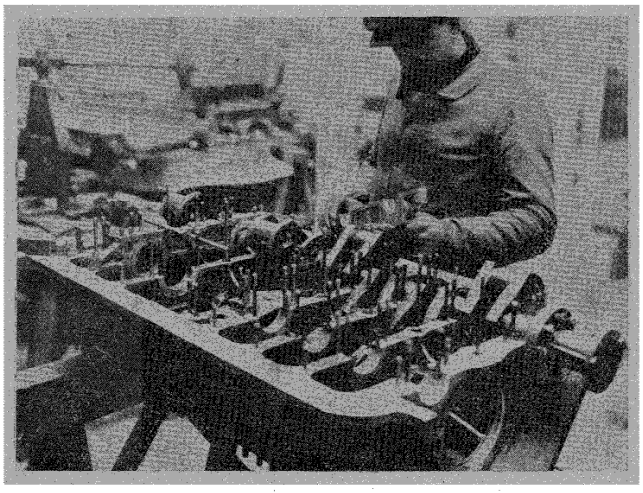


Fig. 10. — Vilebrequin à 8 coudes d'un moteur Bréguet.

des grandes vitesses de rotation et facilitant une bonne alimentation est favorable au rendement final d'un moteur de volume donné. Les cylindres de moteur à réducteur seront voisins du « carré »; les moteurs à commande directe de l'hélice admettront un rapport de la course à l'alésage pouvant aller jusqu'à 1,8, la valeur maximum de la course n'ayant pas encore dépassé de beaucoup 220 mm. Si on se place au point de vue carburation, régularité des explosions et combustion, les faibles alésages sont préférables; en outre, l'effort transmis à chaque explosion est moins grand, l'entraînement du vilebrequin est plus régulier. De toute façon pour la régularité du couple le nombre des cylindres doit être au minimum de six. On a donc avantage à augmenter le nombre des cylindres, sans toutefois atteindre des chiffres prohibitifs d'organes de détail à surveiller comme les soupapes et les bougies, car il ne faut pas oublier qu'un moteur n'est pas toujours parfaite-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment accessible et doit être entretenu sur le fuselage, avec un outillage souvent sommaire, et parfois dans des installations peu confortables. Il semble que les chiffres déjà obtenus de 18 ou 24 cylindres sur le même arbre soient près d'un maximum, en attendant la turbine. Enfin, pour obtenir un bon rendement, les dimensions maximum des cylindres correspondent actuellement à une puissance *d'environ 50 ch par cylindre*, ce qui donne 300 ch environ comme limite normale d'emploi du 6 cylindres, et 600 ch pour le 12 cylindres.

L'alésage maximum normalement employé est de 160 à 170 mm. Quelles

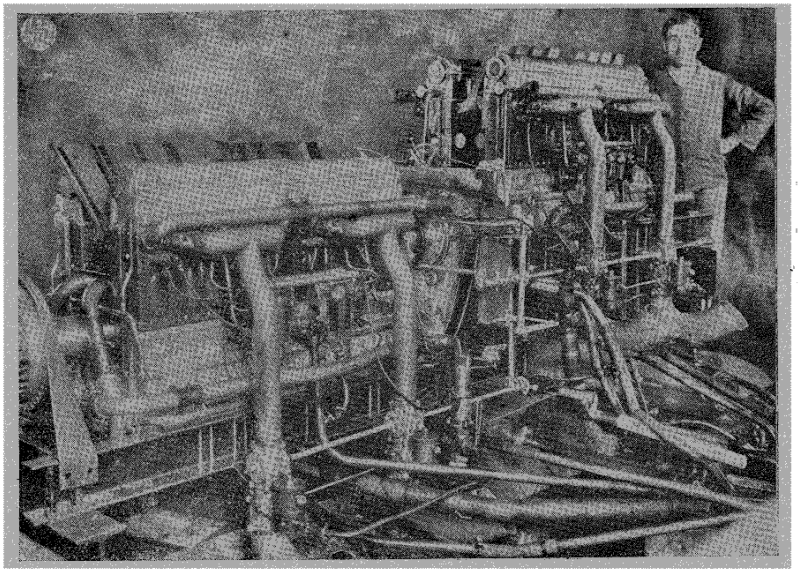


Fig. 11. — Groupe quadrimoteur Bréguet de 850 ch constitué par 2 groupes bimoteurs 425 ch attaquant le même arbre d'hélice par un entraînement à débrayage automatique.

dimensions peut-on espérer atteindre, et quels avantages peuvent-elles procurer en dehors de la simplicité mécanique résultant de la réduction du nombre des cylindres?

On a déjà établi des cylindres de 200 mm d'alésage et même de 235 mm susceptibles de donner environ 100 ch. Mais les vitesses de rotation doivent être réduites, de sorte que le rendement par litre de cylindrée volumétrique descend à 13 et même à 10 ch. En outre, les chocs et les vibrations sont tels que l'aluminium n'est plus assez résistant pour les carters et qu'il faut lui substituer la fonte, d'où augmentation de poids. Il ne semble donc pas qu'on doive voir surgir bientôt des cylindres donnant beaucoup plus de 60 à 75 ch, et des moteurs à un seul arbre de plus d'un millier de chevaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Compression, mélange tonnant.* — L'augmentation de *compression* augmente le rendement de la cylindrée du fait qu'elle élève les pressions et les températures d'explosion, et qu'elle abaisse la température des gaz de l'échappement du fait de l'extension de la détente.

Le rendement théorique de cycle est lié au rapport de compression volumétrique $r$, supposé le même que le rapport de détente, par la formule connue où $\gamma$ est le rapport des chaleurs spécifiques des gaz, théoriquement 1,41,

$$1 - \left(\frac{1}{r}\right)^{\gamma-1}.$$

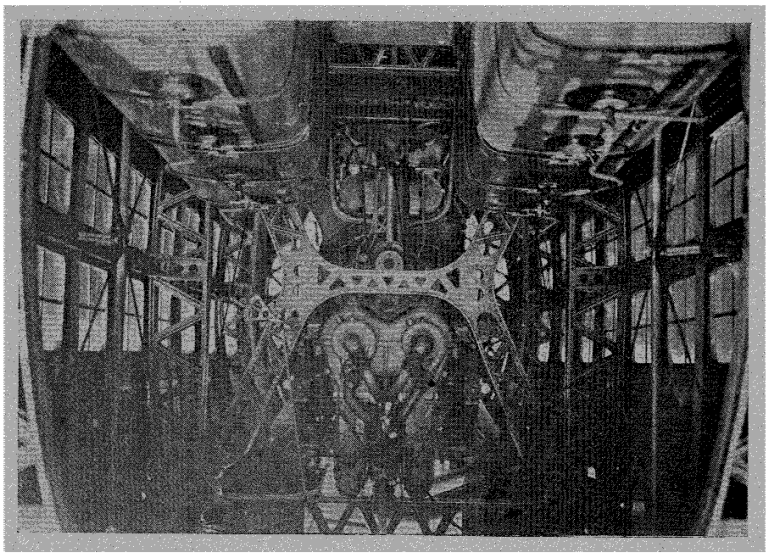


Fig. 12. — Chambre de machines Bréguet avec groupe quadrimoteur de 850 ch dans l'avion *Léviathan*.

Les expériences effectuées avec des cylindres spécialement établis en vue d'obtenir les meilleures conditions possibles de fonctionnement ont montré que, par suite des pertes de chaleur par les parois, de la dissociation, des variations de chaleur spécifique des gaz avec la température, le coefficient $\gamma$ doit être ramené à 1,30 ou 1,25.

Les valeurs, suivant la compression, du rendement optimum indiqué, sont de l'ordre suivant : 0,35 pour une compression de 4,2 et 0,46 pour une compression de 8; on a donc avantage à augmenter celle-ci, et cela d'autant plus que les vitesses sont plus grandes. C'est ce qu'on fait.

Mais les augmentations des pressions et des températures entraînent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

assez rapidement l'auto-allumage et le cognement, augmentent la fatigue des pièces. On est ainsi arrêté pour des raisons mécaniques car les pièces doivent être calculées pour l'effort maximum même momentané, et pour des raisons thermiques, en vue de la bonne conservation des soupapes, des pistons et des bougies, c'est-à-dire des organes isolés les plus difficiles à refroidir.

L'emploi de l'aluminium pour les pistons, grâce à la grande conductibilité de ce métal, triple environ de celle de l'acier et de la fonte, et l'utilisation pour les soupapes d'échappement d'acier à outils à 14 p. 100 de

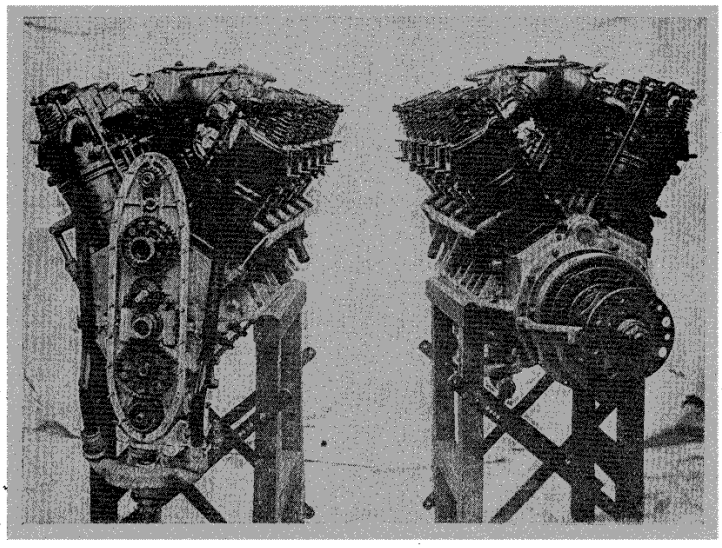


Fig. 13. — Moteur Benz 300-400 ch à 12 cylindres en V à 60°.
Un modèle analogue mais avec carburateurs latéraux de 550-650 ch a été établi.

tungstène, dont la résistance est diminuée au rouge de moins de moitié, ont permis d'atteindre des compressions volumétriques de l'ordre de 4,7 à 5.

Pour éviter les échauffements exagérés, la composition du mélange tonnant doit être d'autant plus constante et homogène et d'autant moins riche en carbures, que la compression est plus élevée. L'importance de l'homogénéité de l'essence croît ainsi avec la compression et avec la vitesse de rotation.

Les rendements pratiques obtenus avec l'essence et la compression ci-dessus sont arrivés à approcher les rendements calculés à près de 5 p. 100, c'est-à-dire qu'il reste peu de progrès à faire avec ce combustible. Pour aller plus loin, il faudrait employer un combustible dont la température et la pression de self-ignition soient plus élevées, ou l'injection de vapeur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## PRINCIPAUX MOTEURS ACTUELS

| TYPE DU MOTEUR | NOMBRE ET DISPOSITION DES CYLINDRES | ALÉSAGE ET COURSE (mm) | PUISSANCE EN CHEVAUX (1) | VITESSE EN TOURS PAR MINUTE | POIDS PAR CHEVAL DU MOTEUR NU (kg) | CONSOMMATION PAR CHEVAL-HEURE Essence et huile (g). | VITESSE DE L'HÉLICE (tours par minute). |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *Français.* | | | | |
| Renault 300 ch | 12 en V | 125-150 | 300-320 | 1.600 | 1,14 | 265 | 1.600 |
| — 420 ch | 12 en V | 134-180 | 420-450 | 1.600 | 1 | 275 | 1.600 |
| — 420 ch | 12 en V | 134-180 | 420-450 | 1.700 | 1,3 | 275 | 850 |
| — 550 ch | 12 en V | 160-180 | 500-550 | 1.600 | 1,2 | 275 | 1.600 |
| Hispano-Suiza 300 ch | 8 en V | 140-150 | 280-320 | 1.800 | 0,8 | 260 | 1.800 |
| Lorraine-Dietrich 370 ch | 12 en V | 120-170 | 360-400 | 1.700 | 0,9 | 260 | 1.700 |
| — 400 ch | 12 en W | 120-170 | 360-400 | 1.700 | 0,85 | 260 | 1.700 |
| — 500 ch | 12 en W | 126-200 | 450-500 | 1.600 | 0,91 | 260 | 1.600 |
| — 1.000 ch | 24 en W | 126-200 | 900-1.000 | 1.600 | 0,9 | 260 | 1.600 |
| Farman 300 ch | 12 en V | 120-180 | 300-350 | 1.800 | 1,2 | 260 | 900 |
| — 500 ch | 18 en W | 120-180 | 500-600 | 1.800 | 1,1 | 260 | 900 |
| Panhard-Levassor 500 ch | 12 en V | 165-170 | 500 (2) | 1.500 | 1,2 | 270 | 1.500 |
| Peugeot 500 ch | 12 en V | 160-170 | 450-500 | 1.600 | 1,3 | 260 | 1.600 |
| Bréguet 425 ch | 18 2 lignes de 8 | 110 160 | 490-450 | 2.100 | 1,25 | 280 | 1.050 |
| — 850 ch | 36 4 lignes de 8 | 110-160 | 800-900 | 2.100 | 1,3 | 280 | 1.050 |
| De Dion-Bouton 900 ch | 16 en W | 170-190 | 800-900 | 1.450 | 1,1 | 280 | 1.450 |
| Salmson 250 ch | 9 en étoile | 125-170 | 230-260 | 1.600 | 0,8 | 280 | 1.600 |
| — 500 ch | 18 en 2 étoiles | 125-170 | 420-500 | 1.600 | 0,8 | 280 | 1.600 |
| — 300 ch | 9 en étoile | 140-170 | 280-300 | 1.550 | 1,15 | 280 | 1.550 |
| — 300 ch | 9 en étoile | 140-170 | 280-300 | 1.600 | 1,25 | 280 | 800 |
| Rhône 170 ch | 9 en étoile | 115-170 | 140-170 | 1.350 | 1,1 | 340 | rotatif |
| Clerget 130 ch | 9 en étoile | 120-160 | 120-130 | 1.300 | 1,1 | 340 | rotatif |
| Anzani 120 ch | 10 en 2 étoiles | 105-145 | 100-120 | 1.350 | 1,5 | 360 | à air |
| | | | *Américains.* | | | | |
| Liberty 400 ch | 12 en V | 127-177,8 | 360-400 | 1.650 | 0,95 | 250 | 1.700 |
| Curtin 350 ch | 12 en V | 114-152 | 350-375 | 2.250 | 0,95 | 250 | 1.350 |
| Packard 500 ch | 12 en V | 146-155 | 450-500 | 1.700 | 1 | 260 | 1.700 |
| | | | *Anglais.* | | | | |
| Rolls Royce 350 ch | 12 en V | 114,3-165,1 | 320-350 | 1.850 | 1,18 | 260 | 1.080 |
| — 600 ch | 12 en V | 139,7-190,5 | 500-550 | 1.750 | 1,10 | 260 | 970 |
| Napier 450 ch | 12 en W | 139,7-140,17 | 400-450 | 2.000 | 0,9 | 260 | 1.000 |
| Sunbeam Coatalen 600 ch | 12 en W | 122-160 | 400-420 | 2.000 | 1,1 | 260 | 1.000 |
| Bristol Jupiter | 9 en étoile | 148-190 | 350-400 | 1.700 | 0,75 | 300 | 1.700 |
| | | | *Italiens.* | | | | |
| Fiat 300 ch | 6 en ligne | 160-180 | 280-300 | 1.600 | 1,3 | 260 | 1.600 |
| — 600 ch | 12 en V | 170-210 | 600-650 | 1.550 | 1,1 | 270 | 1.550 |
| Isotta Freschini 250 ch | 6 en ligne | 140-180 | 250-280 | 1.650 | 0,95 | 260 | 1.650 |
| | | | *Allemands.* | | | | |
| Mercédès 260 ch | 6 en ligne | 160-180 | 260-290 | 1.500 | 1,4 | 250 | 1.500 |
| Maybach 300 ch | 6 en ligne | 165-180 | 260-300 | 1.500 | 1,4 | 245 | 1.500 |
| Benz 260 ch | 6 en ligne | 145-190 | 250-275 | 1.500 | 1,4 | 245 | 1.500 |
| — 300 ch | 12 en V | 145-160 | 320-350 | 1.500 | 1,35 | 250 | 900 |
| — 600 ch | 12 en V | 155-200 | 550-600 | 1.550 | 1,2 | 250 | 1.500 |

(1) Dans cette colonne le deuxième nombre indique la puissance maxima soutenue seulement pendant quelques minutes, le premier nombre, auquel se rapporte le poids par cheval, la puissance soutenue au moins pendant une demi-heure. — (2) Puissance sensiblement constante jusqu'à 2.500 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'eau, pour ralentir la déflagration. Parmi les combustibles de la série des carbures, il faut choisir les plus stables chimiquement, c'est-à-dire ceux du groupe aromatique. Des résultats intéressants ont été obtenus par M. Tizard, en incorporant à l'essence 20 p. 100 de toluène de densité à peine supérieure; la compression peut être élevée à 5,6, d'où un gain appréciable d'au moins 5 p. 100 en puissance. Avec l'alcool, on peut atteindre la compression de 8 et, malgré son plus faible pouvoir calorifique, obtenir une puissance au moins égale à celle fournie par l'essence; mais les consommations en poids sont augmentées sensiblement dans le rapport inverse de ces pouvoirs calorifiques, soit de 3 à 5 environ.

## LE PROCHAIN MOTEUR COMMERCIAL GROUPEMENT DES MOTEURS

Quel est le moteur commercial dont on peut prévoir l'utilisation prochaine?

Grâce aux perfectionnements précédemment exposés, les pressions moyennes de détente atteignent 8 à 9 kg : cm² de surface de piston, le rendement, une vingtaine de chevaux par litre de cylindrée, et le poids du moteur nu est de l'ordre de 1 kg par cheval (voir le tableau ci-joint). Mais ce sont là des puissances maxima, soutenues seulement pendant quelques minutes, et de tels moteurs sont à revoir toutes les 30 ou 60 heures.

Pour une utilisation industrielle, il faut obtenir une durée de marche beaucoup plus longue, de 150 à 200 heures, sans démontage complet immobilisant l'avion. Dans ce but, il faut diminuer la fatigue, qui dépend à la fois du couple moteur maximum et de la puissance totale fournie, c'est-à-dire, à la fois du rendement du litre aspiré et de la vitesse de rotation. La fatigue augmente ainsi rapidement lorsqu'on dépasse, pour un couple donné, la vitesse à partir de laquelle les calories évacuées par le refroidissement à travers les parois sont sensiblement constantes. Les cylindres en acier avec soupapes au fond des cylindres permettent d'évacuer dans l'eau de circulation et par minute environ 7 à 8 calories par cheval, soit environ une calorie par centimètre carré de surface de chambre d'explosion. Dans cet ordre d'idées, il semble qu'on ne puisse dépasser de beaucoup, pour les puissances actuellement envisagées, 15 à 16 ch par litre pour la marche en durée, ce qui conduit à un poids probable par cheval de 1,3 à 1,5 kg. Bien entendu, le soin et la précision de la fabrication et la qualité des accessoires joueront de plus en plus un rôle primordial pour la sécurité et la durée.

Ce moteur sera vraisemblablement à refroidissement par eau. Néanmoins

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les résultats obtenus avec le moteur à 9 cylindres en étoile Jupiter-Bristol, à refroidissement à air, montrent qu'il est possible sur des avions de grande vitesse, d'atteindre des puissances de l'ordre de 400 ch, avec des rendements

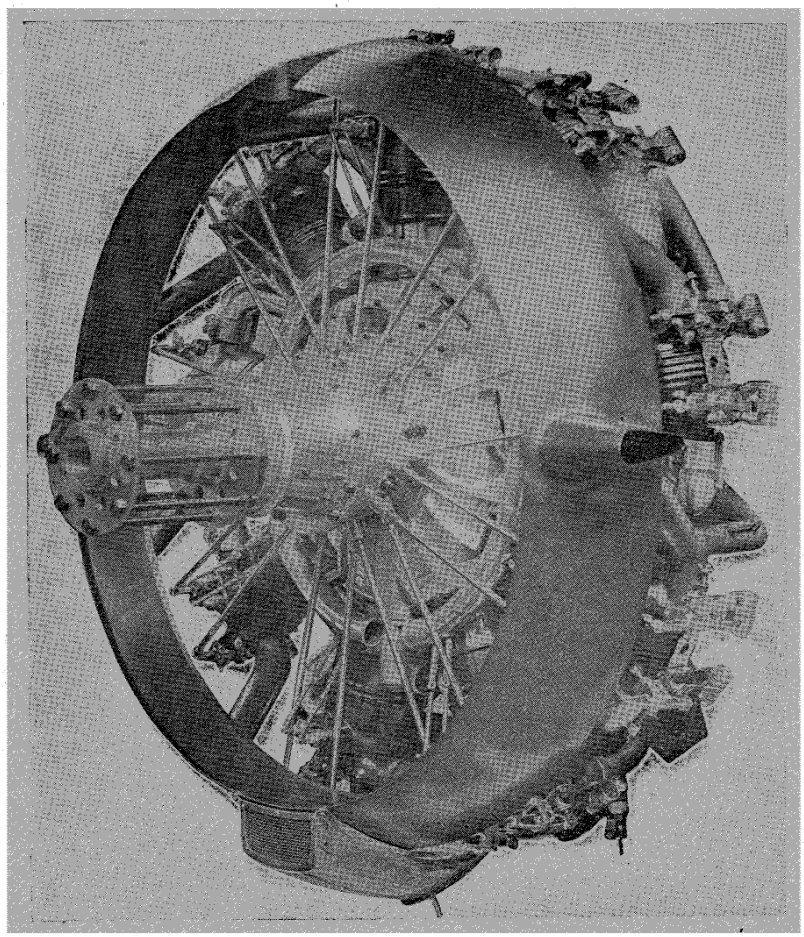


Fig. 14. — Moteur Salmson (système Canton Unné) Z9, 250 ch à 9 cylindres en étoile (vue côté hélice et collecteur d'échappement). Ce même type perfectionné et de dimensions augmentées est devenu le moteur AZ9 de 300 ch établi à prise directe ou avec réducteur axial par satellites coniques.

économiques en combustible et même en huile. Il y a lieu de suivre l'expérimentation pratique dans cette voie.

Pour les faibles puissances jusque vers 150 ch le rotatif gardera certains avantages.

La tendance actuelle est vers les augmentations de puissance. Mais d'une



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

part la question de l'approvisionnement du combustible imposera une limite, et, d'autre part, également la généralisation des avions polymoteurs; il semble ainsi que la puissance du moteur normal va rester de l'ordre de 400 ch; ce chiffre de puissance permet d'ailleurs des réalisations rapides et classiques avec la disposition des cylindres en V, en éventail ou en étoile. Il est encore difficile de préjuger de ce que donneront d'autres dispositifs cinématiques, par exemple les cylindres parallèles à l'axe, substituables au système habituel bielle manivelle.

Les moteurs semblent devoir être répartis à bord de façon à constituer des groupes motopropulseurs complètement isolés, solution qui, à l'heure actuelle, a fourni les installations les plus légères et les plus sûres. Le groupement de plusieurs moteurs attaquant une transmission unique qui commande les hélices, entraîne, en effet, en général, une augmentation de poids considérable (de 400 à 800 g par cheval) correspondant aux installations mécaniques d'entraînement, de liaison souple, d'embrayage et débrayage, et d'autre part l'adjonction d'un organe mécanique augmente les chances de pannes de l'avion de celles qui lui correspondent en propre (on représente sur la figure 18 le couplement de 6 moteurs de 300 ch sur les hélices). En particulier, le danger des vibrations synchrones de torsion croît avec le nombre et la longueur des arbres en mouvement; ces inconvénients peuvent contrebalancer l'avantage de l'accessibilité et de la facilité de l'entretien de moteurs groupés en une chambre de machines.

La solution Bréguet (fig. 9 à 12), grâce à une concentration de tous les éléments, et au rapprochement de l'hélice, arrive à un poids des transmissions inférieur à 300 g par cheval et présente, en outre, l'avantage d'un débrayage automatique d'un moteur mis hors service. Le poids du groupe quadrimoteur de 850 ch est ainsi de l'ordre de 1.100 kg. Ce poids doit être encore réduit dans un nouveau modèle à mécanisme de connexion très simplifié.

Enfin, tous les nouveaux moteurs seront munis de démarreurs; ceux-ci semblent devoir être soit électriques, soit à air ou à gaz comprimé, soit à mélange gazeux, convenablement dosé de vapeur d'essence et d'air, ou mieux d'acétylène et d'air.

## LE MOTEUR POUR LES GRANDES ALTITUDES

Mais il ne suffit pas d'augmenter le rendement au sol, le moteur d'avion est destiné à évoluer à toutes les altitudes comprises entre le sol et le plafond prévu, et aux grandes vitesses.

Le vol à grande altitude est indispensable pour l'avion militaire; la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nécessité d'aller à des vitesses croissantes, et économiquement, s'imposera de plus en plus à l'avion civil; force lui sera alors d'atteindre les hautes atmosphères où l'air raréfié offre moins de résistance à l'avancement, avec des vitesses de vent encore admissibles; et il cherchera à le faire, dès qu'on aura réalisé pratiquement une cabine habitable à toute altitude pour les passagers. Ce vol pose des problèmes nouveaux par suite des grandes varia-

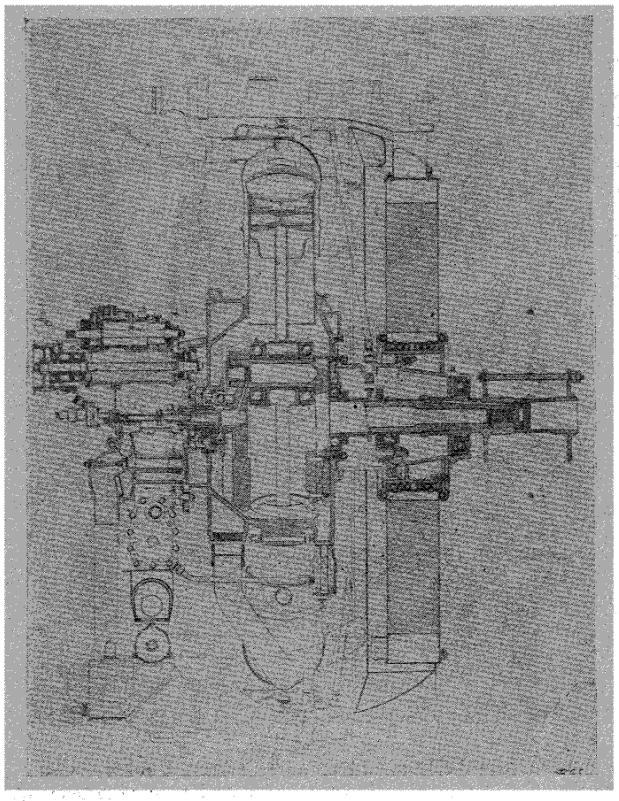


Fig. 15. — Coupe longitudinale du moteur Salmson à 9 cylindres en étoile monté avec son radiateur annulaire à l'avant et collecteur d'eau à la partie supérieure.

tions de pression barométrique et de température de l'atmosphère dans laquelle le moteur à explosion puise son oxygène et entraîne le propulseur, en particulier au point de vue de la variation de puissance et de la carburation. On a, au début, progressivement adapté les moteurs existants à ces nouvelles conditions qui intéressent en particulier, le couple moteur, la compression, la carburation, et enfin le couple résistant de l'hélice. On commence maintenant à concevoir dans son ensemble le moteur spécial pour les hautes altitudes, mais qui doit naturellement permettre de quitter le sol.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au fur et à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, la densité de l'air diminuant, la masse de la cylindrée, proportionnelle à la masse d'oxygène introduite, décroît sensiblement comme cette densité $d$; (il en est de même de l'énergie fournie par les explosions, qui varie ainsi comme $Kd$). Les résistances passives (frottements, entraînement des organes, accessoires), restant à peu près constantes, c'est-à-dire représentant une fraction déterminée

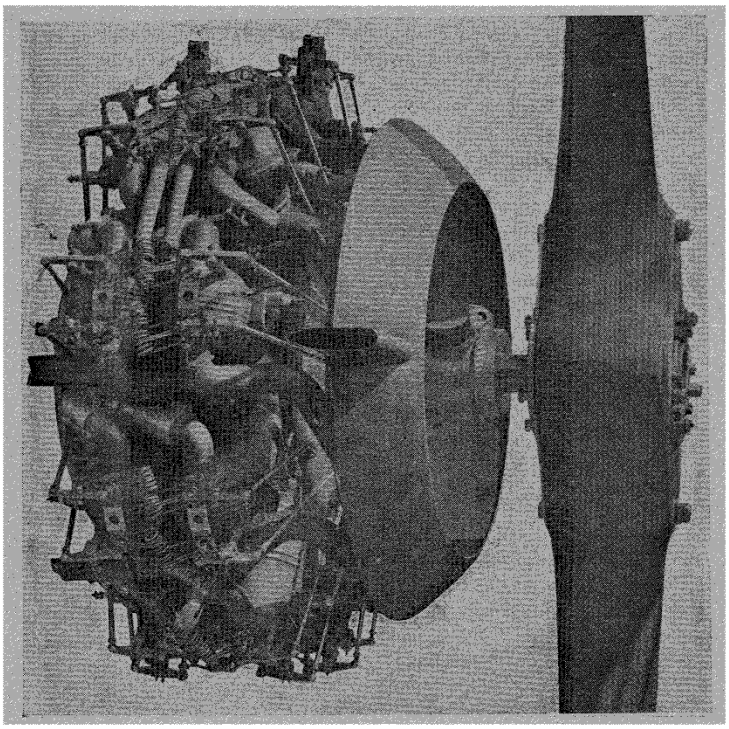


Fig. 16. — Moteur Salmson 18 Z, 500 ch à 18 cylindres suivant 2 étoiles parallèles de 9 cylindres actionnant un maneton unique de vilebrequin; à droite, le collecteur d'échappement et l'hélice.

de la puissance au sol, soit $K'$. La puissance utile varie ainsi comme $Kd - K'$, c'est-à-dire décroît plus vite que $d$; en général K est voisin de 1,1 et $K'$ de 0,1; d'autre part, le réchauffage du carburateur fait que la température des gaz admis décroît moins vite que celle de l'air ambiant; de sorte que, pratiquement, la puissance utile décroît jusqu'à 10.000 m environ comme la pression barométrique,

Cette réduction de puissance détermine l'altitude maximum que l'avion peut atteindre; vers 17.000 m la puissance utile fournie par un moteur serait nulle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On voit donc quel intérêt présentent les dispositifs permettant de réduire cette perte de puissance et les laboratoires équipés pour étudier le fonctionnement du moteur en atmosphère raréfiée et refroidie (fig. 12).

Un des premiers moyens employés en France, et maintenant généralisé dans le monde entier, consiste dans l'augmentation de la compression.

La réalisation progressive de la *compression* optimum à chaque latitude,

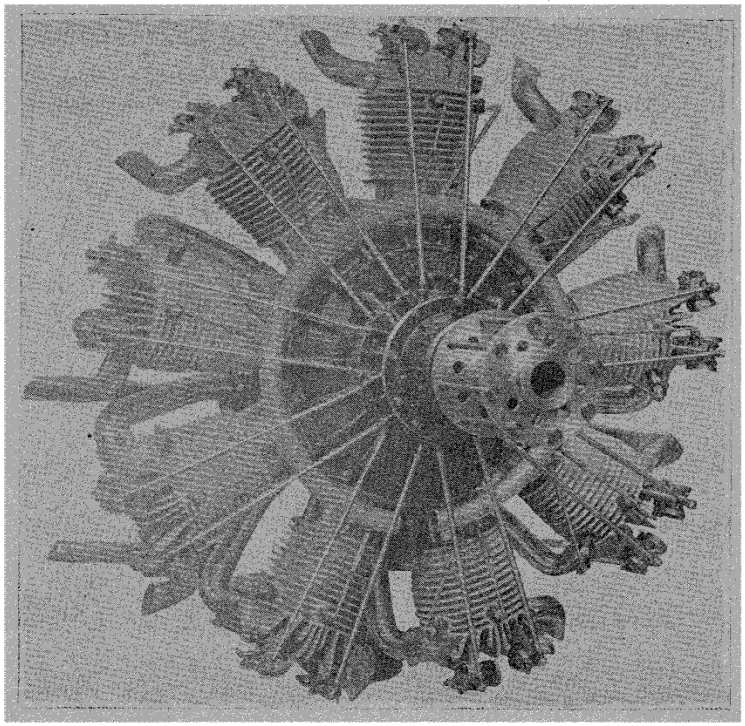


Fig. 17. — Moteur Salmson AB9, 200 ch, à 9 cylindres en étoile, à cylindres en aluminium à ailettes, à refroidissement par air.

c'est-à-dire correspondant aux environs du maximum de puissance et à l'auto-allumage, permet un gain de puissance qui va croissant avec l'altitude et la vitesse de rotation et peut permettre d'obtenir vers 5.000 m un gain de puissance de 25 p. 100 environ. Si on part au sol d'un moteur alimenté à pleine admission à la compression 4,7, la valeur de cette compression optimum peut se calculer facilement; on trouve les chiffres théoriques suivants :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Compression. . . . . | 5,1 à 1.000 | 6,2 à 3.000 | 7,5 à 5.000 |
| | 5,6 à 2.000 | 6,8 à 4.000 | 8,3 à 6.000 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette compression variable est malheureusement assez difficile à obtenir mécaniquement, par exemple par l'emploi d'un faux maneton constituant un excentrique de rayon variable tournant à volonté autour de son axe support cylindrique. Utilisés la première fois par M. Clerget, sur un de ses moteurs 200 ch rotatif, elle a été appliquée au rotatif 160 ch Bréguet-Damblanc-Mutti et au Salmson 230 ch Damblanc-Latecoère.

On peut utiliser aussi, soit un clapet limiteur de pression en fin de compression, soit un régulateur d'admission maximum, automatique ou non.

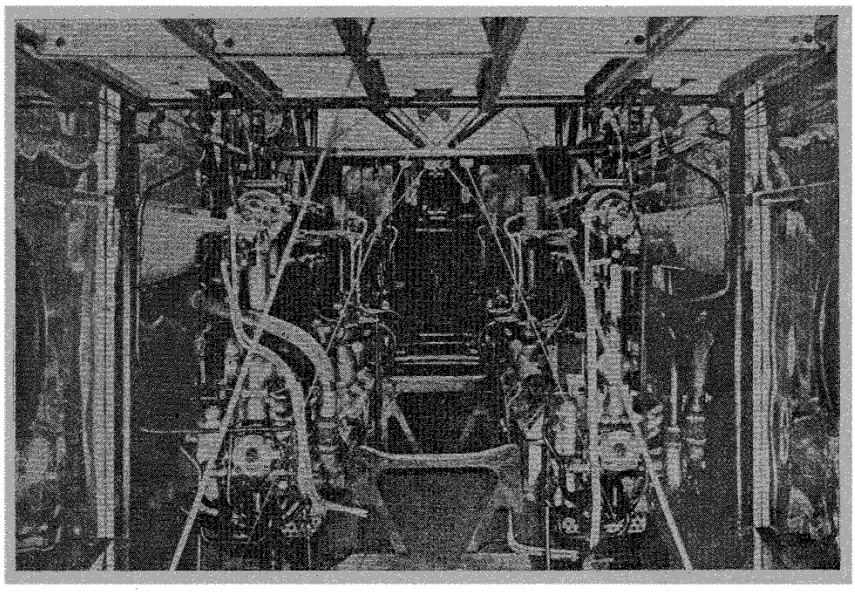


Fig. 18. — Chambre de machines du Siemens- Schuckert. De chaque côté se trouvent 3 moteurs Basse-Selve, 300 ch. Ces 6 moteurs actionnent au total 4 hélices par des transmissions complètes avec embrayage.

C'est ce dernier procédé, le plus simple, d'admission variable commandée à la main aux faibles altitudes, qui, jusqu'à présent, est normalement employé en France et à l'étranger avec les moteurs dits poussés ou surcomprimés, à compression comprise entre 5 et 7.

Le régulateur d'admission automatique, basé en général sur l'utilisation de la boîte anéroïde des baromètres, est réglé de façon à maintenir constante, pour une vitesse donnée, jusqu'à l'altitude pour laquelle la compression volumétrique fixe du moteur est optima, la pression en fin de compression et, par suite, le couple moteur; ce couple constant est égal au couple maximum qui correspond à la pleine admission à l'altitude choisie.

L'extension du système peut être faite avec un moteur non seulement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

surcomprimé et sous-alimenté, mais encore suralésé. Le nouveau moteur Panhard-Levassor est dérivé du 500 ch ordinaire par augmentation de l'alésage porté de 145 à 165, et de la compression portée de 5 à 7. L'encombrement général est à peine changé; la puissance qui doit rester ainsi sensiblement constante jusque vers 2.500 m est augmentée à cette altitude de 23 p. 100 et le poids est accru de 10 p. 100 seulement environ.

Le carburateur est doté de dispositifs automatiques d'admission et de correction altimétrique maintenant constante la composition du mélange, que ne possèdent pas les moteurs allemands établis sur un principe analogue.

La solution complète du problème, au point de vue moteur, réside dans

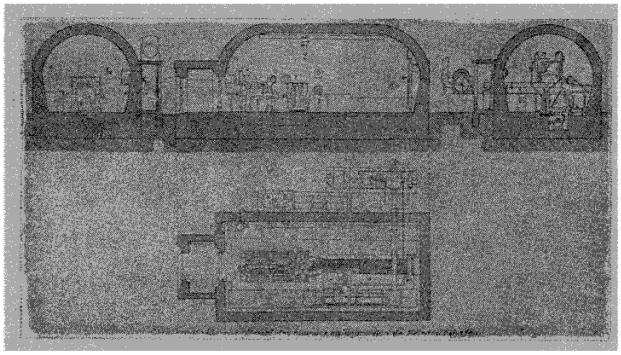


Fig. 19. — Chambre étanche à dépression pour l'essai des moteurs (Friedrichshafen et Amérique). Le moteur est monté avec son frein; les gaz d'échappement sont rejetés à l'extérieur, refroidis par de l'eau et aspirés par un ventilateur sous une dépression égale à celle de l'aspiration du moteur dans la chambre où l'on réalise le degré de vide voulu. La chambre peut être refroidie par un serpentin. Une installation analogue mais plus simple existe à l'usine Zénith à Lyon; une autre est en montage au Service technique aéronautique.

la *suralimentation* qui permet, au moyen d'un ventilateur compresseur, de maintenir constante à toute altitude et égale à celle du sol, la pression d'admission de l'air au carburateur; la densité et le volume de l'air admis ne variant pas, le couple reste constant. L'idée de la suralimentation est ancienne. La réalisation pratique est moderne. Après des essais infructueux d'un ventilateur alternatif de M. Bastiou, la question fut posée à M. Rateau qui pensa et réussit à utiliser dans un turbo-compresseur l'énergie perdue par les gaz d'échappement; celui-ci est constitué par un arbre unique tournant vers 25.000 tours, lequel est entraîné par une roue de turbine dans laquelle se détendent les gaz d'échappement; cet arbre porte un ventilateur centrifuge qui comprime dans le carburateur l'air aspiré à l'extérieur (fig. 21 à 23).

Pratiquement, le plafond d'un avion est porté de 5.000 à 8.000 m et la vitesse à 5.000 m passe de 140 à 200 km : h.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le dispositif est établi pour rétablir sensiblement la pression du sol jusqu'à 5.000 m le compresseur doublant la pression d'admission; il sera, si besoin est, possible d'élargir ce champ d'action.

Le couple du moteur étant constant, la vitesse de rotation de l'hélice rigide, et, par suite, celle du moteur, tend à croître en même temps que la vitesse de l'avion, au fur et à mesure qu'on s'élève. Or, on est ainsi rapidement limité dans cette augmentation de vitesse par la résistance mécanique du moteur et de l'hélice. Pour pouvoir tirer du dispositif tous les avantages

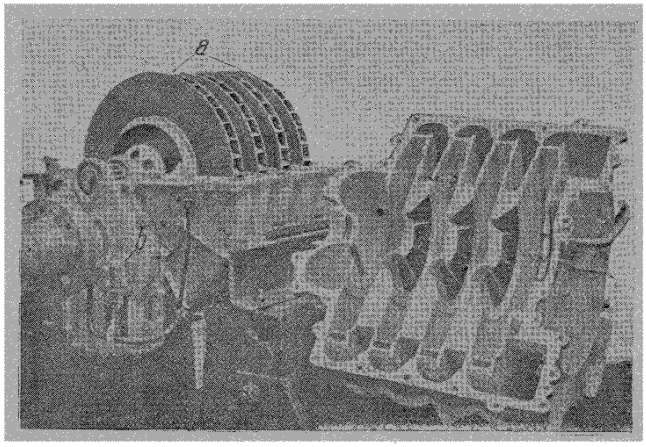


Fig. 20. — Un compresseur de la firme Brown-Boveri commandé par engrenage par un moteur auxiliaire de 100 ch en vue d'alimenter jusqu'à 4.000 m 4 moteurs de 250 ch. Vitesse de rotation 5.000 tours. Poids total de l'installation, 500 kg environ.

qu'il peut comporter, en particulier de doubler les vitesses aux altitudes de l'ordre de 10.000 à 15.000 m, il faudrait disposer d'une hélice déformable à couple résistant croissant. Le problème est posé, les recherches sont commencées et elles sont à pousser dans cette voie qui peut être féconde dans l'avenir, pour la navigation aux très hautes altitudes et aux très grandes vitesses.

Les Allemands ont cherché la solution du problème dans une voie purement mécanique; ils commandent par une série d'engrenages un ventilateur à ailettes de modèle courant, tournant de 5.000 à 10.000 tours, suivant la puissance. La construction paraît plus délicate, le poids est supérieur, la souplesse moins grande car la vitesse du ventilateur est liée rigidement à celle de l'arbre vilebrequin (fig. 20).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## NOUVEAUX CYCLES.

Les cycles à explosion à 2 temps, à détente étagée, les chambres de détente à pistons multiples dans plusieurs directions sont encore en étude ou en essais.

L'essence constitue pour le cycle à explosion le combustible idéal grâce à sa facilité de vaporisation et à son pouvoir calorifique élevé, mais elle présente

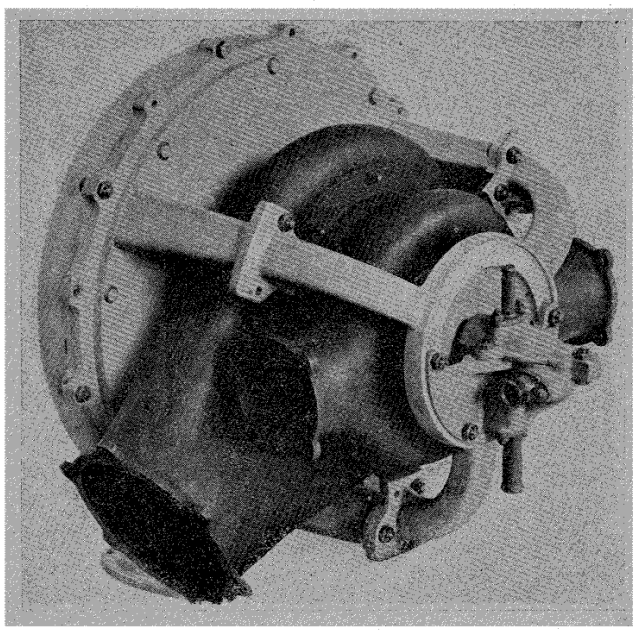


Fig. 21. — Vue du turbo-compresseur Rateau pour moteur 300 ch. Diamètre d'encombrement 0,30 m environ. A droite, le palier, puis collecteur et distributeur de gaz d'échappement en tôle d'acier; carter de ventilateur en aluminium.

par cela même des dangers d'incendie; en outre, son approvisionnement est coûteux et tendra à devenir, étant donné l'accroissement des besoins, de plus en plus difficile, surtout dans les qualités nécessaires aux moteurs actuels. La possibilité d'emploi d'autres combustibles présente par suite une importance très grande pour l'avenir.

L'alcool permet, comme on a vu, grâce à une compression appropriée, d'obtenir la même puissance que l'essence, mais la consommation en poids est augmentée sensiblement en raison inverse des pouvoirs calorifiques soit de 5 à 3 environ. L'alcool est encore loin, d'ailleurs, d'être un produit dont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'industrie dispose en quantité suffisante et à des prix abordables pour répondre aux besoins de l'aviation.

Jusqu'à présent les dispositifs expérimentés pour utiliser le pétrole n'ont pas donné des résultats complètement satisfaisants au point de vue de la souplesse, de l'économie de combustible et du poids; ceux qui emploient les carburateurs ordinaires et provoquent la pulvérisation par échauffement, ont contre eux cette élévation même de température du mélange gazeux qui diminue notablement la densité de la cylindrée, et certains dangers de condensation, anormales, d'encrassements plus rapides; ceux qui, comme le Bellem-Bregeras, amènent le pétrole à l'état vésiculaire sous l'effet d'une très forte dépression, ne semblent pas encore adaptables aux grandes cylindrées et au rendement volumétrique nécessaires à l'aviation.

Pour pouvoir employer rationnellement et économiquement les autres hydrocarbures liquides plus lourds et moins volatils que l'essence, il faut avoir recours aux cycles genre demi-Diesel ou Diesel ou analogues; jusqu'à présent, il n'a pas été établi avec ce cycle de moteur présentant la légèreté, la souplesse, la vitesse de rotation voulues pour un moteur d'aviation. La difficulté provient, partie des hautes pressions accidentelles à craindre et qui nécessitent de fortes sections des pièces, en particulier des coussinets, partie des complications des compresseurs à air et des injecteurs de combustible. Même avec le cycle à 2 temps, particulièrement favorable au Diesel, le rendement normal est seulement de 4 à 5 ch par litre de cylindrée volumétrique, alors qu'il est de 16 dans le moteur d'avion à explosion.

Dans le Diesel ordinaire, le combustible est introduit sous pression en fin de compression dans chaque cylindre par un courant d'air également sous pression qui produit en même temps la pulvérisation; la combustion plus ou moins explosive est provoquée par la haute pression, qui est d'au moins une trentaine de kilos et la température de l'ordre de 500°. Pour permettre le fonctionnement aux hautes altitudes, il faut lui ajouter un compresseur d'air.

Dans le but de simplifier le Diesel, on utilise, dans certains dispositifs, les gaz prélevés dans les cylindres à la pression la plus élevée qu'ils atteignent, ou bien on injecte directement le liquide au moyen d'une pompe.

Le moteur italien Caruffa et le moteur français Charles entrent dans ces types. Le moteur Caruffa se présente sous la forme d'un moteur en étoile de 300 ch d'un poids comparable à celui des moteurs Salmson; le cycle est à 2 temps; les soupapes sont supprimées et remplacées par des distributeurs. Tous les organes d'allumage sont également supprimés pour la marche normale : le combustible est injecté directement sous pression par un collecteur; le balayage se fait à l'air pur au moyen d'un ventilateur compresseur centrifuge Rateau, commandé mécaniquement; le compresseur est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en même temps destiné à produire la suralimentation de façon à permettre le fonctionnement aux diverses altitudes et ce, avec le minimum de perte de puissance. La consommation serait très économique, de l'ordre de 200 g par cheval-heure, comme dans les moteurs Diesel ordinaires.

La solution est séduisante mais soulève de nombreuses difficultés pratiques du fait du collecteur d'injection et de la résistance mécanique.

Dans le procédé français Charles, on arrive à supprimer pompe et compresseur. On utilise, pour l'introduction et la pulvérisation du liquide dans le cylindre moteur en fin de la période de compression, d'une part une

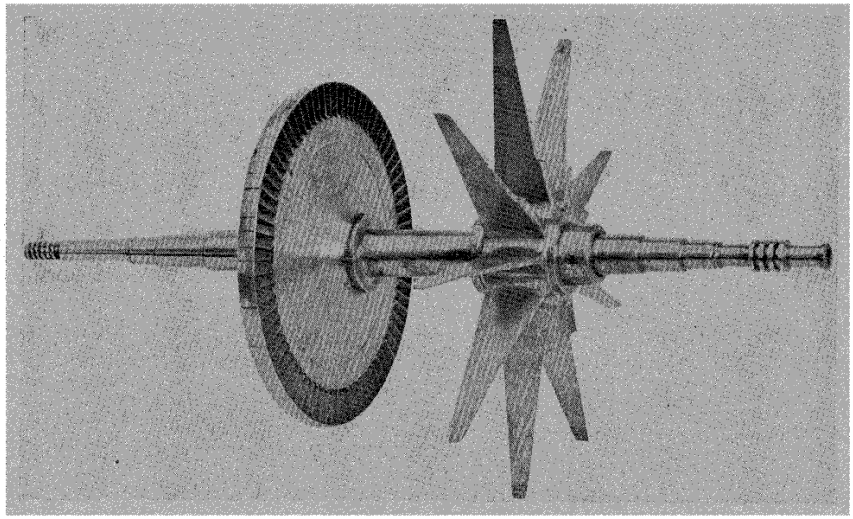


Fig. 22. — Mobile de turbo-compresseur Rateau. A gauche, turbine genre Laval, actionnée par les gaz d'échappement; à droite, ventilateur-compresseur centrifuge à palettes rayonnantes. Vitesse du mobile, de 25.000 à 35.000 tours par minute.

dérivation des gaz chauds fournis par l'explosion (dans un petit réservoir communiquant d'une façon intermittente avec le cylindre avant et après l'explosion), et, d'autre part, une deuxième dérivation d'air prise au cylindre pendant la période de compression. Cet air est carburé dans le petit réservoir au moyen d'une arrivée spéciale de combustible; les gaz produits par sa combustion automatique, au moment voulu, provoquent par une sorte d'injecteur Giffard l'introduction dans le cylindre et la pulvérisation du combustible qui est amené par simple gravité. Le poids du moteur est encore d'une dizaine de kilos par cheval, mais peut être largement diminué. La solution est ingénieuse mais de réalisation délicate.

Dans le moteur français Tartrais, à cycle Peugeot, exposé au Salon de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'Automobile, le combustible liquide est injecté directement sous forte pression d'une cinquantaine de kilogs dans la culasse de forme torique spéciale, de chaque cylindre; il y est pulvérisé et intimement brassé par un courant d'air tourbillonnaire comprimé par le piston lui-même, de façon à produire l'autocombustion par pression et élévation de température, sous volume presque constant. Le poids est encore de 3 kg par cheval. Le rendement de la cylindrée volumétrique est un peu supérieur à celui du Diesel, les

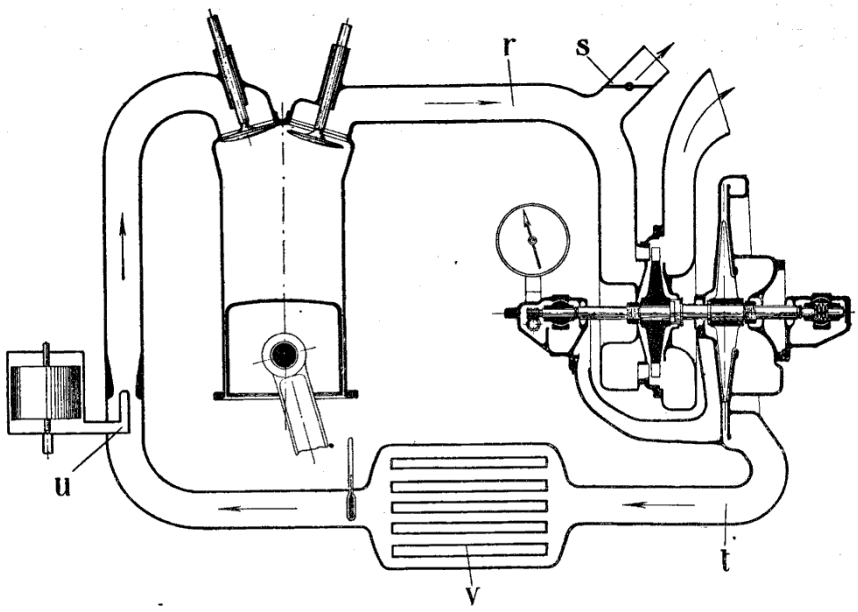



Fig. 23. — Schéma d'adaptation du turbo-compresseur Rateau à un moteur. A droite, turbo; — V, radiateur d'air; — *u*, carburateur; — *r*, tuyauterie d'amenée des gaz à la turbine; — S, vanne d'échappement pour mise hors circuit du turbo; — *t*, tuyau de refoulement d'air comprimé, réchauffé par la compression adiabatique et refroidi dans le radiateur d'air. Poids de l'installation, 70 kg environ.

consommations moins économiques; il semble qu'on puisse peut-être espérer dans l'avenir l'application de ce nouveau cycle aux moteurs d'aviation.

Aucune turbine viable n'apparaît encore, surtout par suite des difficultés métallurgiques, les aciers spéciaux résistent encore mal aux températures supérieures à 600°; les vitesses des avions sont maintenant de l'ordre de grandeur des vitesses moyennes d'aspiration des gaz dans les moteurs actuels, et la vitesse périphérique de l'hélice comparable à celle de sortie des gaz d'échappement, de sorte qu'au point de vue cinétique le problème peut se préciser.

Les explosifs ont contre eux leur faible pouvoir calorifique au kilogramme,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du fait qu'ils contiennent l'oxygène nécessaire à leur combustion, et l'effet, jusqu'alors trop brisant, de leur explosion.

La machine à vapeur présente le désavantage d'un poids élevé; sa consommation de combustible, qui atteint au moins 500 g de charbon ou 360 g de mazout, et sa consommation d'eau ou le supplément de poids des condenseurs correspondent à des surcharges importantes (au moins 5 fois supérieures à celles des radiateurs actuels). Le rendement de la surface de grille décroît d'ailleurs, avec l'altitude, suivant une loi analogue à celle des moteurs à explosion.

## CONCLUSIONS

L'expérience acquise a déjà permis de réaliser des progrès certains; le tableau ci-joint donne les caractéristiques des principaux moteurs actuels; le perfectionnement des solutions classiques connues est en train d'aboutir à la création d'engins susceptibles d'une véritable utilisation industrielle, en attendant le moteur idéal que nous donnera la collaboration de la science, de la technique, des industries métallurgiques, chimiques, mécaniques, etc., et dont la recherche est poursuivie parallèlement.

Nous n'avons encore en service, pour les puissances et avec les rendements volumétriques voulus, ni moteurs à deux temps, ni moteurs Diesel ou demi-Diesel, ou analogues, et, malgré ses inconvénients au point de vue de l'incendie et des difficultés d'approvisionnement, l'essence reste le meilleur des combustibles. Mais on travaille à la réalisation pratique des moteurs destinés à permettre l'utilisation d'autres hydrocarbures.

Les recherches immédiates semblent devoir porter, en dehors des moteurs conçus spécialement pour les hautes altitudes, sur des moteurs très *sûrs*, d'environ 350 à 450 ch de puissance, d'un poids de moteur seul un peu inférieur à 1,5 kg par cheval, économiques, susceptibles d'équiper les avions commerciaux mono et polymoteurs; ces moteurs, poussés vers 500 à 600 ch, pourront devenir des moteurs de guerre.

Bien entendu les perfectionnements doivent être recherchés non seulement sur le moteur lui-même, mais sur tous ses accessoires de fonctionnement et d'adaptation à l'avion, carburateurs, appareils d'allumage, pompes, radiateurs, silencieux, dispositifs de mise en route, moyeux d'hélice, indicateurs de toute sorte, canalisations, joints, robinets, protecteurs contre l'incendie, etc., dont chacun constitue une technique propre, et dont je n'ai pu indiquer le détail des transformations dans le cadre de cette conférence.

Les théories du moteur ne sont pas encore complètement classiques, l'étude méthodique des phénomènes, carburation, ionisation, graissage, etc.,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'amélioration des métaux nécessitent encore une longue et coûteuse expérimentation. L'établissement d'un nouveau moteur peut durer deux ans et coûter plus d'un million de francs.

L'ingéniosité, la persévérance et la foi, qualités bien françaises, permettront d'aboutir. Mais en attendant que la fabrication du moteur devienne une industrie se suffisant à elle-même, il lui faut l'appui des pouvoirs publics, des grandes organisations industrielles et financières, des associations privées, des compagnies de navigation aérienne. Cet appui lui sera sûrement accordé, car le moteur est l'âme de l'avion, et l'avion est appelé à porter à travers le monde le pavillon national, tout en surveillant nos frontières.

Commandant MARTINOT-LAGARDE,
*des Services aéronautiques.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LES RESSOURCES NOUVELLES OFFERTES A LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Du discours prononcé à la séance solennelle de l'Académie des Sciences, le 12 décembre 1921, par notre collègue, M. Georges Lemoine, président de l'Académie des Sciences, nous extrayons les pages suivantes dans lesquelles M. Lemoine fait connaître avec précision les ressources nouvelles de diverses natures, trop souvent ignorées, offertes aujourd'hui à la recherche scientifique.

L'une des principales fonctions de l'Académie des Sciences est d'encourager et de développer les recherches originales dont ceux qui nous ont précédés ici nous ont donné de si grands exemples : c'est plus que jamais l'un des buts que la France doit poursuivre après la terrible guerre qui a fait partout tant de ruines. Je voudrais, à la suite de plusieurs de nos confrères, attirer l'attention sur cette question et faire connaître les ressources, en grande partie nouvelles, dont les chercheurs disposent aujourd'hui, indiquer les progrès qui semblent désirables.

Pour réaliser ces progrès, il n'est pas besoin de détruire nos organisations anciennes; elles ont fait leurs preuves pendant les années critiques qui se sont succédé depuis 1914; mais il faut améliorer, consolider, compléter, coordonner ce qui existe.

Notre Académie a rendu de grands services à la Science; il faut souhaiter que dans l'avenir elle en rende de plus grands encore. Elle ne doit pas être considérée comme une institution de parade dont les membres se contentent de regarder avec intérêt les événements scientifiques qui se passent autour d'eux. Elle doit avoir un rôle encore plus actif : ne pas s'isoler, s'extérioriser davantage, servir de cadre et de point d'appui aux différentes associations qui cherchent à faire progresser la Science et auxquelles nous sommes déjà tous mêlés à titre individuel.

Le *développement des associations scientifiques* a déjà eu lieu pendant la guerre et plusieurs d'entre nous ont tenu utilement et dignement leur place dans les organismes de toutes sortes chargés de collaborer à la défense nationale. On est entré encore davantage dans cette voie depuis la paix.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1918 ont eu lieu deux réunions des Académies interalliées : à Londres, sous la présidence de M. J.-J. Thomson; à Paris, sous celle de M. Émile Picard; on y a discuté le projet d'un « Conseil international de Recherches ».

Ce Conseil international s'est constitué en juillet 1919, à Bruxelles, sous la présidence de M. A. Lacroix : les savants français y étaient en grand nombre. La réunion a choisi pour bureau définitif son Comité exécutif provisoire, présidé par M. Émile Picard. Le Conseil a décidé d'organiser et de prendre sous son égide des « unions internationales » pour les principales branches de la Science. Plusieurs se sont déjà formées : Astronomie, Géodésie et Géophysique, Mathématiques, Physique, Chimie, Radiotélégraphie, Géologie, Sciences biologiques.

Pour donner en France à ces unions internationales un soutien solide, l'Académie des Sciences a constitué, avec l'encouragement des pouvoirs publics, différents Comités nationaux :

Astronomie : président, M. Deslandres.

Géodésie et Géophysique : président, M. A. Lacroix.

Mathématiques : président, M. A. Picard.

Chimie : président, M. Moureu.

Sciences biologiques, y compris la Médecine : président, M. Laveran.

Géographie : président, M. le général Bourgeois.

Sciences géologiques : président, M. Douvillé.

Radiotélégraphie scientifique : président M. Villard.

Physique et Mécanique : président, M. Lippmann.

Ces Comités nationaux établiront sans doute des relations suivies avec les diverses sociétés scientifiques qui existent déjà depuis longtemps et sont la plupart très vivantes.

On sait qu'à côté et en dehors de ces Comités nationaux se sont constituées diverses « fédérations » des sociétés savantes pour éviter la dispersion et l'émiettement des efforts scientifiques.

Plusieurs de ces Comités nationaux ont tenu leurs réunions dans la salle de nos séances. Nos relations deviendront ainsi plus fréquentes et plus étroites avec les savants qui ne sont pas encore membres de notre Académie et qui souvent ont déjà été jugés très dignes de l'être. Et il est tout naturel que les vieux et vénérables bâtiments de l'Institut servent en toute occasion au progrès de la Science sans être considérés comme des sanctuaires inaccessibles.

Notre bibliothèque, dont beaucoup de personnes ignorent la richesse, l'actualité et les développements récents, pourra certainement être utilisée pour les études de toutes sortes qui précèdent et accompagnent les recherches originales.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut espérer que tous ces groupements, en rapprochant les intellectuels entre eux, donneront d'heureux résultats pour les progrès de la Science.

*Une aide matérielle pour les recherches originales*, aide importante, est absolument nécessaire. Il n'y a guère que les mathématiciens qui peuvent, tant bien que mal, s'en passer, puisque leur esprit travaille sans l'intervention de la matière : encore ont-ils besoin de bibliothèques bien fournies, et il leur faut aussi de l'aide pour leurs publications. Mais pour les Sciences physiques et naturelles il faut, en outre, des laboratoires et des laboratoires bien dotés; sans doute de grandes découvertes ont été faites presque sans ressources par des hommes de génie, tels que Fresnel et Ampère, mais la situation n'est plus la même aujourd'hui avec les développements de la Science. Tout a été dit dans ces temps derniers avec une merveilleuse éloquence sur « la grande misère » des laboratoires de France : nous ne saurions trop remercier les auteurs de ces plaidoyers qui ont ému l'opinion publique, surtout nos confrères de l'Institut, M. Maurice Barrès, M. Moureu et M. Viala. Mais il est juste de dire que, depuis 1918, beaucoup a été fait pour améliorer cette lamentable situation : il est nécessaire que les travailleurs connaissent nettement les organismes variés auxquels ils peuvent avoir recours pour faciliter leurs travaux.

Tout d'abord, l'Académie des Sciences a de nombreux prix avec lesquels elle cherche à récompenser les résultats des travaux scientifiques : il y a quelques jours, un nouveau prix (500 f de rente annuelle) a été fondé en souvenir de l'abbé La Caille, l'illustre astronome, par M. Gaston La Caille et par Mme Fischer, ses derniers parents.

Mais, en outre, l'Académie a des fondations qui, en dehors des prix, lui permettent de disposer de crédits importants pour aider à des recherches sérieuses. Tel est le fonds Bonaparte dû à la libéralité de notre éminent confrère : ses subventions ont atteint 12.000 f en 1921. Telle est aussi la fondation Loutreuil, qui s'applique aux travaux faits en dehors des Universités de l'État : ses subventions ont atteint un total de 105.000 f en 1921. Cinq autres fondations, les fondations Trémont, Gegner, Becquerel, Bouchard, Clément Félix, atteignent ensemble 15.500 f. Les fondations Jérôme Ponti et Hirn auront 6.000 f de disponibles en 1921.

La Caisse des Recherches scientifiques qui existait déjà bien avant la guerre, depuis 1901 (loi du 14 juillet 1901), a pour but de venir en aide aux travaux originaux. Elle dépend directement du Ministère de l'Instruction publique, mais les subventions sont accordées sur la proposition de Commissions techniques où l'Académie des Sciences intervient par ses délégués. Cette institution a été beaucoup développée depuis la guerre. La loi de



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

finances du 30 avril 1921 (*Journal officiel* du 1er 1921) l'a divisée en quatre sections : la section des sciences autres que la biologie a, cette année, un crédit de 147.000 f; la section des publications proprement scientifiques a 150.000 f; une autre section a pour but de venir en aide aux publications d'érudition. La section des sciences biologiques y compris la médecine est la mieux partagée : la subvention totale qui lui est affectée cette année dépasse 700.000 f; cette somme, grevée en partie d'affections spéciales, ne provient pas du budget, mais est prise sur les fonds du pari mutuel (500.000 f) et sur le produit des jeux, auxquels s'ajoutent certaines libéralités particulières. Il ne faut pas ignorer, en effet, que les paris mutuels se sont élevés, dans la dernière année, à environ un milliard. L'État prélève sur ces recettes 10 p. 100 (actuellement même 11 p. 100), soit environ cent millions que le Parlement n'a pas voulu incorporer au budget et dont l'emploi est réglé par la loi : une part importante est affectée aux œuvres d'assistance et d'hygiène, ainsi qu'aux améliorations agricoles.

La Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions a été organisée pendant la guerre afin de résoudre les problèmes de toute sorte qui se posaient continuellement pour la défense nationale. Elle a survécu à la guerre et est installée tout près de Paris, à Bellevue (1, avenue du Général-Gallieni), avec des laboratoires spéciaux. Elle manifeste sa vitalité par un bulletin mensuel, alimenté par les travaux de savants d'origines et de spécialités très diverses. La subvention allouée par l'État à cette œuvre, pour l'année 1921, est de 1.400.000 f dont la plus grande partie est affectée à des recherches scientifiques. Le Directeur est notre confrère M. Breton, ancien Ministre de l'Hygiène, de l'Assistance et de la Prévoyance sociale.

Pour les recherches agronomiques, on doit mentionner le crédit considérable (10 millions pour 1922), accordé aux « offices agricoles » départementaux. D'autre part, le Parlement a voté 30 millions pour la création et l'organisation d'un grand centre de recherches agronomiques. Enfin 6 millions, pris sur les fonds du pari mutuel, sont accordés pour l'agrandissement de l'Institut national agronomique.

Notre confrère de l'Académie des Beaux-Arts, M. le baron Edmond de Rothschild a fait, en 1921, une fondation de 10 millions de francs, spécialement affectée aux recherches de Physique et de Chimie. L'Académie des Sciences est représentée par plusieurs de ses membres dans le Comité directeur (1).

(1) Il convient de mentionner que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, non mentionnée dans cette énumération, dispose chaque année de plus de 21.000 f des revenus de certaines de ses fondations, qui peuvent être affectés à des recherches de science industrielle.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On sait qu'un peu auparavant, M. de Rothschild avait installé, à Londres, une « maison de France », dont il avait fait don à l'Institut : 21 savants de tout âge peuvent y recevoir l'hospitalité, pendant plusieurs mois, pour se livrer à des études de diverses sortes; nos naturalistes, nos physiciens et nos chimistes peuvent aussi bien que les érudits et les artistes profiter de cet utile établissement. L'Académie des Sciences a droit au tiers des places : il est à désirer qu'elles soient remplies. Nous saisissons l'occasion d'offrir, au généreux donateur, l'expression de toute notre gratitude.

A ces diverses ressources, il faut en ajouter plusieurs existant déjà depuis longtemps, quoique la plupart de moindre envergure; avant tout les laboratoires des Universités; ceux de l'École de Pharmacie, de l'École Normale supérieure, du Collège de France, du Muséum d'Histoire naturelle, du Conservatoire des Arts et Métiers, de l'École pratique des Hautes Études, de l'École municipale de Physique et de Chimie, de l'Institut Pasteur, de l'École supérieure d'Électricité; et aussi, quoique n'ayant que très peu de places disponibles, les laboratoires de l'École Polytechnique, de l'École des Mines, de l'Institut catholique de Paris.

Pour les Sciences naturelles, les chercheurs disposent de laboratoires maritimes assez nombreux, notamment ceux de Banyuls, Roscoff, Wimereux, Saint-Waast-la-Hougue, Saint-Servan, Concarneau, Arcachon. On doit y joindre les ressources offertes à l'Océanographie par S. A. le Prince de Monaco.

En ce qui concerne spécialement les études agronomiques, on doit mentionner les laboratoires de l'Institut agronomique : au bout de leurs deux années d'études régulières, les élèves peuvent, par ordre de classement, entrer dans les laboratoires pour y parfaire leur instruction et bénéficient alors de bourses d'une assez grande valeur.

Enfin plusieurs sociétés savantes donnent aux recherches scientifiques des subventions importantes : en particulier, l'Association française pour l'Avancement des Sciences.

Cette énumération sommaire montre que de grands efforts ont été faits dans ces dernières années pour donner une aide matérielle aux recherches scientifiques, pour fournir aux travailleurs les outils dont ils ont besoin : le Parlement a droit à cet égard à toute notre gratitude.

Malgré tout, ces ressources importantes et variées sont loin d'atteindre celles que, depuis la guerre, nos nations alliées et associées ont affectées aux recherches scientifiques. Nos confrères, M. Lippmann et M. Le Chatelier, nous les ont fait connaître : citons seulement, aux États-Unis, l'Institution Carnegie (1) qui est fabuleusement riche.

(1) M. LIPPMANN, *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 293. Voir aussi le livre de M. Caullery sur les Universités et la vie scientifique aux États-Unis, chap. XIV et XV.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais c'est l'*homme* qu'il nous faut avant tout : le savant qui s'occupe de recherches originales et en fait sa vie; c'est lui le premier moteur, au-dessus de tous les organismes si puissants qu'ils soient, qu'on pourra installer.

Sous ce rapport, il ne faut pas se dissimuler qu'en France et sans doute dans les autres pays, la situation actuelle, depuis la guerre, est très attristante. Nous sommes tous d'accord pour jeter un cri d'alarme sur la diminution des véritables vocations scientifiques.

Le recrutement de l'élite que constituent les chercheurs désintéressés avait lieu jusqu'ici dans des milieux très variés; souvent c'étaient des autodidactes, mais ordinairement des élèves de nos grandes écoles ayant acquis, par les études des licences ès sciences ou par des études équivalentes, une solide instruction scientifique. Or, depuis que la paix nous a été rendue, le nombre de ces véritables amis de la science semble avoir singulièrement diminué. Beaucoup de jeunes gens sur qui l'on pouvait fonder quelque espoir se sont précipités sur l'industrie, négligeant même les carrières si honorables et si brillantes que leur offre l'État. L'élévation du prix de toutes choses explique cette situation : elle ne la justifie pas.

Si, par malheur, cette nouvelle mentalité devait s'accentuer, il ne nous resterait peut-être plus guère pour faire progresser la Science qu'un tout petit noyau composé de deux catégories d'intellectuels. D'abord quelques jeunes gens riches qui ont la rare, la très rare force d'âme de dédaigner les plaisirs faciles du luxe et qui s'attachent à la Science : tel était en Angleterre lord Rayleigh à qui l'on doit la découverte des gaz rares de l'atmosphère. Ces hommes de valeur, depuis l'origine même de notre Académie, ont toujours eu ses sympathies; elle leur a toujours ouvert ses rangs avec empressement; elle est toute prête encore à admettre des savants de même origine. Et à côté d'eux est une autre catégorie d'amis désintéressés de la Science : elle est formée de quelques ecclésiastiques qui ayant renoncé aux richesses dès le début de leur existence, épris d'idéal sous toutes ses formes, associent la vie religieuse à la recherche scientifique. L'un des plus illustres membres de notre Académie, l'abbé Haüy, a été un admirable exemple de cette association. C'est ainsi que la Science s'est conservée et propagée au Moyen âge. A ces savants aussi doivent aller nos sympathies : plusieurs de nos anciens lauréats, l'un de nos lauréats d'aujourd'hui, deux de nos correspondants et plusieurs membres des autres Académies appartiennent à cette catégorie.

Mais cependant la France ne peut pas, pour les recherches originales, renoncer à notre recrutement normal; d'autant plus que ce recrutement est nécessaire pour l'enseignement supérieur, sous peine de le borner à la simple pédagogie; nécessaire aussi pour l'armée dans ses corps savants

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dont l'importance est singulièrement accrue aujourd'hui. L'avenir et la grandeur de la France sont attachés à ce recrutement. Quel est donc le remède?

*Des conditions matérielles d'existence pour les chercheurs* doivent avant tout leur être assurées d'une manière convenable pendant quelques années lorsque, recommandés par des juges compétents, il veulent avoir un peu de calme pour s'essayer librement à des recherches originales; le plus souvent ce sera en vue d'une thèse de doctorat.

C'est ici qu'un grand progrès est à réaliser. Mais rien n'est à créer de toutes pièces; on a déjà fait beaucoup dans cette voie; seulement il y a beaucoup à faire pour améliorer et développer ce qui existe.

Dans cet ordre d'idées, on peut citer tout d'abord la fondation Thiers dont le Directeur était encore, il y a quelques jours, notre illustre et si regretté confrère M. Boutroux; les jeunes savants y sont complètement hospitalisés pendant trois ans. Mais le concours sur titres qui a lieu chaque année pour l'admission ne comporte que cinq places pour toutes les branches des connaissances humaines. Que n'y en a-t-il davantage! Un très grand progrès serait réalisé si les cadres de cette très utile institution pouvaient s'élargir grâce à des dons généreux.

L'École Normale supérieure garde presque toujours chaque année dans ses laboratoires un ou deux jeunes agrégés; elle les utilise comme préparateurs ou bibliothécaires adjoints, en leur donnant toutes facilités pour travailler en vue du doctorat.

Des bourses d'enseignement supérieur de diverses natures, bourses de doctorat, bourses de voyage, sont à la disposition des universités de l'État, du Collège de France, du Muséum d'Histoire naturelle, de l'École des Hautes Études. Mais, malgré certaines augmentations, elles donnent un revenu tout à fait insuffisant pour les exigences matérielles actuelles, car enfin il faut vivre.... Rien, à ce que je crois, n'existe pour les établissements de haut enseignement autres que ceux du Ministère de l'Instruction publique.

Ce sont toutes ces ressources en faveur de quelques jeunes gens d'élite qu'il faudrait fortifier et développer. Les amis de la Science ne peuvent pas faire de placement plus fructueux pour l'avenir de notre pays. Et en même temps, les Directeurs de nos grands corps savants devraient se faire un devoir, dès qu'un jeune homme reconnu comme travailleur, fait preuve d'une véritable vocation scientifique, de lui laisser quelques années libres, sous une forme ou sous une autre, pour essayer de réaliser les idées originales qu'il peut avoir. On trouverait facilement pour ces jeunes gens des places temporaires où ils rendraient quelques services dans le haut enseignement, à condition de ne pas s'y éterniser : préparateurs et moniteurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour les exercices pratiques; ces situations devraient être suffisamment rétribuées et laisser assez de temps libre pour des travaux personnels. Notre confrère, M. Termier, a très nettement développé les solutions pratiques de ce problème important dans un article éloquent, récemment publié par la *Revue de la semaine* (2 septembre 1921).

Et plus tard, si de ces années d'épreuves il sort des découvertes intéressantes, si le jeune homme persiste dans sa vocation scientifique, il faudra lui trouver quelque place plus stable qui lui permette de développer ses recherches librement sans attendre trop longtemps une des rares places de professeur de l'enseignement supérieur. A cet égard, je crois devoir insister sur ce que les recherches originales ne sont pas nécessairement liées à la pratique du professorat. L'un des grands savants du siècle dernier, Marc Seguin, n'a jamais été professeur ni cherché à l'être. Il devrait y avoir dans l'enseignement supérieur des situations équivalentes à celles de professeur, donnant des laboratoires autonomes; telles seraient par exemple, celles d'examinateurs distincts des professeurs et, dans certains établissements, celles de conservateurs de collections. Ce n'est pas ici le moment de développer ces idées qui sont venues de différents côtés aux hommes qui s'intéressent à la science, mais elles valent la peine qu'on y réfléchisse.

J'ai vu autrefois à l'Université d'Oxford un collège où il n'y avait pas un seul élève : rien que des professeurs, des *fellows* nommés au concours et ayant un traitement convenable provenant de fondations qui remontaient au Moyen âge : ils étaient entièrement libres de se livrer à leurs travaux personnels. J'avoue humblement que cette liberté complète de la recherche scientifique m'a toujours paru singulièrement enviable.

Mais si la *mentalité* de la jeunesse française ne redevient pas ce qu'elle était autrefois, alors toutes les ressources matérielles, résultant de la bienveillance des Pouvoirs publics et de la générosité d'initiatives privées, resteront plus ou moins vaines. Je suis, pour ma part, porté à croire que la différence de mentalité constatée entre nos vieilles générations françaises et les nouvelles vient du changement de l'esprit de l'éducation nationale : autrefois idéaliste et spiritualiste, elle a pris souvent aujourd'hui des tendances plus ou moins matérialistes.

Croit-on que jadis, en sortant de nos grandes écoles, on pensait avant tout à s'enrichir? Pasteur, parmi nos savants les plus illustres, n'était-il pas absolument désintéressé? Et tous nos officiers, parmi lesquels nos grands maréchaux à qui nous devons la victoire, n'étaient-ils pas animés uniquement par le désir ardent et généreux de servir la patrie?

Réfléchissez donc, chers jeunes gens, qui peut-être êtes déjà séduits par l'attrait de la Science : si vous sentez la vocation scientifique, ne soyez pas

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

hésitants; ne soyez pas des gagneurs d'argent! Vous trouverez dans les recherches originales, de quelque nature qu'elles soient, des satisfactions incomparables : la recherche de l'inconnu, pour un homme de science, ressemble à la découverte d'un pays inconnu par un explorateur, ravi de voir se dérouler devant lui des contrées nouvelles. La France est « le soldat de l'idéal », comme l'a dit une voix autorisée. Ayez un idéal! Quand vous aurez ainsi noblement et généreusement dirigé votre vie, vous serez estimés et aimés de tous ceux qui ont le culte de la vérité, et vous reconnaîtrez que la Science réserve à ses adeptes des jouissances qui valent incomparablement mieux que l'existence fiévreuse d'un homme d'affaires ou que tous les plaisirs faciles d'un homme riche.

GEORGES LEMOINE,
*Président de l'Académie des Sciences.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTES DU COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

PAR

M. G. BECHMANN,
membre du Conseil.

## Nouveaux procédés de montage des grands ponts en arc.

Les progrès intéressants de la technique moderne tendent à simplifier de plus en plus le montage des grands ouvrages en métal ou en béton armé, jetés au-dessus du vide à des hauteurs ou sur des portées de plus en plus considérables.

Nous en trouvons des exemples intéressants dans deux numéros récents du *Génie Civil*, qui nous ont paru mériter d'être signalés dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement.

Voici d'abord (T. LXXX, n° 7, p. 160) un pont métallique, jeté récemment sur l'Isonzo pour franchir, d'une seule portée de 86,50 m d'ouverture, la traversée de ce torrent, à 90 m de hauteur, pour le passage de la ligne électrique à voie étroite de Locarno (Lac Majeur) à Domodossola.

Il se compose essentiellement de deux arcs à trois rotules supportant, par l'intermédiaire de 11 panneaux triangulés, le tablier supérieur et la voie ferrée, raccordés de part et d'autre aux culées en maçonnerie, par deux travées métalliques droites de faible portée. De chaque côté du ravin, on a profité des talus inclinés, qui surmontent de part et d'autre les escarpements du fond, pour y monter des cintres partiels, dyssymétriques d'ailleurs à cause des accidents du terrain, et complétés par de longues contrefiches, qui n'en ont pas moins permis la pose des trois premiers panneaux de part et d'autre; après quoi, on a pu poursuivre la mise en place successive en porte à faux, des cinq panneaux du milieu.

Un autre pont du même type a été monté de même un peu plus bas par un procédé identique.

Bien plus hardi encore serait le procédé imaginé par M. GABRIEL GOUYAUD, Ingénieur des Arts et Manufactures, 13, boulevard Magenta, à Albi, qui, dans le montage des arcs en béton armé, quelle qu'en soit la portée, supprimerait entièrement tous cintres ou supports provisoires (T. LXXX, n° 2, p. 37).

Ses arcs, jumelés et entretoisés, seraient constitués au moyen de voussoirs métalliques creux, formant coffrage et destinés à recevoir plus tard le béton : leur poids, relativement faible, permettrait de les mettre en place par les procédés habituellement employés pour l'établissement des câbles principaux des ponts

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

suspendus, c'est-à-dire au moyen de haubans et de tirants obliques partant de pylônes provisoires montés sur les culées.

Des assemblages élastiques permettraient de rectifier, après le clavage, la courbure de chacun des arcs, de manière à l'amener rigoureusement au profil prévu.

On pourrait alors achever l'ossature, en montant les constructions supérieures ; et il ne resterait plus qu'à procéder au coulage progressif du béton, non sans avoir fixé préalablement, dans l'intérieur des arcs, les armatures prévues et calculées pour réaliser les résistances nécessaires.

Le coulage du béton apparaît évidemment comme la partie la plus délicate de l'opération; car la résistance propre de l'enveloppe ne peut supporter qu'une fraction du poids total du béton. L'inventeur tourne de façon ingénieuse la difficulté, en introduisant, dans le tube métallique creux, un autre tube, concentrique, en béton poreux, laissant entre deux un espace annulaire qu'on remplira de béton liquide, et qui, après durcissement de ce béton, se trouvera suffisamment renforcé pour être en mesure de supporter une charge nouvelle, sous la forme d'un second tube analogue, de moindre diamètre; et ainsi de suite, jusqu'à remplissage complet et constitution définitive de l'arc plein. Il ne reste plus alors qu'à l'enrober extérieurement d'une couche superficielle de béton, armé ou non, qui, tout en contribuant au renforcement de l'ouvrage, le mettra du même coup à l'abri de la rouille et supprimera de la sorte tout entretien coûteux.

Ce bref aperçu suffit à faire ressortir l'économie du procédé, dont l'auteur a poussé l'étude assez loin pour permettre d'en entrevoir des applications multiples et variées.

## Le durcissement des rails par le traitement sorbitique.

Fabriquer sans frais excessifs un rail, dont l'usure soit beaucoup moindre que pour les rails ordinaires, serait évidemment un progrès des plus intéressants.

On croit l'avoir trouvé dans le traitement thermique, au moyen duquel on a obtenu pendant la guerre de remarquables résultats pour le durcissement des obus, en les portant au-dessus des températures critiques, et les refroidissant par des jets d'air, qui leur donnent alors la structure dite « sorbitique ».

Appliqué à la fabrication des rails, ce traitement consiste à les amener sur les tables du laminoir, sous un collecteur percé de trous à sa face inférieure, d'où l'air sec, ou mieux mélangé d'eau finement pulvérisée, est refoulé par un ventilateur : le refroidissement se produit rapidement et détermine en peu d'instants le changement de structure.

On a, d'après le même principe, obtenu sur place, avec succès, le durcissement rapide de la table de roulement des rails. Le procédé consiste à déplacer lentement, sur les rails à traiter, un chalumeau oxy-acétylénique, suivi d'un jet d'eau : la surface de la table, portée d'abord au rouge vif, est bientôt brusquement refroidie par le jet d'eau, la chaleur emmagasinée remonte ensuite à la surface et transforme en sorbite une notable partie de la section qui a subi la trempe. Sur divers réseaux on a obtenu, par ce procédé, une remarquable diminution de l'usure : 30 à 50 p. 100 pour le moins.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTE D'AGRICULTURE

## Premier Salon de la Machine agricole (Paris, 28 janvier-5 février 1922).

Un certain nombre d'associations corporatives ont eu l'heureuse idée de remplacer par un *Salon de la Machine agricole* l'exposition de machines, annexée autrefois à chaque Concours général agricole de Paris, et que les difficultés budgétaires consécutives à la guerre n'ont pas encore permis de rétablir. L'initiative de ce Salon, placé sous le haut patronage du Ministère de l'Agriculture est due à la Chambre syndicale des Constructeurs de Machines agricoles de France, la Chambre syndicale de la Motoculture de France, la Chambre syndicale du Commerce des Machines agricoles, la Chambre syndicale du Matériel de Motoculture, la Chambre syndicale de l'Industrie des Moteurs à gaz, à pétrole et des Gazogènes, l'Union des Importateurs de la Métallurgie, les grands réseaux de chemins de fer français, l'Office régional agricole du Nord, et l'Office agricole départemental de la Seine.

Ce salon s'est tenu au Grand-Palais, du 28 janvier au 5 février 1922, dans un cadre évidemment luxueux, mais certainement trop restreint. Il y a lieu de regretter la disparition de la Galerie des Machines, en attendant le fameux Palais de l'Agriculture, si souvent promis avant la guerre, mais dont la construction reste encore problématique à cause des grandes dépenses qu'elle entraînerait. Néanmoins, ce premier Salon eut un grand succès, sous la direction de M. Grosjean, président du Comité d'Organisation, assisté de M. Coupan, qui ont réussi à comprimer sur une surface aussi réduite, une exposition comprenant 332 exposants, aussi importante par le nombre et la variété des machines présentées.

Ce salon est en définitive la première exposition de machines agricoles depuis 1914; il y a bien eu, il est vrai, les Semaines de Motoculture de printemps et d'automne, ainsi que la Foire de Paris, mais ces manifestations sont loin d'englober tout le matériel agricole. Aussi, il est intéressant de jeter un coup d'œil d'ensemble sur cette exposition, afin de voir les progrès accomplis dans la construction, ainsi que les tendances nouvelles.

*
* *

Nous n'insisterons pas sur le très grand développement des appareils de *culture mécanique*. A la demande du Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, une *Revue de Culture mécanique*, confiée à M. Ringelmann, fut publiée

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

régulièrement dans le *Bulletin*, du deuxième semestre de 1912 au dernier de 1919, puis elle fut supprimée. A la fin, et au lendemain de la Guerre, la difficulté de recruter la main-d'œuvre agricole, la nécessité d'effectuer rapidement les travaux de culture, afin de remettre le plus tôt possible en état les terrains plus ou moins abandonnés depuis 1914, les encouragements apportés par l'État et enfin la possibilité pour les usines qui travaillaient pour la défense nationale, de maintenir leur personnel, a conduit inventeurs et industriels à orienter leur activité vers la culture mécanique. D'où l'éclosion d'un très grand nombre de systèmes différents qui, à notre avis, sont beaucoup trop nombreux et dont un certain nombre sont obligatoirement appelés à disparaître. Cela n'a rien d'étonnant et le fait est d'ailleurs général : presque toujours au début du développement d'un type de machines déterminées, de nombreux spécimens sont proposés; automatiquement, la sélection se fait et il ne reste plus au bout d'un certain temps que quelques modèles différents. Cela s'est présenté pour un grand nombre de machines, en particulier pour les moissonneuses-lieuses.

Actuellement, la situation du marché des appareils de culture mécanique est très mauvaise. Elle est d'ailleurs la même dans le monde entier, et elle est aussi mauvaise en Angleterre et aux États-Unis. Elle peut se résumer en deux mots : l'agriculteur n'achète pas de tracteurs. En Angleterre, cela s'aggrave du fait que, par suite de l'été exceptionnel de l'année dernière, les agriculteurs ont eu largement le temps d'effectuer leurs labours d'automne, avec les attelages, n'ayant pas besoin d'avoir recours aux tracteurs, dont le principal avantage réside dans le fait de pouvoir effectuer très rapidement les travaux de la culture courante. Aux États-Unis, on a cherché à décider l'agriculteur avec des essais de vente à crédit, mais ces tentatives n'ont donné aucun résultat. D'ailleurs, durant le cours du Salon, quelques importateurs ont abaissé le prix de vente de leurs machines dans une notable proportion.

Quelles sont donc les raisons qui arrêtent et paralysent la vente des appareils de culture mécanique? Ce n'est pas que le matériel paraît trop compliqué. Non, par son métier, l'agriculteur se trouve aux prises avec des questions plus complexes que la conduite et la surveillance d'un moteur à explosions et nous connaissons d'anciens ouvriers de ferme, d'anciens jardiniers ou charretiers qui ont fait d'excellents mécaniciens de tracteurs. Pendant la guerre, dans les sections automobiles, un grand nombre d'agriculteurs ont été exercés à la conduite des camions et s'ils conduisaient avec moins d'impétuosité que certains citadins, par contre c'était toujours avec eux que le matériel avait le moins à souffrir. On pourrait croire que c'est parce que le prix du matériel est trop élevé, mais les attelages aussi coûtent très cher. A notre avis, la principale raison est dans le prix élevé des combustibles actuellement utilisés.

Il faut songer qu'un tracteur employé dans une exploitation moyenne, d'une puissance de 25 à 30 ch travaillant avec une charrue à trois raies, à une profondeur de 15 à 18 cm va consommer à l'hectare environ de 30 à 35 l d'essence ou de pétrole. Ce tracteur travaillant 10 heures par jour, laboure une surface de 3 ha, représentant, rien qu'en essence, une dépense journalière de 127 f. Par conséquent, on ne doit pas s'étonner, que, non seulement les agriculteurs n'achètent pas de tracteurs, mais que ceux qui en possèdent déjà, les laissent sous un hangar et labourent avec des attelages.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces considérations générales expliquent qu'au Salon de la Machine agricole un certain nombre d'exposants présentent des moteurs fonctionnant avec d'autres combustibles que l'essence et le pétrole.

***

Le problème est résolu de trois façons différentes :

1° Utilisation du *gaz pauvre* produit par la combustion de bois ou de charbon de bois dans un gazogène de petites dimensions;

2° Utilisation des *huiles lourdes* avec des moteurs, type Diesel ou semi-Diesel;

3° Utilisation des *huiles lourdes avec les moteurs à quatre temps*, type automobile, par l'adjonction d'un dispositif spécial.

*Utilisation du gaz pauvre.* — Deux systèmes sont actuellement proposés.

Le gazogène Cazes, présenté par la Société auxiliaire agricole, comprend : le foyer, surmonté de la chaudière qui produit la vapeur d'eau nécessaire à la réaction; un récupérateur de chaleur, dans lequel les gaz chauds abandonnent à la sortie du foyer une certaine quantité de chaleur à la vapeur d'eau provenant de la chaudière; une colonne à coke, constituant le scrubber, à la partie supérieure duquel on fait couler de l'eau en pluie fine; une boite à chicanes, avec des fers à U verticaux, dans laquelle le gaz se débarrasse de l'eau et des goudrons entraînés; enfin, une boîte contenant du crin de cheval pour l'épuration.

La Société française de Matériel agricole et industriel expose un gazogène fonctionnant au bois et au charbon de bois, sans addition d'eau, dans la proportion de un quart en poids de charbon de bois, d'une conception différente. Le gazogène comprend un foyer dans lequel l'air circule de haut en bas; le gaz produit chemine, avant d'arriver au moteur, dans une canalisation assez longue pour le refroidir suffisamment. Il n'y a pas de chaudière, car l'eau nécessaire à la réaction est fournie par le bois lui-même qui en renferme environ 26 p. 100. Il n'y a pas non plus d'appareils d'épuration, car les goudrons sont décomposés en traversant la couche en ignition qui se trouve sur la grille du foyer.

Ces deux systèmes, qui ont déjà travaillé pratiquement, permettent d'effectuer les différents travaux de la culture courante à un prix bien inférieur à ceux que l'on obtient avec le pétrole et, à plus forte raison, avec l'essence ou l'alcool. Il faut donc encourager le plus possible l'utilisation du *gaz pauvre* car c'est un des seuls combustibles qui peuvent nous permettre actuellement de nous servir des appareils de culture mécanique. On pourrait craindre, à première vue, que la mise en marche du tracteur ainsi équipé ne demande trop de temps. Il n'en est rien. Avec le gazogène de la Société française de Matériel agricole et industriel, sur lequel nous avons fait des essais tout récemment, on obtient du gaz inflammable au bout de dix minutes : on peut alors mettre le moteur en route. D'autre part, du soir au lendemain matin, le gazogène ne s'éteint pas, il brûle très lentement toute la nuit, avec une consommation négligeable, de sorte qu'au moment de partir, il suffit d'un coup de ventilateur pour ranimer le foyer. Il ne faut pas oublier que la mise en route des moteurs animés est beaucoup plus longue car, sans compter le temps nécessaire pour garnir les animaux, il faut que le charretier ou le bouvier leur donne la botte longtemps à l'avance.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Utilisation des huiles lourdes.* — Un certain nombre de constructeurs présentent des moteurs pouvant utiliser comme combustibles les huiles lourdes et qui sont, soit du type Diesel, soit du type semi-Diesel.

Les moteurs Hindl qui rentrent dans cette catégorie fonctionnent suivant le cycle Diesel à quatre temps :

1° Aspiration d'air pur introduit par une soupape d'admission commandée;

2° Compression à 30 kg : cm² et injection du combustible liquide entraîné par de l'air comprimé à 50 kg : cm²;

3° Allumage spontané du combustible au moment de sa pénétration dans l'air fortement chauffé par la compression et détente;

4° Échappement.

Ces moteurs utilisent les huiles brutes de pétrole, le mazout, le *fuel oil* et, en général, des huiles connues sous le nom d'huiles pour Diesel dont le prix est peu élevé puisqu'elles ne paient pas de taxes d'importation; ils fonctionnent également avec les huiles de goudron de houille, les huiles brutes de schistes, les huiles végétales telles que l'huile de palme, l'huile d'arachide, l'huile de ricin, et les huiles de poisson, à condition que le pouvoir calorifique soit au moins de 10.000 cal. au kilogramme. Ils consommeraient, dit-on, 0,22 kg par cheval-heure d'huile pour Diesel, qui, au cours actuel de 0,35 f le kilog représente une dépense de 0,077 f.

Quelques moteurs du type Diesel sont présentés dont le moteur S. A. M. C. I. de la Culture française, monté en moteur fixe ou locomobile, développant une puissance de 14 ch à 380 tours. Ce moteur est à deux temps, avec compression de l'air dans le carter, lequel passe à fin de course dans le cylindre, injection d'huile dans la culasse par une pompe dont on peut modifier le débit, afin de faire varier la vitesse du moteur, et enfin allumage du mélange à la fin de la compression au contact d'une boule en acier non refroidie.

On peut utiliser avantageusement tous les combustibles liquides dégageant au moins 9.000 calories au kilog tels que : le pétrole lampant ordinaire, l'huile de schiste, le pétrole brut, le mazout, les huiles d'arachide, de palme, etc. Avec ces huiles coloniales, dont la viscosité est élevée, il est bon de démarrer avec du pétrole ordinaire, et de marcher avec ce combustible quelques minutes avant l'arrêt pour assurer un bon nettoyage du cylindre et de la culasse. La consommation serait, dit-on, de 0,350 kg par cheval-heure, qui, au cours actuel de 0,70 f le kilog représente une dépense de 0,25 f environ.

La Société anonyme des Automobiles et Cycles Peugeot construit un moteur à huile lourde, à grande vitesse angulaire, développant une puissance de 50 ch à 1.200 tours par minute et pesant seulement 250 kg. Le moteur est à deux temps : l'expulsion des gaz brûlés et l'admission de l'air pur se font par une pompe de balayage; l'échappement et le balayage ont lieu par des lumières pratiquées à la partie inférieure du cylindre. L'inflammation du mélange se produit à fin de compression au contact des parois chaudes de la culasse.

La consommation de ce moteur à huile lourde dégageant 9.000 cal. au kilog serait, par cheval-heure, de 0,250 kg lorsque le moteur travaille à faible puissance et 0,200 kg quand il développe sa puissance maxima. Il peut brûler soit des huiles minérales provenant de la houille (huiles moyennes ou lourdes de houille, huiles anthracéniques, huiles légères de goudron), des huiles minérales provenant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du naphte (mazout, gas oil, *residual oil*), des huiles végétales (palme, coco, arachide, ricin, coton) et enfin des huiles animales.

Le *dispositif Maroger* permet l'utilisation des huiles lourdes dans les moteurs d'automobiles et de tracteurs. On dispose sur chaque cylindre une chambre auxiliaire qui se monte à la place de la bougie ou du bouchon de soupape suivant le type de moteur. Cette chambre auxiliaire est alimentée par un carburateur à essence de petites dimensions, alors que le carburateur ordinaire dont on a modifié le gicleur en conséquence est alimenté par l'huile. Lorsque l'allumage se produit, l'étincelle enflamme d'abord le mélange air-essence qui provoque la combustion de l'huile.

Le dispositif Maroger permet l'utilisation dans les moteurs du type automobile des mêmes huiles qui sont employées dans les moteurs Diesel. La consommation serait la même en poids, lorsque le moteur est alimenté avec l'essence seule ou avec le mélange huile-essence. Si l'on remarque que l'huile lourde, qui peut être employée, est vendue 0,46 f le kilog, alors que l'essence poids lourd coûte environ 1,50 f le litre, c'est-à-dire, à la densité de 0,750, 2 f le kilogramme, on voit que le dispositif précité permet l'utilisation économique des moteurs de tracteurs et d'automobiles. La combustion de l'huile serait complète et ne produirait ni encrassement du moteur, ni fumée à l'échappement.

***

La plupart des moteurs exposés sont du type couramment employé à quatre temps : aspiration, compression, explosion-détente, échappement. Quelques constructeurs ont adopté le *moteur à deux temps* si peu répandu jusqu'à présent. C'est ainsi que l'avant-train *tracteur l'Agro* est muni d'un moteur à deux temps, de même le *tracteur Alma*, le *motoculteur Somua* pour la culture maraîchère, etc. Le moteur à deux temps présente des avantages pour les usages agricoles. Il donne évidemment une puissance inférieure au double de la puissance d'un moteur à quatre temps ayant même course et même alésage, mais il est moins encombrant, plus simple de construction, n'ayant ni soupapes, ni arbres à cannes, et le graissage est toujours assuré puisqu'il est obtenu en mélangeant l'huile à l'essence.

***

Les viticulteurs se plaignent de n'avoir pas de tracteurs répondant aux conditions qu'ils posent et qui sont souvent difficiles à réaliser. De nouveaux appareils sont exposés spécialement destinés à la *viticulture*, tels que le *tracteur Alma*, tandis que d'autres, employés dans la culture courante, en particulier l'*Agro* et le *tracteur Cleveland* sont adaptés pour le travail dans les vignobles.

Tous ces appareils de culture mécanique ont entraîné l'apparition dans la construction française du matériel destiné à être remorqué par les tracteurs : quelques charrues, mais peu nombreuses, à relevage automatique, dont celles des Usines Renault, et des Établissements Bajac. Dans ces dernières, le relevage est effectué

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

très simplement au moyen d'un secteur excentré; des cultivateurs, des cultivateurs combinés avec semoirs, des semoirs, toutes ces machines étant munies d'un dispositif de relevage automatique.

***

Le matériel pour la *vinification* et la *cidrerie* comprend des installations destinées aux domaines ayant une certaine importance et dans lesquelles les pressoirs ordinaires sont remplacés par des presses hydrauliques. Ces machines reposent sur le principe bien connu de la presse hydraulique employée depuis longtemps dans les laboratoires et dans certaines industries. Suivant les constructeurs, le gros cylindre, ou pot de presse, se trouve au-dessus ou au-dessous de la masse à presser. Étant donnée l'importance de ces installations, la maie généralement double, portée par quatre galets, roule sur des rails de façon à faciliter les manœuvres. En dehors de ces installations, les pressoirs continus et les foulopompes montrent que les vignerons cherchent, autant que possible, à simplifier les manutentions et à réduire le personnel.

***

En résumé, l'impression qui se dégage de la visite du Premier Salon de la Machine agricole, est que l'on recherche un combustible assez économique pour pouvoir utiliser les appareils de culture mécanique, lesquels travaillant souvent dix heures par jour avec des puissances de 20 à 30 ch sont de gros mangeurs d'essence ou de pétrole. Ils ont entraîné l'apparition et la construction en France du matériel spécial qu'ils doivent remorquer. Dans la vinification, le matériel s'industrialise de façon à diminuer la main-d'œuvre et à augmenter le débit. Enfin, partout, on remarque des modifications de détails suggérées par la pratique et par le souci de rendre la machine plus simple ou mieux adaptée au travail à exécuter.

G. Passelègue,
*Ingénieur-agronome,*
*préparateur à la Station d'Essais de Machines.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTE DE MÉCANIQUE

PAR

M. L. LECORNU,
membre du Conseil.

## L'École supérieure de Perfectionnement industriel.

Les jeunes gens qui, pourvus d'un diplôme d'ingénieur, embrassent une carrière industrielle, sont trop souvent portés à se laisser absorber par leurs nouvelles occupations au point de perdre peu à peu le fruit des notions péniblement acquises dans les écoles d'application. Il serait fort désirable que parmi eux une élite, tout au moins, tâchât d'acquérir, au prix d'un effort supplémentaire, l'habitude d'examiner scientifiquement les questions, chaque jour renaissantes, que pose la pratique des ateliers.

Cette remarque a conduit un groupe d'ingénieurs et de savants à créer, sur l'initiation de M. Villey, une École supérieure de Perfectionnement industriel dont le siège est à Paris, 92, rue de Clignancourt, dans les locaux de l'École supérieure d'Aéronautique et de Constructions mécaniques. L'objet est d'aider les élèves à compléter leur éducation technique par l'étude expérimentale d'un problème industriel. Chacun d'eux est guidé par un directeur dûment qualifié qui lui procure l'accès des laboratoires officiels ou privés, et lui donne les conseils nécessaires. La scolarité prévue est de huit mois à un an. Pendant sa durée, les élèves suivent des conférences dont une partie est faite à tour de rôle par l'un d'eux. Le principe d'orientation des recherches consiste à choisir les sujets d'étude dans les questions signalées par les industriels comme utiles à étudier, ce qui procure aux élèves l'avantage d'être mis en rapport avec les intéressés.

A sa sortie de l'école l'élève reçoit, s'il en est jugé digne, un *diplôme d'études supérieures de sciences appliquées*.

On voit, par ce bref exposé, qu'il s'agit en somme de réaliser, pour les ingénieurs, quelque chose d'analogue à ce qu'est, pour les officiers, l'École supérieure de Guerre.

Il semble évident qu'une pareille institution est susceptible de rendre de réels services à l'industrie nationale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# CRÉATION D'UNE COMMISSION INTERMINISTÉRIELLE CHARGÉE D'ÉLABORER UN PROGRAMME GÉNÉRAL DE LA CARBONISATION EN FRANCE [1]

## RAPPORT

### AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Monsieur le Président,

Parmi les attributions dévolues par le décret du 21 août 1918 au Commissaire général des Essences et Pétroles, et transférées par l'article 9 de la loi du 28 février 1921 au Ministre du Commerce et de l'Industrie, figurait la préparation d'un programme d'ensemble de la carbonisation en France.

Les études faites par le Commissariat général avec la collaboration du Comité général du Pétrole ont abouti à l'élaboration du projet de loi voté par la Chambre des Députés et actuellement soumis aux délibérations du Sénat, déterminant les spécifications relatives à la qualité du gaz qui pourront être introduites dans le cahier des charges des concessions en vue, notamment, de permettre le débenzolage du gaz d'éclairage.

Les travaux poursuivis d'autre part au Ministère des Travaux publics par la Commission des Succédanés du Charbon et par la Commission chargée d'étudier les moyens propres à assurer une meilleure utilisation du combustible, ont apporté une très utile contribution à l'étude des nombreuses questions que soulève la pénurie de combustibles en France. Mais il apparaît que ces travaux doivent être complétés du point de vue de la production sur le sol national des carburants liquides, des huiles lourdes et des lubrifiants de toute nature.

Alors que des progrès importants ont été réalisés dans ce sens en Allemagne, par suite, notamment, du blocus auquel elle a été soumise pendant la guerre, la France doit encore réaliser dans cette voie des améliorations considérables.

C'est ainsi qu'on a constaté depuis quelques mois une regrettable diminution dans la production du benzol. Ce produit, indispensable à notre industrie chimique, est, en outre, essentiel pour la préparation d'un carburant national, la formule alcool-benzol étant jusqu'ici la seule qui ait donné des résultats vraiment pratiques. Il semble donc que la production du benzol sur le sol national doit être particulièrement stimulée.

Le programme de la production du benzol se rattache, d'ailleurs, à celui, beaucoup plus général, de la carbonisation des combustibles minéraux.

(1) *Journal officiel* du 17 mars 1922.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ceux-ci comprennent non seulement la houille, mais également le lignite et la tourbe, qui peuvent fournir des produits plus ou moins similaires. Indépendamment des combustibles minéraux, on peut encore carboniser le bois. Enfin, les schistes bitumeux fournissent des produits de même emploi que ceux obtenus par la distillation des combustibles minéraux proprement dits et les opérations nécessaires pour leur traitement ne sont pas sans rapport avec la distillation de ces mêmes combustibles.

On est ainsi amené à traiter la question dans son ensemble, et le programme des travaux de la Commission que nous avons l'honneur de vous proposer d'instituer, à cet effet, pourrait être le suivant :

1° La plus grande partie de la houille est consommée en France sans distillation préalable. Malgré les frais qu'occasionne cette distillation, il semble aujourd'hui admis que, dans de nombreux cas, il y aurait avantage à extraire tout d'abord de la houille ses produits volatils. Certains de ceux-ci ont, en effet, une valeur considérable, et les gaz peuvent être utilisés comme combustible avec un rendement thermique très supérieur à celui de la combustion de la houille; le résidu est ensuite brûlé à l'état de coke. L'emploi de ces nouvelles méthodes exigerait, toutefois, des installations de distillation très importantes, et la transformation d'un grand nombre de foyers actuels. Une étude approfondie du programme et des moyens de réalisation est, en conséquence, indispensable;

2° Il existe en France d'assez importants gisements de lignite et de tourbe. La distillation de ces produits a donné, en divers points, des résultats très intéressants, notamment en Allemagne, pour les lignites. Il est donc nécessaire d'étudier cette question, encore entièrement neuve en France, par exemple suivant le programme ci-après :

*a*) inventaire approximatif des lignites français (avec estimation de leur teneur en produits volatils, renseignement indispensable, cette teneur étant très variable et souvent insuffisante);

*b*) méthodes de traitement à employer;

*c*) utilisation des résidus;

3° La carbonisation du bois fournit également un grand nombre de produits de grande valeur au point de vue chimique et indispensables pour la défense nationale.

Comment peut-on la développer? Ce problème se trouve lié aux études relatives à la distillation des combustibles minéraux, non seulement par le fait que les méthodes de traitement peuvent avoir des points communs et que la distillation du bois laisse un résidu combustible mais également par le fait qu'une partie des produits de la distillation trouvent leur principal emploi dans la dénaturation des alcools industriels, dont on envisage qu'une grande proportion sera utilisée en mélange avec les produits de la distillation des combustibles minéraux;

4° Enfin, le traitement des schistes bitumeux doit retenir toute l'attention des Pouvoirs publics car les méthodes de traitement peuvent se perfectionner et la production des carburants sur le territoire national est d'un tel intérêt, au point de vue militaire, qu'il est indispensable de l'encourager.

Tel est le programme envisagé.

La composition de cette Commission, où se trouvent représentés les principales industries et les services publics intéressés, apporterait les garanties que nous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avons jugées nécessaires pour l'élaboration d'un programme pratique de développement de la carbonisation en France.

Si vous partagez cette manière de voir, nous avons l'honneur de vous prier de vouloir bien revêtir de votre signature le projet de décret ci-joint.

*Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,*
LUCIEN DIOR.

*Le Ministre des Travaux publics,*
YVES LE TROCQUER.

---

## DÉCRET

Le Président de la République française,
Vu l'article 9 de la loi du 28 février 1921 ;
Vu le décret du 21 août 1918,

Décrète :

ARTICLE PREMIER. — Il est institué auprès du Ministère du Commerce et de l'Industrie et du Ministère des Travaux publics une Commission interministérielle chargée d'élaborer un programme général de la Carbonisation en France, en Algérie, dans les colonies et pays de protectorat et de proposer toutes mesures à cet effet.

ART. 2. — La Commission instituée à l'article précédent comprend : 4 sénateurs; 7 députés; 13 représentants des administrations publiques; 2 membres du Conseil d'État; 10 professeurs ou techniciens spécialistes; 15 représentants des industries intéressées.

Les membres de la Commission sont nommés par arrêté signé du Ministre du Commerce et de l'Industrie et du Ministre des Travaux publics.

ART. 3. — Cette Commission étudie les mesures à prendre pour le développement en France, en Algérie, et dans les colonies et les pays de protectorat, des opérations de distillation des combustibles minéraux solides, des minerais bitumeux et du bois, en vue de l'extraction des divers produits qu'ils contiennent et de l'amélioration de l'utilisation des combustibles.

Cette Commission provoque à cet effet les suggestions des groupements industriels intéressés, centralise et coordonne les renseignements obtenus et recherche les moyens propres à faciliter l'étude des procédés nouveaux en France et à l'étranger. Elle propose les mesures nécessaires pour la réalisation du programme ainsi déterminé.

ART. 4. — La Commission se réunit sur convocation du président. Elle présente tous les trois mois au moins un rapport sur ses travaux et sur les propositions qui en découlent; ce rapport est publié au *Journal officiel*.

ART. 5. — Cessent de plein droit de faire partie de la Commission, les membres qui n'exercent plus les fonctions ayant motivé leur nomination; ils sont immédiatement remplacés par des membres appartenant aux catégories qu'ils représentent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ART. 6. — Le Ministre du Commerce et de l'Industrie et le Ministre des Travaux publics sont chargés de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 16 mars 1922.

A. MILLERAND.

Par le Président de la République :

*Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,*
LUCIEN DIOR.

*Le Ministre des Travaux publics,*
YVES LE TROCQUER.

---

## ARRÊTÉ

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,
Le Ministre des Travaux publics,
Vu le décret en date de ce jour, instituant une Commission chargée d'élaborer un programme général de la Carbonisation en France et de proposer toutes mesures de réalisation à cet effet,

Arrêtent :

ARTICLE PREMIER. — Sont nommés membres de la Commission chargée d'élaborer un programme général de la Carbonisation en France :

Au titre de sénateurs : MM. Lhopiteau, Léon Perrier, Henry Bérenger, Régnier (Marcel).

Au titre de députés : MM. Crolard, Barthe, Boissard, Charles Baron, Lamoureux, Vandame de Wendel (François).

Au titre de représentants des Administrations publiques :

le Directeur général des Services du Secrétariat général du Conseil supérieur de la Défense nationale, ou son délégué;

le Directeur des Mines au Ministère des Travaux publics;

le Directeur des Essences et Pétroles;

le Directeur des Affaires industrielles et commerciales au Ministère du Commerce et de l'Industrie, ou son délégué;

le Directeur de l'Administration départementale et communale au Ministère de l'Intérieur, ou son délégué;

le Directeur général des Douanes, ou son délégué;

le Directeur général des Contributions Indirectes, ou son délégué;

le Délégué de l'État-Major général de l'armée;

le Directeur des Poudres au Ministère de la Guerre;

le Délégué du Ministère de la Marine;

l'Inspecteur général des Travaux publics des Colonies, ou son délégué;

le Directeur des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions au Ministère de l'Instruction publique, ou son délégué;

le Directeur des Services techniques de la Reconstitution industrielle au Ministère des Régions libérées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au titre de représentants du Conseil d'État :

MM. Tirman, conseiller d'État en service ordinaire;

G. de Tarde, maître des requêtes au Conseil d'État;

Au titre de professeurs ou de techniciens spécialistes : MM. Walckenaer, Inspecteur général des Mines;

Bordas, directeur du Service des Laboratoires du Ministère des Finances ;

Étienne, Ingénieur en chef des Mines, professeur à l'École des Mines ;

Hardel, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, chargé de mission à la direction des Essences et Pétroles ;

le lieutenant-colonel Domont, chef du Laboratoire de Chimie de la Section technique de l'Artillerie;

Métayer, professeur à l'École centrale des Arts et Manufactures ;

Métivier, ingénieur des établissements Schneider ;

Hennebutte, Ingénieur civil;

Brunschweig, Ingénieur au corps des Mines ;

Jacques Dior, ingénieur.

Au titre de représentants des Industries intéressées :

MM. Gruner, vice-président du Comité des Houillères de France;

Paul Mallet, constructeur d'appareils de réception de sous-produits de fours à coke;

Damour, chef du Service d'Économie de Combustibles à la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et Homécourt;

Hurez, directeur de la Société de Carbonisation, constructeur de fours à coke;

Virely, directeur des Mines de Drocourt;

Verola, ingénieur aux Établissements Simon-Carvès, constructeur de fours à coke;

Cornu-Thénard, ingénieur de la société Châtillon-Commentry;

Laurain, ingénieur-conseil de la Société du Gaz de Paris ;

Masse, président de la Société d'Éclairage, Chauffage et Force motrice;

Macaux, administrateur de la Société régionale de Distribution de Gaz;

Siegler, administrateur délégué de la Société lyonnaise des Schistes bitumineux ;

Richemond, président de l'Union des Tourbières de France ;

Williams, président de la Chambre syndicale de la Tourbe ;

Duchemin, président de l'Union des Industries chimiques;

Gros, industriel carbonisateur.

ART. 2. — M. Lhopiteau, sénateur, est désigné pour remplir les fonctions de président.

MM. Walckenaer et Tirman sont désignés pour remplir les fonctions de vice-présidents.

M. Hardel est désigné pour remplir les fonctions de secrétaire général.

MM. Brunschweig et Jacques Dior sont désignés pour remplir les fonctions de secrétaires.

Fait à Paris, le 16 mars 1922.

*Le Ministre du Commerce et de l'Industrie,*
LUCIEN DIOR.

*Le Ministre des Travaux publics,*
YVES LE TROCQUER.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

### SÉANCE PUBLIQUE

DU 11 FÉVRIER 1922

Présidence de M. L. Baclé, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 28 janvier est adopté.

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

M. Guillou (Henri-Joseph-Félix), ingénieur-constructeur, 41, rue de Bagneux, Montrouge (Seine), présenté par M. Rateau et M. Ringelmann;

La Société de Recherches et de Perfectionnements industriels, 125, avenue du Président-Wilson, à Puteaux (Seine), présentée par M. Rateau et M. Paul Toulon.

M. Baclé, *président.* — J'ai le regret de vous annoncer le décès d'un de nos membres les plus actifs, M. **Eugène Meyzonnier**, président honoraire de la Chambre de Commerce d'Annonay, survenu en mai 1918. C'est tout récemment seulement que nous avons appris le décès de notre regretté collègue.

M. E. Meyzonnier, né en 1845, commença sa longue carrière industrielle en 1868 comme associé de son père. En 1874, il restait seul à la tête de sa tannerie, alors modeste établissement d'une vingtaine d'ouvriers. Sous son impulsion vigoureuse son établissement se développa et la ville d'Annonay lui doit d'être aujourd'hui un des centres de tannage les plus importants de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

France. Pour son personnel, E. Meyzonnier était juste mais bienveillant; il aimait l'ouvrier et avait souci de son bien-être. Comme beaucoup de gens actifs, il a su consacrer à la chose publique une notable partie de son temps.

De 1872 à 1876, il était conseiller municipal de la ville d'Annonay. De 1879 à 1892, il siège comme juge au Tribunal de Commerce. En 1880, il entre à la Chambre de Commerce dont il devient le secrétaire en 1891, et le président en 1896. Il conserva cette charge jusqu'à fin 1914 quand son état de santé l'obligea à y renoncer; ses collègues l'avaient nommé président honoraire.

Sous son active impulsion, la Chambre de Commerce d'Annonay s'est acquis une réputation de haute compétence; à plusieurs reprises le législateur s'est approprié les termes des vœux émis par elle.

En 1897, le Syndicat des Cuirs et Peaux de la Région lyonnaise nommait E. Meyzonnier vice-président. En 1899, il était nommé administrateur de la Banque de France; en 1900, membre du Conseil supérieur du Travail pour l'industrie des cuirs et peaux; enfin, en 1911, il était nommé Chevalier de la Légion d'honneur.

Au nom de notre Société, j'adresse à la famille de notre regretté collègue et à la Chambre de Commerce d'Annonay, qui a tenu à lui succéder comme membre de notre Société, l'expression de notre très vive sympathie.

M. Baclé, *président*. — J'ai le plaisir de vous annoncer la récente nomination dans la Légion d'honneur de deux de nos collègues du Conseil, M. Delage et M. Georges Charpy, tous deux promus officiers, et de M. Bouchayer, membre correspondant, nommé chevalier.

Notre savant collègue du Comité des Arts économiques, M. Paul Delage, est l'administrateur-directeur technique de l'ancienne Société Nieuport à laquelle se sont réunies la Société Astra et la Compagnie générale transaérienne, sous le nom de Société Nieuport-Astra. Notre collègue est le créateur de tous les avions et hydravions Nieuport et Nieuport-Delage,

M. Georges Charpy, sous-directeur général des Aciéries de la Marine et d'Homécourt, professeur à l'École des Mines, que ses remarquables travaux de métallurgie ont conduit à l'Institut, a rendu les plus grands services au pays non seulement par ses recherches scientifiques mais aussi par l'organisation méthodique qu'il a su adopter dans les usines métallurgiques placées sous sa direction, et qui a donné les résultats les plus féconds.

M. A.-J. Bouchayer, membre correspondant de notre Comité des Arts mécaniques, qui est l'un des chefs des Établissements Bouchayer et Viallet de Grenoble, est notamment le promoteur et le metteur en œuvre de l'utilisation d'une chute d'eau importante sur le Drac dans une usine hydro-électrique

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'un caractère tout nouveau qui a rendu les plus grands services dans toute la région du Sud-Est.

Au nom de la Société d'Encouragement, nous adressons à nos collègues nos très vives félicitations.

M. Baclé, *président*. — J'ai aussi le très vif plaisir de vous annoncer que le Général Ferrié, Inspecteur général de la Télégraphie militaire, qui fait partie de notre Conseil depuis peu au titre du Comité des Arts économiques, a été élu membre de l'Académie des Sciences à la presque unanimité de ses membres dans sa dernière séance. Nous tenons à exprimer à notre nouveau collègue combien nous sommes heureux de ce succès. Nous l'en félicitons très vivement.

M. Baclé, *président*. — J'ai assisté, comme représentant de notre Société, au Congrès des directeurs des Centres d'Apprentissage agricole qui s'est tenu au Ministère de l'Agriculture le 4 février, sous la présidence de M. le Ministre Chéron.

Ce congrès a donné lieu à des discussions particulièrement intéressantes faisant ressortir une fois de plus l'intérêt capital qui s'attache à cette question de l'apprentissage agricole, non moins essentiel, mais plus délaissé encore que l'apprentissage industriel.

Les centres d'apprentissage essaient d'apporter leur contribution à la solution cherchée en recueillant les enfants de douze à quinze ans à qui ils enseignent la pratique du travail agricole dans le but d'en faire plus tard des ouvriers expérimentés, connaissant bien les détails de leur profession, sachant par exemple assurer la conduite et l'entretien des machines de la ferme, et, dès lors, susceptibles de se faire dans la suite une situation intéressante comme ouvriers agricoles ou même comme métayers ou cultivateurs s'ils peuvent disposer de ressources suffisantes.

A ce titre, les centres d'apprentissage rendent au pays un service inappréciable, mais le recrutement des enfants reste toujours insuffisant et le Congrès a donc émis des vœux tendant à ce que les Pouvoirs publics, et, en particulier, l'Office des Pupilles de la Nation, s'efforcent de les faire connaître davantage et y dirigent, dans la mesure du possible, les enfants qui paraissent susceptibles d'adopter la profession agricole.

Notre Société s'est toujours intéressée à cette question de l'apprentissage dont notre Comité de Commerce s'occupe tout spécialement; je suis donc certain que vous n'hésiterez pas à vous associer à cette manifestation en renouvelant en même temps les vœux que nous avons déjà fréquemment émis pour que l'enseignement donné dans les écoles publiques élémentaires prenne un caractère plus pratique et moins exclusivement intellectuel ou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

livresque, car c'est le seul moyen d'assurer le recrutement des professions manuelles vraiment productrices; je crois donc pouvoir demander à chacun de vous de vouloir bien signaler ces centres d'apprentissage agricole aux familles, parents ou tuteurs des enfants qui pourraient y être dirigés utilement.

Vous pourrez recueillir tous renseignements utiles à ce sujet auprès du dévoué Directeur du Service de la Main-d'Œuvre agricole, M. Brancher, qui se mettra à votre disposition pour vous les communiquer.

M. Baclé, *président.* — J'ai assisté également le 4 février, comme représentant de notre Société, à une séance de la Société d'Économie politique sur l'invitation de notre éminent collègue, M. Raphaël-Georges Lévy, qui en est le président. Au cours de cette séance, M. Ernest Barbet, le distingué ingénieur chimiste qui s'est créé, comme vous savez, une autorité incontestée dans toutes les questions relatives aux industries agricoles de fermentation nous a fait une communication des plus intéressantes sur l'industrialisation des produits du sol, communication au cours de laquelle il nous a montré tout le parti qu'il est possible de tirer des produits du sol en les soumettant à un traitement industriel approprié permettant de leur donner ainsi une plus-value considérable, d'en assurer la conservation et d'en faire l'objet d'exportations régulières qui transformeraient immédiatement la situation économique de notre pays. Il en citait comme exemple les procédés de conservation et d'amélioration des vins par l'emploi de ferments convenables, ce qu'il appelle l'industrie de la *vinerie*, de même l'industrie de la *viandérie* pour laquelle il propose la création, dans les régions d'élevage, d'abattoirs industriels utilisant tous les déchets et conservant les viandes par une simple réfrigération qui n'en altère pas la qualité; je citerai encore la contribution apportée à la question du carburant national par l'utilisation des matières alcooligènes des colonies, comme la banane, le manioc, et par le développement de la culture des betteraves de distillation, par la fabrication des benzols obtenus avec les goudrons, les lignites, etc.; il a ouvert ainsi devant ses auditeurs un grand nombre d'aperçus nouveaux particulièrement intéressants en ce qu'ils nous font entrevoir la possibilité de remédier aux terribles difficultés de la situation économique présente.

En écoutant cette communication à caractère technique faite devant une société d'économie politique, je comprenais d'autant mieux l'importance toujours grandissante que prennent désormais les questions économiques et je crois que vous serez certainement d'accord pour estimer que l'étude des questions techniques et de leurs répercussions économiques va caractériser dans l'histoire de notre Société comme dans celle de notre industrie tout entière la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

période nouvelle qui a commencé avec la guerre; à ce point de vue, nous sommes d'autant plus heureux de voir se développer les cordiales relations qui ont toujours existé entre notre Société et la Société d'Économie politique si dignement représentée parmi nous par son éminent président, M. Raphaël-Georges Lévy.

M. Baclé, *président*. — Nous allons entendre la conférence que M. le Commandant Martinot-Lagarde, des Services aéronautiques, veut bien nous faire ce soir sur les moteurs d'aviation.

Je n'ai pas besoin d'insister auprès de vous sur l'intérêt de cette conférence car elle va porter sur une question qui prend aujourd'hui une importance capitale, non seulement au point de vue technique, mais aussi au point de vue économique, politique et social, car les progrès réalisés dans les moteurs vont exercer leur répercussion profonde sur les progrès de l'aviation et, par suite, sur notre civilisation contemporaine.

Ainsi que nous le disait M. le Colonel Renard, dans la communication qu'il nous faisait il y a quinze jours, M. le Commandant Martinot-Lagarde, possède une compétence particulière sur cette question des moteurs d'aviation, et nul n'est mieux qualifié pour nous en entretenir. Je ne pourrais certainement rien ajouter au jugement ainsi porté par notre éminent collègue qui est un maître incontesté en la matière mais vous me permettrez de rappeler toutefois que l'Académie des Sciences a tenu à proclamer de son côté la haute valeur des travaux poursuivis par M. le Commandant Martinot-Lagarde, — à cet effet la docte assemblée lui a décerné en 1921, le prix Henri de Parville — et que le Commandant Martinot-Lagarde vient d'être nommé à un des plus hauts postes des Services d'Inspection de l'Aéronautique militaire.

Le Commandant Martinot-Lagarde, des Services aéronautiques, fait une communication sur *les moteurs d'aviation, leur évolution, les tendances actuelles*.

Les progrès du moteur d'aviation dépendent des résultats scientifiques et techniques, des possibilités industrielles dans les domaines de la physique, de la chimie, de la mécanique, de l'électricité, de la métallurgie et du machinisme. L'évolution du moteur est en outre étroitement liée à celle de l'avion qui peut être un engin, soit de transport, soit de liaison, un instrument militaire ou pacifique; elle est liée aussi à l'évolution des routes aériennes à desservir; ces évolutions détermineront les conditions d'emploi et d'utilisation du moteur.

Le rôle dévolu à l'aviation pendant la guerre 1914-1918 a provoqué un développement considérable du moteur d'avion et a permis de franchir une étape importante dans la voie de la sécurité, de la puissance et de la légèreté. Plus de 90.000 avions ont été construits en France de 1914 à 1918, ce qui représente plus du tiers de la production mondiale pendant cette époque.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les transformations du moteur ont suivi celles des batailles terrestres, marines et aériennes, qui ont nécessité, par exemple, une allure plus rapide, un plafond plus haut, la transmission de renseignements par signaux optiques ou par télégraphie sans fil, la prise de photographies, le chauffage des passagers, l'éclairage pour les évolutions de nuit. Le moteur a dû se compléter d'organes indispensables consommant de l'énergie et sa puissance est passée de 40 à 400 ch. Le poids par cheval a diminué de moitié et est descendu à 1 kg; le rendement a été accru, la carburation organisée pour permettre des vols normalement à 5.000 et 6.000 m et à des températures descendant jusqu'à — 40°. On est arrivé ainsi à des moteurs très puissants, mais dont l'endurance et la durée de fonctionnement normal étaient fatalement réduites.

Mais, les hostilités terminées, on a pu mieux définir les caractéristiques des avions militaires, et l'ouverture et l'exploitation des premières lignes aériennes ont montré quels problèmes il fallait résoudre pour satisfaire les besoins de l'aviation civile et industrielle. C'est ainsi que l'année 1921 a vu apparaître les premières réalisations nouvelles certaines; les années 1922 et 1923 les verront dans leur plein développement. Il est difficile d'être prophète pour plus tard.

Les premiers avions commerciaux ont utilisé tout naturellement les nombreux moteurs militaires devenus disponibles à la cessation des hostilités, mais il les ont traités quelquefois fort rudement en leur imposant un régime trop dur pour l'altitude relativement faible, 2.000 m, à laquelle ces moteurs n'étaient pas destinés. Cette altitude de 2.000 m est en effet normale pour la navigation commerciale, car elle permet de franchir sans danger tous les obstacles naturels de nos régions, bien entendu, en choisissant un itinéraire convenable, et elle laisse la possibilité d'atterrir, en cas de panne, dans un rayon d'une vingtaine de kilomètres, ce qui, pratiquement, est très suffisant.

Un service de transports publics doit être régulier et sûr, à horaire fixé d'avance. Le moteur doit donc assurer la sécurité et la régularité de marche; il doit pouvoir être mis en route à l'heure voulue et pouvoir fonctionner, parfaitement et continuement, pendant un certain temps qu'on admet aujourd'hui devoir être au moins de 200 heures. Le transport doit être économique; il faut donc obtenir le rendement optimum du groupe moto-propulseur (ensemble du moteur et de l'hélice) pour un nombre déterminé de tonnes kilométriques transportées, c'est-à-dire avec le minimum de fatigue, en vue d'obtenir la durée maximum du moteur, le minimum de consommation et de frais d'entretien. D'autre part, un moteur sera d'autant meilleur que le rapport $\frac{\text{tonnes} \times \text{vitesse}}{\text{puissance}}$ sera plus grand.

Le poids maximum par cheval admissible pour le groupe moto-propulseur (ce poids comprend ses accessoires et ses approvisionnements pour un voyage de 5 heures) étant voisin de 4 kg, seul, jusqu'à présent, le moteur à explosion peut convenir; le moteur d'avion dérive donc encore, en principe, du moteur d'automobile, mais celui-ci doit être profondément transformé pour donner un meilleur rendement, la légèreté, la régularité de couple et l'équilibrage — sans lesquels se produisent des vibrations dangereuses — et enfin l'endurance. Les difficultés d'établissement du moteur d'avion tiennent aux conditions spéciales de son emploi, notamment à ce qu'il doit être à haut rendement volumétrique et doit être

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

utilisé à sa puissance maximum pendant de longues périodes. Ses moindres détails doivent être étudiés et établis avec une précision et un soin extrêmes, car, par exemple, le desserrage d'un écrou pendant le vol peut être aussi grave que la rupture d'un arbre important.

Les qualités aérodynamiques de l'avion, dépendant du poids soulevé par cheval et par mètre carré de surface portante, sont liées au poids total du groupe moto-propulseur (dans ce poids total, le moteur propre entre pour 40 p. 100, le carburant nécessaire pour voler pendant 5 heures aussi pour 40 p. 100, et les accessoires, l'eau de refroidissement, l'hélice, etc., pour 20 p. 100).

Un moteur plus léger permet, avec une puissance moindre, d'emporter la même charge utile totale et de soulever le même poids par cheval qu'un moteur plus puissant mais plus lourd, et cela, sur un avion plus petit, plus maniable et moins coûteux. C'est ainsi que, pour un avion polymoteur de 1.800 kg de charge utile, de finesse égale à 0,12 (la finesse est le quotient de la résistance à l'avancement par le poids), marchant à 200 km : h, avec un rayon d'action de 1.000 km, 4 moteurs de 350 ch, pesant 3,5 kg par cheval, équivalent à 4 moteurs de 400 ch pesant 3,7 kg. Mais l'allègement ne doit pas être obtenu aux dépens de la sécurité; la légèreté et la robustesse restent donc les qualités nécessaires et souvent contradictoires que doit posséder le moteur. On les concilie au mieux des besoins, ce qui conduit à la spécialisation dont les deux cas extrêmes sont : le moteur très léger et très poussé et le moteur très sûr mais relativement lourd.

Pour obtenir l'allègement, on agit sur la disposition des organes mécaniques et sur le rendement, d'où deux modes de refroidissement. Les moteurs à refroidissement par eau restent les plus employés parce qu'ils sont les plus réguliers et permettent d'obtenir des puissances totales très élevées, chaque cylindre pouvant donner 50 à 75 ch; les cylindres sont disposés en V, en éventail ou en étoile. Les moteurs à refroidissement par air, plus simples, n'ont pas encore dépassé 350 à 400 ch, et sont intéressants pour les pays à climats extrêmes. Le rotatif subsiste pour les petites puissances.

L'emploi judicieux de matières premières appropriées, comme les aciers spéciaux, les alliages légers d'aluminium et les alliages ultra-légers de magnésium, a une importance vitale pour l'allègement et surtout pour la sécurité.

Le rendement optimum du groupe moto-propulseur exigerait, théoriquement, en général, une réduction de vitesse entre l'hélice et le moteur. Pratiquement, le réducteur, entraînant des complications mécaniques et une augmentation de poids assez sensible, n'est indispensable que pour les avions très chargés ou les moteurs très rapides.

Pour améliorer le rendement du moteur, on peut agir sur : l'alimentation, la vitesse de rotation ou la compression. Les vitesses de rotation sont limitées par : le remplissage des cylindres, la vitesse de propagation de l'explosion, l'inertie des pièces et les frottements. L'auto-allumage détermine la compression maxima admissible.

Pour accroître la puissance, on peut augmenter l'alésage et le nombre des cylindres; mais on n'a pu encore dépasser beaucoup 200 mm et le nombre de 24 cylindres, ce qui permet, théoriquement, d'obtenir sur un arbre des puissances supérieures aux besoins des plus grands avions. Au contraire, la sécurité con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

duisant à installer trois ou quatre groupes moto-propulseurs indépendants, les puissances de 400 à 600 et, peut-être, 1.000 ch, seront longtemps des maxima.

Pour obtenir la sécurité de marche pendant 200 heures, minimum désirable à l'altitude de 2.000 m, il semble qu'on doive envisager un poids de moteur seul par cheval de 1,5 kg avec 15 ch fournis par litre de cylindrée, et une puissance voisine de 400 ch. Le moteur militaire, plus léger, ne pèsera que 1 kg par cheval parce que le vol à grande altitude s'impose à l'avion militaire, mais ce vol à grande altitude s'imposera aussi à l'avion commercial en vue d'obtenir de très grandes vitesses quand on aura trouvé le moyen vraiment pratique de construire des cabines habitables pour les passagers.

Pour réduire la perte de puissance avec l'altitude, due à la raréfaction de l'air, perte qui limite le plafond (hauteur maximum que l'avion peut atteindre), on peut avoir recours : à la surcompression, à la compression variable, au suralésage avec sous-alimentation près du sol.

La solution complète de ce problème n'est fournie que par la suralimentation par compression mécanique et, mieux, par turbo-compresseur Rateau qui utilise la détente des gaz d'échappement.

On ne voit pas encore la possibilité d'employer d'autre carburant que l'essence qui reste le combustible idéal, et, actuellement, c'est le cycle à quatre temps qui donne le meilleur rendement volumétrique. Pour pouvoir utiliser d'autres combustibles, plus denses et moins dangereux que l'essence, il faudra recourir à d'autres cycles, du genre Diesel, mais, si leur application à l'aviation est activement recherchée depuis peu, on n'est pas encore arrivé à obtenir la légèreté qui convient.

On voit qu'en définitive, pour aboutir aux types définitifs de moteurs qu'exige l'aviation, il reste encore à faire de longues et coûteuses expériences; on sait, cependant, dans quelle voie il faut chercher; c'est un point capital car, pour aboutir, il ne suffira plus que d'une aide morale et financière qui ne manquera certainement pas.

E. L.

M. Baclé, *président*, remercie le commandant Martinot-Lagarde de sa très intéressante communication si pleine d'idées et de faits clairement et simplement exposés et qui nous laisse entrevoir le jour, prochain sans doute, où nous pourrons naviguer en avion, en toute sécurité et sans dépense exagérée, à 16.000 m d'altitude. Le texte détaillé de sa conférence qu'il voudra bien nous remettre en vue de sa publication dans notre *Bulletin*, y sera lu avec le plus grand intérêt même par ceux qui ne sont pas des spécialistes dans ce sujet si complexe et si difficile du moteur à la fois léger, robuste, sûr et puissant.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## SÉANCE PUBLIQUE

### DU 25 FÉVRIER 1922

Présidence de M. L. Baclé, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 11 février est adopté.

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

M. Lelarge (Georges), directeur général de la Société anonyme Lille-Bonnières et Colombes, 10, rue de Calais, Paris (9e), présenté par MM. P. Mallet et M. Danset;

M. Virmaud (Jean-Charles), Ingénieur des Arts et Métiers, chef du service des presses hydrauliques à la S. O. M. U. A., 62, rue Michel-Bizot, Paris (12e), présenté par MM. Guillery et Androuin.

Il est donné lecture des deux rapports suivants :

1° Rapport présenté par M. Prud'homme, au nom du Comité des Arts chimiques, sur un *procédé de gravure en vue de l'impression des tissus en couleurs*, inventé par M. J. Dejey.

2° Rapport présenté par le Général Ferrié, au nom du Comité des Arts économiques, *sur un appareil téléscripteur* inventé par M. René Bourgeois.

Ces deux rapports sont adoptés.

Ont été versés pour aider à la publication du *Bulletin*, par M. Nusbaumer, 14 f; par M. Alby, 59 f.

M. Baclé, *président*. — J'ai le plaisir de vous informer que notre collègue du Conseil, M. Henri Petit, membre du Comité d'Agriculture, vient d'être promu aujourd'hui même officier de la Légion d'honneur. Nous lui adressons nos très vives félicitations.

M. Robert Lebocq, Ingénieur des Arts et Manufactures, fait une communication sur un *procédé de tissage mécanique* « *à palette libre* ».

Le procédé décrit est la solution apportée à un problème qui a fait l'objet, depuis longtemps, de nombreuses recherches, restées vaines jusqu'à ce jour. Ce problème était la réalisation, par un procédé mécanique, du tissage des velours, et en particulier des tapis, comportant un nombre illimité de nuances de manière à obtenir les mêmes effets artistiques que dans les tapis fabriqués à la main, mais à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un prix de revient beaucoup moins élevé. Il convient de noter qu'un ouvrier qui tisse à la main ne couvre guère que 30 à 35 cm² par journée de travail; encore n'arrive-t-il à ce résultat que s'il est bien doué et s'il a consacré au moins dix ans à son apprentissage.

Il existe bien un procédé qui donne le résultat cherché : c'est celui de la « chenille » ; mais il ne s'agit pas là d'un véritable tissage, car la chenille qui a été formée à l'avance, est simplement posée sur la toile de fond et n'y est retenue que par quelques fils; qu'un de ces fils saute, et la chenille s'enlève très aisément sur toute la largeur du tapis. Le tapis obtenu manque donc de la solidité requise pour ce genre de produit.

Les métiers mécaniques du type Jacquard ne donnent qu'une solution approchée du problème, car c'est au plus six nuances différentes qui peuvent être obtenues dans le sens de la chaîne. Encore ce résultat n'est-il possible qu'en donnant au tapis une épaisseur exagérée dans laquelle disparaissent toutes les chaînes qui n'ont pas fourni le point apparent. De plus, le métier à tisser se complique d'un nombre considérable d'ensouples, ce qui élève beaucoup le prix d'établissement aussi bien de la machine que de l'édition d'un tapis.

Il y avait donc intérêt à trouver un procédé simple qui permît, sur un métier mécanique, le tissage à un nombre illimité de nuances, c'est-à-dire « à palette libre », pour le dessinateur metteur en carte, de façon à obtenir, en même temps que des produits solides, la copie exacte des tapis de style, des dessins ou des tableaux les plus compliqués.

M. Sabonadier imagina le procédé suivant qui a été réalisé et mis au point dans tous ses détails avec le concours du conférencier.

Supposons un tapis dont les points successifs, suivant un fil de chaîne, sont tous de couleurs différentes; si l'on extrait ces points du tapis, dans l'ordre où ils se présentent et si on les fixe bout à bout, on obtient un fil, composé d'éléments distincts qui, au tissage, pourra redonner les points du tapis primitif et dans leur ordre.

Pratiquement, pour réaliser ce fil, qui devra être employé au tissage, chaque point est remplacé par une bobine de laine de sa couleur. Toutes les bobines ainsi obtenues sont alors montées dans leur ordre sur une chaîne sans fin et viennent successivement coller un bout de leur laine de longueur constante sur le bout de laine de même longueur déjà posé par la bobine précédente. Cette opération s'effectue sur une machine spéciale dite de préparation. Il est bien entendu qu'auparavant, pour l'édition d'un tapis, la mise en carte de son dessin a dû être effectuée comme avec le Jacquard, toutefois, avec cette différence que l'ouvrière, au lieu d'avoir affaire à 5 ou 6 couleurs distinctes, se trouve en présence d'un nombre de nuances qui, pratiquement, dépasse rarement la centaine.

Il résulte de ce qui précède que, lorsque le jeu total des bobines aura passé devant la machine de préparation, le fil qui sort de cette machine et que l'on se proposait d'obtenir, sera constitué; mais chaque bobine n'ayant abandonné qu'un bout de sa laine d'une longueur égale à celle qui est nécessaire pour un point pourra servir à nouveau; toutes les bobines se représentant donc devant la machine de préparation dans le même ordre, pourront servir à constituer un deuxième fil semblable au premier, et ainsi de suite jusqu'au dévidage complet. Il sera donc possible de reproduire ce fil un très grand nombre de fois et par conséquent de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tisser par la suite autant de tapis semblables, la longueur du fil enroulé sur chaque bobine étant proportionnelle au nombre d'exemplaires que comporte l'édition d'un tapis.

Pour obtenir tous les fils de chaîne nécessaires à la formation d'un tapis, il suffira que chaque bobine, au lieu de ne porter qu'un seul fil de chaîne, soit composée de tous les fils de la rangée qu'elle représente; et le jeu de bobines étant complètement formé et mis sur la machine de préparation, tous les fils se formeront à la fois comme il a été dit pour un seul fil.

Il ne me reste plus qu'à tisser ces fils composés sur un métier à velours mécanique. Le tapis terminé est lavé à l'eau tiède pour être débarrassé de la colle, puis séché et enfin tondu à la longueur désirée.

La machine de préparation a été établie pour pouvoir travailler ainsi 250 fils, à la fois sur 1 mètre de largeur; elle est relativement simple; elle comporte un réservoir à colle, celle-ci maintenue à une température convenable, qui verse au moyen de 250 petits pistons distributeurs, automatiquement et au moment voulu, une goutte de colle sur les deux extrémités voisines et se recouvrant des deux bouts colorés différemment qui doivent fournir deux points successifs.

Il y avait à craindre deux difficultés :

1° Que le fil de chaîne, ainsi constitué, présentât aux points de collage une résistance à la traction moindre que dans les parties non collées et ne pût supporter le traitement qu'il subit au tissage; si on tire sur un semblable fil, pour le casser, on constate cependant que, une fois la colle bien sèche, il se casse toujours entre deux points de collage;

2° Que, au cours du tissage, il se produisit un décalage des bouts différemment colorés. On a résolu la difficulté par l'emploi d'un arbre carré qui vient appuyer, peu avant le passage du fil de trame, sur toute la nappe des fils de chaîne et qui fait progresser cette nappe exactement de la longueur comprise entre deux points de collage chaque fois qu'il fait un quart de tour, et fait avancer la nappe exactement de la longueur qui correspond à un point. Chaque quart de tour correspond à un passage de la navette. Avant le passage contre cet arbre carré, les points de collage forment une ligne plus ou moins sinueuse mais, après, ils forment une ligne rigoureusement droite.

Le procédé, outre qu'il permet d'obtenir les effets les plus variés, a l'avantage d'une très grande souplesse; les fils, préparés comme il vient d'être dit, peuvent être resserrés ou écartés à volonté, par de simples repliages de façon à former, au tissage, un tapis plus ou moins fourni; d'autre part, comme le fil de velours est unique pour chaque chaîne, il est aisé de faire avec ce fil tout genre de liages dans la toile de fond, par exemple celui du point « à cheval » qui donne une très grande solidité au tapis et permet d'obtenir le même dessin à l'envers que du côté velours, c'est-à-dire comme dans le point noué à la main.

Enfin, on peut tisser ce fil sur des métiers double-pièce qui donnent ainsi simultanément deux tapis superposés semblables pour une seule préparation : le poil se trouve entre les deux toiles et il est sectionné en son milieu sur le métier même, par un couteau.

Pour les carpettes, il suffit de préparer les fils des divers lés de 1 m qui les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

composent. Tous ces fils sont ensuite tissés en même temps sur un métier en grande largeur.

Les machines établies pour l'application du procédé produisent jusqu'à 2 $m^2$ à l'heure; le métier Jacquard n'est pas d'un rendement beaucoup plus élevé. La machine double-pièce est d'un encombrement beaucoup moindre qu'un métier Jacquard travaillant à six nuances distinctes dans la chaîne; de plus elle est débarrassée de toute la « mécanique » et du train de cartons perforés qui l'accompagne.

E. L.

M. Baclé, *président*, remercie M. Robert Lecocq de cette communication dans laquelle il nous a montré d'une façon si frappante tout l'intérêt du procédé de tissage particulièrement curieux dont il nous a donné la description. Grâce à ce procédé il devient en effet possible au tisseur de reproduire dans leur variété presque illimitée toutes les nuances des couleurs des tableaux qu'il veut copier sur les tapis, ce qui justifie le qualificatif donné à ce procédé qui est bien à palette libre.

La séance est levée à 18 h. 15 m.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

## EN FÉVRIER 1922

PUPPE (J.). — **Étude sur les laminoirs.** Traduit de l'allemand par PAUL DEMOLE. In-4 (28 × 19) de 307 p., 115 fig., XV pl. Paris, Dunod, 1922. **16337**

LIÉVIN (AUGUSTE). — **Nouvelle méthode de calcul des grandes constructions continues.** In-8 (24 × 16) de VI + 213 p., 318 fig. Paris, Le constructeur de ciment armé, 148, boulevard Magenta, 1921. **16338**

ANSTETT (F.). — **Cours d'analyse et d'essai des matériaux de construction** professé à l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie. In-8 (22 × 17) de 235 p., 32 fig. Paris, École spéciale des Travaux publics, 1921. **16339**

POINCET. — **Turbines à vapeur** (*Encyclopédie de mécanique appliquée*). In-8 (23 × 15) de 340 p., 181 fig., I pl. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16340**

GOSSOT (Général) et LIOUVILLE. — **Balistique intérieure** (*Encyclopédie de mécanique appliquée*). In-8 (23 × 15) de 447 p., fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16341**

GASCHET (HIPPOLYTE). — **Manuel de tournage du bois** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 248 p., 301 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **13642**

ROUBERTY (J.). — **Manuel de sucrerie.** Technologie sucrière. Betterave. Canne à sucre (Histoire, fabrication, contrôle chimique). (*Bibliothèque professionnelle.*) In-18 (16 × 10) de 296 p., 41 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16343**

VASSART (HENRI). — La chimie dans l'industrie textile. **Matières colorantes artificielles.** Leur fabrication. Leur emploi. In-8 (25 × 16) de XLII + 233 p. Paris, Albin Michel, 1921. (*Don de M. Prud'homme, membre du Conseil d'Administration.*) **16344**

GRAFFIGNY (H. de). — **Album de plans de pose pour l'installation de la force par l'électricité** (*Bibliothèque des actualités industrielles*, n° 166). In-8 (21 × 15) de 143 p., XXXIII pl. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **16345**

FRANCHE (GEORGES). — **Manuel de l'ouvrier mécanicien.** 5e éd. Tome I : **Mécanique générale. Carnet du mécanicien** (*Bibliothèque des actualités industrielles*, n° 94). In-16 (17 × 12) de 250 p., 147 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **16346**

GAGNEPAIN (LÉON). — **Précis d'organisation comptable.** Tome I : **Commerce.** In-8 (25 × 16) de 216 p. Paris, G. et M. Ravisse, 1922. **16347**

WILBOIS (J.), MAMET (C.), MAURICE (F.), DAMOUR (ET. et L.) et FAURE (GABRIEL). — **Études d'organisation commerciale.** In-12 (19 × 12) de 361 p. Paris, G. et M. Ravisse, 1922. **16348**

ARGUS DE LA PRESSE. — **Nomenclature des journaux et revues en langue française paraissant dans le monde entier.** In-8 (21 × 13) de 433 p. Paris, 37, rue Bergère, 1922. **16349**

LOSSOW (CARLOS) et FÉRON (HENRI). — **Le travail mécanique des métaux. Les machines-outils.** Leur construction et leur emploi. 2e éd. In-4 (28 × 19) de 334 p., 326 fig. Paris, Albin Michel, 1921. **16350**

LAZARKÉVITCH (N. A.). — **Lnianoïé Diélo f'zapadnoï Evropié** (La question linière dans l'Europe occidentale) (en russe). In-8 (23 × 15) de 290 p., 143 fig., V pl. Paris, Povolodski, 13, rue Bonaparte (6e), 1921. (*Don de M. N. A. Lazarkévitch.*) **16351**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LUNGE (GEORG). — **Handbuch der Schwefelsäurefabrikation und ihrer Nebenzweige.** Band I et II. In-8 (25 × 16) de 1587 p., 571 fig., XVIII pl. Braunschweig, Friedr. Vieweg und Sohn, 1916. **16352-3**

***

COVILLE (HENRY). — **Les industries mécaniques et les tarifs de transport.** In-8 oblong (22 × 27) de 26 p. Paris, Fédération des Syndicats de la construction mécanique, électrique et métallique de France, 94, rue d'Amsterdam, 1922. **Pièce 12685**

DUCHON (ALEXIS). — **Le problème des réparations et les industries françaises de la construction mécanique et électrique. De Versailles à Wiesbade.** In-4 (27 × 21) de 16 p. Paris, Fédération des Syndicats de la construction mécanique, électrique et métallique de France, 94, rue d'Amsterdam, 1922. **Pièce 12686**

KNAPEN (A.). — **Nouveaux procédés de construction. Des murs et du bloc athermane avec vides chromatiques.** (*Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France*, octobre-décembre 1921, 27 p., 20 fig., I pl.). Paris, 19, rue Blanche (9e). **Pièce 12687**

PÉRARD (ALBERT) et MAUDET (LOUIS). — **Études sur les étalons à bouts.** 2e mémoire : **Étalons à bouts plans.** (*Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures*, tome XVII, 97 p., 34 fig.). Paris, Gauthier-Villars, 1921. **Pièce 12688**

SHMELEFF (F.-I.). — **L'Association centrale des liniculteurs** (Union de toutes les Coopératives russes de liniculteurs). In-8 (24 × 16) de 27 p., VI pl. London, E. C., 38, Finsbury Pavement, 1920. (*Don de M. N. A. Lazarkévitch.*) **Pièce 12689**

***

SOCIÉTÉ TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE. — **Compte rendu du 44e Congrès tenu à Tours en 1921.** Paris, 12, rue de Clichy. **Pér. 298**

ROYAL INSTITUTION OF GREAT BRITAIN. — **Proceedings.** Vol. XXII, part. II, **1918.** London, 1922. **Pér. 258**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Journal, 1921,** n° II. Vol. CIV. London, 1921. **Pér. 157**

AMERICAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGICAL ENGINEERS. — **Transactions.** Vol. LXV. New York, 1921. **Pér. 201**

**The Mineral Industry.** — Vol. XXIX, **1920.** New York, Mc-Graw-Hill Book Company, 1921. **Pér. 198**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Annual Report of the Director, 1921.** (*Miscellaneous Publications, n° 47*). **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers,** n° **417** : *The spectral distribution of energy required to evoke the gray sensation*, by I. G. PRIEST, p. 231-264, 15 fig.; **Bibliography**, p. 264-265 (1921). — n° **419** : *The production of liquid air on a laboratory scale*, by J. W. COOK, p. 277-286, 4 fig., I pl. (1921).

**Technologic Papers,** n° **196** : *High fire porcelain glazes*, by H. H. SORTWELL, 13 p., 13 fig., II pl. (1921). — n° **197** : *Cementing qualities of the calcium aluminates*, by P. H. BATES, 27 p., 4 fig., II pl. (1921). — n° **198** : *Results of some tests of Manila rope*, by A.-H. STANG and L. R. STRICKENBERG, 11 p., 5 fig., II pl. (1921). — n° **199** : *Method for precision tests of large capacity scales*, by C. A. BRIGGS and E. D. GORDON, 16 p., 3 fig., I pl. (1921).

**Circulars,** n° **42** : *Metallographic testing* (2d ed.), 11 p., 4 fig. (1921). — n° **103** : *Recommended specification for water resisting spar varnish* (2d ed.), 6 p. (1921). **Pér. 61**

SOCIEDAD CIENTIFICA « ANTONIO ALZATE ». — **Memorias y Revista.** Tomo XXXIX, nos 7 y 8, **1921.** Mexico. **Pér. 10**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

K. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIEN. — **Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik.** Bd 15, H. 3-4 (**1921**); Bd 16, H. 1-2 (**1922**), Stockholm. **Pér. 8**

DEPARTMENT OF FINANCE (TÔKYÔ). — **The twentieth financial and economic Annual of Japan, 1920**. Tôkyô. **Pér. 90**

**Science, technique et industrie photographiques.** Revue illustrée de la presse photographique, de la presse scientifique et des brevets d'invention en France et à l'étranger. Résumés par L.-P. CLERC. (Supplément bi-mensuel à la **Revue française de photographie**). — Vol. I, **1921**. Paris, Paul Montel, 35, boulevard Saint-Jacques. **Pér. 479**

*L'agent général, gérant,*
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

121e ANNÉE. AVRIL 1922

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

## ASSEMBLÉE GÉNÉRALE SOLENNELLE
DU 8 AVRIL 1922

## DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES
POUR L'ANNÉE 1921

PRÉSIDENCE DE M. L. BACLÉ,
président de la Société d'Encouragement.

La séance est ouverte à 17 h.

Le fauteuil présidentiel est occupé par M. L. BACLÉ, président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. A ses côtés siègent MM. PAUL TOULON et HENRI HITIER, secrétaires, et les membres du Conseil rapporteurs des comités techniques sur la demande desquels les récompenses sont décernées.

### DISCOURS DE M. L. BACLÉ, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ

Nous reprenons aujourd'hui, après une interruption de huit années, la tradition de nos assemblées solennelles pour la distribution des récompenses accordées par notre Société. Les terribles événements que nous venons de traverser ne nous permettaient pas en effet, dans l'atmosphère de tristesse et d'inquiétude angoissée où nous vivions, de



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tenir une réunion solennelle, mais, aujourd'hui, alors que la victoire nous a délivrés de l'affreux cauchemar qui pesait sur nous, et bien que la paix actuelle comporte encore pour nous des difficultés économiques aussi angoissantes peut-être que celles de la guerre, nous avons pensé qu'il convenait de reprendre cette tradition séculaire qui symbolise si bien la mission de notre Société en associant dans une ovation commune, j'allais dire dans un même palmarès, les noms des savants et industriels éminents à qui nous accordons ces prix, à ceux des ouvriers et employés qui ont été leurs collaborateurs compétents et dévoués.

Tous, ils travaillent ensemble, chacun dans leur sphère, pour les progrès de l'industrie nationale que notre Société a pour mission de promouvoir, et, si les travaux du savant ou de l'industriel s'imposent davantage à l'attention de la foule et entraînent avec eux des répercussions plus étendues, il reste vrai cependant que la prospérité de notre industrie tient pour une part appréciable à l'intervention effective, au travail continu des collaborateurs de tous ordres, même les plus modestes, sans lesquels la production tomberait à néant, et il est juste qu'ils soient aujourd'hui à l'honneur eux aussi à côté de leurs chefs, comme le soldat venant à la suite du général qui l'a conduit à la victoire.

Pour observer pleinement la tradition, je devrais toutefois vous présenter auparavant un exposé complet de l'activité de notre Société depuis la dernière réunion, mais j'espère que vous m'excuserez de ne pas le faire aujourd'hui en songeant qu'il s'agit, comme je le disais tout à l'heure, d'une période qui ne comprend pas moins de huit années tellement chargées de bouleversements imprévus, de transformations incessantes, qu'elles compteront comme un siècle dans l'histoire de l'humanité. Nous n'avons sans doute ressenti les répercussions de ces événements grandioses que dans la sphère d'action relativement restreinte où se meut notre Société; mais, tout en étant ainsi délimité, ce champ d'action reste néanmoins trop étendu pour que nous puissions le parcourir en entier dans cette soirée et vous me pardonnerez donc de ne vous en donner ici qu'un bref et pâle résumé.

Tout d'abord, pendant l'année 1914, qui commence la série, ces travaux portèrent surtout sur des questions intéressant les industries de la paix, M. H. Le Chatelier et M. de Fréminville étudiaient par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

exemple l'organisation du travail dans les ateliers, l'application du système Taylor; notre collègue, M. L. Guillet, nous entretenait de ses savantes recherches sur la diffusion du carbone de cémentation, sur la constitution des alliages de cuivre et de zinc. De son côté, l'agriculture n'était pas oubliée; nous entendions d'intéressantes communications : sur les industries féminines à la campagne; sur les résultats comparatifs du rouissage industriel et du rouissage agricole; mais, en 1915, devant la gravité des événements, devant l'imminence des besoins nouveaux, des difficultés imprévues que la guerre entraînait avec elle, toutes les préoccupations se tournaient aussitôt vers ces questions angoissantes qui hantent désormais tous les cœurs français : il fallait montrer à nos compatriotes et spécialement aux industriels, la voie à suivre, les meilleures méthodes à adopter pour supporter le choc de l'envahisseur et le repousser au delà des frontières, puisque aussi bien la lutte à soutenir va mettre en jeu toutes les forces actives de la nation, toutes les ressources techniques dont elle dispose, et que, par là même, elle va intéresser un nombre toujours croissant d'industries qui, au premier abord, paraissent ne présenter qu'un rapport des plus lointains avec les questions purement militaires.

C'est d'abord la métallurgie des aciers spéciaux qui doit s'ingénier pour obtenir en quantités toujours croissantes des métaux appropriés à la fabrication de canons et de matériels d'artillerie toujours plus puissants; ce sont les constructeurs et les mécaniciens qui doivent intensifier la fabrication des voitures et des camions automobiles, des chars d'assaut, créer pour ainsi dire de toutes pièces un matériel d'aviation, obtenir, pour l'actionner, des moteurs plus légers, plus puissants, à fonctionnement plus certain. C'est l'ingénieur-chimiste qui est appelé, lui aussi, à produire, en quantités toujours croissantes, les matières entrant dans la construction des explosifs les plus variés, à fabriquer les gaz délétères.

Il faut en même temps rétablir ou créer toutes sortes d'industries nouvelles que l'ennemi a détruites par le fer et le feu ou dont il avait su s'assurer déjà le monopole pendant la paix; c'est le cas, par exemple, pour la verrerie dans ses principales applications, comme pour l'optique, le laboratoire, la médecine, etc... C'est encore le mineur mettant sa technique spéciale au service de l'armée pour le creusement des tranchées, des abris souterrains; puis, à côté de l'ingénieur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et de l'industriel, le savant proprement dit, électricien, mécanicien, chimiste, physicien venant appliquer lui aussi toutes les ressources de son esprit ingénieux avec la science dont il dispose à la solution de problèmes imprévus qui surgissaient à chaque instant toujours plus impérieux et plus menaçants.

A cette œuvre sacrée qui exigeait les efforts concertés de tous les Français, notre société a su apporter, dans la modeste mesure de ses moyens, une collaboration qui n'a pas été inutile; sous l'impulsion de son éminent président, M. Léon Lindet, elle s'est attachée à attirer l'attention de l'opinion publique et surtout celle des industriels intéressés sur la participation que chacun d'eux pourrait y apporter en s'aidant le plus souvent des exemples donnés par nos ennemis eux-mêmes.

C'est ainsi que nous avons entendu au cours de la guerre nombre de conférences faites par des spécialistes éminents, et le *Bulletin* de notre Société a pu également publier nombre d'études industrielles bien documentées, dont l'intérêt a été justement apprécié en France et à l'étranger.

La liste de ces travaux s'étendant sur six années, de 1915 à 1921, est trop longue pour qu'il me soit possible de la reproduire; je rappellerai seulement les principaux sujets ainsi traités, en m'excusant par avance des omissions qui auraient pu se glisser dans ce relevé.

En mécanique, M. Ernault nous a montré, dans une savante conférence, comment la construction mécanique pouvait être assurée pendant la guerre par l'industrie française, et M. Hillairet a fait de son côté une étude analogue sur la construction électrique.

Notre *Bulletin* a donné également des études sur l'utilisation des chutes d'eau pour la reprise de l'activité industrielle et agricole. Je dois rappeler en outre les conférences données à l'occasion de notre exposition de machines à calculer.

Les arts chimiques ont fait l'objet de travaux d'une importance toute particulière, parmi lesquels je rappellerai seulement les études de M. H. Le Chatelier sur les ciments, sur la fabrication des produits céramiques; celles de M. Guillet sur la métallurgie du fer et des autres métaux en France et à l'étranger; la conférence de M. Haller sur l'industrie chimique pendant la guerre; diverses conférences et les mémoires sur la question des fournitures photographiques, sur l'in-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dustrie de la verrerie scientifique pour l'optique, la médecine et les laboratoires, sur celle de la porcelaine, la fabrication du quartz fondu, des matières colorantes, des produits pharmaceutiques, des parfums, de la laque d'Extrême-Orient, sur la synthèse de l'ammoniaque, sur l'emploi de l'alcool dans les industries chimiques.

Nous avons entendu également une intéressante conférence de M. Frion, alors directeur de l'Office central de Chauffe rationnelle, sur les précautions à observer pour obtenir la meilleure utilisation des combustibles et nous avons abordé enfin la question des combustibles liquides dans deux conférences concernant, l'une les pétroles d'Alsace et l'autre l'étude des moyens de nous libérer du pétrole étranger.

Les questions agricoles ont fait l'objet d'importantes conférences et de nombreuses notes dues en grande partie à notre éminent président, M. Léon Lindet, et à notre dévoué secrétaire, M. Henri Hitier.

Nous y trouvons notamment des études sur l'utilisation des forêts coloniales, sur la reconstitution de nos forêts françaises dévastées par la guerre, de même sur la situation actuelle de la viticulture, de la meunerie, sur les questions d'enseignement agricole, sur la création d'établissements d'études et de recherches, etc...

Pour ce qui est des grands travaux publics, je citerai les conférences et les études sur le régime des voies navigables, la réorganisation de nos ports, les travaux publics après la guerre, l'électrification d'un réseau de chemin de fer.

En ce qui concerne plus spécialement l'administration des entreprises industrielles et l'organisation des ateliers, nous trouvons une conférence de M. Fayol résumant ses savants travaux sur la fonction administrative, puis des études sur le système Taylor avec de nombreux exemples d'organisation méthodique d'ateliers les plus variés, parmi lesquels je ne puis me dispenser de rappeler tout spécialement la belle conférence de notre collègue M. Charpy sur l'organisation de l'usine métallurgique de Montluçon Saint-Jacques dont vous n'avez certainement pas perdu le souvenir. Je signalerai également l'intéressante conférence qui nous a été donnée par M. le sous-intendant Laporte sur l'organisation du Service de l'Intendance pendant la guerre.

Citons encore parmi les questions intéressant les beaux-arts la conférence si documentée de M. J.-P. Belin sur la situation de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

librairie française en face de la concurrence étrangère, et, en ce qui concerne plus spécialement les questions d'enseignement qui prennent aujourd'hui une importance toujours croissante, les études sur l'enseignement technique, l'éducation des apprentis, la rééducation des mutilés, notre œuvre du Comité du Retour aux Études techniques.

Nous terminerons enfin par les travaux consacrés aux questions économiques et sociales dont le grand nombre et la variété correspondent si bien à toutes les préoccupations actuelles qu'évoque en nous la pensée de l'avenir. Ce sont, par exemple, des études sur les ressources de nos colonies, Indochine, Madagascar, l'Afrique du Nord, le Maroc, sur la Russie, sur les pays de l'Amérique latine avec lesquels nous devons reprendre les relations commerciales, sur la situation économique de l'Allemagne, sur les procédés de toute nature qu'elle a employés avec tant de succès pour donner à son industrie cet essor merveilleux qui déjà faisait notre admiration avant la guerre et qui survivra sans doute à sa défaite militaire.

Il y a là une série de questions de la plus haute importance dont nous ne saurions nous désintéresser si nous voulons éviter de succomber bientôt dans la lutte économique après avoir été victorieux sur les champs de bataille.

Citons enfin d'autres questions d'ordre général traitées dans nos conférences comme les destructions systématiques opérées par les Allemands dans les régions occupées, les conditions de la reprise industrielle, le problème de l'exportation, le régime des brevets d'invention, l'esperanto employé comme langue auxiliaire universelle, la tâche sociale de l'industriel, etc...

Cette énumération trop brève ne peut malheureusement vous donner qu'une idée incomplète de la variété et de l'intérêt des sujets traités dans nos séances et dans notre *Bulletin*, et elle ne suffit certainement pas pour vous permettre d'apprécier sous toutes ses formes le rôle qu'a joué notre Société pendant les années tragiques de la grande guerre et pendant celles qui ont suivi. Sur demande ou spontanément nous avons donné aux Pouvoirs publics l'avis de notre société sur de nombreuses questions techniques ou économiques d'intérêt général. Je dois vous rappeler en même temps les expositions que notre Société a organisées pour la présentation de produits spéciaux préparés par des industries déterminées intéressantes à des titres divers. Ces expositions

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ont porté sur les produits de la verrerie et de la céramique de laboratoire, de même, sur divers produits chimiques obtenus jusque-là presque exclusivement par l'industrie allemande, puis sur les machines à calculer, et l'an dernier sur l'aluminium, les métaux légers et leurs applications.

Il ne m'appartient pas d'insister ici sur le succès qui a couronné ces expositions, mais il me sera permis de dire que ce succès est dû pour une large part à notre dévoué président durant toute la grande guerre, M. Léon Lindet, qui en a été l'initiateur et qui a rendu par là même aux industries intéressées, et par elles au pays tout entier, un service éminent que nous ne saurions oublier.

Pour compléter ce tableau de l'activité de notre Société pendant les huit années écoulées, je devrais maintenant vous rappeler les noms et résumer les travaux des savants et des industriels éminents auxquels ont été attribués nos grands prix, puis, en ce qui concerne la vie intérieure de notre Société, évoquer les noms de nos collègues disparus, saluer à nouveau ceux qui sont venus les remplacer nous apportant le concours de leur expérience avec l'autorité de leur nom, et qui comptent eux aussi, à l'instar de leurs prédécesseurs, dans l'élite du monde savant ou industriel; mais, là encore, vous m'excuserez de ne pas reprendre devant vous cette longue énumération dont tous les éléments ont déjà paru dans notre *Bulletin*. Permettez-moi de vous dire seulement, en ce qui concerne la situation présente de notre Société, que le nombre de nos membres va continuellement en s'accroissant bien que la guerre, directement ou non, ait fait des vides dans nos rangs et, malgré les graves difficultés économiques de l'heure présente, le nombre de nos membres dépasse aujourd'hui de 40 p. 100 celui de l'année 1912; c'est donc là un fait qu'il nous est permis de retenir comme témoignant bien de la haute estime en laquelle sont tenus les travaux de notre Société en France et dans les pays étrangers où nous comptons une proportion importante de sociétaires. Nous nous réjouissons de cette progression qui contribuera certainement pour une large part à accroître l'autorité de l'industrie et de la science françaises en même temps que celle de notre Société, mais je n'ai pas besoin de vous dire que, dans la situation actuelle, elle ne contribue nullement à l'augmentation de nos ressources, car les dépenses résultant de nos publications dépassent de beaucoup le montant de la cotisation de nos membres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous disposons heureusement des revenus de nos fondations, quelques-unes fort anciennes, et c'est grâce à elles surtout que nous pouvons remplir le programme assigné à notre Société par ses fondateurs. Ces ressources accumulées nous permettent en effet de subventionner des études et recherches susceptibles de contribuer à la solution des problèmes intéressants qui viennent se poser dans certaines industries déterminées.

C'est ainsi que, sur l'initiative de notre éminent collègue, M. H. Le Chatelier, notre Société a provoqué et a subventionné, au cours de ces huit années, des recherches entreprises par des savants compétents sur la verrerie de laboratoire, sur le tannage des cuirs, sur le choix des métaux les mieux appropriés à la construction des divers organes des machines agricoles, etc... et pour résoudre de nombreux problèmes de mécanique, de métallurgie, de chimie industrielle qu'il serait trop long d'énumérer.

De pareilles études éclairent la pratique industrielle d'un jour nouveau en apportant aux intéressés la solution cherchée des difficultés qui les préoccupent, et elles constituent certainement le meilleur emploi que nous puissions faire des revenus des fondations dont nous disposons; nous voyons du reste que de son côté l'Académie des Sciences n'hésite pas à entrer dans cette voie en considérant avec nous que les problèmes de science appliquée doivent être étudiés au même titre et avec les mêmes soins que ceux qui intéressent la science pure. Il est vrai de dire, en effet, qu'en dernière analyse ces deux types de problèmes se confondent complètement; aussi n'avons-nous pas à douter que, dans le nouveau cycle de son histoire qui s'est ouvert avec la grande guerre, notre Société s'attachera de plus en plus à consacrer une partie toujours croissante de ses ressources à la solution des problèmes de science appliquée.

En fait, et à titre d'indication seulement, les sommes que nous avons dépensées ou engagées pendant la seule année 1921 comme subventions, encouragements, secours, annuités et prises de brevets, prix et allocations diverses, représentent un total qui dépasse 65.000 francs, mais ce chiffre est certainement encore insuffisant; pour que ces recherches soient vraiment fécondes, il faut que nous disposions de fondations de plus en plus riches, de plus en plus nombreuses, et vous me pardonnerez de saisir cette occasion pour faire appel à la générosité

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de nos mécènes éclairés en leur demandant de vouloir bien s'inspirer à cet égard des exemples donnés aux États-Unis; qu'ils veuillent bien se dire qu'à l'exemple de la noblesse, la richesse oblige, qu'ils ont donc le devoir de nous apporter leur concours pour aider à la recherche de progrès industriels qui contribueront à la prospérité générale, à la solution des difficultés économiques présentes, et accroîtront ainsi l'autorité morale de notre pays devant l'étranger.

S'ils veulent bien répondre à notre appel, je me permettrai d'attirer leur attention sur les inconvénients que peut entraîner l'introduction de spécifications trop strictes dans la rédaction de la fondation qu'ils voudraient créer; qu'ils veuillent bien se dire qu'il leur est impossible de prévoir présentement toutes les contingences à venir et que, par suite, il est bien préférable de laisser une grande latitude d'appréciation aux juges compétents qui décideront en temps utile de l'affectation à donner aux revenus de leur fondations, d'après les besoins nouveaux de l'industrie spéciale à qui elles sont destinées.

Qu'ils veuillent bien s'en rapporter à nos comités techniques, comme l'ont fait les deux derniers de nos plus généreux donateurs, le grand savant métallurgiste Floris Osmond, et le jeune savant, si plein d'avenir, Félix Robin, qui a succombé glorieusement le 30 août 1914 des suites des blessures qu'il avait reçues en combattant sur la Marne pour la défense de la patrie.

Je suis heureux d'y joindre le nom de M. Toussaint qui, tout récemment, vient aussi, de son côté, d'attribuer à notre Société un legs important sans nous imposer aucune affectation spéciale.

M. BACLÉ, *président*, proclame les noms des lauréats des grands prix et des prix spéciaux décernés en 1921.

MM. PAUL TOULON et HENRI HITIER, secrétaires, proclament ensuite les noms des lauréats à qui sont attribuées des médailles d'or, de vermeil, d'argent ou de bronze pour les progrès industriels qu'ils ont réalisés ou pour des travaux remarquables de technique ou de science industrielle.

M. HENRI HITIER prononce une allocution relative aux lauréats des médailles de bronze décernées aux bons serviteurs de l'agriculture, de l'industrie et du commerce (1).

(1) Voir ci-après les noms des lauréats et les rapports présentés au sujet de leurs travaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LISTE DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT ANNÉE 1921

## Grande médaille d'or annuelle de la Société.

La Société d'Encouragement décerne chaque année, sur la proposition d'un des six comités techniques de son Conseil, une grande médaille d'or 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 Lavoisier, est décernée pour 1921, par le Comité des Arts chimiques, à M. VIEILLE pour *l'ensemble de ses travaux sur les explosifs.*

Rapport présenté par M. A. HALLER, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les titres de M. VIEILLE à la grande médaille d'or à l'effigie de Lavoisier.

Les éminents services rendus par M. Vieille à la science des explosifs, tant au point de vue théorique qu'au point de vue des applications sont de notoriété mondiale. Nous n'essaierons donc pas de rappeler les nombreuses questions d'ordre chimique, d'ordre physique et d'ordre mécanique que l'illustre savant a dû envisager dans les magistrales recherches qu'il a consacrées aux phénomènes explosifs.

Les événements vécus constituent la plus belle sanction à cette œuvre de rigoureuse précision, de haute conscience et de parfait désintéressement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Par deux fois, l'Académie des Sciences, avant d'appeler son auteur dans son sein, l'a couronné en lui allouant d'abord, en 1887, son prix de mécanique, et en 1889, sa plus haute récompense, le prix Leconte.

Particulièrement soucieuse de distinguer les applications qui découlent de recherches théoriques, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale ne peut choisir de lauréat plus digne de sa grande Médaille Lavoisier que M. Vieille. Aussi votre Comité des Arts chimiques vous propose-t-il de décerner cette récompense.

*Le Rapporteur*,
A. Haller.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

### Grande Médaille Michel Perret.

Mme Armengaud aîné a légué à la Société une somme de 200 francs de rente annuelle pour décerner une grande médaille en or tous les cinq ans à l'auteur français ou étranger, de *découvertes ou inventions ayant contribué, en France, à la création d'une industrie nouvelle ou au développement d'une industrie déjà existante dans ce pays*, le tout au jugement de la Société légataire.

Cette grande médaille est décernée en 1921 à M. Alphonse Huillard.

Rapport présenté par M. Albert Pagès, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les titres de M. Alphonse Huillard à la grande médaille Michel Perret.

M. Alphonse Huillard est l'inventeur de divers types d'appareils sécheurs connus sous le nom de *sécheurs Huillard* qui sont en usage depuis une vingtaine d'années dans des industries diverses. Ces appareils avaient été initialement étudiés et réalisés pour la dessiccation des copeaux et fragments ligneux résiduaires des usines d'extraits végétaux, tannants ou colorants. A la suite des avantages obtenus avec l'appareil par l'emploi des chaleurs perdues des gaz de la cheminée, M. Huillard créa le sécheur précité, à tour cylindrique et à étages perforés, qui fut adopté et employé avec succès dans la dessiccation, par chaleurs perdues ou par foyer direct, des pulpes et drèches résiduaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des sucreries, brasseries, féculeries, amidonneries, des grignons des huileries, des bagasses (cannes à sucre passées par le moulin pour en extraire le suc), des marcs de raisin, sciures de bois, ordures ménagères, betteraves, etc., dans le séchage de divers combustibles, des sables minéraux, phosphates, plâtre, argile, pour la cuisson du gypse, etc.

De nombreux appareils fonctionnent en France et à l'étranger.

Un autre appareil sécheur à toile métallique est employé dans l'industrie chimique pour la dessiccation des acétates de chaux, des céruses, du lithopone, de l'indigo artificiel, des couleurs minérales, etc.; d'importantes usines étrangères les utilisent.

Ces inventions ont rendu de très appréciables services dans de nombreuses industries auxquelles elles ont permis d'utiliser des sous-produits et des déchets qui, auparavant, étaient généralement inemployés.

Dans ces conditions le Comité des Arts chimiques a proposé d'accorder à M. Alphonse Huillard la grande médaille Michel Perret.

*Le Rapporteur,*
ALBERT PAGÈS.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

**Prix de la fondation Galitzine.**

Ce prix est décerné en 1921 sur la proposition du Comité des Arts économiques à MM. A. PÉRARD et L. MAUDET.

Rapport présenté par M. CH.-ED. GUILLAUME, au nom du Comité des Arts économiques, sur les *recherches relatives aux étalons à bouts plans*, effectuées par MM. A. PÉRARD et L. MAUDET.

Jusqu'au premier tiers du XIX^e^ siècle, les longueurs étaient invariablement représentées par les étalons à bouts : tels la toise du Pérou, les doubles toises de Borda, le Mètre des Archives, la toise de Bessel, etc.; puis, grâce à l'invention du micromètre oculaire, les étalons à traits se substituèrent peu à peu aux précédents pour la représentation précise des longueurs.

Pour effectuer la comparaison du Mètre international provisoire avec le Mètre des Archives, on se servit d'une méthode uniquement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

optique, consistant à viser le milieu de l'intervalle compris entre des pointes fines et leurs images formées dans les faces extrêmes de ce dernier. Plus tard, lorsque le Bureau international fut chargé de déterminer quelques étalons à bouts plans en platine iridié, M. Benoît eut l'heureuse idée de remplacer les pointes par des fils d'araignée tendus à très petite distance des faces terminales des mètres, qui se trouvaient ainsi, en apparence, transformés en des mètres à traits.

Les observations que nous fîmes alors nous donnèrent des résultats médiocrement concordants; pourtant, nous considérions la méthode comme plus sûre que celle des contacts; mais cette opinion se trouva renversée lorsque nous eûmes, en exécution d'une décision du Comité international des Poids et Mesures, fait une nouvelle détermination des mêmes étalons, en appliquant contre leurs faces extrêmes des contacts sphériques.

A la même époque, la Section technique de l'Artillerie, à Paris (commandant, depuis colonel Hartmann; capitaine, depuis général Mangin) avait entrepris la détermination d'étalons industriels; nos expériences furent mises en commun, et, tandis que le Bureau international déterminait deux séries d'étalons principaux constitués, soit par des cylindres, soit par des broches à bouts sphériques, la Section technique en faisait de nombreuses copies, qui furent livrées aux établissements d'artillerie de France, puis à des institutions métrologiques appartenant à d'autres états.

La sûreté des contacts était ainsi entièrement réhabilitée, mais sous cette réserve expresse, que ces contacts devaient se produire entre surfaces convexes.

La construction, par M. C.-E. Johansson, à Eskilstuna, d'étalons à faces planes d'une admirable facture, ainsi que la technique propre à établir de bons contacts, vinrent lever cette restriction. On sut, dès lors, qu'il était possible d'accoler deux étalons de façon à constituer un bloc solide, sans que l'incertitude du contact fût notable. On en vint même à accoler ainsi toute une série d'étalons, et à créer des longueurs composites, ce qui permit, avec un nombre limité de pièces, d'atteindre des longueurs progressant par très petits intervalles; par exemple, avec 36 pièces, on peut réaliser toutes les longueurs de micron en micron, de 3 mm à 203 mm.

Ces avantages des étalons Johansson leur assurèrent une vogue

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rapide dans la mécanique de précision; mais seule une étude très minutieuse de toutes les conditions de leur emploi pouvait donner des certitudes suffisantes au sujet de la précision réelle qu'ils permettent d'atteindre. C'est à cette étude que MM. A. Pérard et L. Maudet ont consacré un labeur considérable, en utilisant des méthodes ingénieuses et extrêmement précises.

Un premier travail a consisté à déterminer une série d'étalons Johansson en s'aidant d'étalons auxiliaires de même forme, entre lesquels l'étalon était pris, et qui, portant une division à leur face supérieure, permettaient une comparaison directe avec une échelle divisée. En appliquant, dans des séries spéciales d'expériences, les deux étalons auxiliaires l'un contre l'autre, on déterminait la distance des traits utilisés, c'est-à-dire la *constante* de l'appareil, qui, retranchée de la première valeur, donnait la longueur de l'étalon.

Comme tout problème métrologique, celui-ci, très simple en apparence, se complique en pratique de toutes les déterminations partielles nécessaires pour éliminer les petits défauts de construction des instruments. Le détail en est donné dans le mémoire que les auteurs ont consacré à la description de leurs expériences (1).

La méthode interférentielle a été ensuite appliquée à la mesure des étalons, en la limitant d'abord à ceux dont la longueur ne dépassait pas 5 mm. La pièce à déterminer était placée dans l'espace compris entre deux glaces planes approximativement parallèles, de façon à laisser un faible intervalle entre les plans en regard. Le compte, au moyen des franges, du nombre de longueurs d'onde comprises entre les glaces, en divers points du champ, et le même compte fait pour les champs correspondant à l'étalon mesuré, donnaient, par différence, l'épaisseur de celui-ci, exprimée en longueurs d'onde des lumières employées. Celles-ci étaient au nombre de huit, prises par moitié dans le spectre du mercure et celui du néon. Le dispositif était l'interféromètre de MM. Perot et Fabry.

L'emploi de lumières diverses présente le double avantage de fournir des contrôles, et de permettre, par la détermination précise de l'excédent sur un nombre entier de demi-longueurs d'onde, de conclure à ce nombre même pour chacune des lumières utilisées, procédé déjà

(1) A. Pérard et L. Maudet. *Étude sur les étalons à bouts, Deuxième mémoire : Étalons à bouts plans*, Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures, tome XVII.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

indiqué par M. Michelson, et qui dispense de compter directement ce nombre entier, travail long et difficile, ou même impossible dans un grand nombre de cas. Les écarts entre les valeurs trouvées au moyen des diverses couleurs ressortent des exemples donnés par les auteurs, à des quantités dont la moyenne est inférieure au centième de micron.

Mais les résultats ainsi obtenus, par la différence entre la distance des glaces et la somme des distances de chacune d'elles au plan terminal de l'étalon qui lui fait face, ne donnent pas immédiatement l'*épaisseur vraie* de celui-ci; elle établit seulement la valeur de son *épaisseur optique*, qui est la distance comprise entre deux plans fictifs, parallèles aux faces terminales, et qui s'écartent des plans matériels d'une quantité correspondant à la perte de phase de la lumière par la réflexion sur l'acier. La détermination précise de cette perte de phase est nécessaire, sous peine d'appliquer, dans l'emploi des étalons déterminés par les méthodes interférentielles, des valeurs systématiquement erronées.

Il faut remarquer, toutefois, que la connaissance de l'écart même des surfaces mécanique et optique n'est nécessaire que lorsqu'on veut se servir d'un étalon unique. Au contraire, lorsqu'on emploie une combinaison d'étalons, la quantité qu'il faut connaître est la somme algébrique de cette distance et de celle des étalons en contact apparent.

Ces derniers, en effet, ne sont pas, à proprement parler, en contact direct, mais sont toujours séparés par une couche extrêmement mince d'un lubrifiant, qui permet de faire glisser les étalons l'un sur l'autre, tout en assurant leur adhérence. Car c'est là une démonstration qui ressort du travail de MM. Pérard et Maudet, qu'en l'absence de tout corps liquide, les étalons n'adhèrent pas entre eux, alors que, si une pellicule grasse, par exemple, se trouve entre les surfaces en regard, celles-ci adhèrent fortement. Ainsi, des expériences faites dès l'apparition des étalons Johansson ont montré que, lorsque l'adhérence est bien réalisée, un effort normal supérieur à 50 kg est nécessaire pour séparer deux étalons dont les superficies adhérentes sont à peine supérieures à 3 $cm^2$. Ici, sans aucun doute, ce sont les forces capillaires qui assurent cette adhérence, par le phénomène des tensions intérieures des liquides, décrit par Berthelot en 1850, et étudié trente ans plus tard par Worthington.

Les mesures de MM. Pérard et Maudet conduisent à assigner, à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

différence entre la valeur optique et la valeur pratique d'un étalon d'acier, une grandeur égale à 0,086 μ, la dernière étant la plus grande.

Une question tout à fait essentielle qui se pose au sujet des étalons à faces planes est celle de la constance de la lamelle interposée. L'expérience a montré qu'un graissage surabondant et inadmissible peut entraîner, pour chaque contact, des erreurs dépassant 0,2 μ. Mais en rompant et reconstituant des combinaisons dans des conditions normales, on reconnaît que les variations inévitables d'épaisseur des lamelles sont seulement de l'ordre du centième de micron. On peut donc, sans aucune crainte pratique d'erreur, constituer des longueurs composites dans lesquelles interviennent plus de dix pièces.

Un contrôle simultané des deux méthodes est donné par le rapprochement des valeurs auxquelles elles ont conduit, pour chacun des étalons mesurés. Les écarts que trouvent les auteurs sont positifs ou négatifs, et très petits; il ne semble donc demeurer aucune erreur systématique dans les mesures faites par l'une ou l'autre méthode.

Des études minutieuses touchant à des questions d'ordre général terminent le mémoire de MM. Pérard et Maudet : d'une part, celle de la perte de phase, qu'ils évaluent à 0,073 μ, avec une variation très faible en fonction des longueurs d'onde, de l'autre, une recherche sur les déformations au contact. La formule de Hertz est vérifiée quant à la forme des relations entre la déformation et ses facteurs : courbure totale et effort au contact. Mais, comme d'autres auteurs l'avaient déjà indiqué, la dépendance des constantes élastiques est un peu différente de celle qu'indique la formule, laquelle conduit à des déformations légèrement supérieures à celles que révèle l'expérience.

L'extension continue des fabrications par pièces interchangeables, jointe à la commodité d'emploi des étalons à faces planes, d'où le bon accueil qu'ils ont trouvé dans les industries mécaniques, rendait nécessaire leur étude minutieuse. Celle que leur ont consacrée MM. Pérard et Maudet, et qui les a occupés pendant plusieurs années, entre lesquelles s'insère la période de quatre ans et demi de leur mobilisation, était de toute nécessité, car seule une semblable étude pouvait donner une base sûre pour l'appréciation des services que les étalons à faces planes sont susceptibles de rendre à la construction. Cette étude est donc, au premier chef, d'importance industrielle; et, si la précision des déterminations effectuées excède, en ce moment, les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

besoins de l'industrie, on ne peut que féliciter les auteurs d'avoir accompli un travail qui conservera sa valeur pratique pendant un nombre d'années assez grand. Ce travail semble donc, à tous égards, digne de la récompense que propose le Comité des Arts économiques.

*Le Rapporteur*,
CH.-ED. GUILLAUME.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

**Prix Melsens.**

Mme veuve Melsens, voulant perpétuer la mémoire de son mari, a donné à la Société une somme de 5.000 francs, pour fonder un prix destiné à récompenser l'auteur d'une application de la physique ou de la chimie à l'électricité, à la balistique ou à l'hygiène. Ce prix, de la valeur de 1.500 francs, en 1921, est triennal. Il est décerné à M. MAURICE GARNIER.

Rapport, présenté par M. GUSTAVE LYON, au nom du Comité des arts économiques, sur les titres au prix Melsens de M. l'Ingénieur en Chef d'artillerie navale MAURICE GARNIER, pour ses *travaux de balistique expérimentale* (1).

M. l'Ingénieur d'Artillerie navale Maurice Garnier, membre de la Commission de Gâvre, fut chargé par son président, l'Ingénieur Général Charbonnier, de la réfection des tables de tir graphiques (hausses, abaques) et appareils annexes destinés au matériel tirant contre aéronefs.

Les documents à établir devaient obligatoirement être basés sur l'expérimentation directe, c'est-à-dire sur des tirs de polygone, avec mesure aussi minutieuse que possible des positions des points d'éclatement et des durées de trajet répondant aux diverses conditions du tir.

Pour résoudre ces problèmes complètement nouveaux, M. Garnier décida d'utiliser les ressources considérables et nouvelles que lui offraient les méthodes photographiques et cinématographiques imaginées et réalisées par le Chef d'escadron d'artillerie de réserve Gustave Lyon.

(1) Voir au sujet de ces travaux le présent *Bulletin*, p. 327 à 380.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour la mesure des *coordonnées* des éclatements rendus photogéniques et enregistrés sur plaques photographiques parallèles au plan de tir, M. Garnier imagina un repérage précis des plaques dans l'espace et assura la restitution de position des points d'éclatements, photographiés, par une technique analogue à celle qu'emploient les astronomes de l'Observatoire de Paris pour relever la carte du ciel. Matériel et méthodes ont été réalisés et appropriés par M. Garnier de la plus heureuse façon.

Pour la mesure des *durées de trajet*, enregistrées à l'aide d'une bande de papier préalablement recouverte par MM. Lumière d'une émulsion ultrasensible se déroulant dans un appareil de prise de vues cinématographiques et sur laquelle s'inscrivent les tops lumineux d'une horloge électrique donnant le cinquième de seconde et du départ du coup, puis la lueur de l'éclatement au moment où elle se produit, M. Garnier imagina et réalisa des microscopes lecteurs de haute précision et des méthodes de dépouillement optique des résultats qui ont été aussi fécondes que remarquables de précision et de rapidité.

C'est ainsi que M. Garnier, aidé de ses collaborateurs (professeurs, anciens élèves de nos grandes écoles, mobilisés, etc.), put mener à bien les travaux de balistique expérimentale extrêmement nombreux demandés par le Ministère de la Guerre pour les unités combattantes et leur fournir ainsi les documents nécessaires à la conduite correcte du tir en altitude.

En conséquence, le Comité des Arts économiques a proposé de décerner le Prix Melsens de la Société d'Encouragement à M. l'Ingénieur en chef d'Artillerie navale Maurice Garnier.

*Le Rapporteur*,
GUSTAVE LYON.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

**Prix Meynot** *aîné, père et fils, de Donzère (Drôme).*

Le prix Meynot, dont la valeur est de 1.000 francs, devait être en 1921 décerné à une petite culture du département de l'Ain dans les conditions suivantes :

« Au cultivateur, viticulteur ou maraîcher qui, cultivant son

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bien ou le bien d'autrui en qualité de colon à mi-fruits ou à prix d'argent, avec les bras de sa famille, soit seul, soit avec un ouvrier au plus, donnera le meilleur exemple par sa conduite, son assiduité au travail, par l'ordre dans son ménage et qui, par l'application des meilleures méthodes de culture et de l'outillage le plus perfectionné, aura réalisé les meilleurs résultats dans sa petite exploitation. »

Trois candidats se sont présentés pour ce prix Meynot, tous trois ayant les titres les plus sérieux du fait de la façon dont ils cultivent leur petit domaine, élèvent une nombreuse famille, cherchent à développer autour d'eux les associations agricoles. Mais ne pouvant partager le prix, les membres du Comité d'Agriculture, à l'unanimité, ont jugé que, quels que soient les mérites des deux autres candidats, le prix devait être accordé à M. JEAN GAILLARD, agriculteur à Injoux (Ain).

M. JEAN GAILLARD exploite un petit domaine de 20 hectares avec l'aide de ses enfants dont deux âgés de seize et quinze ans.

Depuis 1902, époque à laquelle il prit seul la direction de sa petite propriété, M. Jean Gaillard s'est toujours attaché à améliorer les procédés de culture employés dans sa région, et il a obtenu de remarquables résultats, ainsi qu'en témoignent les rendements très élevés que lui donnent les céréales et les fourrages.

Sa ferme est en même temps aménagée d'une façon remarquable au point de vue de l'outillage agricole.

Comprenant tout l'intérêt que présente pour les agriculteurs, surtout dans nos pays de petites et moyennes exploitations, l'association, M. Jean Gaillard contribua à la création d'un syndicat agricole et d'une société d'élevage dans sa commune.

Tous ces titres désignent déjà M. Jean Gaillard aux suffrages des membres du Conseil de la Société d'Encouragement pour le prix Meynot, mais un dernier s'y ajoute et les complète.

Comme M. Jean Gaillard avait su donner à ses concitoyens les meilleurs exemples quand il s'agissait de cultiver la terre, il sut encore les leur donner quand vint le moment de défendre cette terre devant l'invasion de nos ennemis.

Parti comme simple caporal dans l'armée territoriale, en 1914, il rentra à la fin de la guerre dans sa petite exploitation comme capitaine de chasseurs alpins, ayant reçu deux blessures, mérité quatre citations,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et la croix de la Légion d'honneur. A qui mieux que M. Jean Gaillard s'applique la belle devise du paysan français, servir son pays *Ense et aratro*.

*Le Rapporteur*,
HENRI HITIER.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

### Prix Fourcade, en faveur d'ouvriers de fabriques de produits chimiques.

Les exposants de la classe 47, à l'Exposition universelle de 1878, sur l'initiative et avec la coopération de M. Fourcade, ont fondé, auprès de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, un prix de 1.000 francs qui est remis chaque année, au *simple ouvrier des exposants de la classe 47 ayant le plus grand nombre d'années consécutives de service dans la même maison.*

La Société décerne en 1921 le prix Fourcade à :

M. BAPTISTE BOBONNE qui a été pendant cinquante-huit ans consécutifs ouvrier à la Compagnie Générale des Produits chimiques du Midi.

M. BAPTISTE BOBONNE mérite le prix Fourcade non seulement comme comptant le plus grand nombre d'années de service dans le même établissement parmi les nombreux candidats qui s'étaient fait inscrire, mais il le mérite encore par l'exemple que, durant cinquante-huit ans, il n'a cessé de donner à l'atelier où il fut toujours un ouvrier modèle.

La Société d'Encouragement est particulièrement heureuse qu'un tel candidat lui ait été présenté, réunissant à un si haut degré les qualités qu'avait désiré récompenser le généreux fondateur du prix Fourcade.

### Médailles d'or.

Rapport présenté par M. ÉDOUARD SAUVAGE, au nom du Comité des Arts mécaniques sur le procédé *d'amélioration du chauffage central*, imaginé par MM. NESSI Frères.

MM. Nessi frères ont imaginé et réalisé une disposition intéressante de force motrice, applicable aux installations de chauffage

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

central, qu'ils ont décrite dans une conférence à la Société et qui a été publiée dans le *Bulletin* de décembre 1921.

Lorsqu'il s'agit d'une distribution étendue d'eau chaude ou d'air chaud, il devient nécessaire d'assurer la circulation régulière du fluide par une pompe ou un ventilateur. Un moteur est alors indispensable : les moteurs électriques sont fréquemment employés à cet effet.

MM. Nessi ont eu l'idée d'emprunter la force motrice à la vapeur à basse pression produite dans les chaudières de chauffage central, en lui faisant actionner une turbine très simple. Une pression effective de 200 g : cm² est largement suffisante pour la marche de cette turbine.

Ce système a été étudié dans tous ses détails et a été appliqué dans plusieurs installations.

En conséquence, votre Comité a proposé de décerner à MM. Nessi frères une médaille d'or pour perfectionnement aux installations de chauffage central par l'emploi de la force motrice de la vapeur de chauffage.

*Le Rapporteur*,
ÉDOUARD SAUVAGE.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Rapport présenté par M. LÉON MASSON, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les *procédés de manipulation des liquides inflammables*, de M. PIERRE MAUCLÈRE.

Dans une conférence faite en janvier 1921 à la Société d'Encouragement, M. Pierre Mauclère, Ingénieur des Arts et Manufactures, demeurant à Paris, 141, rue de Rennes, a traité l'important sujet de la manipulation pneumatique des liquides et de la distribution industrielle des carburants au moyen de gaz inertes.

La manipulation pneumatique est appelée à donner la meilleure solution du problème de la distribution des liquides inflammables et de la plupart des liquides industriels, et c'est dans ce sens, et au titre des appareils « Mauclère » type 1920, qu'a été faite la communication du commencement de l'an dernier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On a, dans ce type, cherché à réaliser des appareillages simples, applicables aussi bien aux installations à créer qu'aux installations existantes, supprimant toute pression supérieure à la pression atmosphérique, dans les réservoirs-magasins de même que dans les récipients de transport, et présentant la sécurité maxima sans que les charges de premier établissement ou d'exploitation de ces dispositifs soient un obstacle à leur développement.

L'inventeur s'est d'ailleurs inspiré à la fois des principes de fonctionnement des appareils à pompes et des appareils monte-jus, en combinant ces principes pour réaliser, aussi bien en circuit ouvert qu'en circuit fermé, des appareillages nouveaux permettant d'obtenir une circulation rationnelle des gaz combinée avec celle du liquide au travers de réservoirs de construction ordinaire, de pulsateurs à inversion de marche et de canalisations appropriées.

Les appareils ainsi conçus ont été prévus, soit pour la semi-récupération, soit pour la récupération intégrale des vapeurs saturantes, et le texte de la conférence de M. Mauclère inséré au *Bulletin* de février 1921 de la Société d'Encouragement donne avec dessins à l'appui la description détaillée de l'un et l'autre genres d'appareillage.

L'auteur a terminé sa communication en émettant quelques vues sur la solution du problème, en cette époque à l'ordre du jour, de la distribution industrielle des carburants sur le territoire national; et c'est à cet égard qu'il a rappelé le projet présenté par ses soins au début de 1920 à M. le Ministre des Travaux publics en vue de la création, dans les grandes villes et sur les grandes voies de communication, de postes distributeurs d'essence avec réservoirs souterrains permettant d'assurer le ravitaillement direct des automobiles.

Ce projet comporte d'une part l'installation, tout d'abord à Paris et dans sa banlieue immédiate et par la suite dans d'autres grandes villes, de réservoirs souterrains de 4.000 l environ de capacité chacun, avec ravitaillement journalier au moyen de camions-citernes;

Et d'autre part l'installation progressive, sur l'ensemble du territoire, en commençant de préférence par les régions libérées et les principales régions touristiques, de dépôts plus importants à proximité des voies ferrées et ravitaillés par wagons-citernes complets, de manière à permettre d'assurer le ravitaillement direct des automobiles, le charge-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment de camions-citernes, et éventuellement le remplissage de bidons et de fûts.

L'approbation du principe de ces diverses dispositions fut prononcée le 31 mars 1920 par la Commission centrale des Automobiles près le Ministère, et, dans une circulaire ministérielle du mois d'octobre suivant, le désir était exprimé de voir favoriser la création de semblables dépôts d'essence avec réservoirs-souterrains, sur les accotements des routes nationales et sur les emprises des compagnies de chemins de fer.

C'est dans cet esprit que des études ont été poursuivies, et que des demandes étaient en instance auprès des pouvoirs publics au moment de la conférence de M. Mauclère, qui fit d'ailleurs ressortir dans sa communication l'intérêt des dépôts projetés, appelés à constituer de véritables stocks de précaution, que l'État puisse facilement contrôler et au besoin renforcer, tant au point de vue de la défense nationale qu'à celui de la sécurité des ravitaillements généraux en cas de crise des transports par voies ferrées.

M. Mauclère n'a pas manqué non plus d'insister sur ce fait, que les charges de premier établissement des dispositifs qu'il préconise avec l'outillage le plus moderne, sont moindres que les charges résultant du simple stockage, à quantités égales de carburants, en bidons ou en fûts ordinaires; qu'en outre l'emploi de réservoirs souterrains supprime le danger d'incendie, de même que les pertes par égouttures et par évaporation, et qu'enfin la distribution directe et automatique dans les réservoirs des voitures évite la main-d'œuvre, les vols, et économise un temps appréciable.

M. Mauclère déclarait en outre que, grâce au concours judicieux des compagnies de chemins de fer et des grandes associations touristiques avec les groupes de consommateurs régionaux, les constructeurs français qualifiés, et les industriels disposant de moyens d'importation et de traitement des carburants divers, il était permis d'espérer la prochaine réalisation d'une fraction appréciable du programme d'ensemble envisagé, susceptible de contribuer pour sa part au rétablissement de notre équilibre économique.

Les faits ont vérifié le bien-fondé des espérances de M. Mauclère, car depuis qu'il nous a fait sa conférence son procédé a été employé dans plusieurs installations qu'il convient de faire connaître. Ce sont :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le *Grand garage Saint-Didier*, 2, rue des Sablons, à Paris. Capacité : 10.000 l, mise en service le 1er février 1921 ;

le *Garage des Sapeurs-pompiers de Bruxelles*. Capacité : 4.000 l ;

les *Établissements Poliet et Chausson*, 125, Quai de Valmy, à Paris. Capacité : 4.000 l ;

l'*Omnium des Huiles végétales à Eyguières*. Capacité : 7.500 l ;

la *Compagnie des Autobus de Bruxelles*. Capacité : 25.000 l ;

la *Société générale de Constructions mécaniques* à la Courneuve. Capacité 40.000 l ;

l'*Aérodrome militaire de Cuatro-Vientos*, à Madrid. Capacité : 102.000 l, mise en service en septembre 1921 ;

et les *Grands Garages de l'Auto-Riviera* à Monte-Carlo et à Beausoleil. Capacité : 460.000 l.

Au 31 décembre 1921, quatre autres installations étaient en construction de même que des appareils distributeurs routiers, et cela sur différents points de notre territoire. Le premier de ces distributeurs routiers a été mis en service à Besançon, en décembre 1921.

Les dispositifs de M. Mauclère et les installations faites par ses soins présentent, on le voit, à tous égards, un intérêt des plus attachants, et, dans ces conditions, le Comité des Arts mécaniques a proposé d'attribuer à M. Pierre Mauclère une médaille d'or qui sera la juste récompense de ses efforts.

*Le Rapporteur*,
LÉON MASSON.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Rapport présenté par M. APPERT au nom du Comité des Arts chimiques, sur les *travaux de* M. G. BERLEMONT *sur le quartz fondu.*

M. Berlemont, ancien président de la Chambre syndicale des souffleurs de verre, a fait, à la Société d'Encouragement, le 22 janvier 1921, une communication sur la silice fondue, sur sa fabrication et sur les ressources que son emploi permet de prévoir et d'utiliser (1).

M. Berlemont n'est pas un inconnu pour nous ; il s'est en effet consacré depuis de longues années à cette industrie du soufflage du verre

(1) Voir le texte *in extenso* de cette communication dans le *Bulletin* de mars 1921, p. 254-260.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au chalumeau; industrie à laquelle il a apporté de nombreux et importants perfectionnements, en collaboration le plus souvent avec les plus éminents de nos savants physiciens et chimistes, Ditte, Troost, Friedel.

En 1896, de concert avec Schutzenberger, il fondait un cours de soufflage du verre rendant ainsi les plus réels services à nos laboratoires scientifiques.

En 1900, sur les conseils de M. Curie, il commença à s'occuper de la question de la production à haute température de la silice fondue, question toute nouvelle qui devait attirer un esprit aussi épris de nouveautés.

Ce n'est qu'en 1916, au cours des événements qui se déroulaient sous nos yeux, qu'il était appelé à reprendre cette question à la demande de la Télégraphie militaire en quête de lampes à mercure en quartz transparent. Après de nombreux essais, il était en mesure de répondre à ces demandes urgentes en fabriquant des lampes à mercure, sans vide et à allumage automatique.

Au cours de ces essais, il perdait partiellement la vue, perte qu'il avait su supporter stoïquement.

Il a réussi ainsi à fabriquer un quartz fondu transparent de qualité irréprochable qui, fourni auparavant par l'Angleterre, était cédé à un prix prohibitif par son exagération même. Fabriqué dans ces conditions et en dehors de son emploi, tout indiqué pour l'utilisation des rayons ultraviolets, il est appelé à se substituer progressivement au verre pour la fabrication de pièces devant être soumises à de brusques changements de température.

En 1914, M. Berlemont avait pu donner au Service de Santé militaire de l'armée de précieuses indications en faisant connaître en temps voulu les verreries françaises pouvant les alimenter des verres spéciaux indispensables qui, fournis auparavant par les maisons allemandes, commençaient à faire complètement défaut. Sur la proposition du Comité des Arts chimiques et en reconnaissance des nombreux services rendus à la science, à la médecine et à l'industrie par M. Berlemont, la Société d'Encouragement sur la proposition de son Comité des Arts chimiques lui décerne une médaille d'or.

*Le Rapporteur*,
LÉON APPERT.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport présenté par M. H. Gall, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux de M. Georges Flusin relatifs à la *fabrication industrielle du magnésium et du cérium*.

Dans son remarquable rapport sur l'électro-métallurgie qu'on lui avait demandé de rédiger pour le deuxième Congrès de la Houille blanche, qui devait se tenir à Lyon, en septembre 1914, rapport qui avait été remis par son auteur au mois de juillet, M. Georges Flusin signalait, à propos du magnésium, combien il était regrettable que ce métal ne fût pas également fabriqué en France, ne fût-ce qu'au point de vue de l'indépendance de nos constructeurs nationaux.

Il semble qu'il ait eu le pressentiment de la situation dans laquelle notre pays allait se trouver un mois plus tard : la déclaration de guerre et les Alliés sans magnésium!

Vers le milieu d'octobre 1914, le général Lagrange, Inspecteur permanent des Fabrications de l'Artillerie, que la pénurie de magnésium inquiétait à juste titre, demanda à M. Flusin si, et dans quelles conditions, on pouvait espérer créer en France la fabrication de ce métal nécessaire à de nombreux et importants besoins militaires tels que : fusées ou bombes lumineuses, obus de réglage, balles et obus traçants, mélanges explosifs, etc.

Les procédés employés par les deux usines allemandes qui produisaient ce métal n'étant connus que bien imparfaitement, M. Flusin qui, inutile de le dire, s'était mis à la disposition du général Lagrange, eut à effectuer tout d'abord dans son laboratoire de la Faculté des Sciences de Grenoble, des recherches préliminaires relatives à la préparation du chlorure de magnésium anhydre et à l'électrolyse du chlorure fondu, qui furent terminées dans le courant de décembre 1914.

Un mois après, il mettait en route, avec la collaboration d'un directeur dévoué, M. Petithuguenin, à l'usine des Clavaux, une petite installation d'essai qui, dans les dix premiers jours de marche, permettait d'obtenir 50 kg de métal qui allaient permettre à M. Flusin d'étudier au laboratoire les conditions de raffinage. Le 3 avril, les premiers échantillons de magnésium en poudre étaient expédiés à l'École de Pyrotechnie de Bourges et, à la fin de ce même mois, l'installation industrielle proprement dite était mise en route aux Clavaux. Elle a naturellement subi, au cours des années suivantes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des améliorations auxquelles M. Flusin a pris une large part; cette installation est encore à l'heure actuelle la seule qui fonctionne en France.

Entre temps, M. Flusin a continué à étudier au laboratoire certains points spéciaux de la fabrication. Sur la demande de la Direction des Inventions, il a préparé, en janvier 1918, des alliages légers à haute teneur en magnésium du type Elektron, qui sont appelés à jouer un rôle prépondérant dans les constructions aéronautiques.

En 1916, M. Flusin a pu également, à la suite de longues recherches poursuivies à son laboratoire, déterminer les points fondamentaux de la préparation électrolytique du cérium qui n'était alors produit qu'en quantité insignifiante.

Les nombreuses publications de M. Flusin qui se rapportent aux sujets les plus variés témoignent suffisamment de sa haute compétence et de l'intérêt qu'il porte aux questions industrielles pour qu'il paraisse superflu d'insister là-dessus. Je ne citerai que pour mémoire sa *Métallurgie de l'aluminium* (1911) et sa remarquable conférence sur *le magnésium, le calcium, et le sodium* faite à la Société d'Encouragement le 22 mai 1921 (1).

Au courant de tous les travaux poursuivis, en France et à l'étranger, en matière d'électrolyse, il est, quoique encore jeune, titulaire depuis de longues années déjà, de la chaire d'électrochimie et d'électrométallurgie, à la Faculté des Sciences de Grenoble. Grâce à l'impulsion qu'il a su lui donner, l'enseignement qu'il professe n'a pas peu contribué à l'essor vraiment magnifique pendant ces dernières années, de l'Université grenobloise, véritable pépinière d'ingénieurs spécialistes pour nos industries de la houille blanche.

D'ailleurs, le laboratoire installé par M. Flusin, qui attire également de nombreux étudiants étrangers, et dont il projette la transformation à l'aide de crédits spéciaux alloués par le Parlement pour le développement des industries de la houille blanche, est considéré comme une ressource précieuse pour les usines électrochimiques et électrométallurgiques de la région du Sud-Est. Il a réalisé cette union de la science et de l'industrie qui caractérise si heureusement le programme de la Société d'Encouragement.

(1) Voir le *Bulletin* de juillet-août-septembre 1921, p. 787-812.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tant à ce dernier titre que pour les travaux qui viennent d'être énumérés, M. le professeur Georges Flusin est digne de recevoir la médaille d'or que votre Comité des Arts chimiques propose de lui décerner.

*Le Rapporteur*,
HENRY GALL.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Rapport présenté par M. A. TRILLAT, au nom du Comité des Arts chimiques sur les *travaux de* M. A. GUISELIN, *relatifs au pétrole.*

M. Guiselin a fait à la Société d'Encouragement le 9 avril 1921 une conférence, sous le titre suivant : *Comment nous libérer du pétrole étranger? Nécessité de créer une industrie nationale des substituts du pétrole.*

Nul n'était mieux placé que M. Guiselin pour traiter un pareil sujet. Ancien élève de l'École de Physique et Chimie de la Ville de Paris, après avoir débuté dans l'industrie de la stéarine et des huiles végétales et minérales, M. Guiselin s'est spécialisé dans les pétroles. Il fut successivement Ingénieur en chef de la Compagnie industrielle des Pétroles et secrétaire de la Commission internationale des Pétroles. Durant la guerre, il fut chargé au Ministère du Commerce de créer les services du pétrole et d'organiser le Comité général.

Comme l'indique le titre, l'auteur a divisé sa conférence en deux parties.

Dans la première partie, M. Guiselin examine les deux questions suivantes : Pourquoi le pétrole est-il étranger et pourquoi devons-nous nous en libérer?

Suivant cet ordre, M. Guiselin étudie les causes qui ont empêché les Français de faire du pétrole une industrie nationale : la raison, dit-il est qu'il n'ont pas fait l'effort suffisant. Pourquoi? par manque de confiance, et par ignorance technique. Pour remédier à cette dernière lacune, M. Guiselin montre la nécessité de la création d'écoles spéciales où on formerait des techniciens spécialistes de la nouvelle industrie nationale.

Le conférencier expose ensuite les raisons pour lesquelles nous

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

devons nous libérer du pétrole étranger. Tout le monde sait aujourd'hui qu'il ne peut plus y avoir d'aviation, d'automobilisme, de navigation sous-marine sans essence et sans pétrole. La libération du pétrole étranger est donc d'une importance capitale pour nous : c'est un redoutable problème qui se pose à notre attention.

Après avoir décrit la situation du pétrole en France, le conférencier indique, dans la deuxième partie de son exposé, comment et par quels moyens on pourrait remédier à notre situation critique en fabriquant en France, avec des matériaux indigènes : les carburants, les produits d'éclairage, les produits lubrifiants et les produits combustibles dont nous avons normalement besoin.

M. Guiselin passe successivement en revue les modes d'obtention de ces quatre séries de corps et montre que la France et ses colonies peuvent fournir les substituts du pétrole.

Toute la conférence de M. Guiselin est imprégnée d'une préoccupation qu'il voudrait faire partager à tous les Français, tant la résolution du problème qu'il implique aurait de conséquences pour la sécurité et la prospérité du pays.

M. Guiselin a étayé sa conférence sur des documents et des statistiques d'un grand intérêt que l'on trouve dans des annexes faisant suite à son exposé. C'est ainsi qu'il y traite les sujets suivants :

les huiles végétales en substitution aux huiles minérales;

la situation mondiale de l'industrie des huiles lubrifiantes;

la politique de la carbonisation.

Il donne en outre la statistique des schistes bitumeux et des lignites : il expose la situation pleine d'espérance de l'industrie de l'alcool de synthèse en partant des gaz de houille et de pétrole et de l'alcool produit par le traitement de la cellulose.

Comme on le voit, cette conférence n'est pas un simple travail d'érudition; elle résume les travaux, les idées et les espérances de l'auteur. Sa lecture intéresse non seulement le technicien et l'économiste mais aussi nos hommes politiques qui sont souvent obligés de trouver dans leur art oratoire les excuses d'une négligence nationale.

Le tableau que nous a tracé M. Guiselin de la situation du pétrole en France, sera de nature, espérons-le, à encourager les énergies puisque au mal qu'il décrit, il fournit le remède.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J'ajouterai pour terminer que la conférence de M. Guiselin fait honneur à l'auteur par sa limpidité d'exposition et par son choix d'expressions heureuses et parfois originales. M. Guiselin est l'auteur de nombreux travaux disséminés dans diverses revues concernant le pétrole et dans les comptes rendus de sociétés techniques, de congrès français et internationaux. Ils lui ont valu le prix annuel de la Société des Ingénieurs civils. Parmi les principaux, on peut citer : son rapport, en trois fascicules, sur les ressources nationales en carburants, publié, sous les auspices des Services techniques du Ministère du Commerce, en 1917; un travail relatif à l'action des terres argileuses sur les pétroles naturels et leurs dérivés: une classification des propriétés physiques et chimiques des dérivés du pétrole au point de vue de la traction mécanique; de nombreuses statistiques sur les analyses des pétroles, etc. M. Guiselin a publié aussi plusieurs observations sur des questions concernant les matières grasses, l'utilisation du froid, la dénaturation, etc.

M. Guiselin a été l'homme d'une idée et ses arguments, espérons-le, convaincront les plus indifférents.

C'est en se basant sur l'ensemble de ses travaux que l'auteur a résumés dans sa conférence que le Comité des Arts chimiques vous propose de lui attribuer une médaille d'or.

*Le Rapporteur*,

A. TRILLAT.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Rapport présenté par M. M. PRUD'HOMME, au nom du Comité des Arts chimiques, sur un *procédé de gravure en vue de l'impression des tissus en couleurs*, inventé par M. J. DEJEY.

Les cylindres ou rouleaux de cuivre destinés à l'impression des couleurs sur tissus, sont gravés en creux, soit par des moyens mécaniques (burin, poinçon, molette), soit par des moyens à la fois mécaniques et chimiques. C'est ainsi, par exemple, que le rouleau est recouvert d'une couche d'un vernis spécial, sur lequel on décalque le dessin. Le vernis est enlevé avec une pointe ou avec un diamant, en sui-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vant les contours du dessin et le métal, mis à nu, est soumis à l'action de l'acide nitrique qui doit le ronger.

Le procédé de M. J. Dejey est d'ordre purement chimique. Il remonte à l'année 1904, où il fut introduit dans la célèbre maison d'impressions sur tissus, Gros Roman et Cie, à Wesserling.

Le dessin à graver est établi sur pierre lithographique ou sur zinc, pour permettre d'en tirer des épreuves à report avec une encre grasse. Ces épreuves sont appliquées sur le rouleau au moyen d'une machine spéciale qui fait le décalque d'une manière parfaite. En mouillant les épreuves à l'aide d'une éponge, on enlève facilement les papiers et il ne reste sur le cylindre que l'encre grasse.

Il est alors plongé dans un bain d'étamage, pendant 30 à 40 minutes. Le dépôt d'étain recouvre toute la surface du cylindre, à l'exception des parties couvertes d'encre grasse, qui forment le dessin. L'encre est enlevée à la benzine et le rouleau est immergé dans un bain électrolytique de rongeage au cyanure de potassium. L'étain n'est pas attaqué, tandis que le cuivre l'est rapidement et profondément.

Certaines dispositions sont prises pour graver les traits fins et profonds, ce qui ne peut s'obtenir avec les acides qui gravent aussi bien en largeur qu'en profondeur, grossissent les traits et dénaturent le dessin. C'est précisément cette faculté de graver des traits fins et profonds qui constitue un des grands avantages du procédé, en dehors de la rapidité d'exécution, qui permet de graver en quelques heures un rouleau qui demanderait des semaines et des mois, et du prix de revient de la gravure considérablement réduit.

Le procédé de M. J. Dejey est très ingénieux, élégant et pratique. Il doit attirer l'attention de notre Société. Aussi votre Comité des Arts chimiques vous propose-t-il de décerner une médaille d'or à M. Dejey.

*Le Rapporteur*,
M. Prud'homme.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport présenté par M. Georges Charpy, au nom du Comité des Arts chimiques sur les *travaux de* M. de Fleury, *sur les alliages légers.*

M. Raymond de Fleury, Ingénieur des Arts et Manufactures, dirige depuis 1913, avec M. Labruyère, une fonderie d'aluminium dans laquelle il a obtenu d'importants résultats. Diverses applications de l'aluminium à la construction des moteurs d'automobiles et d'avions, et aussi de certains appareils de précision ont pu être réalisées, notamment pendant la durée de la guerre, avec des pièces fabriquées par M. de Fleury et grâce à sa collaboration technique. Les problèmes les plus variés ont fait l'objet de ses préoccupations et il leur a apporté d'intéressantes contributions, tant en développant les dimensions et la complexité de forme des moulages légers livrés à l'industrie, qu'en utilisant des alliages de compositions diverses et même des métaux inemployés jusqu'ici, tels que le magnésium, qu'on ne s'attendait guère, il y a bien peu de temps encore, à voir figurer dans la liste des matériaux de construction.

L'exposition faite dans les locaux de la Société d'Encouragement à l'occasion de la « Semaine de l'Aluminium » permettait d'admirer certaines pièces importantes, par exemple le carter pour moteur d'avion Bugatti-Bréguet de 500 ch, fondu en magnésium et dont le poids était moindre que les 2/3 de celui de la même pièce en aluminium.

M. de Fleury a de plus consacré ses efforts au développement d'une conception rationnelle de l'utilisation des alliages légers pour les divers problèmes de la mécanique appliquée. Il a exposé cette conception dans une brochure publiée en 1919 (*Des emplois de l'aluminium dans la construction des machines*, Dunod et Pinat, éditeurs, 1919) et dans une conférence faite à la Société d'Encouragement le 28 mai 1921. L'un des points de vue auxquels s'attache particulièrement M. de Fleury dans ces publications est le suivant : On a tendance, en général, à escompter et à chercher un type d'alliage léger atteignant une résistance comparable à celle des métaux lourds; mais sans attendre ce résultat qui reste problématique, on peut déjà obtenir des progrès beaucoup plus accentués que ceux qui sont déjà réalisés, rien qu'en employant les alliages légers actuellement connus, mais en les employant rationnellement, c'est-à-dire en étudiant les pièces de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

machines et les machines elles-mêmes, en vue de l'emploi des métaux légers et non en se bornant à reproduire des dessins de pièces étudiées pour des métaux lourds.

Les variations de densité influent considérablement sur les effets d'inertie dans les pièces mobiles, comme aussi dans le rapport de la charge propre et de la surcharge dans les constructions fixes. Il y a donc lieu, pour arriver au meilleur résultat possible, d'établir une technique spéciale à l'utilisation de ces nouveaux matériaux; M. de Fleury a indiqué dans ses publications les bases qui peuvent servir à l'édification de ce corps de doctrine et cherché à les synthétiser en formules, parmi lesquelles on peut citer comme particulièrement saisissante, celle dans laquelle il oppose l'emploi de « pièces massives en métaux légers » à celui de « pièces grêles en métaux lourds ».

Il y a là des conceptions qui méritent certainement d'être poursuivies et développées; le Comité des Arts chimiques est unanime à en reconnaître l'intérêt et propose d'attribuer une médaille d'or à M. de Fleury pour l'ensemble de ses travaux sur les alliages légers.

*Le Rapporteur*,
GEORGES CHARPY.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Une médaille d'or est décernée à M. LOUIS BOZONNET pour son *nouveau type de fraises pour le travail des métaux.*

(Voir dans le *Bulletin* de mai 1921, p. 420, le rapport présenté à ce sujet par M. M. MARBE au nom du Comité des Arts économiques.)

Une médaille d'or est décernée à MM. LOUIS FOURNIER et GÉRARD-MANG, pour leur *machine à calculer dite « calculatrice »*.

(Voir dans le *Bulletin* de février 1922, p. 105, le rapport présenté à ce sujet par M. PAUL TOULON, au nom du Comité des Arts économiques.)

Une médaille d'or est décernée à M. O. BERGER pour sa *machine française à écrire le Braille.*

(Voir dans le *Bulletin* de février 1922, p. 108, le rapport présenté à ce sujet par M. PAUL TOULON, au nom du Comité des Arts économiques.)



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport présenté par M. Pierre Richemond, au nom du Comité de Commerce, sur *l'œuvre de formation des apprentis et des techniciens* de M. Maurice Lacoin et de M. Gustave Chassagne.

Il est difficile d'être bref sur un sujet aussi vaste que celui dont s'est occupé M. Lacoin. Je ne m'étendrai pas sur les détails matériels d'application. Au surplus la *Revue générale des Chemins de Fer*, la *Revue générale d'Électricité* ont déjà publié des articles documentés à leur égard. De même, on en trouve de nombreuses traces dans les articles du *Bulletin de la Société d'Encouragement* rendant compte des travaux du Comité de Retour aux Études techniques, dont M. Lacoin a été l'initiateur. On sait combien M. Lacoin a secondé l'œuvre entreprise par notre Société, en organisant des cours systématiques et complets pour un certain nombre de jeunes gens dont les études avaient été interrompues par la guerre.

Je me bornerai à énumérer les idées fondamentales qui ont guidé M. Lacoin et à en tirer des conclusions.

Avoir un bon personnel est pour l'industrie une des conditions de la réussite. Le former est donc une tâche s'imposant au chef qui comprend largement son rôle. Mais en préparant et en perfectionnant son personnel, l'industrie collabore à l'éducation nationale et au progrès social : son œuvre rayonne ainsi rapidement au dehors, dès qu'elle est couronnée de succès.

Tels sont les principes qui ont guidé M. Lacoin pour les organisations qu'il a créées dans son Service à la Compagnie d'Orléans et les raisons pour lesquelles son action s'est parfois étendue au dehors.

Ancien élève de l'École Polytechnique, puis Ingénieur de la Marine, Maurice Lacoin est entré en 1905 comme ingénieur au Service central du Matériel et de la Traction de la Compagnie d'Orléans, dont, en raison de son mérite exceptionnel, il a rapidement gravi les échelons, pour devenir, en 1921, Ingénieur en Chef de cet important service technique.

Au début de la guerre, il était, en sa qualité de chef du Service de la Traction, chargé d'un nombreux personnel dont la mobilisation avait tari le recrutement à un point inquiétant. De longue date la Compagnie d'Orléans avait bien, comme tous les réseaux, des apprentis, en nombre réduit d'ailleurs et dont l'éducation, assez som-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maire et sans programme de formation méthodique, se faisait exclusivement dans les ateliers principaux de Tours et de Périgueux ; mais ces apprentis étaient versés très rapidement dans des équipes où ils ne rendaient que de vagues services.

Supposant que la guerre serait longue, M. Lacoin, qui avait déjà ses idées personnelles sur l'apprentissage, soit pour y avoir appliqué ses propres initiatives, soit pour l'avoir étudié dans d'autres industries, pensa que le moment était favorable pour essayer d'organiser, dans les dépôts de locomotives qui étaient sous sa direction, un apprentissage dirigé en vue de former des ajusteurs-monteurs et des mécaniciens.

Il fallait demander rapidement aux apprentis un travail utile et intensif, sans rien négliger de leur formation.

M. Lacoin avait trois directives fondamentales.

Tout d'abord il a estimé que c'était une erreur nuisible au développement de l'apprentissage, d'une part de ne pas faire faire aux apprentis du travail productif dans toute la mesure compatible avec une bonne formation, d'autre part de ne leur donner que des salaires trop faibles, qui les détournent vers des emplois où ils gagnent immédiatement leur vie sans acquérir de métier proprement dit. Convaincu à la fois que les frais d'apprentissage peuvent être extrêmement réduits et que l'apprentissage pouvait payer ses frais, il est arrivé pratiquement à démontrer qu'il avait vu juste. A cet effet, il a organisé l'apprentissage à la Compagnie d'Orléans de façon à limiter, d'une façon très stricte, la partie du temps, où l'apprenti suit des cours réglés sur le niveau de l'apprenti moyen ou travaille à des exercices de formation progressive sans valeur industrielle et à accroître celle où il exécute des travaux effectivement utiles et méritant une rémunération assez large.

Ensuite M. Lacoin a posé en principe que les apprentis doivent être groupés dans des ateliers vraiment industriels, en équipes spéciales fortement encadrées par des instructeurs. C'est ainsi qu'à la Compagnie d'Orléans les apprentis sont occupés en première année toute l'après-midi, en seconde et en troisième année toute la journée à des travaux confiés normalement à des ouvriers, tels que la réparation complète des locomotives, même des types les plus puissants. Ils ont ainsi, presque dès le début de leur apprentissage, la responsabilité entière d'un travail

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

difficile et le sentiment de cette responsabilité contribue à développer chez eux l'esprit de production, la discipline et le goût du métier. Ils arrivent en fin d'apprentissage à avoir un rendement égal et même parfois supérieur à celui de la moyenne des ouvriers majeurs que l'on embauche directement.

Enfin, M. Lacoin a voulu que l'instruction théorique de l'apprenti consistât principalement à lui faire bien comprendre pourquoi et comment le travail qu'il fait doit être exécuté de telle ou telle manière, au lieu de le saturer d'enseignement livresque.

Au regard de telles conceptions, s'écartant si nettement des sentiers généralement battus, le Conseil d'Administration et le Directeur de la Compagnie d'Orléans ont eu le mérite de laisser à M. Lacoin ses coudées franches pour donner suite à ses initiatives.

Quels ont été les résultats obtenus? Je me borne à en rappeler quelques-uns de notoriété publique.

L'œuvre de M. Lacoin s'est développée progressivement mais très rapidement au cours de la guerre dont les difficultés mêmes ont servi à ce développement. En 1915 le nombre des apprentis était, à la Compagnie d'Orléans, de 122; il a passé successivement à 308 en 1916, 616 en 1917, 924 en 1918, 1.155 en 1919 et 1.253 en 1920; il sera d'ailleurs limité au chiffre d'environ 1.250. L'organisation d'apprentisage de la Compagnie d'Orléans est ainsi la plus importante de France et une des plus importantes du monde.

Les apprentis de quatorze à dix-sept ans ont assuré, pendant les années de guerre, la réparation complète de 15 p. 100 des locomotives de la Compagnie d'Orléans.

En 1920, les 700 apprentis du service des dépôts ont fait environ 23 p. 100 des réparations des locomotives de tout le réseau; ils ont touché des salaires attrayants se montant au total de 2.200.000 fr, alors qu'ils ont fourni un travail correspondant à celui de 360 ouvriers qu'il aurait fallu payer 2.800.000 fr; ils ont ainsi laissé disponible une somme de 600.000 fr correspondant précisément au salaire de leurs instructeurs et aux frais de surveillance et de contrôle de leur travail. Leur apprentissage a donc payé ses frais.

Mais M. Lacoin n'a pas borné son œuvre à ces résultats matériels.

Sur l'arbre qu'il a planté et pendant sa croissance sont venus se

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

greffer des rameaux nouveaux. Au cours de la guerre, l'apprentissage de la Compagnie d'Orléans s'étendit aux jeunes gens serbes évacués en France, spécialement aux fils de cheminots que la Compagnie avait recueillis aussitôt après la glorieuse retraite des Serbes vers la mer Adriatique. L'école d'apprentissage fondée à Tours pour les Serbes ne se limita pas simplement au Service de Traction; grâce à la direction intelligente des ingénieurs serbes qui se donnèrent à cette tâche, elle forma aussi du personnel pour les services de l'exploitation et de la voie, devenant ainsi une vraie école de chemin de fer, destinée à améliorer les cadres des réseaux serbes lors de la paix. En fait, après le traité de paix, l'école serbe de Tours a été transportée dans le nouvel État Yougo-Slave, et elle a constitué la première école nationale serbe des chemins de fer.

D'autre part, parmi les apprentis de la Compagnie d'Orléans, il s'en trouva quelques-uns dont la préparation ou l'intelligence méritait une formation supérieure. M. Lacoin jugea nécessaire d'organiser pour eux un enseignement de degré supérieur, en vue d'assurer plus tard le recrutement des chefs mécaniciens, contremaîtres, etc... Ces cours de second degré, fondés depuis 1917, sont dirigés par un bureau central et organisés par correspondance, avec instructeurs sur place. Ils durent trois ans et sont suivis par une centaine de jeunes gens, sélectionnés après la première année d'apprentissage, qui exécutent en même temps le travail manuel normal des apprentis et ont environ deux heures de travail intellectuel à faire chez eux après leur journée normale. Les corrections des devoirs et le contrôle du travail sont faits exclusivement par des agents de la Compagnie. Pareille formation exige un travail et une énergie considérables; elle éprouve non seulement l'intelligence, mais la volonté.

A ces organisations s'est ajouté rapidement un journal illustré, *L'Apprenti P. O.*, qui met les apprentis au courant des faits qui peuvent les intéresser à leur métier, les attacher à leurs anciens, partis pour le service militaire, et à développer parmi eux l'esprit de corps. *L'Apprenti P. O.*, tiré à 3.000 exemplaires, est rédigé en partie par les apprentis eux-mêmes, et dirigé par un comité composé d'apprentis. Il est lu par de nombreux agents qui l'achètent au numéro ou s'y abonnent (2.600 abonnés payants).

Chaque année, des concours réunissent dans un centre important

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'élite des apprentis et mettent aux prises les champions des différents établissements.

Les championnats ne se disputent pas simplement sur le terrain professionnel. Les apprentis ont fondé, en effet, de nombreuses sociétés sportives, qui groupent les apprentis et anciens apprentis des diverses localités et qui se disputent chaque année un challenge; de 5 comprenant 300 membres en 1917, ces sociétés ont passé en 1920 à 23 avec 1.500 membres environ.

Les apprentis bénéficient également d'une bibliothèque circulante qui mêle l'utile à l'agréable (39 centres de bibliothèques comprenant 1.300 volumes prêtés à 10 centimes par volume).

Il restait à organiser pour le personnel déjà existant des moyens de se perfectionner de façon à permettre, aux agents intelligents, de se préparer aux échelons supérieurs. A ces besoins, ont répondu une série de cours, soit cours du soir, soit cours par correspondance, offerts à tous les agents qui en témoignent le désir et qui en sont reconnus capables. Il existe ainsi, depuis 1920, des cours de perfectionnement pour les employés, pour les candidats contremaîtres, enfin pour les mécaniciens postulant au poste de chef-mécanicien.

L'ensemble d'organisations aussi complètes suppose l'existence d'un Service chargé de suivre tous les jeunes gens en voie de formation, de les diriger au point de vue technique et au point de vue moral, de contrôler le rendement et le bon fonctionnement des cours et de l'apprentissage. Aussi M. Lacoin a-t-il enfin créé un Service du Personnel, à la tête duquel il a mis l'un de ses meilleurs chefs de file, ancien polytechnicien. Ce Service comporte trois branches : la branche administrative, qui constitue, dans beaucoup d'administrations, tout le Service du Personnel; la branche chargée de la formation du personnel, ayant à sa tête un Ingénieur des Arts et Métiers qui a été le bras droit de M. Lacoin dans toute son organisation de l'apprentissage; enfin la branche chargée spécialement des questions sociales, hygiène, sécurité, maladies, surintendantes, etc..... Tous les agents qui veulent s'instruire et ont besoin de conseils ou de renseignements peuvent venir frapper à la porte de ce Service. Ils savent que s'ils veulent travailler, ils seront suivis et ne risqueront pas d'être oubliés.

C'est ainsi que la sollicitude du Service du Personnel s'étend jusqu'aux agents entrant à la Compagnie d'Orléans au sortir des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grandes écoles techniques, telles que Arts et Métiers, Centrale et Polytechnique. Pour tous ces agents sont organisés des stages où ils apprennent à connaître les différentes branches du métier et à se mettre à même de mieux utiliser dans la pratique les connaissances théoriques qu'ils ont acquises.

Devant de pareils résultats il est permis de dire que, par ses méthodes et son point de départ, l'œuvre de M. Lacoin est industrielle et technique, mais que par ses conséquences elle revêt un caractère social.

M. Lacoin a démontré que l'apprenti peut être formé à l'atelier, où il est suivi comme dans une école, qu'il peut l'être sans dépenses appréciables et que seule l'industrie peut le former convenablement et économiquement. Son œuvre est le meilleur argument à opposer aux utopistes qui voudraient faire de l'apprentissage une œuvre scolaire.

M. Lacoin a d'autre part démontré que l'industrie doit offrir à ses employés, désireux de travailler et persévérants, l'aide et les conseils qui leur sont nécessaires pour tirer parti des dons que la Providence leur a octroyés. Il a démontré que le patron doit considérer tous les membres de son personnel comme des collaborateurs devant trouver à l'usine, non seulement le moyen de vivre, mais celui de vivre humainement, de se perfectionner, de se civiliser. Il n'est pas douteux que l'application de tels principes ne contribue très efficacement à l'amélioration des relations entre patrons et salariés. Cela établit un esprit de corps et développe parmi le personnel un attachement au métier. Donner à chacun le moyen d'arriver plus haut, s'il en a les capacités, c'est ôter tout prétexte aux haines de classes et introduire à l'usine la seule démocratie qui puisse y régner, celle du mérite et de l'effort.

En fait, on a constaté à la Compagnie d'Orléans que les cadres, concourant à l'exécution de l'apprentissage et des cours de perfectionnement pour le personnel, comprenaient en général les sujets les plus capables de se perfectionner eux-mêmes et d'accéder ainsi à des postes supérieurs. On a constaté également que l'organisation des cycles de formation et de stages avait pour effet, d'une part, de développer dans le personnel l'amour du travail et l'esprit d'émulation, d'autre part d'attirer au réseau des candidatures plus nombreuses parmi les anciens élèves d'écoles techniques. Il est prématuré de dire quels résultats la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Compagnie d'Orléans retirera de ces organisations encore récentes, mais on peut affirmer, sans crainte de se tromper, qu'elle arrivera à améliorer considérablement le niveau de ses cadres et l'état d'esprit de son personnel à tous les degrés.

M. Lacoin n'a pas d'ailleurs borné ses efforts en faveur de l'apprentissage au domaine qui lui était confié à la Compagnie d'Orléans. Prolongeant son action au dehors, il a pu faire profiter de l'expérience qu'il a ainsi acquise ceux qui, comme lui, recherchent l'amélioration des conditions de formation du personnel. A la Semaine Sociale de Caen, à la Chambre des Métiers de Bordeaux, il n'a cessé d'insister sur la nécessité de l'apprentissage et sur l'intérêt qu'ont les patrons à développer dans leurs ateliers la formation de leurs ouvriers. Il est au surplus un membre influent du Conseil Supérieur de l'Enseignement technique.

Je conclus, au nom du Comité de Commerce, en proposant au Conseil d'Administration d'attribuer, en récompense de son œuvre, une médaille d'or de la Société à M. Lacoin, dont la modestie n'a d'égale que son mérite.

J'ajoute que ce serait également justice si la Société attribuait également une médaille d'argent au collaborateur direct de M. Lacoin, auquel j'ai fait allusion plus haut, M. Gustave Chassagne, Ingénieur du Matériel et de la Traction à la Compagnie d'Orléans, en raison du dévouement, de l'énergie et de la compétence qu'il a apportés à la réalisation des directives données par son chef.

*Le Rapporteur*,
PIERRE RICHEMOND.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport présenté par M. Paul de Rousiers, au nom du Comité de Commerce, sur l'*œuvre de la* Maison du Livre français.

Messieurs,

Vous n'avez pas perdu le souvenir de la très intéressante conférence de M. Jean-Paul Belin sur l'organisation de la librairie française (1). L'auteur y exposait avec une compétence professionnelle comment les éditeurs et les libraires français, touchés les uns comme les autres par la crise, se sont efforcés de la surmonter, non seulement par des mesures temporaires appropriées, mais par la création d'un organisme de concentration permanent permettant une diminution des frais généraux afférents à la vente du livre. Telle est l'origine de la Maison du Livre, établie le 31 mars 1920, qui centralise les commandes, les livraisons et les paiements de ses membres, rendant ainsi service à la fois à ces membres eux-mêmes et à leur clientèle.

Comme il ressort clairement des développements fournis par M. Jean-Paul Belin, la Maison du Livre est plus qu'une entreprise commerciale intelligente et adaptée aux besoins modernes. C'est une œuvre collective, résumant l'effort d'une branche de commerce particulièrement intéressante pour la France et propre à assurer très largement au dehors son rayonnement intellectuel. Organiser puissamment la vente du livre français à l'étranger, c'est évidemment trouver des débouchés à un produit de l'industrie nationale, mais c'est aussi initier les étrangers à notre mouvement littéraire et scientifique, les inviter à y participer plus étroitement, multiplier à l'infini les liens qui les rattachent à la France et faire œuvre d'expansion française au premier chef.

Nous sommes donc persuadés que la Société d'Encouragement répondrait très exactement au but général qu'elle vise en signalant à l'attention et à la reconnaissance du public, par l'attribution d'une récompense, la *Maison du Livre français*, et nous proposons de lui décerner une médaille d'or en adressant à M. Jean-Paul Belin les plus

(1) Voir le *Bulletin* de janvier 1922, p. 36.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vifs remerciements de la Société d'Encouragement pour lui avoir fait connaître l'œuvre de la Maison du Livre à laquelle il a pris une si large part.

*Le Rapporteur*,
PAUL DE ROUSIERS.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Rapport présenté par M. E. GRUNER, au nom du Comité de Commerce tendant à attribuer une médaille d'or au COMPTOIR CENTRAL D'ACHATS INDUSTRIELS POUR LES RÉGIONS ENVAHIES et plus particulièrement à son fondateur et directeur général M. DELATTRE.

Une note qui a paru dans le numéro de novembre 1921 du *Bulletin* de notre Société a donné un rapide aperçu des circonstances qui ont motivé l'organisation d'un comptoir central d'achats pour fournir aux industriels des régions dévastées par l'invasion, les machines, le menu et gros outillage, les matériaux et matières premières de toute nature nécessaires à la prompte reconstruction de leurs établissements.

Elle a dit la confiance que cette organisation et spécialement l'industriel énergique et pratique qui fut mis à sa tête ont inspiré au Gouvernement; elle a fait ressortir l'importance des résultats obtenus par une judicieuse utilisation des ressources dont le Parlement n'a pas hésité à faire l'avance, comptant, peut-être avec un optimisme exagéré, sur les rentrées à provenir des réparations réclamées à l'Allemagne responsable de ces destructions, en grande partie intentionnelles et étrangères au fait même de la lutte armée.

L'importance des résultats obtenus a paru à notre Comité du Commerce justifier pleinement l'attribution d'une médaille d'or au Comptoir Central d'achats industriels représenté par son fondateur et directeur général, M. Delattre.

*Le Rapporteur*,
E. GRUNER.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport présenté par M. E. GRUNER, au nom du Comité de Commerce, sur l'*Ensemble des travaux et publications* de M. H. FAYOL.

Sorti de l'École des Mines de Saint-Étienne en 1862, M. H. Fayol nous donne le bel exemple d'un ingénieur qui, depuis soixante ans sur la brèche, arrivé aux situations les plus élevées dans l'industrie, n'en continue pas moins à travailler, à lutter pour le triomphe des idées les plus justes et les plus pratiques. Exploitant de mines, Henri Fayol ne s'est pas contenté d'extraire dans les meilleures conditions les houilles du bassin de Commentry, il s'est demandé comment s'était formée cette houille; et entouré de savants qu'enthousiasmaient les belles empreintes de plantes, de poissons et d'insectes qu'il savait recueillir et classer avec une précision parfaite, il est arrivé, avec le concours de la Société de l'Industrie Minérale à réaliser l'une des plus belles publications illustrées dont s'honore la Science paléontologique française.

Appelé à la direction générale d'une Société Minière et Métallurgique dont l'évolution industrielle et économique du monde avait ébranlé la prospérité, il a su, par de persévérants efforts, en restaurer et en fortifier grandement la situation et le renom. Les plus difficiles problèmes métallurgiques ne paraissaient pas trop ardus à ce mineur, dont l'esprit s'était attaché constamment à rechercher le pourquoi des phénomènes du passé.

Sachant s'entourer de jeunes savants et de praticiens qui combinaient sans cesse les études chimiques, les recherches micrographiques et physiques, avec des opérations métallurgiques conduites avec une méticuleuse précision, il eut la satisfaction de voir ses usines fournir aux industries nouvelles, automobilisme, aviation, chimie, et aux établissements scientifiques, tels que la Commission internationale du Mètre et le Bureau des Longitudes, des alliages remplissant des conditions jusqu'alors irréalisées.

Devenu grand chef d'industrie, M. H. Fayol s'est demandé quelles étaient les qualités qu'un homme doit réunir pour arriver à bien remplir de telles fonctions et pourquoi les industries d'État, dirigées par des fonctionnaires, souvent éminents, ne réalisent que si imparfaitement ce que le public se croit en droit d'espérer d'elles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une série de publications dont les conclusions méthodiquement déduites ont vivement frappé l'opinion publique, ont montré la maturité remarquable de l'esprit d'un praticien qui, à aucun moment de sa vie, n'a travaillé sans chercher à pénétrer le pourquoi et le comment de toutes choses.

La Société d'Encouragement a tenu à témoigner à M. Henri Fayol toute sa reconnaissance et son admiration pour cette longue carrière de savant et d'industriel en lui décernant une médaille d'or.

*Le Rapporteur*,
E. GRUNER.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Rapport présenté par M. GEORGES RISLER, au nom du Comité de Commerce sur la *création de la cité-jardin de la Compagnie du Chemin de fer du Nord, à Tergnier, par* M. RAOUL DAUTRY.

M. Dautry est entré à la Compagnie des Chemins de fer du Nord immédiatement après une année de service comme sous-lieutenant du génie. Il a eu d'abord à la Compagnie un avancement normal, c'est-à-dire assez lent, jusqu'en 1914, mais il en a été autrement depuis, car tout ce dont il a été chargé, il l'a accompli de la même manière qu'il a créé la cité-jardin de Tergnier. Des événements comme la dernière guerre permettent aux hommes supérieurs de montrer leur valeur.

Il a contribué à la victoire de la Marne en réinstallant les gares avancées dès le 4 septembre 1914. Depuis, presque toutes les installations de voies ferrées construites pendant la guerre lui sont échues.

Après novembre 1918, il a été un des principaux dirigeants de la reconstruction. Enfin, en plus de la création des cités-jardins, il a accompli depuis deux ans tout un programme de réfection des grandes gares, qui représente environ 1.200 millions de travaux.

Citons à titre d'exemple ce qu'a été l'œuvre de M. Dautry à Tergnier. En dix-huit mois, il y a construit une cité-jardin, une véritable ville entièrement nouvelle composée de 1.350 maisons de modèles variés, avec tous les services généraux d'une ville moderne; le tout est admirablement aménagé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La tâche à accomplir était considérable. Pour que la reconstruction pût s'effectuer, il a fallu d'abord loger les agents indispensables au service du chemin de fer qui, auparavant habitaient, eux et leurs familles, dans des wagons. A ce moment, l'État était incapable d'assurer le couvert à qui que ce soit dans les régions dévastées. Pour pouvoir aller vite, les premières maisons furent construites en bois et leur édification ne prit guère plus de deux mois.

Les avantages qu'elles offraient attirèrent bien vite la plupart des anciens agents de la Compagnie qui, avant la guerre, habitaient Tergnier. D'autre part, il fallait agrandir la petite cité ainsi créée pour faire face aux nécessités croissantes du service. La Compagnie entreprit donc de construire en dur 920 maisons définitives, d'une architecture variée et pittoresque. Cette tâche fut confiée à M. Dautry qui s'en acquitta à merveille. Cependant, il ne suffisait pas d'assurer le logement; il fallait encore pourvoir la cité de tout ce qui est nécessaire à la vie moderne et la municipalité n'était pas en mesure de le faire. Ce fut donc encore M. Dautry qui construisit des salles d'école, des bains-douches, les magasins nécessaires à une coopérative de consommation, une salle d'auditions pouvant convenir au cinéma; il aménagea des terrains de sport et de jeux. Le plan de la ville a été étudié par lui conformément aux principes de l'urbanisme le plus moderne. Toutes les maisons de Tergnier sont entourées d'un jardin et leurs habitants ont la possibilité de louer à très bon marché des terrains plus étendus, propres à la culture, et situés autour de la nouvelle ville.

M. Dautry s'est montré aussi remarquable dans l'installation des services sociaux qu'il a créés, soit à la Compagnie, soit dans les cités-jardins, que dans l'exécution des travaux techniques qui lui étaient confiés.

Bien que jeune encore, il a donc derrière lui un passé de réalisations tout à fait exceptionnel comme peut en posséder seulement un homme de devoir doué d'une haute intelligence et d'un grand cœur.

C'est pourquoi votre Comité de Commerce vous demande de lui accorder une médaille d'or.

*Le Rapporteur*,

GEORGES RISLER.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**Médailles de vermeil.**

Rapport présenté par M. Lecornu, au nom du Comité des Arts mécaniques sur les *accéléromètres de* MM. R. Boyer-Guillon et J. Auclair.

MM. Boyer-Guillon et Auclair ont imaginé et réalisé, sous le nom d'*accéléromètre*, un appareil ayant pour objet de trouver, à un instant donné, l'accélération d'un système matériel soumis à un mouvement varié de translation.

Le premier modèle a été construit au Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers. D'autres modèles, perfectionnés de diverses manières, ont été établis au Laboratoire de Mécanique placé sous la direction de M. Koenigs.

Voici quel est le principe de ces appareils.

Une masse pesante est pressée de bas en haut contre un butoir invariablement lié au système dont on cherche l'accélération. Une vis permet de régler à volonté la tension du ressort. Si le système prend une accélération verticale ascendante, la pression de la masse contre le butoir se trouve diminuée et, à l'instant où elle s'annule, la séparation des deux corps se produit; on en est averti par la suppression d'un contact électrique, et l'on connaît ainsi la valeur de l'accélération à cet instant précis.

Dans le modèle primitif, la masse mobile est guidée par une tige mobile autour d'un axe horizontal appartenant au système étudié, en sorte que son mouvement relatif est en réalité une rotation autour de cet axe; il est aisé de tenir compte de cette circonstance. Dans un autre appareil, dit à enregistrement triple, la masse est pourvue de trois bras horizontaux, formant deux à deux un angle de 120°, et chacun de ces bras, placé entre deux butoirs, rapprochés, l'un supérieur, l'autre inférieur, est soutenu par un ressort réglable. Il y a ainsi trois valeurs de l'accélération pour lesquelles l'appareil fournit une indication, quel que soit le sens de cette accélération.

La rupture du courant électrique était, au début, signalée acoustiquement au moyen d'une membrane téléphonique. Actuellement, on préfère l'emploi d'un électro-aimant intercalé dans le circuit : à l'instant de la rupture de courant, l'électro-aimant éprouve un dépla-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cement qui a pour effet d'appuyer un style contre un cylindre enregistrant, garni de noir de fumée.

Quand on a affaire à un mouvement périodique, on peut, en faisant varier progressivement la tension du ressort, enregistrer les accélérations correspondant à diverses phases de ce mouvement, et parvenir ainsi à la construction, par points, de la courbe des accélérations. Ce procédé rappelle celui, bien connu, que Marcel Deprez avait jadis imaginé pour tracer le diagramme des pressions d'un cylindre de machine à vapeur.

Signalons encore le *sélecteur*, dispositif destiné à analyser, dans un phénomène complexe, les influences respectives des diverses causes d'accélération. C'est en principe un distributeur de courant commandé uniquement par celle des causes à laquelle on s'intéresse.

MM. Boyer-Guillon et Auclair ont également construit un accéléromètre de rotation, destiné à l'étude des accélérations angulaires.

Les applications de l'accéléromètre sont aussi variées qu'intéressantes, par exemple : la comparaison des divers modes de suspension des véhicules, la mesure des trépidations des ponts ou des édifices, des coques de bateaux, des moteurs, des cellules d'aéroplanes, etc. Ainsi que le disait, le 12 février 1921, M. Boyer-Guillon au cours de sa conférence devant la Société, ces appareils sont déjà entrés dans le domaine de la pratique.

En résumé, nous estimons que MM. Boyer-Guillon et Auclair, sans être les premiers à avoir conçu des procédés propres à déceler les accélérations, ont réalisé dans cette voie un progrès important. Aussi votre Comité des Arts mécaniques vous propose-t-il de décerner à chacun d'eux une médaille de vermeil.

*Le Rapporteur*,
L. LECORNU.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Une médaille de vermeil est décernée à M. DANIEL DE PRAT pour son ouvrage intitulé *Traité de tissage au Jacquard.*

(Voir dans le *Bulletin* de février 1922, p. 93 à 95, le rapport présenté à ce sujet par M. JAMES DANTZER, au nom du Comité des Arts mécaniques.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une médaille de vermeil est décernée à M. Paul Baud pour son ouvrage intitulé *Les industries chimiques régionales de la France.*

(Voir dans le *Bulletin* de février 1922, p. 103 et 104, le rapport présenté à ce sujet par M. A. Haller, au nom du Comité des Arts chimiques.)

Une médaille de vermeil est décernée à M. C. Berthelot pour son ouvrage intitulé *La technique moderne de l'industrie des goudrons de houille.*

(Voir dans le *Bulletin* d'avril 1921, p. 412 à 414 le compte rendu de cet ouvrage rédigé par M. A. Trillat, au nom du Comité des Arts chimiques.)

Rapport présenté par M. Gabriel Bertrand, au nom du Comité des Arts chimiques, en vue de l'attribution d'une médaille de vermeil à M. P. Verneuil, *pour ses travaux sur la laque du Tonkin.*

Dans une conférence très intéressante, parue peu après, en février 1921, dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement, M. P. Verneuil a traité, de la culture de l'arbre à laque du Tonkin, des propriétés remarquables du latex ou laque qui est produit par cet arbre et de l'industrie tout à fait curieuse qui applique les qualités de la laque; il a fait connaître enfin, les tentatives, en partie couronnées de succès, déjà réalisées par lui pour introduire en France l'usage d'une substance dont les mérites n'ont guère été utilisés jusqu'ici que par les peuples d'Extrême-Orient.

Arrivé au Tonkin en 1900, M. Verneuil entreprit de mettre sur pied une affaire de pousse-pousse à roues caoutchoutées. Les vernis européens résistant mal au climat chaud et humide, il dut se décider à imiter les Annamites et à se servir de la laque; il apprit ainsi à connaître les précieuses qualités de cette substance naturelle.

Son exemple entraîna les carrossiers d'Extrême-Orient, les Compagnies de Chemins de fer, etc. Mais il ne s'arrêta pas là. En 1901, à la demande de l'Artillerie de Hanoï, il laqua les fusées des obus et put ainsi mettre à l'abri de l'humidité du pays les approvisionnements de ces projectiles.

En 1916, étant instructeur à l'École de tir aérien de Cazaux, il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

adressa un rapport au Ministre de la Guerre sur les avantages qu'il y aurait à utiliser les propriétés de la laque en aviation. Il fut alors dirigé sur l'Établissement de Chalais-Meudon où, grâce au concours éclairé et bienveillant de M. le capitaine Guérin, il parvint à réaliser dans de bonnes conditions le laquage des hélices.

Les essais mécaniques et chimiques qui furent entrepris à cette occasion démontrèrent la supériorité éclatante de la laque sur les vernis. Les hélices laquées ne se déforment, ni ne se décollent à l'humidité; elles sont inattaquables à la pluie et pratiquement inusables. Il serait certainement avantageux de laquer aussi les flotteurs d'hydravions et même les pièces en duralumin.

La Société des Laques indo-chinoises, dont faisait partie M. Verneuil, exploite actuellement dans plusieurs directions les remarquables qualités de la laque du Tonkin. Outre le travail des hélices, elle tourne déjà son activité du côté de l'ameublement et de la carrosserie; elle a entrepris le laquage des bobines de filature et pense réussir, d'autre part, à fabriquer des fûts en métal, des cuves, des récipients à intérieur laqué et rendus ainsi inattaquables à des liquides très divers. Enfin, elle étudie l'application de la laque à l'industrie électrique, en particulier le revêtement des conducteurs et des bobinages de dynamos.

Reconnaissant les efforts et les résultats déjà atteints par le conférencier dans l'introduction et le développement de l'industrie de la laque dans notre pays, le Comité des Arts chimiques a proposé au Conseil d'administration de la Société d'Encouragement, l'attribution d'une médaille de vermeil à M. P. Verneuil.

*Le Rapporteur*,
GABRIEL BERTRAND.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Une médaille de vermeil est décernée à M. N. DE TÉDESCO pour son ouvrage intitulé *Calcul du ciment armé sans formules algébriques.*

(Voir dans le *Bulletin* d'octobre 1921, p. 1047 à 1049 le rapport présenté à ce sujet par M. AUGUSTE MOREAU, au nom du Comité des Constructions et Beaux-Arts.)



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**Médailles d'argent.**

Une médaille d'argent est décernée à M. Eugène Brillié pour son ouvrage intitulé *Manuel du mécanicien et du chauffeur de locomotive.*

(Voir dans le *Bulletin* de mai 1921, p. 519, le compte rendu de cet ouvrage rédigé par M. E. Sauvage au nom du Comité des Arts mécaniques.)

Une médaille d'argent est décernée à MM. Antonin Franchet et Léon Franchet pour leur ouvrage intitulé *La culture générale des jeunes gens se destinant à l'industrie.*

(Voir dans le *Bulletin* de janvier 1922, p. 83, le compte rendu de cet ouvrage rédigé par M. E. Sauvage au nom du Comité des Arts mécaniques.)

Rapport présenté par le Général Ferrié, au nom du Comité des Arts économiques, sur un *appareil télescripteur* inventé par M. René Bourgeois.

L'appareil présenté par M. René Bourgeois, radiotélégraphiste au 8e régiment du génie au fort d'Issy-les-Moulineaux (Seine), appartient au type d'appareils télégraphiques désignés sous le nom « de télautographes ».

Plusieurs systèmes de télautographes ont déjà été réalisés, parmi lesquels le télautographe Jordery et le télautographe anglais Telewriter. Tous comportent l'emploi du courant continu et de deux fils, avec un retour par la terre, pour relier les deux postes. Les mouvements du crayon au départ agissent par l'intermédiaire de deux tiges articulées sur deux rhéostats, et provoquent par suite des variations d'intensité des courants continus circulant dans les deux lignes. Ces courants traversent à l'arrivée des galvanomètres spéciaux et leurs variations se traduisent par des mouvements des cadres mobiles de ces galvanomètres. Chacun de ces cadres est solidaire d'une tige articulée et les deux tiges sont fixées à un crayon. L'ensemble est disposé de telle sorte que les mouvements du crayon du poste de départ sont exactement reproduits par le crayon du poste d'arrivée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'appareil de M. Bourgeois est conçu suivant des dispositions analogues, toutefois le courant continu est remplacé par du courant alternatif. Les variations d'intensité des courants de ligne, qui doivent correspondre aux mouvements du crayon au départ, sont obtenues par la variation d'induction d'un circuit primaire parcouru par le courant alternatif sur un circuit secondaire déplacé à l'intérieur du premier par les mouvements du crayon ou de la plume. A l'arrivée, les variations du courant provoquent les mouvements du noyau en fer d'une bobine parcourue par ce courant. Ces mouvements sont amplifiés par un engrenage avant d'être transmis au crayon ou à la plume.

Un dispositif spécial permet, au moyen d'un électro-aimant, de faire appuyer à volonté le crayon (ou la plume) sur le papier.

Pour réduire à deux le nombre de fils nécessaires à la liaison du transmetteur au récepteur, M. Bourgeois a imaginé de faire usage d'un synchroniseur qui relie successivement les deux fils aux divers circuits. Le fonctionnement de l'appareil n'est donc pas continu et les lignes tracées au départ sont reproduites à l'arrivée par des points très rapprochés, ce qui ne semble pas présenter grand inconvénient. Les synchroniseurs sont constitués par des pendules électriques, genre Féry.

Les dispositifs imaginés par M. Bourgeois sont ingénieux et l'appareil doit certainement bien fonctionner.

Il n'est pas certain cependant qu'il doive être préféré aux télautographes existants, pour la pratique courante, en raison de sa complication plus grande. Néanmoins, la conception et la mise au point des dispositifs employés démontrent que M. Bourgeois possède de réelles qualités techniques. En conséquence, votre Comité des Arts économiques vous propose de décerner une médaille d'argent à M. René Bourgeois.

*Le Rapporteur*,
GUSTAVE FERRIÉ.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une médaille d'argent est décernée à M. André Bourdin pour son ouvrage intitulé *Étude-enquête sur la chéimatobie, ses mœurs et sa destruction.*

(Voir dans le *Bulletin* d'octobre 1921, p. 1050 à 1051, le rapport présenté à ce sujet par M. L. Mangin, au nom du Comité d'Agriculture.)

Une médaille d'argent est décernée à M. Gustave Chassagne, pour sa collaboration à l'œuvre de formation des techniciens, apprentis et ingénieurs, créée par M. M. Lacoin à la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans.

(Voir dans le présent numéro, p. 27, au sujet de l'œuvre de M. Lacoin, le rapport présenté par M. Richemond au nom du Comité de Commerce.)

Une médaille d'argent est décernée à M. Gaignet (Roger) et à M. Lauga (Robert), élèves de l'École nationale des Arts et Métiers d'Angers, sortis en 1921.

### Médailles de bronze.

Une médaille de bronze est décernée à M. Capiaux (Lucien) et à M. Dallet (Paul), élèves de l'École nationale des Arts et Métiers d'Angers, sortis en 1921.

### Médailles de bronze décernées aux contremaîtres et aux ouvriers des établissements industriels et des exploitations agricoles.

« La Société d'Encouragement, dans le but d'inciter les *contremaîtres* et les *ouvriers* à se distinguer dans leur profession et à *encourager ceux qui se font remarquer par leur bonne conduite et les services qu'ils rendent aux chefs qui les emploient*, a pensé que le moyen le plus propre à amener ce résultat était d'accorder des récompenses à ceux qu'une longue expérience aurait fait reconnaître comme ayant servi avec zèle, activité et intelligence; en conséquence, elle a pris l'arrêté suivant :

« 1° Il sera décerné, chaque année, des médailles de bronze aux contremaîtres et ouvriers des grands établissements industriels et des exploitations agricoles de France;

« 2° Chaque médaille, à laquelle sera jointe une allocation de 50 f,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

portera gravés : le nom du contremaître ou de l'ouvrier et la désignation soit de l'atelier, soit de l'exploitation agricole à laquelle il est attaché. »

Dans sa séance en Comité secret du 25 février 1922, le conseil d'administration de la Société a décidé de fixer à 100 f, la somme allouée en 1921.

MESDAMES, MESSIEURS.

Vous venez de saluer, de vos unanimes et chaleureux applaudissements, des savants illustres, des ingénieurs qui ont apporté au perfectionnement de nos diverses industries des progrès de tout premier ordre, des inventeurs, des auteurs de mémoires et d'ouvrages justement distingués au milieu du grand nombre des publications de l'année; il vous reste maintenant à applaudir encore nos lauréats contremaîtres et ouvriers, ces précieux collaborateurs de notre industrie et de notre agriculture. Leur labeur de chaque jour, à quelques-uns, mal informés, peut paraître modeste parce qu'il est obscur, mais tous ici nous savons, au contraire, combien ce labeur est honorable et tout aussi indispensable que celui des savants, des ingénieurs, des chefs d'entreprise, à la prospérité de l'Agriculture et de l'Industrie.

C'est pourquoi la Société d'Encouragement depuis les premières années de sa fondation, depuis plus de cent ans, a toujours tenu à associer les uns et les autres dans l'attribution des récompenses qu'elle décerne lors de sa séance solennelle. C'est ainsi qu'une fois encore nous allons ce soir distribuer des médailles dites « d'Encouragement » à des contremaîtres et ouvriers de grands établissements industriels et agricoles « qu'une longue expérience a fait connaître comme ayant servi avec zèle, activité, intelligence ».

Mesdames et Messieurs, lorsque les membres du Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale établissent la liste des médailles réservées aux contremaîtres et ouvriers, ils éprouvent, chaque année, un double sentiment : de regret, mais aussi de satisfaction, de regret en ne récompensant qu'un si petit nombre des candidats qui leur sont si chaleureusement proposés par les patrons et qui tous présentent des titres si sérieux et si variés, titres d'ancienneté, de services rendus, d'exemples donnés; mais en même temps ils éprouvent un sentiment de grande satisfaction en constatant combien sont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toujours nombreux les ouvriers et contremaîtres restant attachés aux mêmes établissements et quel lien étroit d'affection et d'estime réciproques y unissent patrons, contremaîtres, chefs d'ateliers et ouvriers.

Parmi les lauréats que nous récompensons ce soir, nombreux sont ceux que leurs patrons nous signalent comme ayant, durant la guerre, fait preuve du plus grand dévouement et ayant rendu des services exceptionnels pour assurer le travail de l'usine ou, même, en pays envahis, comme aux usines de Loos dans le Nord, pour assurer la garde autant que faire se pouvait, des établissements industriels.

N'est-ce pas dans de tels moments, aussi tragiques, que l'on se rend compte de l'attachement des hommes et de leur haute valeur morale, dans de tels moments que se resserrent les liens qui unissent tous les membres de la grande famille agricole et industrielle!

A beaucoup de nos lauréats de ce soir nous devons donc un hommage particulier; la Société d'Encouragement est heureuse et fière de pouvoir le leur rendre publiquement en cette séance solennelle de distribution des récompenses, la première qui ait lieu depuis 1914.

Le Conseil de la Société a tenu tout d'abord à donner à l'un de ses plus anciens et dévoués employés, M. Auguste Grelet, un témoignage de la haute estime en laquelle il tient les services de ce collaborateur modèle.

Il y a trente-cinq ans que M. Auguste Grelet est entré à la Société d'Encouragement; les délicates fonctions de secrétaire-comptable qui lui sont confiées, il les exerce avec un dévouement, un soin, une ponctualité qui ne se sont jamais démentis un instant. M. Grelet a véritablement fait de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale l'objet de ses principales préoccupations : il lui donne son temps, son activité, son intelligence et aussi beaucoup de son cœur. Les membres du Conseil de la Société le savent, pour l'avoir constaté en maintes occasions.

Que cette médaille d'argent que nous lui remettons aujourd'hui reste pour lui et sa famille, pour son fils, que nous sommes heureux d'avoir également comme collaborateur, un témoignage des sentiments de l'estime et de l'attachement cordial que tous ici nous professons à son égard.

*Le Rapporteur*,
Henri Hitier.

*Lu et approuvé en comité secret du Conseil le 25 février 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## Liste des contremaîtres et ouvriers à qui est décernée la médaille de bronze en 1921.

MAISON LEFRANC ET Cie, 18, rue de Valois, Paris (1er) :

DILAS (François), cocher livreur ;
GUIBERT (Théodule), chef d'équipe ;
CABARET (Louis), ouvrier.

MAISON DÉROCHE, 21 et 23, boulevard Mortier, Paris (20e) :

VASSEUR (Alfred), contremaître de chaudronnerie ;
ELICE (Emile), ouvrier chaudronnier ;
CARINI (Ferdinand), ouvrier chaudronnier.

IMPRIMERIE CHAIX, 20, rue Bergère, Paris (9e) :

LUCET (Olivier), représentant ;
KUHN (Jean), ouvrier ;
DURAND (Jean), ouvrier compositeur typographe.

MAISON COLIN ET Cie (Société Blanzy-Poure et Cie), à Boulogne-sur-mer :

LAURENT (Mme Joséphine), ouvrière ;
CARDON (Mme Delphine), ouvrière ;
JOLY (Louis), ouvrier.

ÉTABLISSEMENTS AGACHE FILS, 12, rue du Vieux-Faubourg, Lille (Nord) :

WAGNON (Victor), surveillant ;
MAS (Émile), paqueteur.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES, Usines de Calais :

MANCHEVELLE (Eugène), jointeur ;
BERTOLOTTI (Louis), chef d'atelier.

MM. P. ET L. HAEGEL (Maison Arsène Boivin), 29, rue du Moulin-Vert, Paris (14e) :

POTET (Victor), ouvrier électricien.

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE, 20, boulevard Diderot, Paris (12e) :

SEVOZ (Jérôme), sous-chef de brigade ;
CONTASSOT (Charles), contremaître adjoint ;
RASSAT (Joseph), contremaître adjoint.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Maison Ch. Lorilleux et Cie, 16, rue Suger, Paris (6e) :

Pierson (Laurent), tonnelier;
Lesage (Charles), ouvrier imprimeur;
Colmaire (Théodore), ouvrier.

Société d'électro-chimie et d'électro-métallurgie, 2, rue Blanche, Paris (9e) :

Audemard (Jean), contremaître;
Petithuguenin (Jules), contremaître général;
Pabout (Achille), magasinier-comptable;
Grandmontagne (Auguste), sous-chef d'atelier;
Marcellin (Jean-Baptiste), machiniste;
Genone (Joseph), emballeur.

Mme Thome, Ferme de Pinceloup, Sonchamp (Seine-et-Oise) :

Bressolle, berger.

Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris (6e) :

Schmith (Mathias);
Robert (Mme Élise).

Maison Jardin frères, 72, avenue Victor-Hugo, Paris (16e) :

Bernon (Eugène), contremaître.

Établissements Kuhlmann, 117, boulevard Haussmann, Paris (8e) :

Laporte (Jean-Baptiste), ouvrier;
Biedermann (Jean), ouvrier;
Duval (Charles), ouvrier;
Duriez (Hippolyte), chef plombier;
Corbisier (Alexandre), contremaître;
Somon (Louis), chimiste;
Fournier (Désiré), sous-chef comptable;
Demeulemester (Léopold), ouvrier;
Bonnel (Jules), chef monteur;
Dumortier (Charles), sous-chef plombier
Lepoivre (Louis), surveillant;
Cloarec (Pierre-Marie), ouvrier;
Tissier (Louis), ouvrier;
Monchain (Victor), contremaître.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté par M. Pierre Arbel, au nom du Comité des Arts mécaniques sur un *Appareil de levage portatif dit « pont démontable universel »* construit par M. Diard.

M. Diard, ingénieur-constructeur, demeurant à Levallois-Perret, 6 rue Camille-Desmoulins, présente à l'appréciation de la Société d'Encouragement, par l'entremise de son Comité des Arts Mécaniques, un appareil de levage portatif, qu'il désigne sous le nom de *Pont démontable universel.*

Chargé d'en faire l'examen, j'ai vérifié sur place cet appareil qui m'a paru bien compris, et qui présente certains caractères plus spéciaux que les nombreux engins de levage portatifs du même genre. On peut le comparer notamment au système « Kroll » qui est également un type amovible, facilement maniable, mais moins facilement transportable.

L'appareil Diard présente surtout la commodité d'être facilement transportable dans un véhicule quelconque suivant le lieu d'emploi, facilement montable et réglable sur terrain, même dénivelé, par un seul homme, d'être d'une stabilité suffisante, et de permettre le levage, au moyen d'un palan, de charges pouvant aller de 1 à 5 t.

Il peut aussi, monté sur roulettes ou sur petites roues, se déplacer avec sa charge sur un terrain dur ou sur rails.

La description qui accompagne les vues ci-jointes est assez claire pour dispenser d'une plus longue présentation. Il convient de signaler plus particulièrement un système de triangulation pour fortifier la rigidité de l'ensemble et la variabilité de son gabarit en hauteur et en largeur.

Votre Comité des Arts mécaniques propose donc de signaler, dans le *Bulletin*, cet appareil qui peut rendre de réels services, d'insérer le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

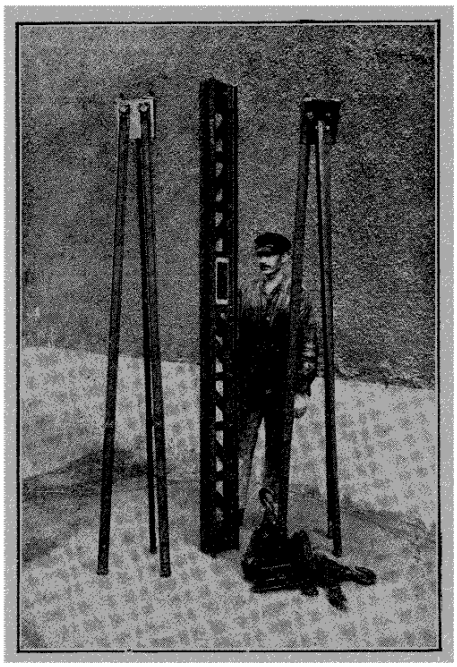


Fig. 1. — Les quatre parties essentielles de l'appareil, soit : 1 poutre à treillis en deux éléments séparables; 2 trépieds dont les pieds pivotent dans deux plans perpendiculaires; 1 palan spécial pouvant être aussi bien accroché que posé à cheval sur la poutre.

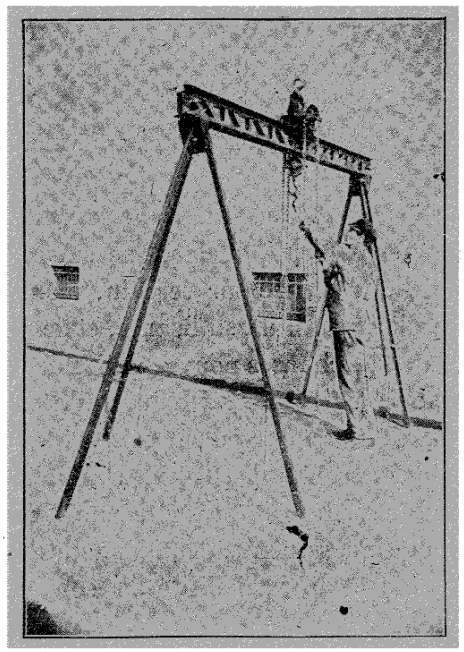


Fig. 2. — Appareil dressé, moitié sur un trottoir, moitié sur route bombée. Le palan est à cheval sur la poutre. Les chaînes d'entretoisement des pieds, qui ont servi au montage, sont restées à chaque trépied.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

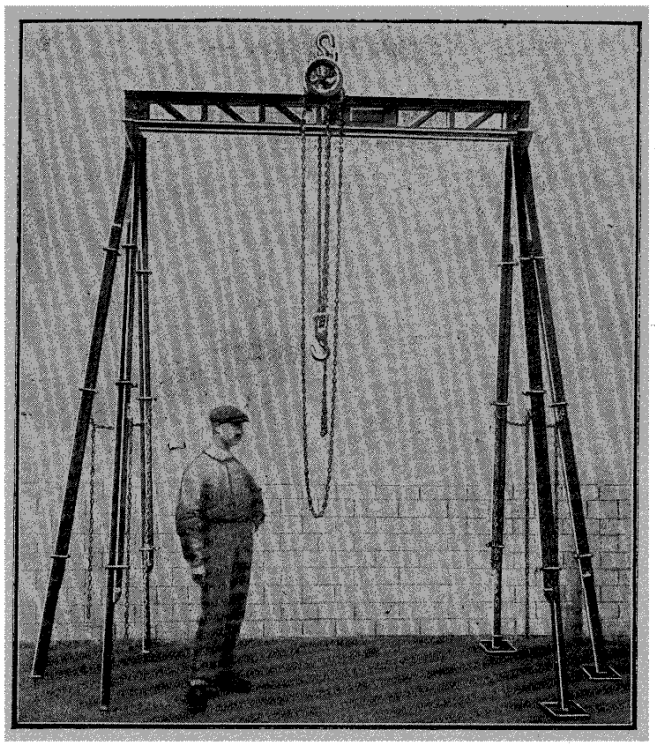


Fig. 3. — Même appareil, mais surhaussé par allonges de pieds. Le crochet de charge peut atteindre 3 m et 3,30 m au-dessus du sol. Les allonges sont réglables à des hauteurs différentes, individuellement, en cas de fortes dénivellations.

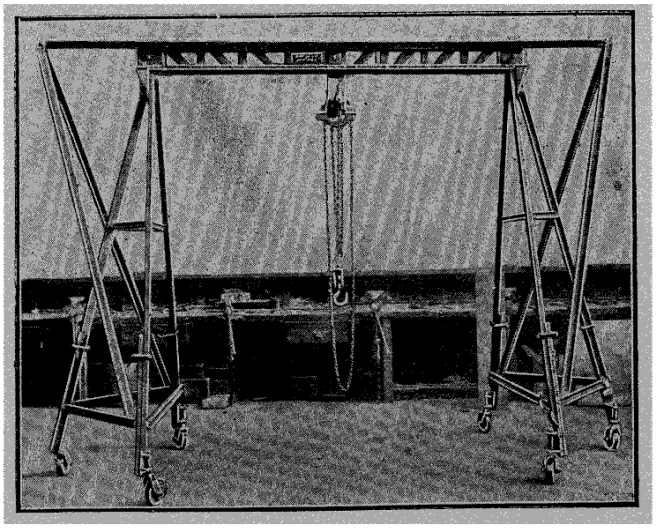


Fig. 4. — Même appareil que celui de la figure 2, mais transformé en pont roulant sur le sol, par addition d'allonges à roulettes et de triangulations assurant sa rigidité. En cas d'encombrement du sol, on peut le réduire à 5 ou à 4 roulettes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

présent rapport dans le *Bulletin*, de remercier M. Diard de son intéressante communication et de retenir son appareil parmi ceux que, en principe, notre Société est disposée à récompenser.

*Le Rapporteur*,
PIERRE ARBEL.

*Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 25 mars 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

Rapport présenté par M. Léon Guillet, au nom du Comité des Arts chimiques, sur un *Récupérateur pour cubilot, imaginé et construit par* M. A. Girard.

M. A. Girard, Ingénieur des Arts et Métiers, 6, rue Fumouze, Ile Saint-Denis (Seine), a présenté à notre Société un appareil qui, placé sur les cubilots de fonderie, a pour but d'en améliorer le rendement et de diminuer la dépense de combustible.

Le principe de l'appareil est extrêmement simple : la figure représente le schéma de l'installation.

A est la paroi du cubilot; B, la boîte à vent desservant les tuyères.

Au-dessus de cette boîte et, en communication avec elle par l'ouverture O que l'on peut régler par le registre V, se trouve la bouteille formant récupérateur R; celle-ci communique avec l'intérieur du cubilot par deux ouvertures $D_1$ et $D_2$.

L'air arrive de la boîte à vent dans le récupérateur, en se détendant : les gaz incomplètement brûlés seraient appelés, d'après l'inventeur, dans le récupérateur par la tuyère $D_1$; ils trouveraient de l'air dans le récupérateur et seraient rejetés en brûlant complètement par la tuyère $D_2$, en produisant dans cette région une haute température.

Entre l'entrée d'air de la boîte à vent O et la tuyère $D_1$, il y a 250 mm et entre les tuyères $D_1$ et $D_2$, 220 mm. La bouteille a une section carrée de 160 × 160 mm; la section de $D_1$ est de 70 mm et celle de $D_2$ de 90 mm.

Le nombre de récupérateurs varie avec le diamètre intérieur du cubilot et la pression du vent.

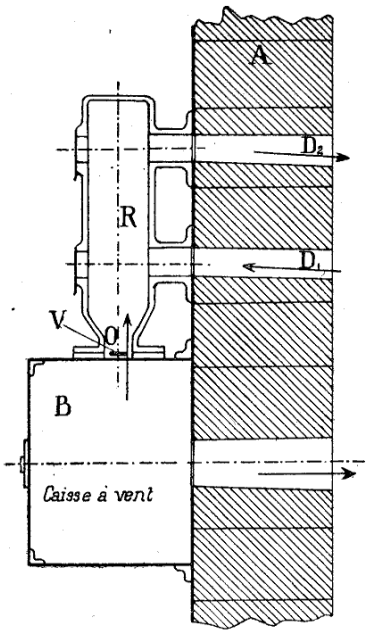
Nous n'avons pu contrôler la théorie émise par M. Girard, mais nous avons examiné de très nombreuses attestations de fondeurs ayant placé ces récupérateurs sur leurs cubilots. Nous avons visité une installation en possédant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les résultats sont remarquables et sont tous d'une parfaite concordance.

L'économie de combustible est des plus importantes. On peut la chiffrer de la façon suivante :

Pour les petits cubilots produisant 2 t à l'heure, la dépense de coke tombe de 13 à 8 p. 100 et même 7 p. 100;




Pour les cubilots importants, à diamètre un peu élevé, l'économie est moindre. On tombe à 10 p. 100;

Pour les fusions de fontes très aciérées, on arrive à des diminutions plus sensibles dans la dépense de coke qui passe de 20 p. 100 du poids de la fonte à 14 p. 100.

Ajoutons que les flammes au gueulard sont très diminuées, si ce n'est supprimées, que le métal est obtenu plus chaud, que, dans aucun des nombreux ateliers utilisant l'appareil (plus de 90 cubilots français comportent actuellement ces récupérateurs) on n'a signalé d'altération du métal.

Votre Comité des Arts chimiques propose donc de remercier M. Girard de sa communication, particulièrement intéressante à une époque où tout moyen conduisant à l'économie de combustible doit retenir l'attention des industriels; il vous demande l'insertion de ce rapport dans son *Bulletin* et vous propose de retenir l'invention de M. Girard parmi celles que, en principe, notre Société est disposée à récompenser.

*Le Rapporteur*,
LÉON GUILLET.

*Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 25 mars 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

Rapport présenté par M. Ach. Livache, au nom du Comité des Arts Chimiques, sur *la répartition des revenus des fondations de secours attribuées au Comité.*

Le Comité des Arts chimiques dispose de certaines sommes provenant des fondations de secours en faveur d'ouvriers méritants et il a demandé aux industriels de vouloir bien lui désigner des candidats pouvant y avoir droit. Malgré les rappels dans les comptes rendus provisoires et des annonces faites gracieusement par *la Journée industrielle* et le journal *le Cuir*, il y eut fort peu de demandes. Il est regrettable de constater chaque année que les industriels semblent se désintéresser complètement de ces encouragements qu'ils pourraient faire attribuer à leurs ouvriers.

D'après les demandes qui nous ont été adressées, nous vous proposons de faire les attributions suivantes :

1° *Fondation Fauler.* (Industrie des Cuirs) ayant pour but de « secourir des ouvriers ou contremaîtres malheureux ayant rendu des services appréciés dans l'industrie du cuir. »

300 f à un ouvrier de la Maison Martel fils aîné, fabricant de cuir;

300 f à deux ouvriers de la Manufacture de Cuirs Dorron et Guigner;

300 f à deux ouvriers de la Maroquinerie Petitpont, à Choisy-le-Roi;

300 f à un ouvrier de la Manufacture de Cuirs Lecomte, soit au total 1.800 f.

2° *Fondation Legrand.* (Industrie de la Savonnerie) destinée à « venir en aide aux ouvriers ou contremaîtres malheureux de l'industrie de la savonnerie, ayant rendu des services appréciés. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

500 f à un ouvrier de l'Établissement Trémeau et Cie (55 ans de service);

500 f à un ouvrier de la Savonnerie Michaud, (mutilé de la guerre, deux enfants); soit 1.000 f.

3° *Fondation de Milly.* (Industrie de la Stéarine et des Corps gras), ayant pour but de « venir en aide à des ouvriers et contremaîtres malheureux ou ayant contracté quelque infirmité dans leur profession ».

500 f à un ouvrier de la Stéarinerie Fournier.

4° *Fondation Menier.* (Industrie des Arts chimiques) ayant pour but « de venir en aide à des ouvriers et contremaîtres appartenant à l'industrie des arts chimiques ».

Les Établissements Kuhlmann ont proposé quatre ouvriers auxquels nous ne pouvions attribuer que 200 f, soit 800 f, en regrettant que le revenu de cette fondation ne nous permît pas de faire plus, car ces ouvriers sont particulièrement intéressants. L'un, par exemple, venu de son village de Bretagne, à l'usine de Rennes, gagne 15,20 f par jour sur lesquels il se nourrit, se loge et envoie ce qui peut rester au pays, où la femme vit avec ses onze enfants; les autres sont dans les mêmes conditions avec neuf et sept enfants. Aussi, considérant les lourdes charges qu'ils ont, le Comité a émis le désir de porter pour chacun l'allocation à 500 f en priant la Commission des Fonds de parfaire la différence, soit 1.200 f, ce qui a été accordé.

Pour la *Fondation Baccarat* (Industrie de la Cristallerie), il n'a été fait aucune demande.

Les sommes distribuées sur la demande du Comité des Arts chimiques s'élèvent ainsi au total de 5.300 f.

Enfin, au dernier moment, les Établissements Kuhlmann de Lille ont envoyé le nom d'un candidat pour le prix Fourcade, de 1.000 f, qui est « remis chaque année au simple ouvrier des exposants de la classe 47 à l'Exposition universelle de 1878, ayant le plus grand nombre d'années consécutives dans la même maison ». Mais un ouvrier plus ancien avait déjà été présenté et c'est lui qui avait droit au prix Fourcade.

Cependant la lettre du Directeur général des Établissements Kuhl-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mann était bien intéressante et nous vous demandons de la reproduire :

« M. Lepoivre Louis est actuellement surveillant de la fabrication du chlorure de chaux liquide à notre usine de Loos.

« Né le 18 novembre 1858 à Lille (Nord), il est entré le 18 mai 1875 au service de notre usine de Loos, soit depuis près de 47 ans. Il habite à Loos-Ennequin, 10 rue Jules-Ferry.

« Entré à l'usine comme manœuvre de maçon, Lepoivre ne tarda pas, en raison de son sérieux, à être utilisé comme homme de poste, d'abord aux cylindres de l'acide nitrique, puis à l'absorption des gaz chlorés du Weldon et du Deacon ; enfin, depuis 1906, il est surveillant de la fabrication du chlorure de chaux liquide.

« Pendant la guerre, Lepoivre, d'une fidélité à toute épreuve, a fait partie des équipes de vieux ouvriers, grâce auxquelles du petit matériel a pu être caché en dépit des perquisitions incessantes des Allemands.

« Doyen des ouvriers de l'usine, « le Père Lepoivre », ainsi que le dénomment affectueusement directeur, ingénieurs et ouvriers, donne à tous l'exemple de l'activité et du dévouement. Il est à son poste longtemps avant l'heure et ne le quitte qu'après s'être assuré que tout est bien en place.

« Partout où il y a, soit un effort à donner, soit un accident à réparer, il est là le premier. Sec, nerveux, vif et alerte, malgré son âge, « le Père Lepoivre », la pipe aux dents, a l'œil à tout.

« On a peine à lui parler, à le saisir, tant il est affairé.

« Père d'une nombreuse famille qu'il a parfaitement élevée et dont il lui reste quatre enfants, il utilise ses heures de loisir à cultiver un grand jardin, auprès de sa maison.

« Le prix Fourcade serait l'hommage éclatant de l'estime de tous, la récompense de ses grands services d'avant-guerre, des heures sombres de l'occupation ennemie, et aussi des heures souvent dures et pénibles de la reconstitution de l'usine. »

Malheureusement, le prix Fourcade, d'après son règlement, ne peut être attribué à M. Lepoivre et, d'autre part, le Comité ne disposait pas des fonds nécessaires pour lui voter une récompense. Cependant, quand on a lu cette lettre qui fait honneur au chef et à l'employé, on tient à leur donner satisfaction et nous avons pensé à nous adresser encore à la Commission des Fonds et à lui demander si elle ne pourrait



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas disposer d'une somme de huit cents francs, que l'on attribuerait, comme témoignage de sympathie de la Société, à M. Lepoivre, dont l'exemple est si réconfortant dans les circonstances actuelles.

La Commission des Fonds a donné satisfaction à nos demandes et a ratifié nos propositions : le Comité des Arts chimiques pourra ainsi attribuer, en 1922, comme récompense à des ouvriers méritants, une somme totale de 6.100 f.

*Le Rapporteur*,
A. LIVACHE.

*Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 25 mars 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LA BALISTIQUE EXTÉRIEURE DU TIR AÉRIEN, APPLICATIONS INDUSTRIELLES

Le chef d'escadron d'artillerie de réserve, Gustave Lyon, ayant démontré, en avril 1916, l'inexactitude de la table de tir du 75 en altitude, datant de mai 1915, le général Gallieni, ministre de la Guerre, décida la réfection de ces tables de tir. Il chargea de mission M. Lyon, à l'effet de préciser, sur le polygone de Gâvre, et avec le concours de la Commission de Gâvre, les expériences à instituer.

C'est à la suite de cette décision que M. Maurice Garnier, membre de la Commission de Gâvre, fut chargé par son président, M. l'Ingénieur général d'Artillerie navale Charbonnier, de la réfection des tables de tir graphiques (hausses-abaques), et des appareils connexes destinés aux matériels de 75 (auto-canons et plates-formes) tirant contre aéronefs.

Les documents à établir devaient obligatoirement être basés sur l'expérimentation directe, c'est-à-dire sur des tirs de polygone, avec mesure aussi minutieuse que possible des positions des points d'éclatement, d'une part, et des durées de trajet répondant aux diverses conditions du tir, d'autre part.

Le problème était complètement nouveau, puisque jusqu'ici les commissions d'expériences s'étaient uniquement préoccupées de la mesure des coordonnées des impacts, sur le plan horizontal passant par l'origine de la trajectoire, ou, tout au plus des coordonnées d'éclatements très bas.

Aux procédés d'observation anciens, sans précision ni contrôle, furent substituées des méthodes nouvelles, dont le point d'aboutissement devait être l'emploi de photographies, sur plaques repérées, des éclatements rendus photogéniques, et l'enregistrement cinématographique du départ du coup et de l'éclatement, avec repères lumineux, sur la bande, tous les cinquièmes de seconde.

C'est dans l'utilisation de ces méthodes et des appareils inventés et réalisés par M. Lyon, que M. Garnier fit preuve d'un remarquable esprit d'observation et de minutie expérimentale.

Au cours du travail dont il prit la direction, il montra d'ailleurs des qualités exceptionnelles d'organisation, en harmonisant les ressources industrielles et intellectuelles dont il avait la disposition. Ayant à coordonner

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'ensemble, et apportant lui-même ses connaissances spéciales d'artilleur de métier, pour allier la théorie et l'expérience, il s'est fait remarquer, en outre, par l'esprit de décision que les nécessités de la défense du pays imposaient.

Nous allons exposer, au surplus, comment M. Garnier put adapter les données de cette technique moderne, à la détermination des coordonnées des points d'éclatement, et de la durée exacte du trajet de la pièce au point d'éclatement.

Mesure des coordonnées. — Le premier problème à résoudre, quand on entreprend l'étude expérimentale complète des trajectoires, dans le tir aérien, est celui qui consiste à déterminer exactement les coordonnées d'un point de l'espace : éclatement d'un projectile fusant.

Ce problème est simple, quand il s'agit d'un point très visible, dans un site et dans un azimut assez bien connus à l'avance. Trois observateurs convenablement placés, deux même à la rigueur, suffisent pour déterminer, avec de bons théodolites, les coordonnées angulaires du point. Des coordonnées angulaires, on passe, par le calcul ou par une épure, aux coordonnées cartésiennes.

Il faut, toutefois, que le point visé soit dans le champ des appareils, et là se rencontre pratiquement la première difficulté à vaincre.

L'éclatement d'un projectile se présente en effet sous l'aspect d'un point assez fugitif, et avec une certaine dispersion, par rapport à la position probable. L'appareil de visée, ne peut alors être un théodolite ordinaire, et il faut un instrument à grand champ spécialement approprié.

Or, dès le début de 1916, M. G. Lyon, chargé de la question de la défense de Cherbourg contre aéronefs, avait fait construire des appareils appelés *sitomètres*, destinés aux observations simultanées de la position d'un avion dans l'espace.

L'Annexe n° 1 donne une description schématique et une vue de cet instrument, que M. Garnier décida immédiatement d'utiliser pour le problème nouvellement posé. Le président de la commission de Gâvre ayant demandé le prêt de trois de ces instruments à Cherbourg, M. Garnier en fit construire trois autres à Lorient, et les utilisa pour les premières expériences de 65, dont il était chargé par la Marine.

Dès le début des tirs du 75, on reconnut toutefois la nécessité de contrôler les opérations visuelles qui ne donnaient pas toujours des recoupements convenables et, en outre, de garder trace des visées effectuées.

A cet effet, M. G. Lyon eut l'idée d'installer un appareil photographique sur le bras de chaque sitomètre. La technique du mode opératoire est résumée dans l'Annexe n° 1, et on y indique comment on passe des appré-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ciations visuelles et des lectures faites sur le cliché, d'abord aux coordonnées angulaires de l'éclatement, puis aux coordonnées cartésiennes, but ultime de l'expérience.

En pratique, le procédé donna des résultats infiniment plus satisfaisants que les anciens modes d'observation (grille), mais laissait subsister certaines causes d'erreur exposées dans l'Annexe n° 1.

Pour les supprimer, M. G. Lyon songea a rendre photogénique l'éclatement du projectile, afin de pouvoir en photographier la lueur de nuit, au lieu de photographier le nuage de l'éclatement, en plein jour.

Cette idée ne prit forme d'ailleurs qu'après la réussite d'une autre expérience proposée par M. G. Lyon au général Sainte-Claire-Deville, et sur laquelle l'Annexe n° 1 donne quelques explications.

Pour appliquer la méthode, il fallait toutefois rendre les éclatements photogéniques. Des essais furent tentés, et aboutirent à l'emploi de poudre de magnésium ajoutée, dans de certaines conditions, à la charge d'explosif du projectile.

La technique des enregistrements fut bientôt mise au point, mais il fallait l'exploiter, et c'est à ce moment que le rôle de M. Garnier devint particulièrement remarquable.

Pour repérer la plaque photographique dans l'espace, M. Garnier employa d'abord des signaux lumineux, de positions parfaitement connues.

Dans l'Annexe n° 1, on montre quelles sont les mesures à effectuer sur les plaques photographiques, et les calculs qu'il faut faire, pour en déduire les coordonnées cherchées, en tenant compte des diverses corrections nécessaires.

M. Garnier songea également à utiliser les traînées lumineuses tracées, sur la plaque, par les étoiles, traînées dont des interruptions concomitantes étaient produites, à des époques quelconques, mais repérées à la montre, par la fermeture de l'objectif.

La résolution de plusieurs triangles sphériques permettait de situer la plaque dans l'espace, mais exigeait une précision assez grande dans l'évaluation de l'heure.

En pratique, la première méthode fut seule employée, et donna des résultats excellents, utilisés directement pour résoudre le problème posé, savoir, l'établissement des réseaux de trajectoires nécessaires à la réfection des appareils de pointage destinés aux Armées.

Mesure des durées de trajet. — Dans le tir contre aéronefs, la durée de trajet du projectile est un élément de première importance, étant données les vitesses considérables des objectifs, et, par suite la grandeur de leurs déplacements, à partir du moment où l'obus a quitté le canon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le procédé le plus simple et le plus employé, pour mesurer les durées de trajet, est celui du compteur à secondes, confié à l'observateur lui-même. Celui-ci met le compteur en mouvement au départ du coup, et marque un signal sur le cadran dès qu'il voit l'éclatement. Par simple lecture, il obtient la durée de trajet.

Nous n'insisterons pas sur les défauts bien connus de ce procédé. Les meilleurs compteurs à main ne peuvent, par construction, donner mieux que le 1/10 de seconde, et, souvent même, le 1/5 de seconde. Toutefois, les principales erreurs proviennent des observateurs, dont les équations personnelles non seulement sont différentes, mais encore varient souvent, chez le même observateur, au cours d'un même tir.

L'irrégularité des compteurs en service fut mise en évidence par une expérience simple, imaginée par M. G. Lyon, et dont on parle plus longuement dans l'Annexe n° 2.

Pour y obvier, on se repéra sur un appareil type : l'horloge électrique. Par ailleurs, on chercha à enregistrer automatiquement, tout au moins le départ du coup, et, pour garder trace des mesures faites, M. G. Lyon signala l'utilisation possible de l'appareil Boulitte, employé aux Armées dans les Sections de Repérage par le Son.

Le principe en est exposé dans l'Annexe n° 2. M. Garnier en sollicita l'acquisition immédiate, mais le constructeur demanda un certain délai.

C'est alors que M. G. Lyon réalisa le chrono-dérouleur, appareil de fortune, entraînant une bande de papier, sur laquelle s'inscrivaient, à l'aide de plumes analogues à celles des enregistreurs Richard :

1° les signaux réguliers de seconde de l'horloge électrique de la Commission de Gâvre;

2° une série de 5 signaux produits électriquement, soit par les observateurs, soit automatiquement par des appareils enregistreurs au moment de la perception des phénomènes à observer.

Le progrès était important, d'autant plus que l'appareil lui-même mettait en évidence l'imprécision des observations humaines, en établissant que l'équation personnelle de l'observateur, pour les tirs d'artillerie s'entend, était une inconnue constamment variable.

L'Annexe n° 2 relate précisément une expérience intéressante effectuée à Gâvre par M. G. Lyon, et de laquelle résulta la conviction qu'il fallait absolument enregistrer automatiquement les deux signaux limitant la durée à observer : non seulement le départ du coup de canon, mais encore l'éclatement du projectile lui-même.

Le problème à résoudre présentait des difficultés que ne connaît pas le tir à terre. Elles sont indiquées dans l'Annexe n° 2.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. G. Lyon les résolut en faisant intervenir la lumière : de là l'idée de la méthode chrono-cinématographique qui résolut le problème.

Le principe de l'appareil, ainsi que les détails de son fonctionnement, sont exposés dans l'Annexe n° 2. La réalisation et la mise au point furent assez laborieuses, mais elles furent menées à bonne fin par la Maison Carpentier, sur l'ordre de M. Breton, Directeur des Inventions.

Les renseignements précis ainsi recueillis auraient toutefois été sans aucune utilisation pratique, si M. Garnier n'avait réalisé les appareils nécessaires pour la lecture des films, et les méthodes opportunes pour les mesures rapides, en tenant compte des corrections de parallaxe. Son rôle fut capital dans cette étude et dans cette organisation.

Appareils et méthodes sont d'ailleurs décrits sommairement dans l'Annexe n° 2. Pendant les deux dernières années de la guerre, les uns et les autres furent utilisés couramment, et donnèrent enfin des durées de trajet sur lesquelles on pouvait compter.

## Conclusions.

La présente note et ses annexes montrent comment, pendant la guerre, sous la pression des événements, ont été résolus certains problèmes pratiques intéressant la défense nationale.

Ces problèmes, comme beaucoup d'autres, ont fait appel à toutes les ressources intellectuelles et industrielles du pays. C'est un honneur, pour M. Garnier, d'avoir su les coordonner dans le but qui était alors le suprême espoir de tous : la défense nationale.

Les solutions ainsi trouvées, dans un cas concret, pour des œuvres de guerre, ont toutefois d'autres utilisations, et c'est à ce titre qu'elles peuvent intéresser la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

C'est ainsi que la restitution, par la photographie, des coordonnées de points inaccessibles, est mise à profit pour des relevés topographiques, ou autres, dans des pays montagneux. Il en est de même pour les levers de cartes, opérés maintenant d'une manière courante et particulièrement rapide, au moyen de photographies prises en avion.

Pour ces utilisations, toutes pacifiques, il faut avoir à sa disposition des objectifs particulièrement lumineux. Or, l'expérience relatée précédemment montre que sur 17 objectifs, pris parmi les meilleurs, un seul a pu donner des résultats satisfaisants. Quelle est donc la discrimination à faire?

Il suffit de jeter les yeux sur les épreuves obtenues pour voir combien le nombre d'étoiles ayant impressionné la plaque était variable d'un objectif à l'autre. Un « eurygraphe », excellent au point de vue de la finesse, n'a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

donné que quelques traînées à peine visibles, tandis que le Tessar-Zeiss en a donné une quantité. On en conclut immédiatement un mode de recherche facile des objectifs convenant aux appareils d'aéronefs : exposer de nuit, pendant un même temps, derrière les objectifs à comparer, des clichés recouverts de la même émulsion, et compter ensuite les traînées d'étoiles obtenues.

Le choix des objectifs convenables étant effectué, il faut savoir exploiter les photographies obtenues. Or les procédés employés par M. Garnier, pour la détermination précise des coordonnées de points d'éclatement, sont immédiatement transposables à la restitution des coordonnées, soit de points inaccessibles, soit des différents points d'un paysage.

Les procédés de mesure, sur les clichés ou les films, ont également d'autres applications industrielles : c'est ainsi que, si l'on veut mesurer la dilatation de certains corps, de fils métalliques par exemple, le comparateur réalisé par M. Garnier est d'un emploi avantageux.

Il permet en effet une mesure directe, sans intervention d'amplification optique ou autre, toujours compliquée, et souvent d'une précision plus apparente que réelle.

L'utilisation d'abaques, pour transformer les coordonnées cartésiennes en coordonnées angulaires, répond également à une utilisation courante dans l'industrie, et nous n'en parlerons que pour mémoire.

Enfin, la mesure précise de certaines vitesses, par exemple celle d'un aéronef en vol, serait utile pour la réception de moteurs d'avions, dans les conditions mêmes d'emploi. Or on peut l'obtenir, à l'aide des procédés relatés précédemment, c'est-à-dire par voie chrono-cinématographique, et avec une précision de beaucoup supérieure à celle qui est actuellement réalisée.

Les problèmes de parallaxe qui se posent dans la pratique, seraient résolus par des dispositifs analogues à celui qui a été imaginé dans le chrono-cinéma Lyon.

En terminant, nous signalons que, si l'œuvre de M. Garnier dans le domaine expérimental est grande, il a su réaliser dans le domaine théorique, avec la collaboration de professeurs mobilisés, un outillage de procédés de calculs remarquables, pour exploiter tous les résultats expérimentaux obtenus.

Cette autre œuvre de M. Garnier est résumée dans un long mémoire intitulé : *Calcul des trajectoires par arcs successifs*, que l'État a fait imprimer, à ses frais, et pour ses propres services. Mais ce n'est pas ici le lieu de nous étendre davantage sur ce travail, d'un ordre tout à fait théorique et spécial, et nous ne le citons que pour mémoire.

GUSTAVE LYON,
*membre du Conseil.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# ANNEXE N° 1

## DÉTERMINATION ET COORDONNÉES DES POINTS D'ÉCLATEMENT DE PROJECTILES

### I. — Mesures sitométriques.

*Description schématique d'un sitomètre.* — Le sitomètre, imaginé au début de 1916 par le chef d'escadron d'artillerie de réserve Lyon, pour la détermination rapide de la position d'un avion dans l'espace, est représenté par la figure 1.

Il est constitué par une sorte de théodolite, dont la lunette est remplacée par un bras portant, en guise d'objectif, un quadrillage de fils, et, en guise d'oculaire, un petit trou percé dans une plaque de laiton.

L'observateur ayant son œil placé devant l'œilleton, repère la perspective de l'avion, à l'aide d'une aiguille à tricoter qu'il fiche dans le carré convenable du quadrillage, et qui s'y maintient ensuite par simple pression des fils.

Étant donnée la rapidité du vol, cette opération doit avoir lieu sans hésitation, et par une sorte de réflexe. On lit ensuite, à loisir, les numéros d'ordre de la ligne et de la colonne qui caractérisent les carrés du quadrillage, et on déduit, comme il sera indiqué plus loin, les coordonnées angulaires de la ligne de visée.

*Utilisation pour les éclatements.* — Le sitomètre, tel qu'il vient d'être schématiquement décrit, constituait un instrument tout à fait approprié, pour résoudre le problème de la détermination des positions des points d'éclatement d'obus fusants. C'est pourquoi il fut immédiatement adopté.

Le problème à résoudre était d'ailleurs plus facile que celui qui se rapportait à la position d'un avion, étant donné que le nuage d'éclatement n'est pas animé d'une vitesse comparable à celle d'un avion; par contre, il nécessite également une grande rapidité de décision, car le nuage d'éclatement se dissocie assez vite.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au surplus, la recherche de la précision exige qu'on ne laisse pas au vent le temps de déplacer le nuage d'une façon sensible.

*Mode opératoire.* — Pour déterminer les positions des points d'éclatement

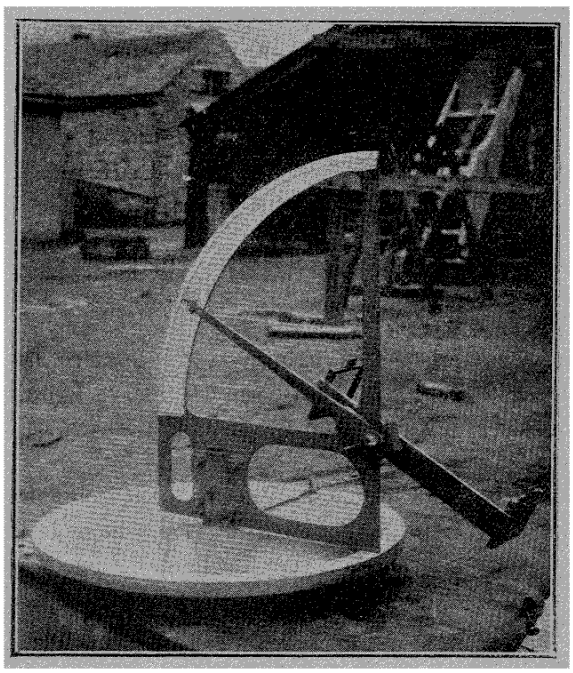


Fig. 1. — Sitomètre réalisé à Cherbourg, par M. G. Lyon.

d'une séance de tir, on organisait systématiquement trois postes d'observation, pourvus chacun de deux sitomètres, afin d'avoir une moyenne.

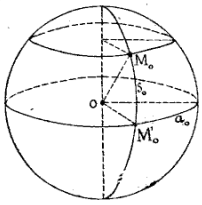



Fig. 2. — Détermination des coordonnées angulaires par quadrillage.

En se servant de réseaux de trajectoires et de courbes équiévents approchées, on calculait *a priori*, et pour chacun de ces trois observatoires, les sites et azimuts des divers points d'éclatement.

Le point milieu $M_0$ (fig. 2) du quadrillage correspond par construction aux divisions $a_0$ et $s_0$, lues respectivement sur le limbe horizontal et sur le cadran vertical du sitomètre.

L'appareil étant alors braqué dans la direction correspondante, ou dans une direction voisine, on appréciait, à l'aide du quadrillage, la position de la perspective M de l'éclatement par rapport à $M_0$, ce qui revient, en somme, à déterminer, sur le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plan tangent en $M_0$ à la sphère de rayon $OM_0$, les coordonnées linéaires du point M.

*Détermination des coordonnées angulaires.* — Connaissant les coordonnées linéaires en question, il faut en déduire les coordonnées angulaires, savoir, l'azimut $a$ et le site $s$. C'est là un calcul qui ne présente aucune difficulté.

On peut toutefois éviter de le recommencer, pour chaque opération, en construisant, une fois pour toutes, et pour les sites à côtes rondes :

$$s_0 = 5^\circ \qquad 10^\circ \qquad 15^\circ \qquad 20^\circ \qquad \text{etc....} \qquad 80^\circ$$

des abaques donnant les courbes « équi $s$ » et les droites « équi $(a - a_0)$ ». Ces courbes ne sont autres que les perspectives, sur le plan tangent en $M_0$, des parallèles $s$ et des méridiens $(a - a_0)$ de la sphère de centre O. La figure 3 reproduit quatre de ces abaques.

Ayant alors eu soin de braquer le sitomètre dans le site à côte ronde $s_0$ le plus voisin du site de l'éclatement attendu, voici comment on opère :

*a*) On trace, sur un transparent, et à l'échelle même des abaques, un quadrillage correspondant à celui du sitomètre ;

*b*) On reporte le point M sur ce quadrillage, d'après les coordonnées appréciées ;

*c*) On applique le transparent sur l'abaque convenable, les deux axes étant respectivement en coïncidence ;

*d*) On évalue à simple vue, et sans calcul, le site $s$ et la différence d'azimut $(a - a_0)$.

*Adoption d'appareils photographiques.* — Pour contrôler et doubler l'observation visuelle, ainsi que pour garder trace des coordonnées de l'éclatement, M. G. Lyon eut l'idée d'installer, sur le bras de chaque sitomètre, un appareil photographique $6{,}5 \times 9$.

Cet appareil, fourni par les établissements Gaumont, a été spécialement approprié pour les sitomètres : la chambre noire en est rigide, l'objectif très lumineux, dit « Tessar-Krauss », a 135 mm de foyer et l'obturateur est du système Decaux.

Des pointes de centrage, placées à poste fixe dans la chambre noire, permettent de repérer, sur chaque cliché, les deux axes de référence, nécessaires pour la mesure des coordonnées linéaires du point M.

La figure 4 représente la vue d'ensemble d'un poste, comprenant deux sitomètres ainsi équipés, et en ordre de marche. Chacun des deux aides tient à la main un manipulateur, pour le déclanchement magnétique de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'obturateur, et l'envoi de signaux de temps, à l'appareil enregistreur des durées de trajet.

*Abaques photographiques.* — Le repérage des sites et azimuts se fait, sur chaque cliché, en employant le même procédé que pour les observations

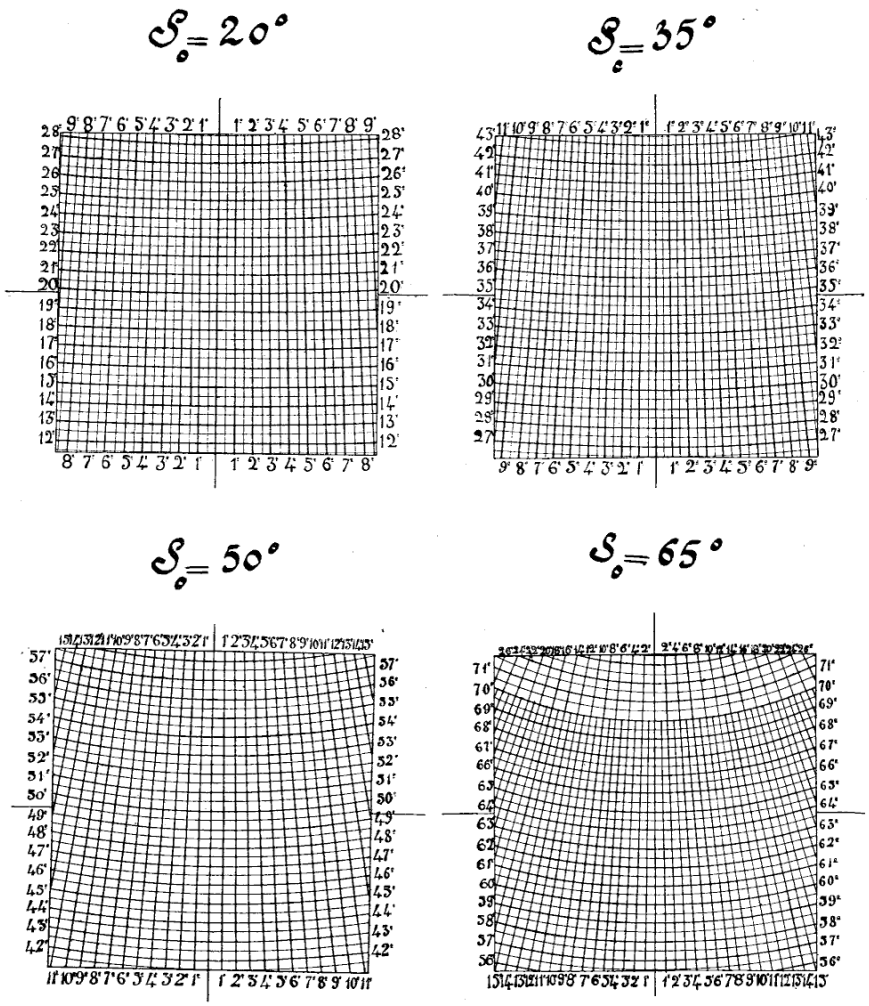



Fig. 3. — Modèles d'abaques pour la détermination des coordonnées angulaires.

visuelles. On a, au surplus évité tout report, en tirant, une fois pour toutes, et à l'échelle même des clichés, des positifs sur verre reproduisant les abaques dont il a été question précédemment.

Ces petits abaques (la figure 3 en donne précisément une réduction sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

papier) sont ensuite superposés, avec les clichés à interpréter, sur un pupitre à retouches, éclairé par en dessous, et permettent de lire, sans aucune difficulté, les coordonnées $s$ et $(a - a_0)$.

*Photographies de réglage.* — Pour placer le cliché sur l'abaque, on doit tenir compte des petits décalages éventuels entre les lignes de référence et les fils milieu du quadrillage du sitomètre. A cet effet, une photographie

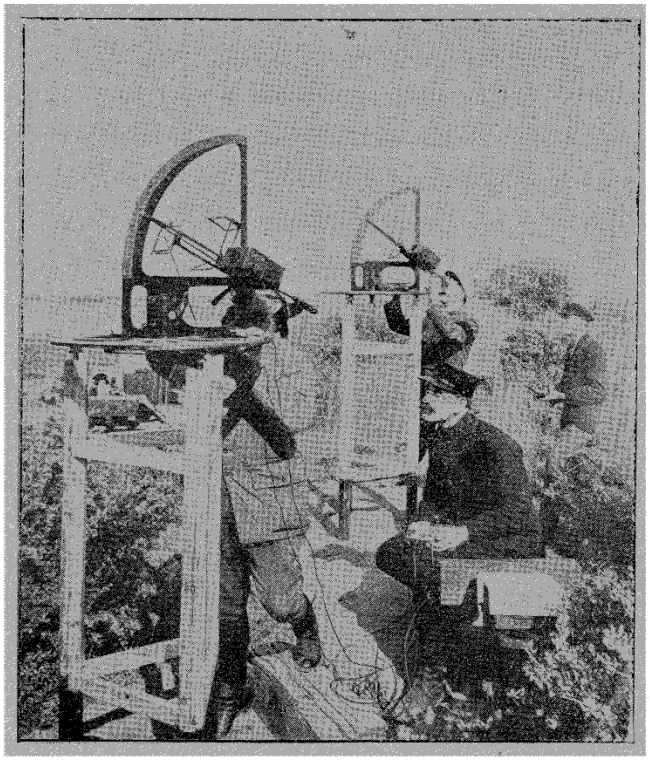


Fig. 4. — Vue d'ensemble d'un poste d'observation équipé.

de réglage est prise, au début de chaque séance dans les conditions suivantes :

On place le bras du sitomètre de manière que le point milieu du quadrillage soit dirigé sur un point bien déterminé du paysage. Puis on fait jouer l'appareil photographique.

Après dépouillement, on détermine, sur l'épreuve, et comme s'il s'agissait d'un éclatement, le site et l'azimut de l'image du point photographié, par rapport à l'intersection des deux lignes de référence du cliché. On en déduit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inversement, le site et l'azimut réels des deux lignes de référence, par rapport au milieu $M_0$ du quadrillage sitométrique.

*Coordonnées rectangulaires.* — Lorsque, pour un tir, les observations visuelles et photographiques sont au complet, chacun des trois postes fournit quatre systèmes de coordonnées angulaires par éclatement : deux visuelles et deux photographiques.

On prend la moyenne des coordonnées effectivement mesurées, en tenant compte des indications des observateurs sur les retards possibles d'observation (causes d'erreurs, par suite du déplacement du nuage d'éclatement, sous l'action du vent). Puis, sur une épure au dix-millième, on place :

*a*) Les postes d'observation, la batterie et le plan de tir;

*b*) Les traces horizontales des plans de visée de chaque éclatement, d'après les moyennes précédentes;

*c*) La trace horizontale du plan de visée de l'éclatement, vu par la lunette du canon.

Ces traces déterminent, en général, un quadrilatère d'erreur, qui permet de choisir la position horizontale probable du point d'éclatement, et par suite son abscisse et sa déviation.

Par ailleurs, on connaît le site $s$ de l'éclatement, vu de chaque observatoire et de la batterie; on multiplie $\operatorname{tg} s$ par la distance de l'observatoire ou de la batterie à la projection horizontale du point d'éclatement. En tenant compte, le cas échéant, des différences d'altitudes des postes, on obtient ainsi quatre valeurs possibles de l'altitude, généralement peu différentes, et entre lesquelles on choisit la valeur la plus probable.

Les multiplications susvisées sont avantageusement effectuées à l'aide d'un abaque approprié.

*Inconvénients des opérations de jour.* — Les procédés que nous venons de décrire ont été effectivement utilisés, pendant tout le courant de 1916, pour la revision des premières tables de tir graphiques des matériels anti-aéronefs des Armées.

Bien qu'ayant donné, dans l'ensemble, des résultats d'une précision largement satisfaisante, il convient de remarquer que chaque opération laisse subsister de petites causes d'erreurs :

*a*) L'observation du nuage d'éclatement du projectile ne peut se faire que lorsque celui-ci s'est déjà formé, c'est-à-dire avec un certain retard;

*b*) Les retards ne sont pas les mêmes pour l'observation visuelle et la prise de vue photographique;

*c*) Le nuage se dissocie peu à peu et donne, non pas un point, mais une image ayant un diamètre apparent appréciable;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*d*) Quand il y a du vent, le nuage est entraîné, et les décalages de temps dont on vient de parler entraînent un décalage de coordonnées.

*Essais d'amélioration.* — Pour obvier à ces inconvénients, le mieux était de chercher à apprécier la position, non pas du nuage d'éclatement, mais de l'éclair de celui-ci. Certains observateurs bien entraînés pouvaient saisir cet éclair, mais il était impossible de déclancher l'obturateur photographique au moment précis où il se produisait.

Des essais faits depuis, et encore actuellement en cours, ont pour objet de chercher précisément à photographier de jour cet éclair de l'éclatement.

La difficulté provient du fait qu'on ne sait pas exactement l'époque du phénomène, et qu'il faut, par suite, laisser l'obturateur ouvert quelque temps auparavant. L'éclair n'est alors pas visible sur le cliché, d'ailleurs voilé.

Pendant la guerre, il fallait cependant aboutir. Dès la fin de 1916, le problème fut résolu d'une manière différente en opérant de nuit, et dans des conditions qui vont être indiquées ci-après.

## II. — Photographies de nuit.

*Historique.* — Dans le deuxième semestre de 1916, les Armées commençaient à employer des obus dits « traceurs », qui laissent échapper, par des évents d'ogive, une traînée lumineuse formée par la combustion continue d'une charge intérieure contenant du magnésium.

Pour régler l'emploi de pareils projectiles, en particulier contre les dirigeables et les drachens, M. G. Lyon estima qu'il était nécessaire de connaître expérimentalement les formes des trajectoires, formes qu'on avait supposé, en première analyse, devoir, pendant la combustion, se décoller des trajectoires du projectile non enflammé.

Il proposa, à cet effet, à M. le général Sainte-Claire-Deville, d'enregistrer la trajectoire elle-même sur plaque photographique, disposée parallèlement au plan de tir, et à 6 kilomètres environ de celui-ci. On ne pouvait d'ailleurs opérer que de nuit, la traînée ne se traduisant, de jour, que par un sillage de fumée, aussitôt déformé par le vent.

*Première expérience.* — Une première expérience utilisa 17 appareils photographiques, avec des objectifs choisis parmi les meilleurs de diverses maisons réputées.

La plupart ne donnèrent aucun enregistrement et les traînées lumineuses ne furent visibles que sur deux ou trois clichés. La figure 5 est une reproduction du meilleur (objectif Tessar-Zeiss).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On y remarque, outre les portions de trajectoires, tracées successivement sous quatre angles de projection différents, des traînées sensiblement rectilignes et parallèles descendant de gauche à droite. Ce sont les photographies d'étoiles, dans leur mouvement apparent, pendant la durée d'ouverture de l'objectif.

Certaines, très visibles, correspondent aux étoiles de première ou deuxième grandeur; on les retrouve sur presque tous les clichés. Les autres, au contraire, ne sont visibles que sur les clichés fournis par des objectifs

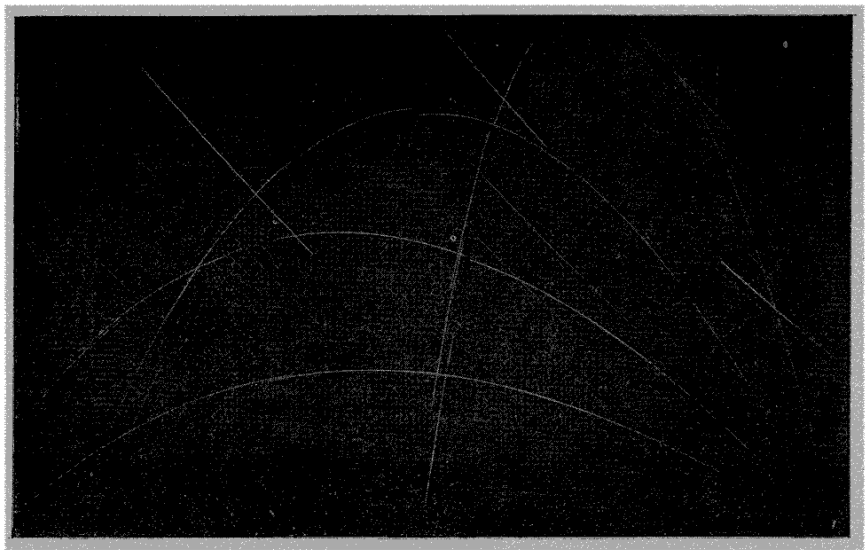


Fig. 5. — Enregistrement photographique de traînées lumineuses d'obus traceurs.

très lumineux. C'est ainsi que l'objectif Eurygraphe, cependant très parfait et très fin, n'a guère fourni que trois ou quatre traînées visibles.

On a constaté que les meilleurs objectifs, au point de vue enregistrement des traînées lumineuses d'obus, étaient en même temps ceux qui donnaient l'image du plus grand nombre d'étoiles. Cette conclusion, assez naturelle, à permis, par la suite, une discrimination logique des objectifs, en vue des expériences en cause.

*Extension de la méthode.* — C'est cette expérience qui fit entrevoir à M. G. Lyon, la possibilité d'enregistrer photographiquement, non plus des traînées lumineuses, mais des éclatements. A cet effet, il fallait rendre ceux-ci photogéniques.

Des expériences furent tentées, sur le polygone de Gâvre. Le 12 jan-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vier 1917, on essaya, en particulier, d'incorporer dans la charge d'éclatement du projectile, soit du phosphore, soit du chlorate de potassium, soit de la poudre de magnésium.

Les deux premières substances ne donnèrent pas des résultats satisfaisants, mais la poudre de magnésium produisit un éclair intense, durant près de 1/15 de seconde, alors que l'éclatement est de l'ordre du 1/100 de seconde, seulement.

La technique du procédé photographique de nuit était trouvée, et la méthode semblait devoir donner une précision de beaucoup supérieure à la photographie des nuages d'éclatements faits le jour.

Par ailleurs, on pensait en profiter pour substituer, à de petits appareils, de précision limitée, des appareils spécialement appropriés, et susceptibles d'enregistrer, sans déformation sensible, le plan de tir tout entier, avec plusieurs éclatements se produisant successivement.

L'exploitation de la méthode restait toutefois à organiser, et nous allons voir comment elle fut poursuivie.

*Principe de la méthode photographique.* — La méthode suivie pour la détermination des points d'éclatement en position, est en principe la suivante :

Un éclatement étant photographié par trois postes, de coordonnées connues par rapport au canon et au plan de tir, les mesures faites sur chaque cliché déterminent les coordonnées angulaires (azimut et site) de la direction de l'éclatement vu du poste.

De l'ensemble de ces mesures, on déduit, par épure ou calcul, la position de l'éclatement lui-même.

En principe, on photographie, sur une même plaque, trois coups correspondant au même angle et au même évent, et constituant ce qu'on appelle une « série ». Pour des raisons d'économie de temps et de plaques, on rassemble même plusieurs séries sur le même cliché, lorsque ces séries ne risquent pas de chevaucher l'une sur l'autre.

*Coordonnées des postes d'observation.* — L'application de la méthode exige évidemment la détermination préalable des positions des postes d'observation.

A la Commission de Gâvre, cette détermination fut faite par un spécialiste fort averti, M. l'Ingénieur hydrographe en chef La Porte.

C'est ainsi que le poste principal installé à Kerouriec, comprenait deux appareils photographiques, aux points de coordonnées :

| | |
|---|---|
| $x = 13.725{,}3$ m | $x = 13.724{,}7$ m |
| $z = 1.016{,}3$ m | $z = 1.014{,}5$ m |



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par rapport à la ligne piquetée du polygone. Ces deux appareils étaient placés sous un abri, comme le montre la figure 6 ci-après. L'abri et les appareils étaient d'ailleurs orientés de telle manière que les clichés soient sensiblement parallèles au plan de tir, d'où la désignation de poste *principal*.

*Prise des photographies au poste principal.* — Bien qu'on cherche à rendre les clichés parallèles au plan de tir, cette condition n'est, en pratique, jamais rigoureusement remplie. Même en supposant les éclatements dans le plan de

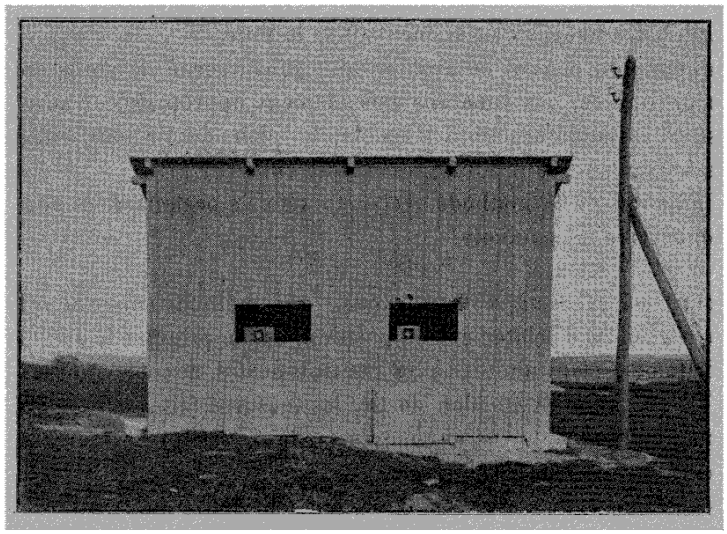


Fig. 6. — Poste principal de Kerouriec (vue extérieure).

tir, la figure obtenue, sur chaque cliché, est donc une perspective, et non une homothétie, de la figure formée par ces éclatements.

Grâce à la photographie simultanée de repères connus, on peut en déduire, comme on le verra plus loin, les coordonnées des points correspondants dans le plan de tir.

Mais les éclatements ne sont pas exactement dans le plan de tir, et, pour avoir les coordonnées des éclatements, il est indispensable de mesurer, en outre, la déviation, par rapport au plan de tir. Il faut donc associer, aux observations du poste principal, celles d'un autre poste, au moins.

A cet effet, on a jusqu'à présent utilisé, soit les clichés d'un poste photographique secondaire, soit les clichés sitométriques dont il sera question plus loin.

*Poste photographique secondaire.* — Ce poste est destiné à donner une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deuxième perspective des éclatements, en principe verticale, comme la première, mais non parallèle au plan de tir.

Pour avoir le meilleur recoupement possible avec les photographies du poste principal, il y aurait avantage à placer le poste secondaire dans le plan de tir, en avant ou en arrière du canon. A défaut, on pourrait le placer en dehors de ce plan de tir, de préférence à droite, si le poste principal est à gauche, ou vice versa.

L'installation, en l'une ou l'autre des positions, s'est heurtée à des difficultés résultant, soit de l'absence de communications téléphoniques, soit de la topographie particulière du polygone de Gâvre, où toute la région à droite du plan de tir est occupée par la mer.

En fait, après nouvelle étude de la question, on a pu placer un poste secondaire au point de coordonnées :

$$x = 6.538{,}4 \text{ m} \qquad z = +185{,}2 \text{ m}$$

par rapport à la ligne piquetée du polygone.

*Caractéristiques des appareils photographiques.* — Les caractéristiques des appareils employés jusqu'ici, après sélection par la Mission de Balistique des Tirs aériens, sont indiquées ci-après :

| CHAMBRE | DIMENSIONS DU CLICHÉ (cm) | TYPE OU CONSTRUCTEUR DE L'OBJECTIF | OUVERTURE | DIST. FOCALE (mm) | FABRICANT DE L'OBJECTIF |
|---|---|---|---|---|---|
| Rigide 30 × 40 . . | 24 × 30 | Tessar-Zeiss. | F : 6,8 (1) | 300 | E. Krauss n° 63.961. |
| Rigide 30 × 40 . . | 18 × 24 | Tessar-Zeiss. | F : 6,8 (2) | 210 | E. Krauss n° 103.665. |
| Rigide . . . . . | 13 × 18 | Eurygraphe. | F : 6,8 | 180 | Berthiot-Paris n° 60.580. |

(1) Cet objectif a été obligeamment prêté à la Mission de Balistique des Tirs aériens, sur la demande de M. G. Lyon par M. Louis Lumière.
(2) Cet objectif a été prêté, dans les mêmes conditions, par M. Gaumont.

La figure 7 est une reproduction de photographie montrant sous quel aspect se présente l'éclair des divers éclatements. Chaque série correspond, comme on l'a dit plus haut, à trois coups tirés dans les mêmes conditions d'angle et d'évent. On peut apprécier, à cette occasion, l'ordre de grandeur de la dispersion.

*Installation des appareils.* — Chacune des chambres d'appareil photogra-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

phique est munie d'une douille à vis de serrage, permettant de la fixer sur une tête de pied goniométrique du Service géographique de l'Armée. L'ensemble est ensuite fixé sur un support à vis calantes, pour assurer la verticalité de la plaque.

Au poste principal installé à Kerouriec, ce support est un cône dont les

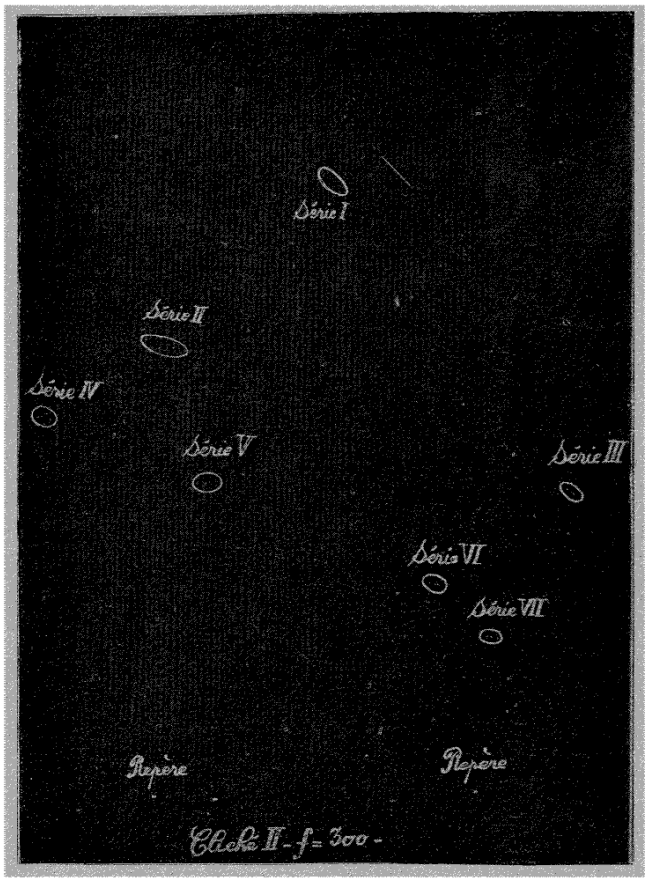



Fig. 7. — Enregistrement photographique d'éclatements d'obus fusants.

vis s'appuient sur un socle en fonte reposant sur un massif de béton. Au poste secondaire, dont il a été question plus haut, ce support est un trépied fixé sur un pied de théodolite enfoncé dans le sable.

La figure 8 représente l'installation du poste principal, installation dont la figure 6 montre l'extérieur.

*Mise en station.* — Pour mettre un appareil en station, c'est-à-dire pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

orienter la plaque du poste principal à peu près parallèlement au plan de tir, ou celle du poste secondaire dans l'azimut prévu par la préparation du tir, on amène d'abord l'image d'un point connu, vu du poste, à se trouver sur la ligne verticale médiane de la glace dépolie.

Puis, au moyen de la tête de pied goniométrique, on fait tourner l'appareil de l'angle (indiqué par la préparation du tir) que doit faire la normale au plan de projection avec le point connu.

Ceci fait, on agit sur les vis calantes, pour rendre la plaque verticale. Cette verticalité se dégrossit au moyen de niveaux fixés à l'appareil lui-même,

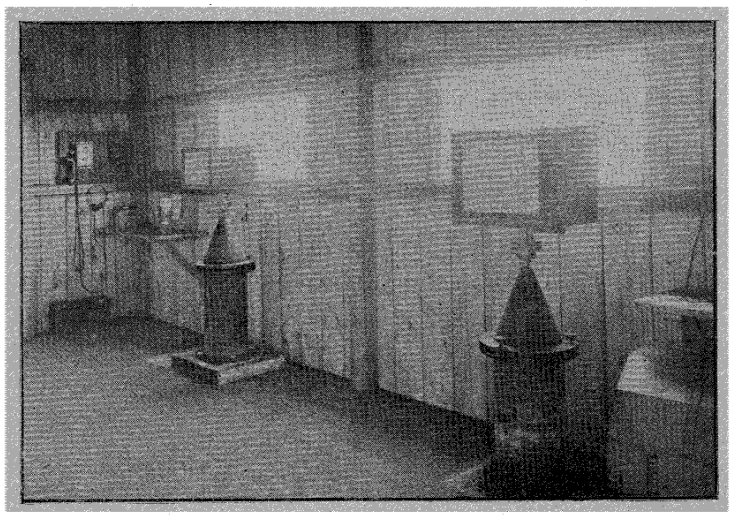


Fig. 8. — Poste principal de Kerouriec (vue prise de l'intérieur).

et se termine par un niveau M*le* 1888-1900 qu'on appuie directement sur la glace dépolie.

*Repérage des clichés.* — L'interprétation d'un cliché exige que l'on connaisse :

*a*) la distance exacte $f$ du centre optique à la plaque;

*b*) l'angle $\psi$ de la normale à la plaque, avec le plan vertical contenant le centre optique et un point connu vu du poste;

*c*) l'intersection de la plaque avec le plan horizontal passant par le centre optique.

Pour connaître ces trois éléments, il suffit de pouvoir mesurer, sur le cliché, les distances mutuelles des images $i$, $a$ et $b$ de trois repères I, A, B, dont on connaît :

*a*) les distances angulaires, à partir du centre optique;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*b*) les altitudes, à partir du plan horizontal de ce centre.

Ces repères sont constitués par des croix noires en forme de T, (fig. 9) se détachant sur un fond lumineux (toile à calquer éclairée par une lampe électrique). Ils sont placés sur des poteaux situés le plus loin possible du poste, pour augmenter la précision. En fait la proximité de la mer n'a pas permis à Kerouriec, de les placer à plus de 500 ou 800 m du poste photographique.

Avec un théodolite, mis en station à la place de chaque appareil photographique, on a mesuré, une fois pour toutes :

*a*) les azimuts des axes de symétrie verticaux $xx'$;

*b*) les sites des limites supérieures $yy'$ des parties éclairées.

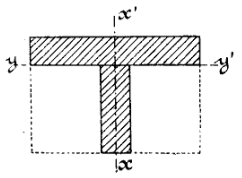



Fig. 9. — Schéma d'un repère pour clichés photographiques.

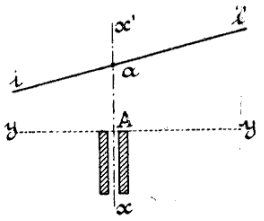



Fig. 10. — Définition de l'horizontale approchée sur le cliché.

## III. — Calcul des coordonnées.

*Horizon d'un cliché.* — Pour les mesures à faire sur un cliché, on détermine d'abord une position approximative de la ligne d'horizon, soit $ii'$ (fig. 10).

Cette ligne coupe l'axe vertical de symétrie $xx'$, de l'image d'un repère A, en un point $a$ tel que :

$$Aa = f.\frac{\operatorname{tg} s}{\cos\theta}$$

$s$ = site connu de $yy'$;

$f$ = distance focale, dont on connaît une valeur approchée;

$\theta$ = différence des azimuts entre $xx'$, et l'axe optique, différence dont on a aussi une valeur approchée.

*Azimut et distance focale d'un cliché.* — Soient $i$, $a$, $b$ (fig. 11), les points où la ligne d'horizon coupe les axes verticaux des images des trois repères I, A, B.

On mesure d'abord, à l'aide d'un comparateur, les distances horizontales :

$$\overline{ia} = a \qquad \text{et} \qquad \overline{ib} = b.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Connaissant, d'autre part, par mesure directe au théodolite, les angles :

$$\text{IPA} = \alpha \qquad \text{et} \qquad \text{IPB} = \beta,$$

il est facile de calculer la distance focale $f = \text{PO}$ et l'angle

$$\psi = i\text{P}o.$$

Si l'on considère, en effet, d'une part, les triangles rectangles P*oi*, P*oa* et, d'autre part, les triangles P*oi*, P*ob*, on a :

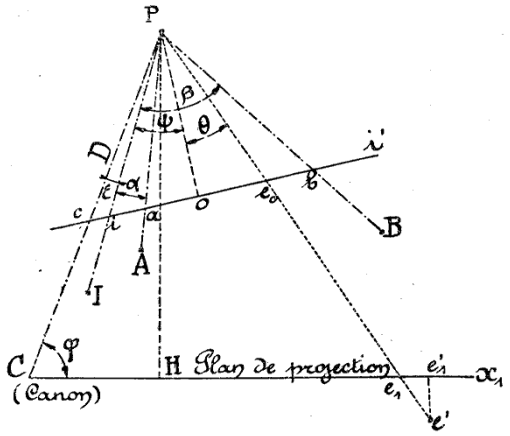



Fig. 11. — Détermination des caratéristiques d'un cliché du poste principal.

$$a = f\,\text{tg}\,\psi - f\,\text{tg}(\psi - \alpha) \qquad \text{d'où :} \qquad a = f.\frac{\sin\alpha}{\cos\psi\cos(\psi-\alpha)}$$

$$b = f\,\text{tg}\,\psi - f\,\text{tg}(\psi - \beta) \qquad \text{d'où :} \qquad b = f.\frac{\sin\beta}{\cos\psi\cos(\psi-\beta)}.$$

Par division membre à membre, on élimine $\psi$ et $f$, et on a finalement les formules :

$$\text{tg}\,\psi = \frac{a\,\text{cotg}\,\alpha - b\,\text{cotg}\,\beta}{b-a} \qquad \text{et} \qquad f = \frac{r\cos\psi\cos(\psi-\alpha)}{\sin\alpha} = \frac{b\cos\psi\cos(\psi-\beta)}{\sin\beta}.$$

*Données générales supplémentaires.* — Pour calculer les coordonnées des éclatements réels, en fonction des coordonnées lues sur le cliché, il faut connaître (fig. 11) :

*a*) la distance PC = D, du poste au canon, distance qui se calcule d'après les coordonnées connues des points P et C;

*b*) l'angle $\varepsilon = \text{CPI}$ en grandeur et sens;

*c*) l'angle $\varphi = x'_1\text{CP}$ du plan de projection avec la direction de CP.

Les deux angles $\varepsilon$ et $\varphi$ se calculent d'après les azimuts connus des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

directions PC, PI et $Cx_1$, par rapport à une direction origine, par exemple la direction de la ligne piquetée du polygone de Gâvre.

Posant maintenant $\psi_1 = \psi + \varepsilon$, et désignant par $\eta_1$ l'abscisse $\overline{ci}$ du repère $i$, à partir du point $c$, homologue du canon C, on a de suite, dans le triangle $Pic$ la relation :

$$\frac{\eta_1}{\sin\varepsilon} = \frac{Pi}{\cos\psi_1} = \frac{f}{\cos\psi\cos\psi_1}$$

d'où, pour l'inconnue $\eta_1$ :

$$\eta_1 = f.\frac{\sin\varepsilon}{\cos\psi\cos\psi_1}.$$

*Calcul de l'abscisse.* — Soit E un éclatement dont l'image $E_0$, sur le cliché, se projette orthogonalement en $e_0$, sur l'horizon $ii'$ de ce cliché.

Les mesures faites au comparateur, donnent respectivement :

*a*) l'abscisse $x_0 = \overline{ie_0}$, comptée à partir d'un repère $i$, sur $ii'$;

*b*) l'ordonnée $y_0 = \overline{e_0 E_0}$.

Il s'agit de calculer les coordonnées de E. Nous commencerons par chercher celles de $E_1$, où la droite PE rencontre le plan de projection, en prenant pour axe des $x_1$ l'horizontale $Cx_1$, et pour axe des $y_1$ la verticale.

L'expression de l'abscisse $x = \overline{Ce_1}$, en fonction de $x_0 + \eta_1 = \overline{ce_0}$ s'obtient par le calcul élémentaire suivant :

Désignant par $\theta$ l'angle $oPe_0$, et considérant les triangles $Pce_0$ et $Pce_1$ on a :

$$(1)\qquad \begin{cases} x_0 + \eta_1 = f\operatorname{tg}\psi_1 + f\operatorname{tg}\theta = f.\dfrac{\sin(\psi_1+\theta)}{\cos\psi_1\cos\theta} \\ x_1 = D.\dfrac{\sin(\psi_1+\theta)}{\sin(\varphi_1+\psi_1+\theta)} \end{cases}$$

d'où l'on déduit, par division membre à membre :

$$(2)\qquad \frac{x_1}{x_0+\eta_1} = \frac{D}{f}.\frac{\cos\psi_1\cos\theta}{\sin(\varphi+\psi_1+\theta)} = \frac{D}{f}.\frac{\cos\psi_1}{\sin(\varphi+\psi_1)+\operatorname{tg}\theta\cos(\varphi+\psi_1)}.$$

De l'équation (1), on tire :

$$(3)\qquad \operatorname{tg}\theta = \frac{x_0+\eta}{f} - \operatorname{tg}\psi_1.$$

En portant dans (2), on obtient, après simplification :

$$(4)\qquad \frac{x_1}{x_0} = \frac{D}{f}.\frac{\cos\psi_1}{\dfrac{\sin\varphi}{\cos\psi_1} - \dfrac{x_0+\eta}{f}\cos(\varphi+\psi_1)} = \frac{K}{1+\lambda(x_0+\eta)}$$

en posant :

$$(5)\qquad K = \frac{D\cos^2\psi_1}{f\sin\varphi} \qquad \text{et} \qquad \lambda = \frac{\cos\psi_1\cos(\varphi+\psi_1)}{f\sin\varphi}.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Calcul de l'ordonnée d'un éclatement.* — Connaissant l'abscisse, nous allons maintenant évaluer l'ordonnée $y_1$. A cet effet, nous partirons de la relation :

$$\frac{y_1}{y_0} = \frac{Pe_1}{Pe_1}.$$

Or, on a visiblement, d'après la figure 11 :

$$Pe_0 = \frac{f}{\cos\theta} \qquad \text{et} \qquad Pe_1 = \frac{D\sin\varphi}{\sin(\varphi+\psi_1+\theta)}$$

d'où, par division membre à membre :

$$\frac{y_1}{y_0} = \frac{D}{f}\cdot\frac{\sin\varphi}{\sin(\varphi+\psi_1)+\operatorname{tg}\theta\cos(\varphi+\psi_1)}.$$

Remplaçant $tg\,\theta$ par sa valeur (3), on obtient finalement :

$$(6) \qquad \frac{y_1}{y_0} = \frac{D}{f}\cdot\frac{\cos\psi_1}{1+(x_0+\eta)\dfrac{\cos\psi_1\cos(\varphi+\psi_1)}{\sin\varphi}} = \frac{K'}{1+\lambda(x_0+\eta)}$$

en posant :

$$(7) \qquad K' = \frac{D\cos\psi_1}{f}.$$

*Résumé des formules.* — En résumé, les coordonnées $x_1$ et $y_1$ sont données par les formules suivantes :

$$[I] \qquad x_1 = \frac{K(x_0+\eta)}{1+\lambda(x_0+\eta)} \qquad y_1 = \frac{K'y_0}{1+\lambda(x_0+\eta)}.$$

Les constantes K, K', $\eta$ et $\lambda$ étant définies par les relations :

$$[II] \quad \begin{cases} K = \dfrac{D\cos^2\psi_1}{f\sin\varphi} \\ K' = \dfrac{D\cos\psi_1}{f} \end{cases} \qquad \begin{cases} \eta = \dfrac{f\sin\varepsilon}{\cos\psi\cos\psi_1} \\ \lambda = \dfrac{\cos\psi_1\cos(\varphi+\psi_1)}{f\sin\varphi}. \end{cases}$$

*Corrections dues à la dérivation.* — Les coordonnées $x_1$ et $y_1$ sont celles du point $E_1$. Il reste à calculer les coordonnées rectangulaires $x$, $y$ de l'éclatement E lui-même, par rapport au plan de projection, en tenant compte de la déviation $e'e'_1 = Z$ (fig. 11).

Cette déviation introduit, dans les expressions de $x_1$ et $y_1$ des termes correctifs faciles à calculer. En considérant, en effet, les triangles semblables $e_1e'e'_1$ et $PHe_1$, on a :

$$\frac{e_1e'_1}{e'e_1} = \frac{He_1}{PH}$$

d'où, pour la correction à l'abscisse $x_1$ :

$$[III] \qquad \Delta x_1 = Z.\frac{x_1 - D\cos\varphi}{D\sin\varphi}.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On calcule de même le terme correctif à l'ordonnée $y_1$, qui a pour expression :

[IV] $$\Delta y_1 = Z . \frac{y_1}{D \sin 1'}.$$

Dans ces formules, la déviation Z, comptée en mètres, comme D, $x_1$ et $y_1$, est considérée comme positive à droite du plan de projection, et négative à gauche.

Cet élément est déterminé, soit par l'épure, faite d'après dépouillement des clichés sitométriques, soit par la dérive $d$, mesurée en millièmes de la batterie, en pointant une lunette sur l'éclatement. Dans ce dernier cas, on a :

$$Z = \frac{xd}{1\,000}.$$

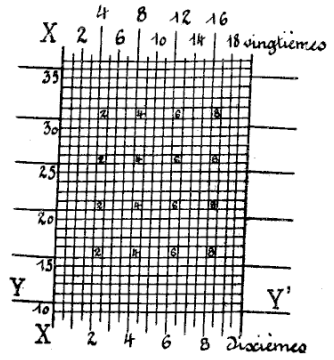



Fig. 12. — Schéma du vernier graphique employé pour les lectures.

*Mesures linéaires sur le cliché.* — Les longueurs sont mesurées, sur le cliché, en utilisant un vernier graphique, préalablement dessiné à double échelle, puis réduit par la photographie, pour obtenir un positif sur verre.

L'échelle X'X est graduée en millimètres, et la division de numéro $n$ est jointe, par une oblique, à la division de numéro $(n+1)$ d'une échelle parallèle. L'intervalle des deux échelles est divisé en 20 parties égales, par des parallèles (fig. 12).

Les abscisses, par rapport à X'X, des points de rencontre de ces parallèles, avec l'oblique issue de la division numérotée $n$ sont ainsi, en millimètres :

$$\left(n + \frac{1}{20}\right), \qquad \left(n + \frac{2}{20}\right), \text{ etc....}$$

*Comparateur. Description.* — Le positif, qui porte le vernier graphique, est appuyé, par ses deux petits côtés parallèles à X'X, sur deux supports inclinés S et S', de manière à être éclairé par transparence.

Devant lui, se déplace un microscope M à réticule (fig. 13), dont la croisée des fils peut décrire, sans changement de mise au point, soit une parallèle à XX', soit une perpendiculaire YY' à cette échelle.

A cet effet, le microscope est porté par une coulisse en deux parties B et B' (fig. 14), mobile le long d'une règle inclinée A, assujettie à se déplacer dans un plan parallèle à la plaque, par appui sur une règle horizontale fixée aux supports S, S'.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Après avoir immobilisé B′, au moyen de la vis de pression V, on peut, avec la vis de rappel V′, donner à B et au microscope de petits déplacements facilitant le pointé sur le vernier graphique.

La règle A est solidaire d'une autre coulisse en deux parties C et C′, mobile le long d'une règle horizontale H, fixée sur la même planchette que les supports du vernier. En utilisant la vis de pression W et la vis de rappel W′, on donne au microscope de petits déplacements parallèles à H.

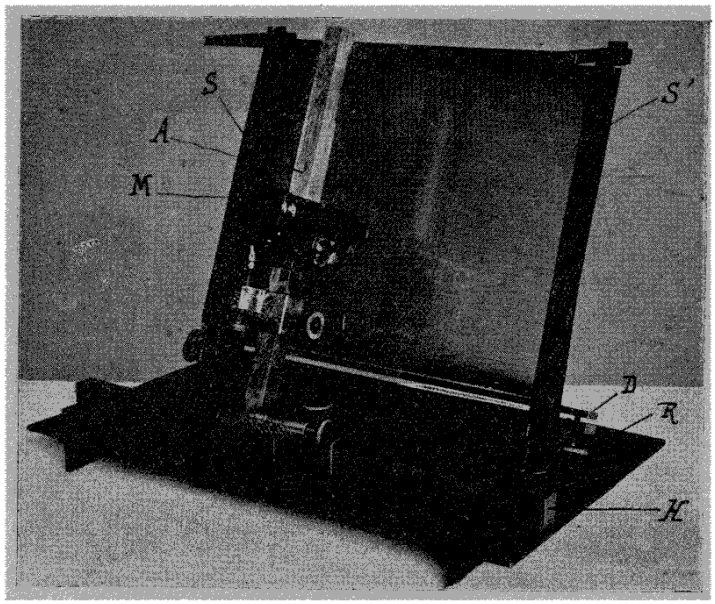



Fig. 13. — Comparateur employé pour les lectures (vue de trois quarts).

*Réglage du vernier.* — Le vernier graphique repose, par son côté inférieur, sur une lame D bien dressée, portant une charnière Y à l'une de ses extrémités (fig. 14).

Il peut pivoter autour de cette charnière, quand on agit sur une petite vis de réglage R, placée à l'autre extrémité de la lame support (fig. 13 et 14). On peut ainsi, par tâtonnements, régler la position du vernier, de manière que la direction YY′ soit parallèle à la règle H.

Ce réglage étant fait, la distance de deux points EE′ de la plaque, comptée parallèlement à X′X, se mesure de la façon suivante :

Après avoir pointé E, avec le microscope, on déplace celui-ci parallèlement à H, jusqu'à ce que la croisée des fils vienne couper une des lignes inclinées du vernier. On lit la division obtenue. Le nombre du début de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la ligne inclinée donne les millimètres, le numéro de la verticale donne le $\frac{1}{20}$ de millimètre, et une interpolation au $\frac{1}{5}$, facilitée par le grossissement du microscope, donne le $\frac{1}{100}$ de millimètre.

La différence des lectures faites pour E et E′ donne évidemment la distance cherchée.

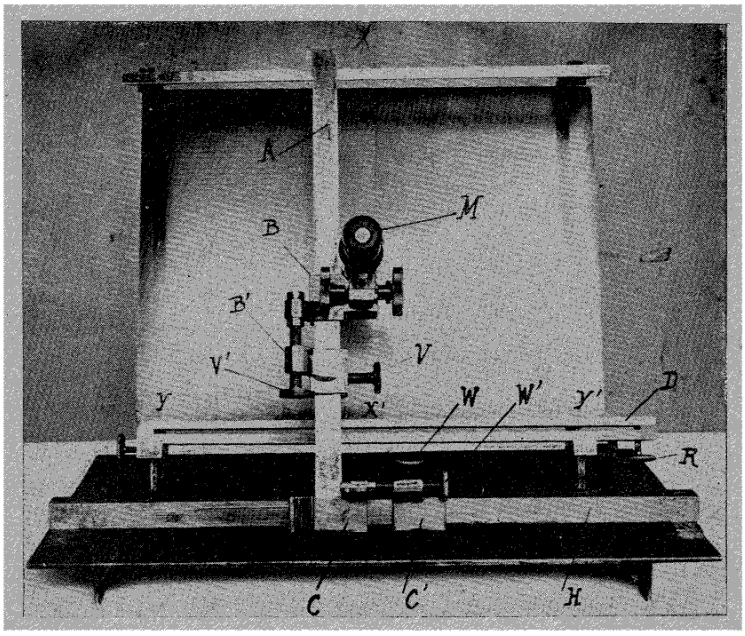



Fig. 14. — Comparateur employé pour les lectures (vue de face).

*Tarage du vernier.* — Pour tenir compte, d'une part, de ce que la photographie du vernier graphique donne une *perspective*, et non une *homothétie* du modèle dessiné, d'autre part, des petites erreurs de la graduation du modèle lui-même, il faut faire subir aux lectures une correction.

Celle-ci est déterminée par une série de mesures systématiques. En pratique, on peut l'exprimer par une formule telle que la valeur corrigée soit :

$$x_{\text{corrigé}} = x_{\text{lu}} + a x_{\text{lu}}^2 \qquad (x \text{ en millimètres}).$$

Pour le vernier graphique utilisé par la Mission de Balistique des Tirs aériens, on a trouvé expérimentalement :

$$a = 3 \times 10^{-5}.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Lectures sur le cliché.* — La position du vernier graphique étant réglée, devant le microscope, on place dessus, gélatine contre gélatine, le cliché à mesurer, et on règle sa position de façon à faire coïncider, avec X'X, la ligne d'horizon $ii'$, déterminée comme il a été dit précédemment.

Cette opération était faite en soulevant le bord convenable du cliché par de petits coins en bois formant cales. On pourrait facilement trouver un dispositif plus mécanique.

Quoi qu'il en soit, le réglage étant effectué, on mesure, parallèlement à XX', les distances des repères et des éclatements. On recommence les mêmes lectures en retournant le cliché de 180° (le bord supérieur devenant inférieur), et on prend les moyennes des deux lectures, si les écarts sont inférieurs à $\frac{1}{20}$ de millimètre. Dans le cas contraire, on recommence les lectures.

On a ainsi les $x_0$ nécessaires au calcul des coordonnées $x_1$ des éclatements. Il est à remarquer qu'une erreur d'angle $\varepsilon$, dans la direction de $ii'$, n'a qu'un effet négligeable sur les nombres lus (elle les remplace par $x_0 \cos \varepsilon$).

On place ensuite le cliché à angle droit de sa position première, la ligne d'horizon $ii'$ étant parallèle à YY'. En opérant comme ci-dessus, on obtient les $y_0$ nécessaires au calcul des altitudes des éclatements. Cette fois, une erreur sur la ligne d'horizon a une répercussion plus grande, mais on la corrige comme il va être indiqué.

*Correction des altitudes.* — Par rapport à la ligne d'horizon approximative $ii'$, prise pour axe des $x$, la véritable ligne d'horizon d'un cliché a pour équation :

$$y = mx + p$$

et il s'agit précisément de déterminer $m$ et $p$.

Or, d'une part, les lectures des $x$ permettent de calculer exactement, d'abord $f$ et $\psi_1$, puis les côtes $y_1$, $y_2$, $y_3$, des images des trois repères, au-dessous de la ligne d'horizon réel, d'après la formule :

$$y = f \cdot \frac{\operatorname{tg} s}{\cos \theta}.$$

D'autre part, les mesures faites au vernier donnent les distances $y'_1$, $y'_2$, $y'_3$ de la ligne d'horizon supposée $ii'$, aux trois repères. On doit donc avoir, $x_1$, $x_2$ et $x_3$ étant les abscisses lues sur le cliché :

$$\begin{aligned} y'_1 - (mx_1 + p) &= y_1 \\ y'_2 - (mx_2 + p) &= y_2 \\ y'_3 - (mx_3 + p) &= y_3. \end{aligned}$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ayant déterminé $m$ et $p$ de manière à satisfaire au mieux à ces trois équations de condition, la valeur exacte de l'altitude d'un éclatement est donnée, à partir de la valeur $y'$ mesurée au comparateur, par l'équation suivante, $x$ étant l'abscisse de l'éclatement lue sur le cliché :

$$y = y' - (mx + p).$$

## IV. — Postes sitométriques secondaires. Construction des épures.

*Postes sitométriques.* — Les postes sitométriques destinés principalement à mesurer la déviation, servent aussi à déterminer, pour chaque groupe d'éclatements, les coordonnées du point moyen.

La comparaison de ces coordonnées, avec celles déduites des clichés du poste principal, fournit un recoupement qui permet, le cas échéant, de reconnaître les erreurs grossières.

L'instrument utilisé est le sitomètre, dont il a été parlé précédemment, mais alors on ne fait plus d'observations visuelles; les sitomètres servent uniquement de support aux appareils photographiques, en permettant de leur donner le site et l'azimut convenables.

*Repérage d'un cliché.* — Pour l'interprétation d'un cliché, il est indispensable de pouvoir retrouver, sur la plaque elle-même, la trace des pointes de centrage placées dans la chambre noire.

Ce repérage qui, dans la photographie de jour s'effectue automatiquement, en même temps que l'impression de l'éclatement, s'effectue commodément la nuit, grâce à la disposition suivante imaginée par M. G. Lyon.

La chambre noire porte deux volets (fig. 15) qui peuvent être rabattus sur le châssis, en découvrant, par de petites fenêtres triangulaires, les pointes de centrage susvisées. Avec une lampe électrique de poche, on impressionne les parties du cliché correspondant à ces fenêtres, de telle manière qu'on obtienne les images des pointes.

Une fois l'impression faite, et la lampe enlevée, on relève les volets, et le cliché est prêt pour le tir.

*Mise en station.* — L'azimut $a_0$ et le site $s_0$, lus sur les graduations du sitomètre, sont ceux qui correspondent au point milieu $M_0$ du quadrillage servant aux observations visuelles, le sitomètre ayant été réglé pour qu'il en soit ainsi.

Ces éléments peuvent toutefois différer légèrement de l'azimut $a_1$ et du site $s_1$ du point d'intersection M des droites qui joignent d'une part, les pointes de centrage droite et gauche, d'autre part, les pointes inférieure et supérieure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les différences $(a_0 - a_1)$ et $(s_0 - s_1)$ sont déterminées d'une manière analogue à celle qui a été indiquée pour les séances de jour, c'est-à-dire par une photo de repérage. A cet effet, on pointe d'abord le point milieu du

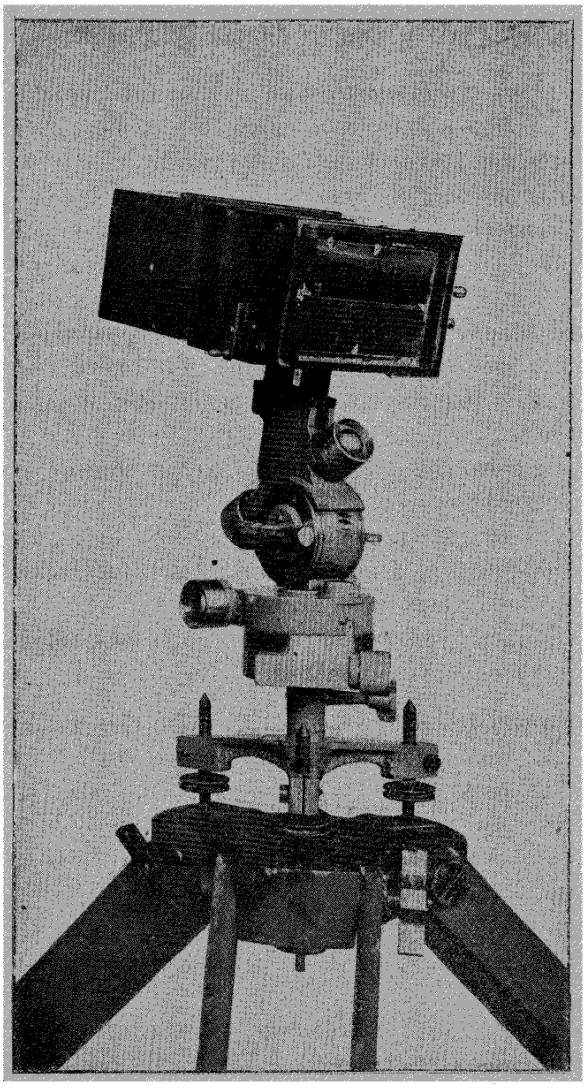


Fig. 15. — Appareil photographique sur pied gonio-sitométrique (vue arrière).

quadrillage sur le fanal électrique d'un poteau-repère, situé à 300 ou 400 m, puis on fait tourner l'appareil d'un angle connu (5° par exemple), vers la gauche ou vers la droite.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avant cette opération, on doit naturellement rendre le cercle azimutal horizontal, à l'aide de son niveau.

Pour le tir, on dispose ensuite le sitomètre suivant les angles fixés à l'avance, le site étant toujours arrondi au multiple de 5° le plus voisin, afin de n'avoir à se servir que d'un nombre limité d'abaques pour les lectures.

*Appareil sur pied gonio-sitométrique.* — Envisagé uniquement comme support d'appareil photographique, le sitomètre présente, pour son transport au poste d'observation, l'inconvénient d'être lourd.

Aussi l'a-t-on remplacé, ultérieurement, par un pied gonio-sitométrique facilement transportable à la main, du modèle de ceux qu'utilise le Service géographique de l'Armée, pour le montage des viseurs monoculaires à micromètres.

L'appareil se compose d'un trèpied en bois pour appareil photographique, sur lequel se fixe, par un ressort à pompe, un trépied métallique à vis calantes. L'axe de ce trépied supporte un goniomètre, sur lequel se monte un sitomètre réduit.

Le viseur réglementaire est remplacé par un support auquel on fixe l'appareil photographique.

Les figures 15 et 16 représentent l'installation qui a été faite par le Service géographique, à la demande de la Mission de Balistique des Tirs aériens, et sur les indications de M. G. Lyon.

Le repérage et la mise en station se font d'après les mêmes principes que ceux des appareils montés sur sitomètres.

*Coordonnées angulaires du point moyen.* — Soit E le centre de gravité du groupe formé par trois éclatements d'une même série. La dispersion est presque toujours assez petite pour qu'on puisse faire l'approximation suivante : les coordonnées angulaires (azimut $a$ et site $s$) du point E, vu du poste, sont les moyennes arithmétiques des coordonnées de même nom des trois éclatements.

On détermine donc, d'après le dépouillement des clichés principaux, secondaires ou sitométriques, les coordonnées angulaires du point tel que E, vu de chaque poste.

Il s'agit d'en déduire les coordonnées cartésiennes. C'est ce que nous allons faire, par méthode graphique.

*Détermination des coordonnées cartésiennes.* — On dessine une épure, à l'échelle du dix-millième, en utilisant, pour le report des angles, un rapporteur spécial donnant la minute. Sur cette épure, on marque :

*a*) le canon, la trace horizontale du plan de tir, et les postes sitométriques;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*b*) la trace horizontale du plan de visée du point E, vu de chaque poste sitométrique;

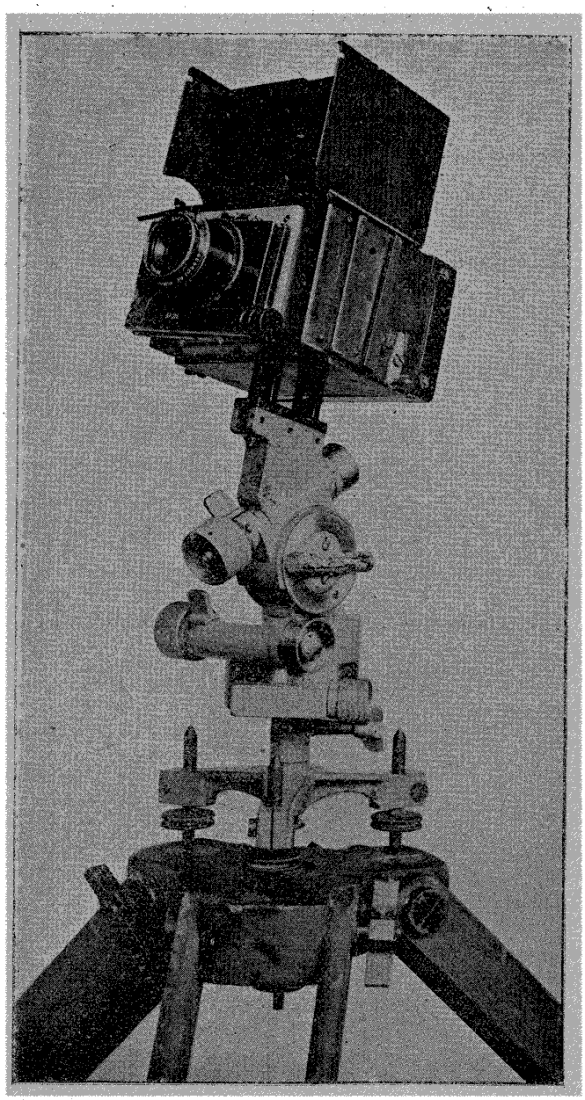


Fig. 16. — Appareil photographique sur pied gonio-sitométrique (vue avant).

*c*) la trace horizontale du plan de visée du même point, vu du poste photographique principal ou secondaire.

Les traces des postes sitométriques et secondaires déterminent un triangle d'erreur, à l'intérieur duquel passe, en général, la ligne de visée correspon-



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dante du poste principal. C'est sur cette dernière ligne qu'on place la position probable de la projection horizontale $e$ du point E.

Le choix ainsi fait est ensuite confirmé, ou infirmé, par la concordance des altitudes, dont chacune se calcule par la relation :

$$y = D \operatorname{tg} s$$

D étant la distance horizontale (lue sur l'épure) du point $e$ au poste envisagé. Si les altitudes ne concordent pas, on modifie en conséquence la position de $e$.

Lorsque le triangle d'erreur en projection horizontale a un angle très aigu, le choix du point $e$ est rendu très aléatoire. On effectue alors les constructions en projetant les directions PE sur le plan de tir.

MAURICE GARNIER,
*Ingénieur en chef d'Artillerie navale.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## ANNEXE N° 2

## MESURE DES DURÉES DE TRAJET DANS LES TIRS DE POLYGONE.

### I. — Compteurs a seconde et chrono-déroulEur.

*Emploi des compteurs à seconde.* — Avec de bons observateurs, même munis d'excellents compteurs à seconde, la durée d'un phénomène n'est pas mesurée avec une exactitude absolue. On trouve, en pratique, des écarts de trois ou quatre dixièmes de seconde.

Ces écarts sont dus à des causes diverses, qu'on peut ranger en deux catégories :

*a*) l'imperfection des compteurs ;

*b*) les erreurs psychologiques des observateurs.

Les premières ont été mises en évidence par M. G. Lyon, au moyen d'une expérience dont nous allons parler ci-après.

Les secondes proviennent, soit des conditions différentes de visibilité, soit de la fatigue des observateurs ou de leur nervosité, soit de distractions personnelles fortuites, soit d'une distraction générale de divers observateurs, provoquée par un même phénomène extérieur. On ne put se rendre compte de leur importance globale qu'après élimination des erreurs dues aux compteurs. Ce fut là l'objet d'une autre expérience dont il sera également parlé plus loin.

*Irrégularités des compteurs à seconde.* — L'expérience de M. G. Lyon, pour mettre en évidence l'irrégularité des compteurs à seconde, fut la suivante :

Sept des compteurs à seconde en service à la Commission de Gâvre, ont été mis en marche, puis accrochés sur une planche verticale, à côté de deux montres chronographes, dont l'une, parfaitement réglée, avait été prise comme étalon.

Une première photographie simultanée de l'ensemble fut prise, la montre-étalon marquant alors 26 m. 31,8 s. On releva, sur le cliché, la position des diverses aiguilles, au 1/10 de seconde près, et on en déduisit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soit l'avance, soit le retard, par rapport à la montre considérée comme étalon.

La même opération fut faite ensuite trois autres fois, aux intervalles suivants.

1 minute 0,8 secondes 4 minutes 0,0 seconde et 6 minutes 0,0 secondes.

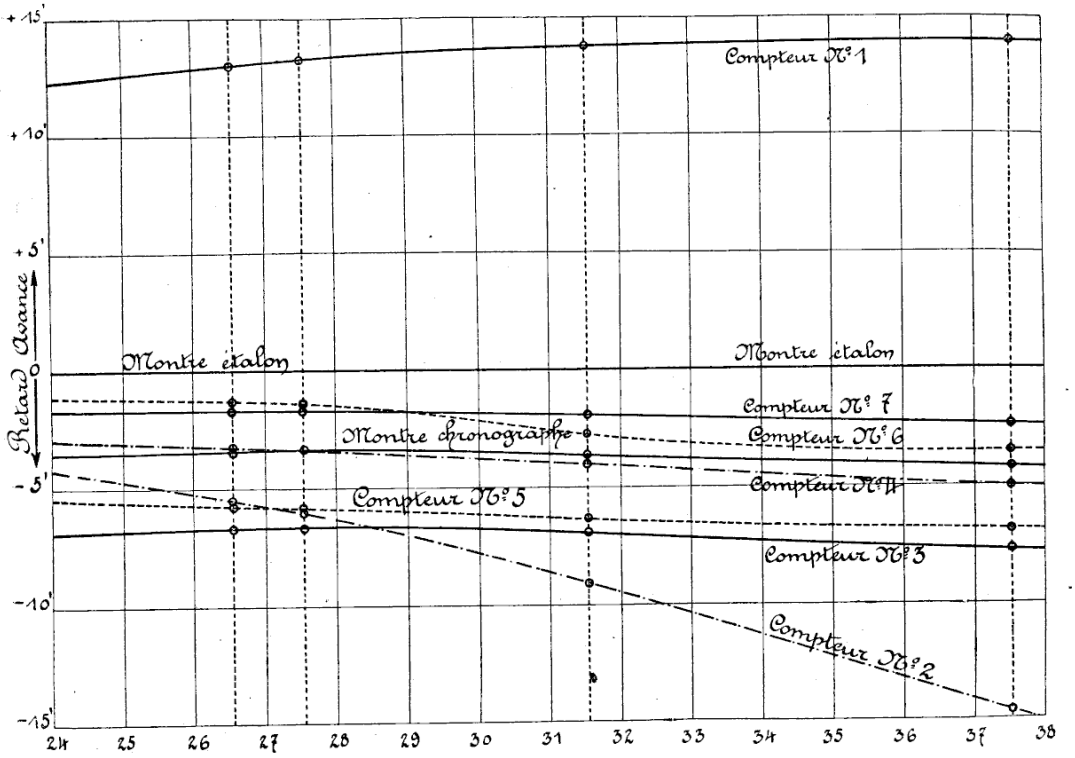



Fig. 17. — Graphique montrant l'irrégularité des compteurs à seconde.

Ce sont les résultats des lectures faites sur chacun des quatre clichés, qui sont résumés sur la figure 17. Nous allons voir quelles conclusions on peut en tirer.

*Résultats de l'expérience.* — D'une manière générale, il s'est trouvé que tous les compteurs, sauf le compteur n° 1, retardaient, surtout pendant les derniers intervalles.

Le retard, d'ailleurs variable, atteignait, dans une minute, de 1 à 3 dixièmes de seconde, suivant les compteurs. Pour le compteur n° 2, on constate même 1 seconde par minute. Au contraire, le compteur n° 1 avance

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de 5 dixièmes de seconde par minute au début, et est presque exact à la fin.

Les écarts ne sont pas linéaires par rapport au temps, et il semble qu'ils soient fonction du degré de remontage.

En résumé, on voit par là le peu de confiance que l'on doit attribuer aux compteurs à seconde, pour des mesures précises, même limitées aux durées inférieures à la minute, qui sont celles généralement relevées pendant les tirs.

*Appareil Boulitte.* — L'appareil Boulitte employé pendant la guerre, par les Sections de Repérage par le Son, permet d'inscrire les signaux, sur une bande de papier enfumé se déroulant, et, par conséquent, de garder trace des observations. Il est pourvu d'un excellent compteur, le « Jacquet » donnant, à volonté, la seconde ou le 1/5 de seconde et préalablement étalonné.

Le principe de l'appareil est le suivant : un courant électrique, lancé dans la ligne par le top de l'observateur, passe dans l'armature d'un petit électro-aimant Desprez, et attire un style, qui trace un crochet sur la bande de papier enfumé.

L'unité de temps, seconde ou cinquième de seconde, est inscrite, sur la même bande, par un autre style, commandé par le compteur Jacquet.

Cet appareil fut signalé par M. G. Lyon au Président de la Commission de Gâvre, qui en fit commander un modèle, en vue d'améliorer la mesure des durées de trajet.

*Chrono-dérouleur Lyon.* — Le constructeur ne pouvant pas fournir l'appareil demandé dans un délai suffisamment court pour servir aux travaux urgents de la Mission de Balistique des Tirs aériens, M. G. Lyon fit établir, en attendant, et par ses propres moyens, un autre appareil qu'il appela « chrono-dérouleur ».

La figure 18 représente cet appareil tel qu'il a été réalisé. Les principales différences avec le Boulitte sont les suivantes :

*a*) Dans le chrono-dérouleur, les signaux sont tracés à l'encre, par des plumes Richard, sur une bande de papier blanc, tandis que dans le Boulitte, ils sont inscrits par styles, sur une bande de papier enfumé;

*b*) Le chrono-dérouleur comporte un plus grand nombre de plumes, de façon à pouvoir obtenir les tops simultanés de quatre observateurs différents, sans compter ceux de l'horloge électrique et du départ du coup.

Ce chrono-dérouleur fut employé d'abord seul, dans les expériences de la Mission de Balistique des Tirs aériens. On le maintint en service malgré la réception du Boulitte, comme permettant des observations plus nom-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

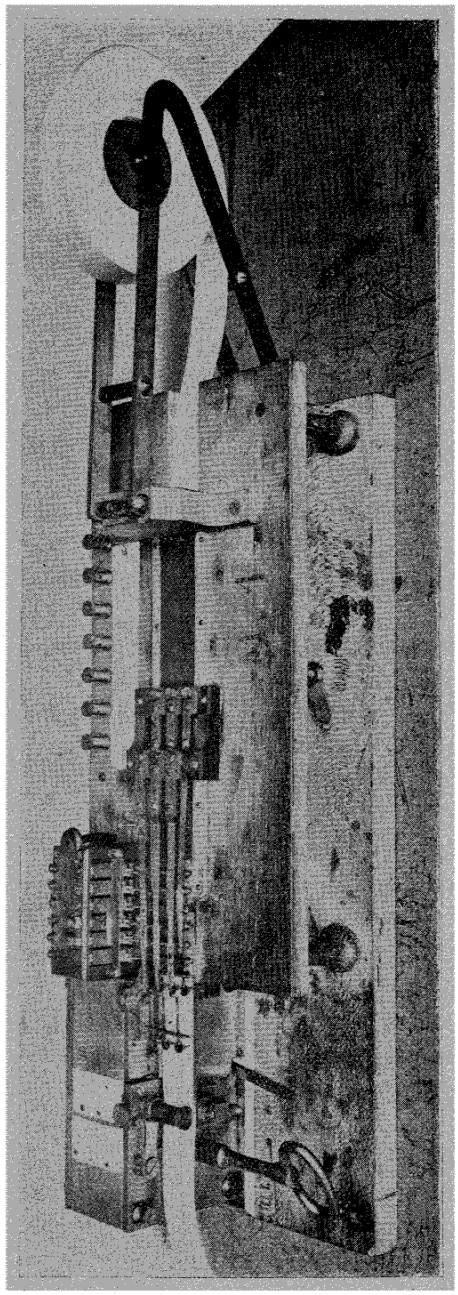


Fig. 18. — Vue d'ensemble du chrono-dérouleur G. Lyon.

breuses, et on le conserva même, comme appareil d'appoint, à l'apparition du chrono-cinéma dont il sera question plus loin.

*Erreurs des observateurs.* — Quand on emploie l'appareil Boulitte ou le chrono-dérouleur Lyon, le signal du départ du coup est donné automatiquement par le projectile lui-même (rupture directe d'un fil de bouche, ou rupture d'un courant électrique sous l'action d'un vibreur).

S'il s'agit d'un tir balistique à terre, on peut aussi avoir une rupture automatique de courant au point de chute, au moyen d'un appareil Ollivier actionné par le choc du projectile sur le sol; mais pour les tirs fusants, il n'en est pas de même.

Le signal de l'éclatement est alors donné par un top donné à la main par l'observateur, agissant sur un manipulateur Morse. Cette intervention humaine est cause de diverses erreurs signalées plus haut, et dont la principale correspond à ce qu'on nomme communément « l'équation personnelle ».

On voulut se rendre compte si ces erreurs psychologiques, de natures et de sources très différentes, étaient toutes essentiellement variables et, par suite impossibles à prévoir

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et à éliminer, ou si, au contraire, elles n'étaient pas, comme d'aucuns le prétendent, constantes et régulières pour le même observateur.

Pour mettre la chose en évidence, et étudier la question de plus près, M. G. Lyon réalisa l'expérience suivante, sur une quinzaine d'observateurs pris parmi le personnel de la Mission de Balistique des Tirs aériens et de la Commission de Gâvre.

*Mise en évidence des erreurs psychologiques.* — On fit éclater successivement, par commande électrique, deux pétards, placés sur des poteaux de 2 m, à une certaine distance l'un de l'autre, et à 100 m, en avant des observateurs. L'un des pétards figurait le départ du coup et le second l'éclatement.

Chaque observateur devait donner, dès la perception de chaque explosion, un top qui s'inscrivait au chrono-dérouleur. L'époque exacte de l'explosion était, par ailleurs, enregistrée automatiquement par la rupture du courant (fil métallique sur le pétard).

L'expérience a été répétée plusieurs fois pour chaque observateur. Après dépouillement des bandes, on a établi les deux classements ci-après :

| 1er CLASSEMENT | | 2e CLASSEMENT | |
|---|---|---|---|
| Observateurs. | Moyenne des écarts pris avec leurs signes (en milli-secondes). | Observateurs. | Écarts moyens des écarts (en milli-secondes). |
| A | 199 | A | 15 |
| B | 238 | B | 16 |
| C | 243 | C | 28 |
| D | 243 | E | 30 |
| E | 251 | N | 31 |
| F | 254 | J | 34 |
| G | 263 | M | 34 |
| H | 268 | K | 34 |
| I | 287 | I | 38 |
| J | 303 | F | 43 |
| K | 306 | H | 49 |
| L | 318 | D | 49 |
| M | 336 | L | 56 |
| N | 386 | G | 72 |
| O | 410 | O | 79 |

*Conclusions de l'expérience.* — Le premier tableau montre que la meilleure moyenne des écarts est d'environ 0,2 secondes, et qu'elle peut atteindre 0,4 secondes pour certains observateurs : elle varie donc du simple au double.

Le second tableau montre que les écarts moyens de ces écarts varient encore plus suivant les observateurs, puisqu'ils passent du simple au quin-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tuple. Le classement est d'ailleurs le même, pour le meilleur observateur (A), pour le plus mauvais (O), et pour l'observateur (I) qui se trouve dans la moyenne. Ce dernier a une équation personnelle avoisinant 0,3 secondes, avec un écart moyen de l'ordre de 0,04 secondes.

Il convient de remarquer que les conditions de l'expérience ont beaucoup d'importance, au point de vue des erreurs du genre de celles dont il est question. Il est évident, par exemple, que la distance et la coloration de l'éclatement, sa dispersion en site ou en azimut, l'état de l'atmosphère, influent notablement sur la rapidité d'observation.

Les conditions de l'expérience précédente étant beaucoup plus favorables à l'observation que les conditions réelles d'un tir fusant, on est obligé de conclure, comme nous l'avons fait, que l'on ne peut pas, pour des mesures tant soit peu précises, se fier à l'enregistrement personnel des observateurs.

On a donc été conduit à rechercher, pour les tirs fusants, comme pour les tirs balistiques à terre, un mode d'enregistrement automatique, supprimant l'intervention des observateurs.

*Difficultés particulières du problème.* — Le problème à résoudre ici était toutefois plus difficile que celui du tir à terre, et en voici les raisons :

*a*) Dans le tir à terre, on peut placer les appareils automatiques genre Ollivier dans le voisinage du point de chute, tandis que la chose est impossible pour les éclatements.

Il faudrait alors, pour enregistrer les éclatements, des appareils ultra-sensibles qu'on n'a pas encore trouvés. D'ailleurs, si on les possédait, ils seraient probablement inutilisables, parce que fonctionnant à tous les bruits parasites de l'entourage;

*b*) Pour avoir la durée de trajet, il faut corriger la durée enregistrée, du temps mis par le son pour arriver du point de chute, ou du point d'éclatement, à l'appareil Ollivier.

Cette correction peut être rendue très faible, et par suite très précise, dans le cas du tir à terre, mais il n'en est pas de même pour le tir fusant;

*c*) La correction dont on vient de parler est rendue assez aléatoire, par suite de l'action du vent, toujours plus ou moins bien connu. Par ailleurs, la vitesse du son est variable avec la température, donc avec l'altitude.

Il faudrait par suite, tenir compte de l'état de l'atmosphère, en vent et température, dans toutes les couches traversées, ce qui complique encore le problème.

Pour toutes ces raisons, on estima que l'intervention du son, comme intermédiaire, était défaillante, et M. G. Lyon recourut à la lumière qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tourne toutes les difficultés. De là, l'idée de la méthode chrono-photographique, qui donna la solution du problème.

*Origine de la méthode photographique.* — Dès la fin de 1915, M. G. Lyon obtenait, grâce aux objectifs prêtés obligeamment par MM. Gaumont et Louis Lumière, le tracé de trajectoires réelles d'obus traceurs de 75, en photographiant, la nuit, la traînée lumineuse laissée par ces projectiles.

A la suite de cet essai, on songea à obtenir l'enregistrement des éclatements d'obus fusants, par la photographie, et à en déduire leurs coordonnées dans l'espace.

La première difficulté consistait à trouver, pour les obus, un chargement qui rendît l'éclatement suffisamment photogénique. On la résolut comme on l'a vu dans l'Annexe n° 2, par l'emploi d'une petite quantité de magnésium, dont le pouvoir actinique considérable permet l'impression des clichés aux grandes distances (les expériences ont été faites jusqu'à une quinzaine de kilomètres). De là, la méthode photographique dont il a été parlé plus haut, pour mesurer les coordonnées des points d'éclatement.

Pour la mesure des durées de trajet, M. G. Lyon eut l'idée d'utiliser la même propriété, en se servant d'un appareil cinématographique spécial. Le problème présentait toutefois une difficulté supplémentaire, tenant à ce que le film, obligé de se dérouler avec une certaine vitesse si on veut avoir de la précision, ne peut par suite être exposé que pendant une durée beaucoup plus faible à la lueur de l'éclatement.

D'autres difficultés de réalisation devaient d'ailleurs surgir. Le problème fut cependant mené à bien, et aboutit à la construction d'un appareil, le « chrono-cinéma Lyon », mis en service depuis le milieu de 1917, et qui a fonctionné jusqu'à la fin de la guerre.

La description détaillée et le mode de fonctionnement de cet appareil sont donnés ci-après.

## II. — Chrono-cinéma Lyon.

*Principe de l'appareil.* — Sur le film sensibilisé d'un appareil cinématographique s'inscrivent, pendant le déroulement :

*a*) Le temps, par 1/5 de seconde, en traits interrompus, par obturations périodiques d'un petit trou éclairé par une lampe électrique, commandée par le Jacquet;

*b*) le départ du coup, par interruption brusque du trait continu fait par un autre petit trou, éclairé par la même lampe, interruption obtenue par un obturateur commandé par le départ du coup;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*c*) l'éclatement de l'obus, par photographie directe sur le film, de la lueur de la charge magnésifère.

La parallaxe de cette dernière image, par rapport à l'axe optique de l'objectif est enregistrée, au même moment, par un appareil photographique auxiliaire, sur le fonctionnement duquel on reviendra plus loin.

Par ailleurs, le cinquième de seconde, donné par un compteur Jacquet, a

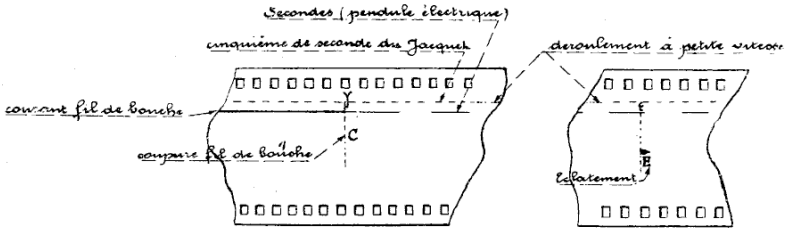



Fig. 19. — Aspect d'un film du chrono-cinéma G. Lyon.

besoin d'être contrôlé, par rapport à la seconde-type de l'horloge électrique. Un dispositif permet, à cet effet, une fois réalisée l'inscription du départ du coup, d'utiliser le circuit correspondant, pour inscrire cette seconde-type.

*Aspect de la bande.* — Le film cinématographique adopté est en papier assez fort, du type courant du Service géographique de l'Armée (Sections de Repérage par le Son).

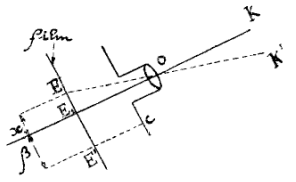



Fig. 20. — Correction de parallaxe à effectuer sur le film.

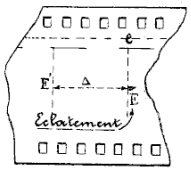



Fig. 21. — Fragment de film montrant la correction à effectuer.

Ce film est perforé sur les bords, pour l'entraînement, et recouvert d'une émulsion très sensible.

La bande, après développement, présente, en somme, l'aspect de la figure 19.

C marquant le départ du coup, son époque, par rapport aux battements du Jacquet, s'établit en $\gamma$.

L'éclatement étant photographié en E, son époque se relève en $\varepsilon$.

Le temps entre $\gamma$ et $\varepsilon$, évalué en secondes-types, et fractions aux extrémités, par les battements du Jacquet, donne la durée brute du phénomène. Il faut corriger cette durée des diverses parallaxes dont nous allons parler.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Corrections de parallaxe.* — On doit remarquer, tout d'abord, que les signaux du Jacquet, ainsi que le signal du départ du coup, sont décalés d'une certaine quantité $\beta$, par rapport à l'image de l'axe optique de l'objectif. Il faut donc, en tout cas, ramener le point $\varepsilon$ vers le point $\gamma$, de cette quantité.

Si l'angle de site donné à l'axe optique de l'appareil est exactement celui de l'éclatement réel, cette correction est suffisante. Mais généralement, il y aura un léger décalage, en site, de l'éclatement réel K′, par rapport à l'éclatement escompté K, vers lequel on a dirigé préalablement l'axe optique de l'objectif (fig. 20 et 21).

L'image de l'éclatement, au lieu de se faire en $E_1$ sur le film, se fera alors en E, et la correction réelle à faire, au lieu d'être $\beta$, sera :

$$\Delta = \beta + x. \tag{1}$$

*Exécution pratique de la correction.* — Pour éviter tout calcul, on a fixé, à la partie supérieure du cinéma, dont l'objectif est $O_1$, un petit appareil photographique auxiliaire d'objectif $O_2$, dont la distance focale est exactement la même que celle du cinéma (voir la figure 24 plus loin).

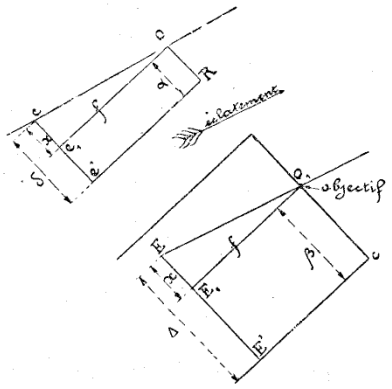



Fig. 22. — Emploi d'un appareil photographique auxiliaire pour évaluer la correction.

R est d'autre part une lampe homologue de la lampe C qui marque le départ du coup (fig. 22).

Grâce à l'appareil auxiliaire, l'éclatement est photographié sur une plaque fixe en *e*. Une ligne de repérage étant constituée, en R, par deux petits trous percés horizontalement, la hauteur $ee' = \delta$ peut être lue exactement sur le petit cliché, après développement.

Or les distances focales étant les mêmes, on peut écrire :

$$ee'_1 = EE_1$$

d'où :

$$\delta = \alpha + x. \tag{2}$$

Au lieu de calculer $x$, il suffit de l'éliminer en retranchant (2) de (1), ce qui donne, en résolvant par rapport à l'inconnue $\Delta$ :

$$\Delta = \delta + (\beta - \alpha)$$

$(\beta - \alpha)$ est une constante dépendant de la construction de l'appareil, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peut être tarée très exactement. Quant à $\delta$, il suffit de le mesurer, pour chaque éclatement, sur le cliché de l'appareil auxiliaire.

*Disposition d'ensemble de l'appareil.* — L'appareil, installé dans un abri, est représenté, en ordre de marche, sur la figure 23.

Il est monté sur un bâti en bois B, qui peut s'orienter en azimut, par rapport au plateau gradué P. Le site est donné, au cinéma proprement dit, par le pignon denté S, mû par la manivelle M.

Sur la face latérale droite du bâti sont rassemblés, sous forme de tableau, les principaux organes de commande et de distribution (fig. 24).

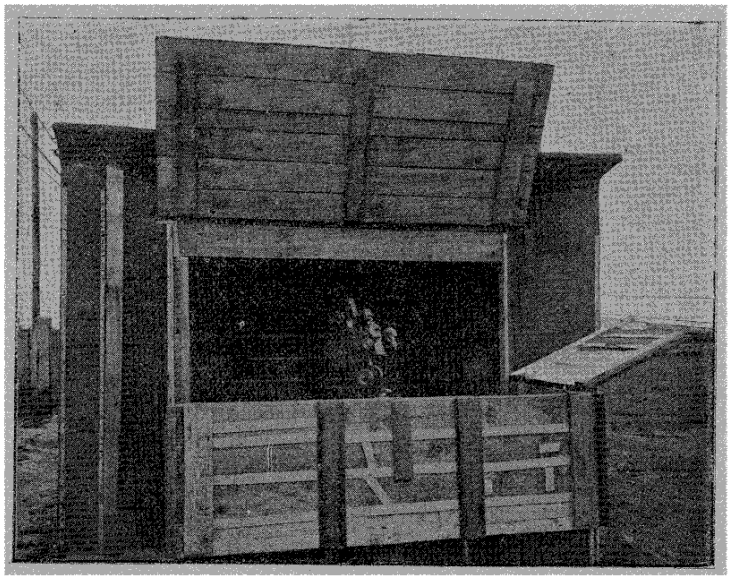


Fig. 23. — Poste du chrono-cinéma Lyon (vue de l'extérieur).

*Compteur et électros.* — Au-dessus du bâti, on a placé le rupteur à mouvement d'horlogerie dit « Jacquet », qui fait battre le cinquième de seconde, à l'obturateur de l'électro de gauche de la façade du cinéma (représentée ouverte dans la fig. 25). Nous désignerons cet électro sous le nom d' « électro-compteur ».

L'électro de droite, que nous appellerons « électro de départ », est analogue, comme rôle et comme construction, à celui de gauche, mais il est actionné par la rupture du courant marquant le départ du coup de canon. Après le départ du coup, on l'utilise, comme on l'a dit plus haut, en le branchant sur le courant de l'horloge électrique.

La figure 26 montre l'appareil tel qu'il est, en ordre de marche, avec sa

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

façade fermée, et la grosse lampe destinée à produire les signaux lumineux sur le film.

*Déroulement du film.* — Le déroulement du film du cinéma proprement

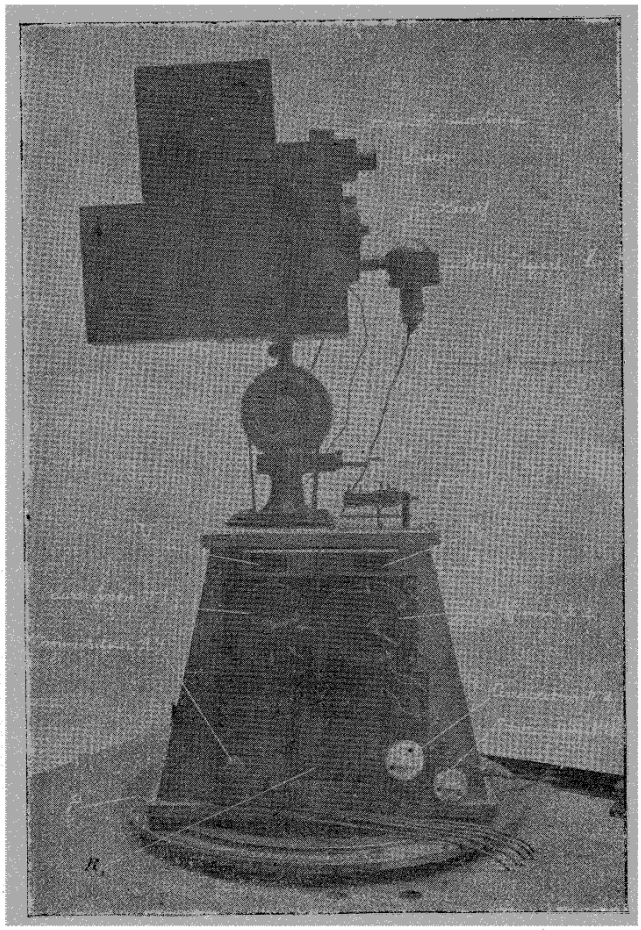


Fig. 24. — Chrono-cinéma Lyon (vue d'ensemble prise à droite).

dit est produit par un petit moteur électrique à 110 V, logé dans le bâti B (fig. 27).

Deux vitesses sont prévues pour ce moteur. La grande correspond, pour la bande, à un déroulement de 22,5 mm : s, et la petite à un déroulement de 9,5 mm : s.

L'emploi de la petite vitesse, pendant la plus grande partie du trajet du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

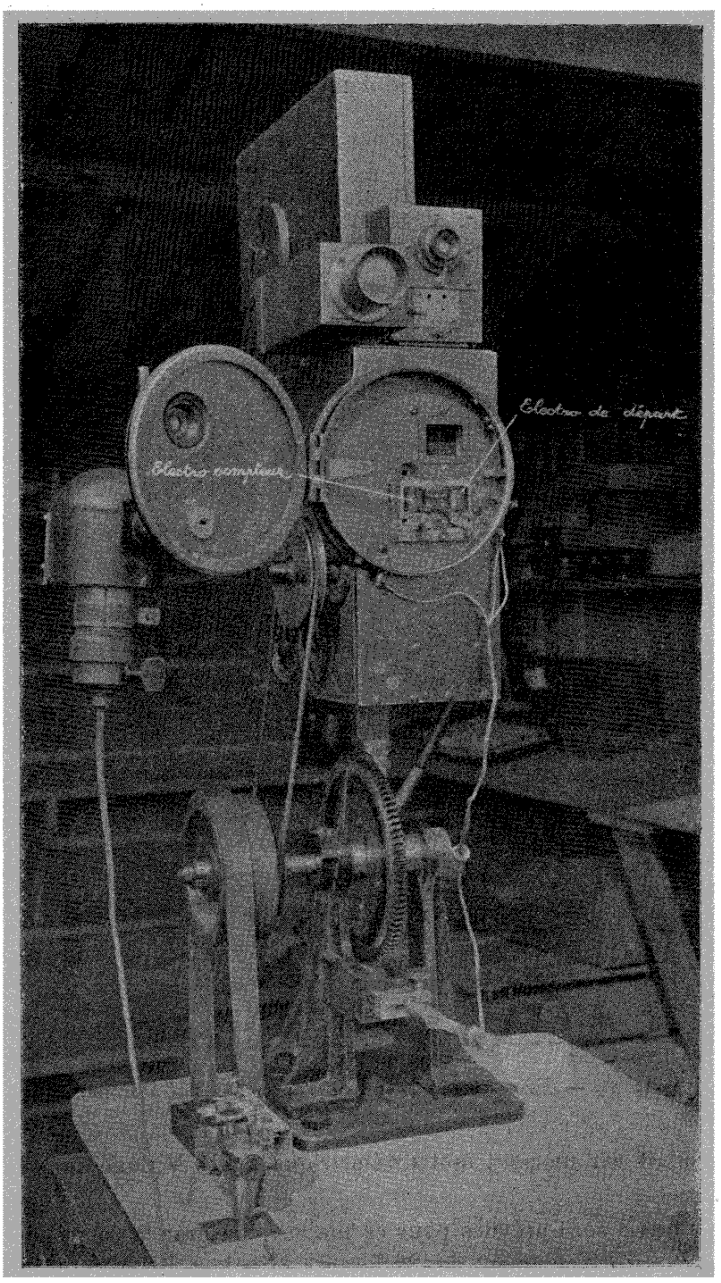



Fig. 25. — Chrono-cinéma Lyon (vue du cinéma par devant, façade ouverte).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

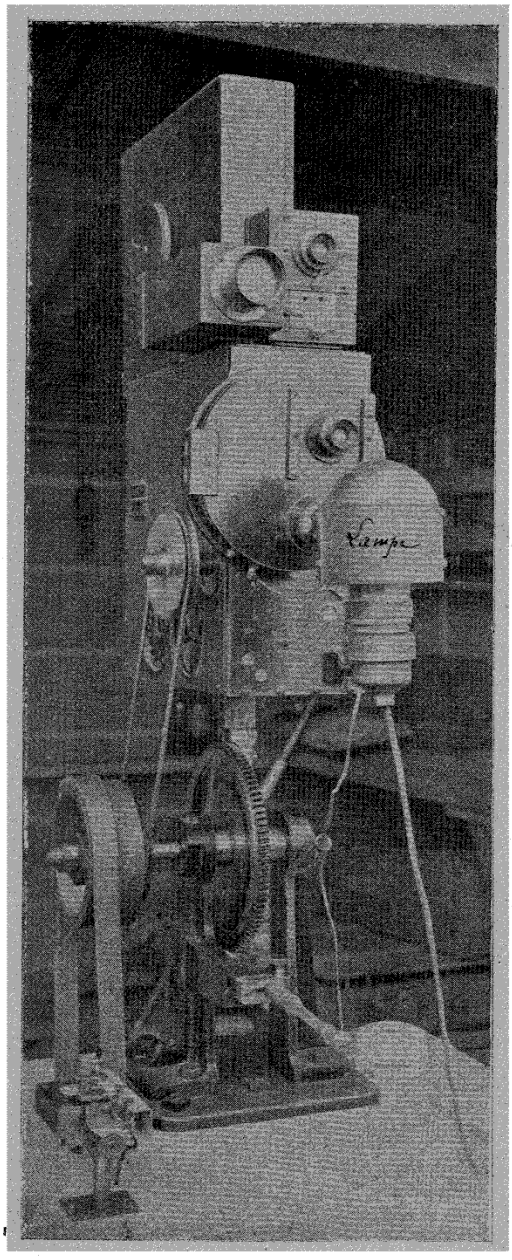



Fig. 26. — Chrono-cinéma Lyon (vue du cinéma par devant, façade fermée).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

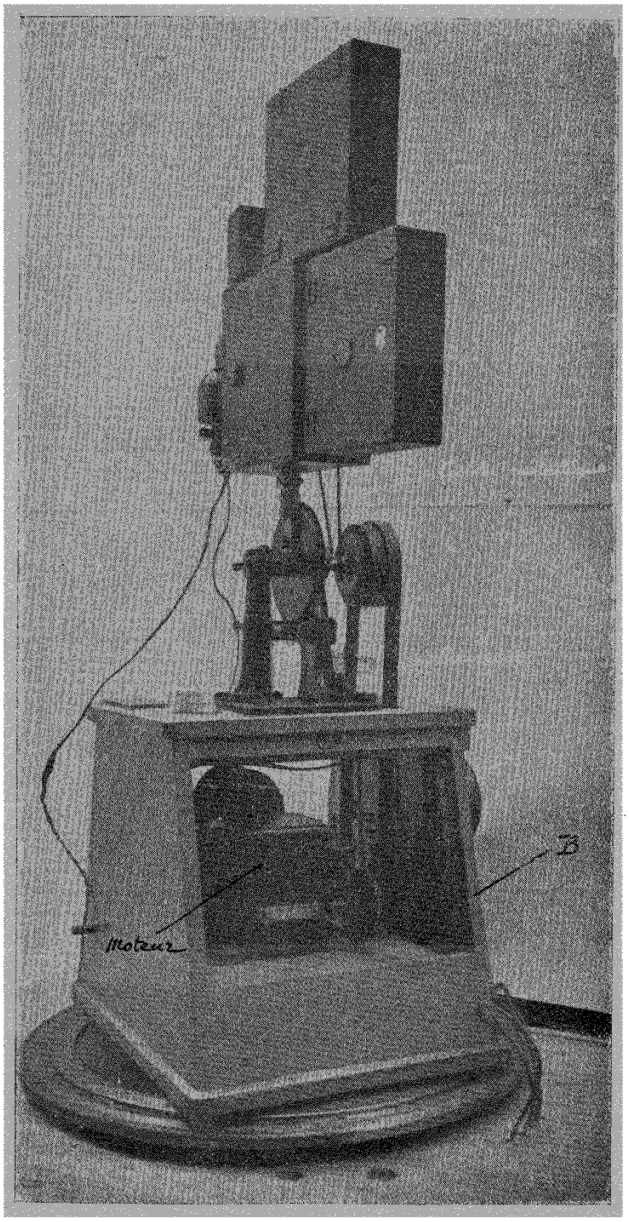



Fig. 27. — Chrono-cinéma Lyon (vue par l'arrière).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

projectile, durant laquelle aucune mesure, autre que le décompte des battements de seconde n'est nécessaire, économise une grande longueur de bande.

Ces deux vitesses sont obtenues par deux poulies placées sur le même arbre, et attaquées à volonté par un embrayage à fourche, dont la translation est commandée mécaniquement par un mouvement d'horlogerie (fig. 28). Celui-ci est déclanché par un électro-aimant dit « électro du changement de vitesse ».

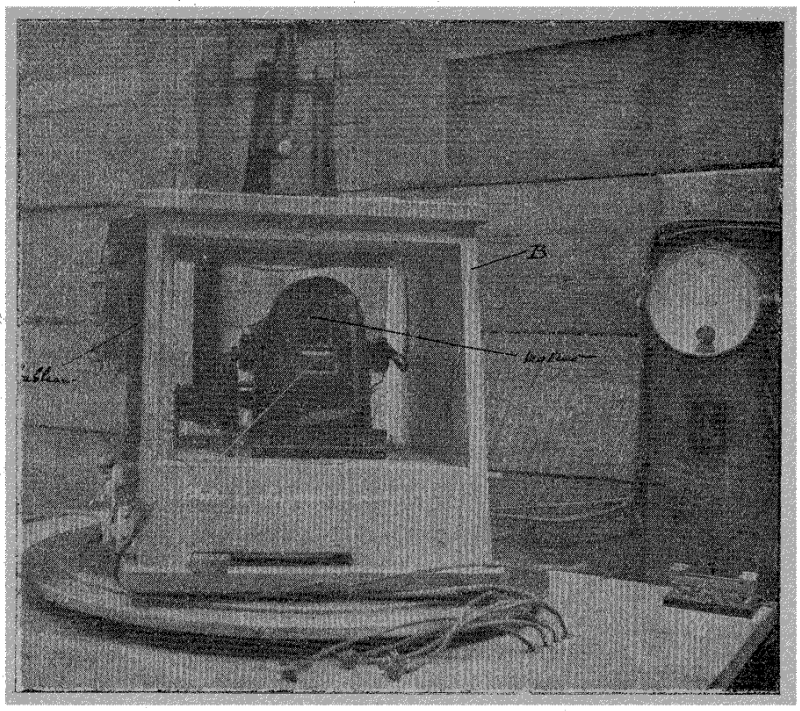


Fig. 28. — Chrono-cinéma Lyon (vue du bâti et du moteur).

*Durées-fixeurs et chavireurs.* — Sur la façade latérale droite, formant tableau de distribution (fig. 29) on remarque deux cadrans, dénommés « durées-fixeurs ». L'aiguille de chacun parcourt un tour en une minute, et peut, en passant à frottement devant des fiches, fermer le courant interrompu sur ces fiches.

Signalons, en outre, deux ou trois interrupteurs commutateurs ou conjoncteurs, un électro-inverseur $R_1$, qui reçoit son courant d'excitation du fil ou du rupteur de bouche, et quatre chavireurs « Carpentier » dont le rôle sera expliqué plus loin.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin $V_1$ et $V_2$ sont deux voyants lumineux rouge et vert, portant, le premier, l'indication « feu », et le second, l'indication « attention à l'éclatement ».

## III. — Fonctionnement de l'appareil.

*Schéma des connections.* — Pour l'intelligence du mécanisme, il convient de se reporter aux figures 28 et 29 et au schéma (fig. 30) des divers circuits électriques.

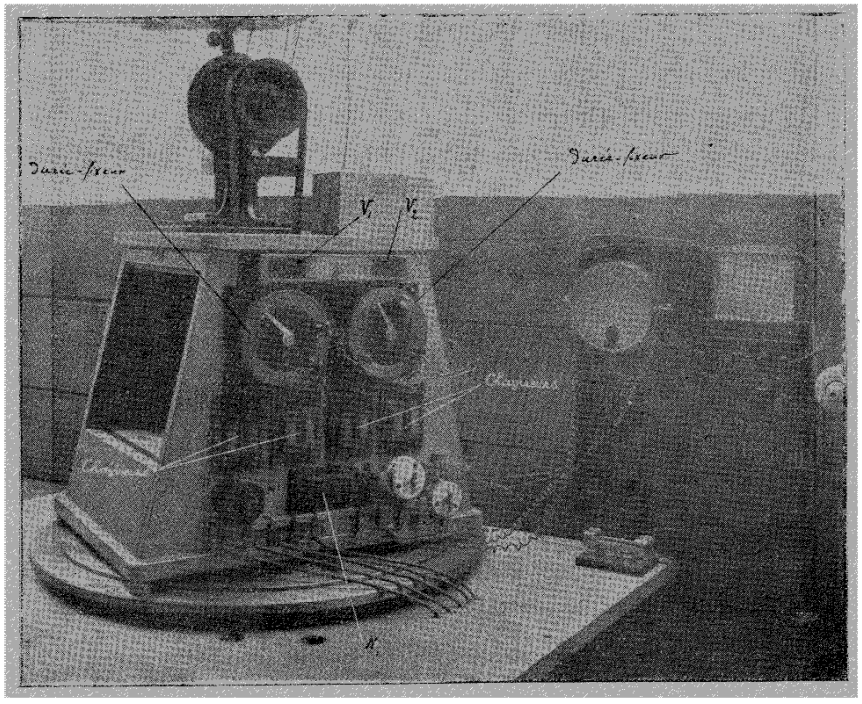



Fig. 29. — Chrono-cinéma Lyon (vue du tableau de distribution).

A part l'éclairage des lampes extérieures, qui est à 110 V, le courant nécessaire à l'alimentation de tous les circuits intérieurs dérivés doit être à la tension d'environ 15 V, pour une marche normale.

Parmi les nombreux appareils à actionner, on remarque un certain nombre d'électro-aimants ordinaires, tels que les nos 1 et 2, actionnant des plumes de chrono-dérouleurs, l'électro-compteur, l'électro de départ, et enfin l'électro du changement de vitesse sur lesquels il n'y a pas lieu d'insister.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

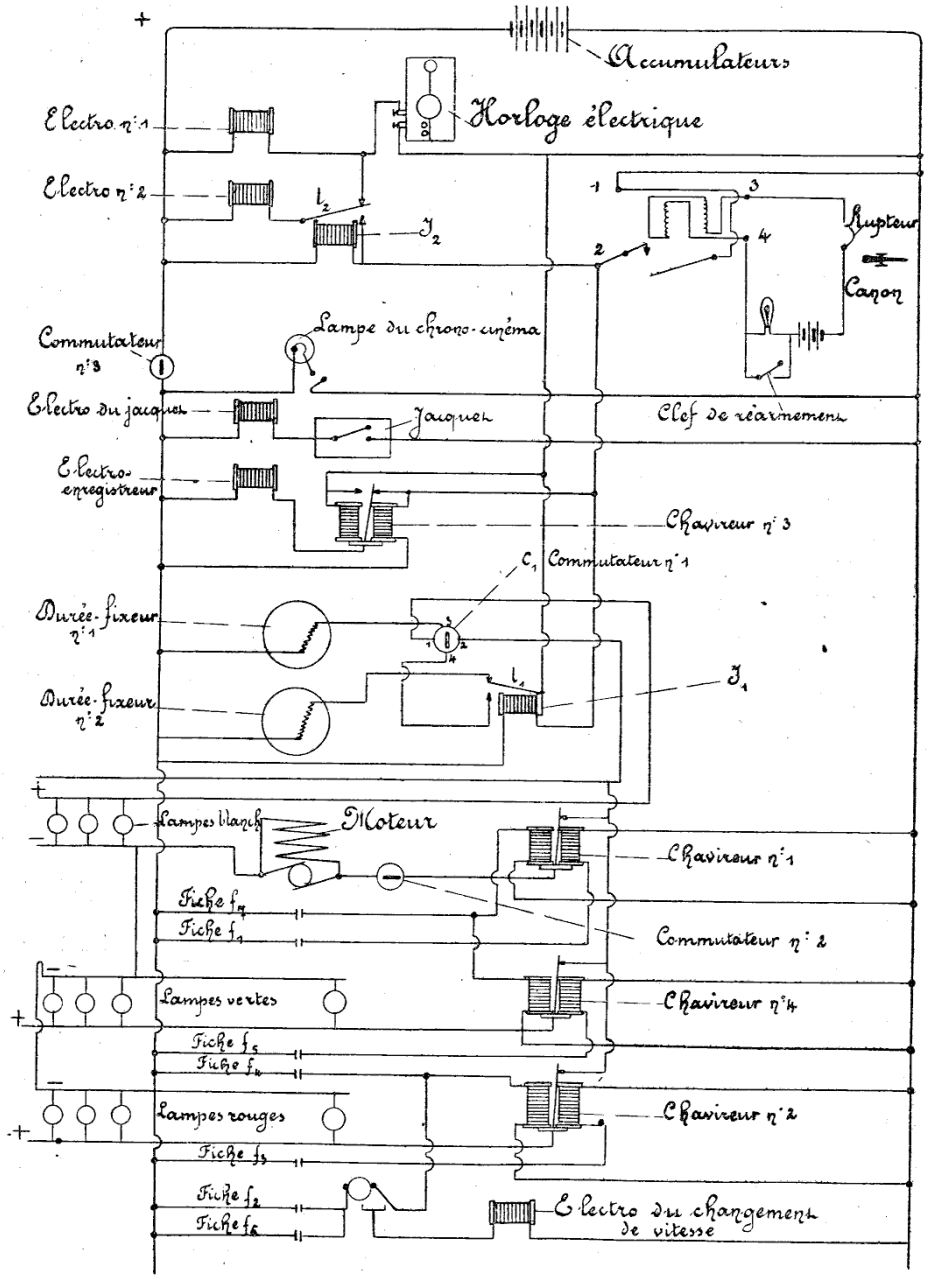



Fig. 30. — Chrono-cinéma Lyon, schéma des connexions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Leurs résistances sont seulement étudiées pour le meilleur équilibrage des circuits dérivés.

*Fonctionnement des électros.* — D'autres électros $J_1$ et $J_2$ sont de simples inverseurs. Tant qu'il y a du courant dans le circuit de départ (fil de bouche ou rupteur), les leviers $I_1$ et $I_2$ des inverseurs $R_1$, $R_2$ sont abattus, c'est-à-dire attirés vers le bas.

Quand ce courant est coupé, les leviers, qui forment ressorts sont renvoyés sur un contact supérieur. Le déclenchement est instantané, mais, à fin de course (côté haut), le mouvement est intentionnellement ralenti par un petit piston formant frein à air.

Les électros doubles, désignés sous le nom de chavireurs nos 1, 2, 3 et 4, et auxquels il a été fait allusion plus haut, ont chacun cette particularité intéressante d'attirer à droite ou à gauche, suivant le cas, la masse basculante *b* correspondante.

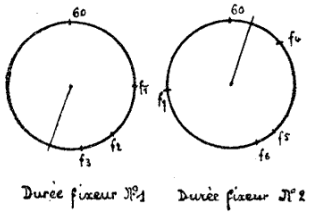



Fig. 31. — Schéma des durées-fixeurs, pour explication du fonctionnement.

Le courant qui passe par $b_1$, $b_2$, $b_3$, $b_4$, vers la droite, quand l'électro de droite reçoit un courant instantané (à la fermeture des fiches 1, 2, 3, etc...) est, au contraire, coupé, quand les pièces *b* sont attirées par les électros de gauche.

Ces pièces *b* sont d'ailleurs équilibrées, par ressort à appui excentré, de telle sorte qu'elles se maintiennent dans la position qu'elles ont prise, même lorsque l'attraction qui les a déplacées a cessé.

*Fonctionnement des « durées-fixeurs ».* — Les durées-fixeurs » nos 1 et 2 fonctionnent par rochet électro-magnétique.

L'aiguille, qui bat la seconde, porte, à son extrémité, un petit contracteur souple qui vient rencontrer les deux branches métalliques, formant la prise de courant, des fiches $f_1$, $f_2$, $f_3$, etc..., placées d'avance dans les trous déterminés du cadran (l'intervalle de deux trous correspond à une seconde).

Nous allons exposer le fonctionnement presque entièrement automatique de l'appareil.

*Opérations préliminaires.* — L'appareil est d'abord placé à l'azimut et au site calculés à l'avance, lors de la préparation du tir. Les fiches des durées-fixeurs sont installées dans des trous convenables des cadrans (les temps correspondants sont fixés d'après la préparation du tir).

Le commutateur $C_1$, qui était préalablement dans la position (1-2) (fig. 30)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est tourné dans la position (3-4), dès que les observateurs du polygone et les servants de la pièce ont envoyé le signal « paré » (ce signal est en pratique, constitué par un voyant lumineux).

En même temps, on commande « attention pour le n° tant ». La lumière blanche des divers postes autour de la batterie, est immédiatement coupée par l'opérateur du cinéma, et le durée-fixeur n° 1 se met automatiquement en marche.

La fiche $f_2$ met ensuite le moteur à la grande vitesse, si par hasard il n'y était pas déjà au démarrage (changement de vitesse).

La fiche $f_3$ donne enfin le signal « feu » sous la forme d'une lampe rouge, qui s'allume à la pièce, devant le tireur, et d'un voyant rouge $V_1$, sur le tableau de distribution du cinéma.

*Départ du coup.* — A ce dernier signal (voyant rouge), le tireur met le feu.

Au moment où le projectile part réellement, la rupture brusque du courant, dans le circuit de départ (fil de bouche ou rupteur), libère, vers le haut, les leviers $I_1$ et $I_2$ des inverseurs $J_1$ et $J_2$.

Le levier $I_2$ met l'électro n° 2 sur le circuit de l'horloge électrique, tandis que le levier $I_1$ coupe le courant du durée-fixeur n° 1, dont l'aiguille s'arrête, et met en marche le durée-fixeur n° 2.

A ce moment, les deux durées-fixeurs ont leurs aiguilles disposées comme dans la figure 31.

Au départ du coup, le chavireur n° 3 a d'ailleurs fonctionné à gauche, et l'électro de départ a fermé ainsi brusquement l'obturateur, devant la fente lumineuse éclairée par la lampe départ L (fig. 24).

Ce même électro se trouvant aussitôt dans le circuit de l'horloge électrique, son obturateur va battre la seconde. Celle-ci va dès lors s'inscrire sur la bande du cinéma, comme il a été dit plus haut, et contrôler ainsi les battements du « Jacquet », pendant la presque totalité de la durée du trajet.

*Pendant le trajet de l'obus.* — Suivons maintenant la marche du second durée-fixeur qui vient de démarrer.

L'aiguille, en rencontrant la fiche $f_4$, presque après le départ du coup, d'une part, fait basculer le chavireur n° 2 vers la gauche, ce qui éteint les lampes rouges, et, d'autre part, envoie du courant à l'électro du changement de vitesse, qui met aussitôt le moteur à la petite vitesse.

Lorsque l'aiguille du durée-fixeur rencontre la fiche $f_5$, préalablement placée 4 secondes avant l'époque présumée de l'éclatement, le chavireur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

n° 4 fonctionne à droite, et le voyant vert $V_2$ du tableau de distribution, ainsi que les lampes vertes placées dans le voisinage de la batterie, s'allument. Le personnel observateur est ainsi prévenu automatiquement que l'éclatement est sur le point de se produire.

La fiche $f_6$ étant placée une seconde après (soit 3 secondes avant l'époque présumée de l'éclatement), au passage en $f_6$, le changement de vitesse fonctionne de nouveau, pour remettre le moteur à la grande vitesse.

*Éclatement de l'obus.* — Quand l'éclatement se produit, il est enregistré par le cinéma et par les appareils photographiques des divers postes du polygone (mesures des coordonnées).

L'opérateur peut alors arrêter le moteur en agissant sur le commutateur n° 2 (fig. 30). S'il ne le fait pas, ou s'il y a un raté, l'arrêt se fait automatiquement par la fiche $f_7$.

Celle-ci est, à cet effet, placée une dizaine de secondes après l'époque présumée de l'éclatement. Quand l'aiguille l'atteint, les chavireurs n$^{os}$ 5, 1 et 4 fonctionnent à gauche, et le moteur s'arrête, en même temps que les lampes vertes s'éteignent. Si l'obus n'a pas éclaté, on évite ainsi une consommation de film inutile.

*Dernières opérations.* — Le moteur étant arrêté, l'opérateur remet le commutateur $C_1$, dans sa position initiale, et rallume ainsi les lampes blanches de la batterie.

Il arrête ensuite le durée-fixeur n° 2, soit au moyen du commutateur n° 3 (fig. 30), soit, ce qui est préférable, en faisant rétablir le circuit de départ. Celui-ci, ainsi qu'on l'a vu plus haut, abat les leviers $I_1$ et $I_2$ et remet, pour le coup suivant, les électros inverseurs $J_1$ et $J_2$ dans leurs positions primitives.

L'opération se fait très simplement, en manœuvrant une clef de réarmement, placée dans le circuit d'un relais spécial R. Ce relais, ajouté à l'appareil primititif, quand on remplaça systématiquement l'usage du fil de bouche par celui des rupteurs électro-acoustiques, est placé en série avec le fil du rupteur acoustique, et constitue par suite une seconde rupture du circuit de départ.

Lorsque le coup est parti et enregistré, cette seconde rupture doit cesser, pour replacer tout le mécanisme à la position de départ. C'est pour cela qu'une clef de réarmement actionnée par l'opérateur est nécessaire pour réamorcer le relais, et remettre les choses en état.

Les aiguilles des durées-fixeurs étant remises au zéro, le cliché de l'appareil secondaire, et le film du cinéma sont repérés et numérotés. En ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

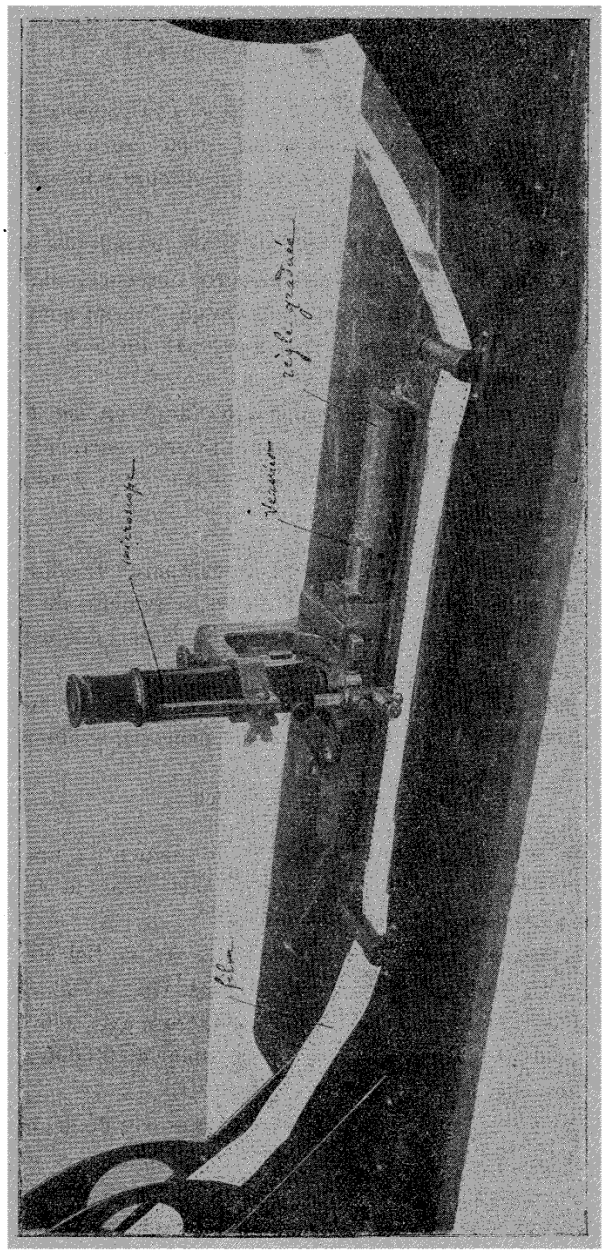


Fig. 32. — Vue d'ensemble du comparateur pour lecture des films.

qui concerne ce dernier, il suffit d'écrire directement, sur la bande, à travers la fenêtre située derrière l'objectif, et qu'on découvre en ouvrant la porte.

L'appareil est alors « paré » pour le coup suivant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## IV. — Dépouillement des résultats.

*Lectures à effectuer.* — Les éclatements sont généralement visibles à l'œil nu : ils ont un aspect piriforme spécial, tout à fait caractéristique, et tel qu'aucune confusion n'est possible. On peut d'ailleurs pour les distinguer utiliser la loupe ou le microscope.

On a donné plus haut le principe de la mesure, et indiqué les lectures à faire sur les petits clichés et sur le film. Ces mesures doivent être faites avec une certaine précision, et on a construit un comparateur spécial pour les faciliter.

Cet instrument est constitué principalement par un porte-microscope à deux déplacements rectangulaires (fig. 32).

Le microscope a un oculaire micrométrique, dont un des fils verticaux peut être amené sur le début de l'éclatement. D'autre part, les translations de cette ligne de foi verticale sont repérées, sur une règle graduée, avec un vernier au 1/20 de millimètre.

*Précision de la mesure.* — Les lectures au comparateur sont d'une précision évidemment supérieure à celle de l'enregistrement du phénomène, puisqu'on lit 1/20 de millimètre sur une bande où la seconde est représentée par 22,5 mm. à la grande vitesse.

Comme on est à la grande vitesse, au départ du coup et au moment de l'éclatement, on voit en effet qu'on pourrait, en principe, évaluer le :

$$\frac{1}{20 \times 22{,}5} = \frac{1}{450} \text{ de seconde.}$$

Le défaut de précision réside presque uniquement, d'une part, dans l'appréciation du bord de l'image, et d'autre part, dans le retard électromagnétique de la coupure du circuit de départ.

Ce dernier retard est dû à l'hystérésis et à la self de l'électro de départ, et du relais en série sur les rupteurs acoustiques. On l'a étalonné avec l'appareil Schultz de la Commission de Gâvre, en opérant avec soin sur le même ampérage que pendant le tir, et on a trouvé la valeur de 0,0096 s, soit un peu moins de 0,01 seconde.

Il faut évidemment en tenir compte dans les mesures de dépouillement.

En fait, la mesure d'une durée du trajet, en tenant compte de l'erreur possible à chaque extrémité, est exacte à moins de 1/100 de seconde près. A notre connaissance, il n'existe, à l'heure actuelle, aucune méthode donnant une semblable précision, dans la mesure des durées de trajet, pour les tirs aériens.

Maurice Garnier,
*Ingénieur en chef d'artillerie navale.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

### SÉANCE PUBLIQUE

DU 11 MARS 1922

Présidence de M. BACLÉ, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 25 février 1922 est adopté.

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

M. KAYSER (Edmond), directeur du Laboratoire des Fermentations à l'Institut national agronomique, 9 *bis*, rue d'Assas, Paris (6e), présenté par M. A.-Ch. Girard et M. Lindet;

M. UNGERER (Alfred), fabricant d'horloges d'édifices (Maison J. et A. Ungerer), 16, rue de Labroque, Strasbourg (Bas-Rhin), présenté par M. Ch. Féry et M. A. Lebeuf.

MM. J. et A. Ungerer sont les successeurs de Schwilgué, le constructeur de la célèbre horloge de la cathédrale de Strasbourg.

Le colonel RENARD, membre du Comité des Arts économiques, invite les Sociétaires à assister à la séance commémorative de la fondation de la Société française de navigation aérienne, dont il fut président, qui se tiendra, le 15 mars 1922, à 21 h., dans l'hôtel de la Société des Ingénieurs civils. Il rappelle que cette Société, fondée en 1872, a toujours devancé les progrès de la navigation aérienne, par dirigeables ou avions, et qu'elle a compté parmi ses présidents plusieurs membres du Conseil de la Société d'Encouragement.

M. CHARLES FAROUX fait une communication sur les *progrès réalisés récemment dans la construction du moteur léger à explosions.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les conditions qui assurent le meilleur rendement global du moteur à explosion à 4 temps n'ont jamais fait l'objet d'études systématiques en France, sauf pendant la guerre, quand le commandant Martinot-Lagarde réussit à coordonner les efforts des constructeurs d'automobiles. Mais nos constructeurs sont revenus à leur isolement d'avant-guerre. Il n'en est pas de même à l'étranger. Déjà avant 1914, en Allemagne, les constructeurs s'étaient groupés pour entreprendre des recherches en commun. Ils forment actuellement une union qui dispose d'un premier laboratoire d'essais, unique, à Mannheim. Les États-Unis et l'Angleterre sont entrés dans la même voie depuis l'armistice.

Les opinions les plus diverses règnent encore sur les conditions à réaliser pour assurer un bon rendement global du moteur. Il semble bien cependant qu'au point de vue théorique, l'accord puisse se faire sur neuf conditions. Il faudrait pouvoir réaliser :

1° Des cylindres aussi chauds que possible;
2° Une détente très rapide;
3° Une surface de cylindre minimum;
4° Une course de détente sur une grande longueur;
5° La réduction des contre-pressions à l'échappement;
6° La diminution des résistances à l'admission;
7° Une compression aussi élevée que possible;
8° Un allumage intensif;
9° Un parfait brassage du mélange carburé.

La réalisation simultanée de toutes ces conditions n'est pas facile; elle est même impossible car quelques-unes sont contradictoires, ce qui, d'ailleurs, est assez fréquent en mécanique appliquée.

Au moment de l'explosion, la température des gaz à l'intérieur du cylindre est supérieure à 2.000° et celle des parois ne dépasse guère 100°. Il en résulte une perte de chaleur, donc d'énergie, par les parois; pour la réduire, comme on ne peut guère agir sur la température des gaz, il semble qu'il faille tenir les parois du cylindre aussi chaudes que possible. C'est ce que M. Aimé Witz a démontré par des expériences qui paraissent décisives; sa conclusion est en contradiction avec celle de deux expérimentateurs allemands, mais elle concorde avec d'autres faits expérimentaux. Ainsi, le canon, qui est un moteur à explosion, a un rendement thermique double, 50 p. 100 de celui des meilleurs moteurs à explosion d'automobiles; la perte par les parois n'y est que de 4 p. 100; elle n'est pas très inférieure à 40 p. 100 dans les moteurs. Le fait est dû aussi, il est vrai, à ce que, dans le canon, la détente se fait sur une très grande longueur et est très rapide, la longueur du canon pouvant atteindre jusqu'à 50 calibres.

Boursin, en 1910, accrut le rendement d'un même moteur, en faisant circuler à l'état liquide, entre les doubles parois dont il l'avait pourvu, un alliage fusible à 150°.

Le refroidissement du cylindre par l'air n'est pas aussi intense que par l'eau ; il doit donc lui être préféré; c'est ce que la « course du gallon » aux États-Unis a démontré. Dans cette course, le vainqueur est celui qui parcourt la plus longue distance en consommant 1 gallon d'essence. Or, la course, en 20 ans, a été gagnée 18 fois par des voitures dont les cylindres étaient refroidis par air; les deux autres fois, aucune semblable voiture n'avait pris part à la course. En fait, on a réussi à abaisser la consommation spécifique à 170 g d'essence par cheval-heure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour diminuer la perte par les parois, il faut, comme dit Guldner, « que la détente soit aussi longue que possible dans l'espace et aussi courte que possible dans le temps », ce qui suppose une très grande vitesse de marche comme dans le canon. 3.000 tours par minute semblait être la vitesse maximum réalisable en 1914. Cependant, Fiat vient de construire un moteur marchant normalement à 5.000 tours, ce qui suppose une vitesse moyenne du piston de 19 m : s et une vitesse maximum de 30 m : s. Il semble bien qu'on ne s'en tiendra pas là. L'emploi de ces grandes vitesses conduit à des difficultés d'équilibrage et d'alimentation. Pour celle-ci, notamment, il faut qu'en 1/200 de seconde, la soupape se soit ouverte, ait laissé passer la charge et se soit refermée.

Pour diminuer la perte par les parois, il faut encore réaliser une surface de paroi minimum pour un volume donné, ce qui conduit à la forme en sphère. En fait, la course dans le cylindre est souvent le double de l'alésage ; on corrige cet inconvénient en faisant les fonds de cylindre et les faces du piston en forme de demi-sphères.

La contre-pression à l'échappement gêne le départ des gaz brûlés et cause une perte d'énergie ; pour la réduire, on construit la tuyauterie aussi large et aussi courte que possible et sans coudes. Il en est de même pour l'admission. Les soupapes seront donc, elles aussi, très larges et leur ouverture et leur fermeture s'effectueront très brièvement.

Il semble que pour récupérer de l'énergie, il y ait avantage à réchauffer l'air aspiré, au moyen des gaz d'échappement par exemple, mais on ne peut aller très loin dans cette voie car on diminue vite la masse de l'air aspiré, qui s'est dilaté, et on diminue le rendement de la cylindrée. Il n'y a pas à s'inquiéter du travail négatif dû à la compression, puisqu'il est totalement récupéré.

Pour atteindre une compression élevée, qui donne une température d'explosion élevée, il faut un retard à l'aspiration à cause de l'inertie des masses gazeuses, et, si désirable qu'apparaisse l'emploi d'une très forte compression, on est vite arrêté dans son accroissement par des phénomènes de cognement, d'auto-allumage ainsi que par la résistance propre des bougies. Actuellement, les bougies ne « tiennent » pas au delà de 7 kg : cm² de compression réelle. Le rendement maximum serait obtenu pour une compression de 500 kg : cm². On en est donc encore bien loin et c'est surtout de ce côté que devront être tentés les plus grands efforts en vue d'améliorer le rendement.

Il faut que la combustion s'accomplisse entre 1/100 et 3/100 de seconde et il faut allumer un peu avant le maximum de pression, au moment où l'espace clos qui est au-dessus du piston est minimum ; il en résulte qu'il y a intérêt à avoir un allumage quasi instantané de toute la masse, donc intensif, en de nombreux points, par plusieurs jets d'étincelles, et à opérer sur un mélange tonnant parfaitement homogène dans toutes ses parties, ce qui se traduit par la nécessité d'un bon système de carburation et d'un brassage parfait du mélange carburé.

Les gaz d'échappement sont très chauds, la chaleur qu'ils emportent est entièrement perdue ; il faudrait donc pouvoir abaisser leur température et, de plus, réduire la contre-pression qu'ils exercent et grâce à laquelle, cependant, ils sortent rapidement. Ceci conduit à faire une course très longue, ce qu'on ne peut réaliser, ou à utiliser l'énergie cinétique et calorifique des gaz d'échappement en produisant un travail utile. Cette dernière solution, qui est celle du turbo-compresseur Rateau, n'a été adoptée que sur les moteurs des avions destinés à plafonner très haut. Pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'instant, son adoption paraît à beaucoup de constructeurs une complication inutile pour le moteur d'automobile.

Le constructeur d'automobiles ne pouvant satisfaire convenablement à toutes les conditions précitées, détermine son choix dans chaque cas, en tenant compte surtout d'un des buts qu'il se propose plus spécialement d'atteindre.

Quoi qu'il en soit, deux conditions dominent tout le problème du haut rendement, les hautes compressions et les régimes de vitesse élevés.

Voici quelques-unes des solutions pratiques adoptées. Pour réduire les résistances passives et vaincre l'inertie des masses gazeuses ou des pièces en mouvement, on accole un carburateur à chacun des cylindres et on emploie des métaux légers ou ultra légers pour la construction du piston et des bielles. Les métaux légers procurent d'autres avantages que le gain de poids et qui résultent de ce que leur chaleur spécifique et leur conductibilité sont notablement différentes de celles du fer. Mais la dilatation du piston n'est pas non plus la même que celle du cylindre; ce n'est un inconvénient qu'au démarrage car le piston, qui a reçu une forme conique, s'il cogne tout d'abord, cesse de cogner quand le régime de marche est atteint. On peut faire disparaître tout cognement, même au démarrage, par l'emploi de glissières.

Les fortes avances qu'il faut donner à l'admission et à l'échappement aux grandes vitesses rendent les réglages extrêmement difficiles; pour assurer la commande et l'étanchéité des soupapes aux grandes allures, on est conduit à y employer des ressorts très puissants qui consomment par exemple, jusqu'à 5 ch pour décoller la soupape sur un moteur de 90 ch. On peut alors commander la soupape à la montée et la faire retomber par l'action d'un ressort puissant à la fermeture; on peut aussi commander la fermeture jusqu'à 0,25 mm de levée, puis faire agir un faible ressort pour achever la fermeture. On a eu recours enfin à des soupapes non parfaitement étanches, laissant une ouverture de 0,2 mm à l'admission et de 0,3 mm à l'échappement : l'expérience a montré que l'on ne perd ainsi que 1 p. 100 du rendement mécanique.

Le problème de l'équilibrage des pièces en mouvement, d'un vilebrequin par exemple, aux grandes vitesses, pourrait être étudié facilement au moyen d'une curieuse machine qui vient d'être imaginée par Akimof, et dont il n'existe malheureusement qu'un seul exemplaire en Europe.

Un vilebrequin, qui peut être en équilibre statique parfait sans être en équilibre dynamique, est posé sur une table spéciale, portée par un axe à une extrémité et un ressort à l'autre extrémité. Si le vilebrequin, mis en mouvement par un moteur électrique, n'est pas en équilibre dynamique, le couple perturbateur provoque une trépidation de la table et une oscillation du ressort. On suspend à la table une sorte de cage d'écureuil en équilibre dynamique parfait, mais dont on peut rompre cet équilibre en déplaçant, plus ou moins, et symétriquement, deux ou un nombre pair de barreaux de dimensions et de poids connus. On crée ainsi, en animant cette cage de la même vitesse de rotation que le vilebrequin, un couple antagoniste du couple perturbateur. Au moyen de tables, il est facile de déterminer sa valeur; quand les deux couples sont égaux, la table cesse de vibrer et on sait quelle correction il convient d'apporter au vilebrequin pour l'équilibrer dynamiquement.

Ceux qui achètent des automobiles ne sont pas compétents et ne peuvent imposer des conditions raisonnables aux constructeurs. Pour progresser, ceux-ci

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ont donc besoin d'un stimulant : d'où la nécessité des courses. Elle se fera sentir tant que les recherches entreprises et les progrès accomplis conserveront leur caractère actuel, et que les grands constructeurs français ne s'entendront pas pour travailler ensemble. M. Faroux adresse un appel aux membres de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale qui peuvent faire beaucoup, pour hâter l'avènement de nouvelles méthodes de recherches, basées sur une union étroite.

Quoi qu'il en soit, tout progrès certain réalisé actuellement dans la voiture de course ne profite à la voiture de tourisme qu'après un retard de quatre ou cinq ans. Cette manière de progresser est déplorable; elle est très onéreuse et extrêmement lente; il lui manque une qualité essentielle, la méthode.

E. L.

M. Baclé, *président*, remercie vivement M. Faroux de l'intéressante communication si pleine d'idées suggestives qu'il vient de faire.

La séance est levée à 18 h. 15 m.

---

## SÉANCE PUBLIQUE

### DU 25 MARS 1922

Présidence de M. L. Baclé, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 11 mars 1922 est adopté.

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

M. Pétot (Lucien), industriel (boîtes métalliques, imprimeur sur métaux, optique), 76, avenue de la République, Paris (11e), présenté par M. F. Serres et M. L. Brillié (membre perpétuel);

M. Pomaret (Charles), auditeur au Conseil d'État, 44, boulevard Exelmans, Paris (16e), présenté par M. Bordas et M. E. Colas.

M. Baclé, *président*. — J'ai le vif regret de vous informer du décès de notre très distingué collègue M. A. Loreau, membre correspondant du Comité des Arts économiques qui a succombé le 12 courant à l'âge de soixante-dix-neuf ans.

M. Alfred Loreau, manufacturier à Briare, occupait, comme vous le savez, une situation éminente dans l'industrie, mais on peut dire que les hautes qualités intellectuelles et morales dont il était doué lui assuraient en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même temps une considération et une autorité universellement reconnues; c'est ainsi qu'il s'est trouvé, au cours de sa laborieuse et belle carrière, appelé à occuper de hautes fonctions dans les ordres d'activité les plus variés.

Élève de l'École centrale des Arts et Manufactures, il en sortait en 1864, dans les premiers rangs; quelques années après, il devenait l'associé de MM. Weyher et Richemond, ingénieurs comme lui et constructeurs bien connus de machines à vapeur.

Par l'alliance qu'il contractait quelques années plus tard, il devenait le collaborateur de M. Félix Bapterosses, le grand manufacturier de Briare, de réputation mondiale, qui avait été lui-même membre correspondant de notre Société. M. Alfred Loreau en devenait plus tard le successeur en association avec ses beaux-frères. Continuant les traditions de son fondateur, qui avait su conserver le monopole de la nouvelle forme de céramique fabriquée à Briare, M. Alfred Loreau, étant dans cette Société chargé de la direction technique, en perfectionnait les méthodes et y ajoutait des fabrications nouvelles, annexes de celle inventée par son fondateur.

La haute situation industrielle de M. Alfred Loreau, ses grandes capacités et son activité le désignaient pour des fonctions électives d'intérêt général : conseiller général du Loiret, il en devenait un des députés, fonction qu'il résignait rapidement étant regardée par lui comme trop absorbante.

Il s'occupait avec passion de toutes les questions nouvelles : automobilisme, aéronautique, aviation.

M. Loreau était membre de l'Académie d'Agriculture, vice-président de la Société des Agriculteurs de France, président du Conseil d'Administration de la revue technique *le Génie civil*, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France, de l'Association des anciens Élèves de l'École centrale; il était régent de la Banque de France, etc., et, dans ces fonctions si diverses, il s'était toujours révélé comme étant vraiment le conseiller compétent, l'homme de décision avisé, ne reculant devant aucun effort pour étudier dans tous leurs détails et sous tous leurs aspects les problèmes qui se posaient devant lui, sachant ensuite en dégager une solution claire et précise, pour l'exposer dans un langage d'une rare élégance qui faisait de lui un véritable charmeur.

Tous ceux qui le connaissaient l'entouraient de leur profonde estime et de leur affectueuse vénération car ils appréciaient la sûreté et l'aménité de ses relations; ils admiraient en lui la haute puissance, la souplesse et la vivacité de sa belle intelligence, restée toujours aussi jeune et compréhensive malgré les années, la pondération de son jugement en même temps que la séduction qui se dégageait de toute sa personne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je puis ajouter enfin qu'il suivait avec un vif intérêt les travaux de notre Société et, à de fréquentes reprises, il m'exprimait le regret de ne pouvoir nous apporter une collaboration plus active, mais son souvenir vénéré n'en restera pas moins parmi nous comme celui d'un collègue éminent que nous sommes fiers d'avoir compté dans nos rangs et je suis certain d'être votre interprète en exprimant à sa famille la part que nous prenons à son chagrin dans le deuil cruel qui vient de la frapper.

Il est donné lecture d'un rapport de M. PIERRE ARBEL, présenté au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un *appareil de levage portatif dit pont démontable universel construit par* M. DIARD (1).

Ce rapport est adopté.

M. LÉON GUILLET présente un rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur un *récupérateur pour cubilot imaginé et construit par* M. A. GIRARD (2).

Ce rapport est adopté.

M. ACHILLE LIVACHE présente un rapport au nom du Comité des Arts chimiques sur la *répartition des revenus des fondations de secours attribuées à ce comité* (3).

Ce rapport est adopté.

M. LEINEKUGEL LE COCQ, ingénieur-constructeur, fait une communication sur les *toitures suspendues à des fermes isostatiques en câbles pour hangars, ateliers, docks, etc.*

L'utilité des grandes surfaces couvertes et des grands ports aériens, des grands hangars de construction et d'abri s'imposera de plus en plus dans l'avenir pour les flottes aériennes tant commerciales que militaires. Le problème qui se pose, et qui est résolu par le procédé décrit par M. Leinekugel le Cocq, est donc celui de la couverture de très grandes surfaces, à larges ouvertures, sans montants, poteaux, ni colonnes d'aucune sorte, aussi bien à l'intérieur que sur les longs pans. Le problème doit être résolu de même façon dans le cas des grands ateliers, des magasins et des docks pour lesquels il faut en effet prévoir la libre circulation de puissantes grues mobiles ou de grands ponts roulants. En outre, dans tous les cas, il faut assurer une stabilité parfaite dans les plus mauvais terrains, les hangars pour aéronefs et les docks étant généralement construits dans de vastes plaines, sur des terres rapportées ou gagnées sur la mer.

Le problème est économiquement résolu si on recourt à l'emploi des câbles tant dans des plans horizontaux que dans des plans verticaux. Les premiers ont

(1) Voir ce rapport dans le présent numéro du *Bulletin*, p. 317.
(2) Voir ce rapport dans le présent numéro du *Bulletin*, p. 321.
(3) Voir ce rapport dans le présent numéro du *Bulletin*, p. 323.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'ailleurs déjà été employés pour contreventer le tablier du pont de Brooklyn à New-York (496 m de portée).

Il suffit de suspendre les surfaces à claire-voie, qui brisent les rafales de la tempête, par des câbles verticaux et d'équilibrer, par des câbles horizontaux, disposés en hauteur de distance en distance, la poussée horizontale du vent qui agit sur ces parois verticales.

C'est en 1833 que l'application d'une toiture suspendue a été faite pour la première fois, par l'Ingénieur de la Marine Laurent, à l'Atelier de la Mâture de Lorient, qui existe encore. Cette date coïncide d'ailleurs à peu près avec le début de la construction des ponts suspendus.

En ce qui concerne l'action d'un vent horizontal soufflant en tempête, la toiture suspendue jouit d'un avantage considérable sur les toitures supportées car le poids suspendu, lorsqu'il est déplacé sous l'action d'une force extérieure, se comporte comme un pendule et revient à sa position initiale d'équilibre par le simple effet de la gravité lorsque la force extérieure cesse d'agir.

Il suffit, pour combattre l'effet du vent horizontal, que les sommets des pylônes extérieurs à la surface couverte et où se fixent les câbles de suspension de la toiture, soient maintenus en équilibre, ce qui est facilement réalisable puisque la concentration en ces sommets du poids de la toiture crée une composante verticale d'autant plus importante que ce poids est plus grand, c'est-à-dire que le hangar est plus vaste. Quant aux composantes obliques du vent qui se reportent en ces sommets, elles ont toujours une valeur relativement faible et elles peuvent être équilibrées, simplement et économiquement, par des câbles de retenue. Il importe peu, par conséquent, que la toiture soit à 10 ou à 50 m au-dessus du sol : ses éléments constitutifs sont les mêmes.

Pour combattre l'effet du vent ascendant, qui s'engouffre dans les hangars et en emporte quelquefois la couverture, il suffit de tenir compte de ce que sa pression ne dépasse jamais 50 kg : m$^2$, et d'alourdir suffisamment la couverture en la constituant, comme l'a fait M. Minard, à Cherbourg, de grandes tuiles en béton de ciment armé, à emboîtement comme la tuile mécanique de Bourgogne et parfaitement étanches, pesant 50 kg : m$^2$ et couvrant chacune 1,30 m$^2$ environ.

Un autre avantage du système est l'amovibilité complète de la construction : tous ses éléments se montent, se démontent et se remontent sans qu'on ait à mettre hors service aucun élément de la superstructure.

Une autre condition indispensable est en outre satisfaite : l'indéformabilité des fermes de suspension et par suite, de l'ensemble de la couverture; on peut donc couvrir et éclairer au moyen de larges bandes vitrées sans craindre une déformation ou une rupture sous l'action des surcharges, même très dyssymétriques, quelles qu'elles soient.

M. Leinekugel le Cocq décrit quatre types de hangars qu'il a construits et dans lesquels les conditions précipitées ont été réalisées.

*Hangar du centre d'hydravions de Cherbourg.* — Ouverture, 60 m; hauteur sous entrait, 8 m; largeur, 32 m; surface couverte sans aucun montant intermédiaire, 1.920 m$^2$; fermes de suspension en arcs doubles à 3 rotules et à câbles continus. Ces fermes sont complètement isostatiques et indéformables entre les limites d'élasticité de leurs éléments. La toiture comporte, au droit des tiges de suspension des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

montants verticaux de ces fermes, des fermes métalliques transversales qui sont aussi à trois articulations et sur lesquelles viennent se fixer les pannes, distantes de 3 m, qui portent une couverture en grandes tuiles de béton de ciment armé, couvrant chacune 3,75 m². Pour le montage, les fermes de suspension en câbles ont été assemblées à terre.

*Hangar pour hydravions d'Hourtin.* -- Ce hangar est à deux nefs accolées ; il démontre la possibilité d'accroître l'aire de la surface couverte sans rien changer au système ni rien perdre de ses avantages car on peut construire les nefs accolées successivement aussi bien que simultanément. Le système est le même que dans le type précédent. Surface totale couverte, 2.400 m².

*Hangar du port d'attache pour hydravions de Karouba, près de Bizerte.* — Ce hangar-atelier se compose de 5 nefs de 20 m de largeur : 3 nefs médianes de chacune 71 m de portée et 2 nefs extrêmes de 20,50 m. La hauteur sous entrait, prévue d'abord de 10 m, est actuellement portée à 12 m sans qu'on ait rien eu à changer à la couverture : il a suffi d'augmenter la hauteur des pylônes métalliques et la longueur des câbles de retenue; on a déposé le tout sur le sol et on a remis au levage les éléments comme lors du premier montage. La surface totale couverte est de 10.160 m².

*Hangar de l'école d'aviation d'Étampes.* — Ici, il y a quatre nefs accolées deux à deux, couvrant 7.600 m² avec un seul pylône central au point de croisement des diagonales du rectangle couvert. Le socle de ce pylône mesure 1,20 m × 1,20 m.

E. L.

M. Baclé, *président*, remercie M. Leinekugel le Cocq de son intéressante communication et le prie de nous en remettre le texte en vue de son insertion dans le *Bulletin*.

La séance est levée à 18 h. 30 m.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

## EN MARS 1922

LAUNAY (L. DE). — **Traité de géologie et de minéralogie appliquées à l'art de l'ingénieur.** Cours professé à l'École nationale des Ponts et Chaussées. (*Encyclopédie du génie civil et des travaux publics.*) In-8 (23 × 15) de 418 p., 288 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16354**

LE GAVRIAN (P.). — **Les chaussées modernes.** (*Encyclopédie du génie civil et des travaux publics.*) In-8 (23 × 15) de 431 p., 88 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16355**

LINDET (L.). — **L'outillage de l'industrie chimique, agricole et alimentaire.** Conférences professées à l'École de Physique et de Chimie industrielle de la Ville de Paris. In-8 (25 × 16) de VIII + 309 p., 112 fig. Paris, Librairie de l'enseignement technique, 1922. **16356**

JULHIET (ÉDOUARD). — **Cours de finance et comptabilité dans l'industrie** professé à l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie. (Comptabilité. Banques. Sociétés. Assurances. Bourse.) 3e éd. In-8 (25 × 16) de 526 p. Paris, Librairie de l'enseignement technique, 1922. **16357**

CORNUBERT (R.). — **Dictionnaire anglais-français-allemand des mots et locutions intéressant la physique et la chimie.** In-8 (25 × 16) de XXXI + 297 p. Paris, Dunod, 1922. **16358**

HELDT (P. M.). — **La voiture à essence** (The Gasoline Automobile). Tome I : **Le moteur à essence.** Traduit sur la 5e éd. américaine par HENRI PETIT. In-8 (25 × 16) de XXIII + 578 p., 360 fig., XXXI pl. (1920). — Tome II : **Le châssis.** Traduit sur la 4e éd. américaine, par HENRI PETIT. In-8 (25 × 16) de XVI + 572 p., 422 fig., XXIII pl. Paris, Dunod, 1922. **16359-16360**

LAMOTTE (MARCEL). — **Cours de mécanique appliquée.** In-8 (25 × 16) de 282 p., 214 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **16361**

SAINTE-CLAIRE DEVILLE (ÉMILE). — **Manuel de chimie gazière.** Méthodes et procédés des essais et analyses en usage à l'usine expérimentale de la Villette de la Société du Gaz de Paris. In-8 (21 × 14) de VII + 208 p., 60 fig. Paris, Dunod, 1921. **16362**

LAFFARGUE (J.) et JUMAU (L.). — **Manuel pratique du monteur électricien.** Cours d'électricité industrielle pratique fait à la Fédération professionnelle des chauffeurs-mécaniciens électriciens de France et d'Algérie. (*Bibliothèque des actualités industrielles, n° 51.*) 19e éd. entièrement refondue par LUCIEN JUMAU. In-12 (18 × 13) de VIII + 1030 p., 922 fig., V pl. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **16363**

NÉRÉ (G.). — **L'Élève électricien. Transformateurs.** In-12 (18 × 12) de 128 p., 58 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, 1922. **16364**

LODGE (WILLIAM). — **Règles de direction et instructions pratiques sur la construction des machines.** Traduit de l'anglais par J. MONNIER. In-12 (19 × 13) de XIII + 125 p. Paris, Librairie de l'Usine, 145, faubourg Saint-Denis, 1921. **16365**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS (2e partie). — **Service des grandes forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest)**. Tome II *bis*, fasc. C : *Résultats obtenus pour le bassin de la Garonne (1910-1918)*. **16366**

***

Dons de M. H. Bouasse.

BOUASSE (H.). — **Cours de magnétisme et d'électricité** (Tome III du Cours de physique). In-8 (25 × 16), 2e éd. 1re partie : **Étude du champ magnétique**, XX + 448 p., 300 fig. — 2e partie : **Applications**. Aimants et électros. Compensation des compas. Dynamos. Alternateurs. Transformateurs. Télégraphes et téléphones, XXI + 559 p., 339 fig. — 3e partie : **Étude du champ électrique**. Électricité statique. Diélectrique. Forces électromotrices. Piles. Ions gazeux et Electrons, XXXI + 654 p., 353 fig. Paris, Librairie Delagrave. **16367-9**

BOUASSE (H.). — **Astronomie théorique et pratique**. In-8 (25 × 16) de XXIX + 630 p., 271 fig. Paris, Librairie Delagrave. **16370**

***

MAURAIN (CH.). — **Répertoire de laboratoires français**. (*Bibliothèque de la Direction des Recherches scientifiques et des inventions.*) In-8 (24 × 16) de 55 p. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, 1922. **Pièce 12690**

STENQUIST (JOHN L.). — **The case for the low i. q.** (*Journal of educational research*, nov. 1921, p. 241-254.) Chicago, C. H. Stoelting Co. **Pièce 12691**

**Le rôle social des coopératives**. In-8 (27 × 18) de 12 p. Paris, l'Action nationale, 18, rue Duphot, 1922. **Pièce 12692**

***

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. DIRECTION DES MINES (2e Bureau). — **Statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie pendant l'année 1919**, avec un appendice concernant la statistique internationale. Paris, Imprimerie nationale, 1921. **Pér. 138**

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE ET DES BEAUX-ARTS (SOUS-SECRÉTARIAT D'ÉTAT DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE). — CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS. — LABORATOIRE D'ESSAIS. — **Rapport sur le fonctionnement pendant les années 1919-1920**, par M. LŒBNITZ. **Pér. 308**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TRAVAUX PUBLICS. — **Bulletin n° 16 (4e trimestre 1921)**. Numéro consacré à l'aménagement de l'estuaire de la Seine. Paris, 19, rue Blanche (9e). **Pér. 408**

ASSOCIATION FRANCO-BELGE POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX. — **4e Procès-verbal, séance du 15 octobre 1921**. Paris, Éditions de la *Revue de Métallurgie*, 5, cité Pigalle. **Pér. 343**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Annual Report of the U. S. National Museum, 1921**. Washington, 1921. **Pér. 27**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, n° **422** : *Studies in color sensitive photographic plates and methods of sensitizing by bathing*, by F. M. WALTERS and R. DAVIS, p. 353-375, 22 fig., XII pl. (1921). — n° **424** : *Mathematical theory of induced voltage in the high-tension magneto*, by F. B. SILSBEE, p. 407-469, 34 fig. (1921). — n° **425** : *Characteristic soft X-Rays from arcs in gases and vapors*, by F. L. MOHLER and P. D. FOOTE, p. 471-496, 10 fig. (1921). — n° **426** : *Thermal expansion of nickel, monel metal, stellite, stainless*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*steel and aluminium*, by W. H. SOUDER and P. HIDNERT, p. 497-519, 10 fig. (1921). — n° **427** : *Some effects of the distributed capacity between inductance coils and the ground*, by G. BREIT, p. 521-527, 6 fig. (1921).

**Technologic Papers**, n° **200** : *An investigation of oxy-acetylene welding and cutting blowpipes, with especial reference to their design, safety, and economy in operation*, by R. S. JOHNSTON. 108 p., 71 fig., XXV pl. (1921). — n° **203** : *Influence of phosphorus upon the microstructure and hardness of low-carbon, open-hearth steels*, by E. C. GROESBECK (Vol. 16, p. 1-33, 15 fig., 1921). — n° **204** : *Cutting fluids*. by E. C. BINGHAM (Vol. 16, p. 35-76, 8 fig., III pl., 1921). — n° **205** : *Tensile properties of some structural alloy steels at high temperatures*, by H. J. FRENCH (Vol. 16, p. 77-92, 8 fig., II pl., 1921). — n° **206** : *Effect of heat treatment on the mechanical properties of 1 per cent carbon steel*, by H. J. FRENCH and W. G. JOHNSON (Vol. 16, p. 93-121, 16 fig., VII pl., 1921).

**Miscellaneous Publications**, n° **48** : *Weights and measures* (14 th Annual Conference, mai 1921, 132 p., III pl. 1921). **Pér. 61**

*L'agent général, gérant,*
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

21e ANNÉE. MAI 1922.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

## ÉTIENNE-PAUL BÉRARD.

Étienne-Paul Bérard, entra au Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement en 1877. Il était le doyen du Comité des Arts chimiques dont il fut longtemps le président; il fut aussi vice-président de la Société.

Paul Bérard naquit à Montpellier le 25 novembre 1836. Il était issu d'une famille de chimistes et de savants. Son grand-père, Étienne Bérard, un chimiste scientifique, fonda à Montpellier une des premières usines de produits chimiques qui aient été créées en France.

Son père, Jacques-Étienne Bérard, fut professeur de chimie à la Faculté de Médecine de Montpellier et doyen de cette faculté durant presque toute sa vie. Il s'illustra par de nombreux travaux devenus classiques et notamment par ceux de la polarisation de la chaleur.

Paul Bérard suivit la carrière qui lui avait été si brillamment tracée par son grand-père et son père. Après de brillantes études secondaires au lycée de Montpellier, il y commença des études supérieures aux deux Facultés des Sciences et de Médecine; il vint ensuite les continuer à Paris, mais, à la suite d'une piqûre anatomique qui mit sa vie en danger et lui interdit tout travail durant longtemps, il renonça à la médecine et se consacra entièrement à la chimie.

Après avoir conquis le grade de licencié ès sciences, il fut nommé le 20 mars 1862, chef des travaux chimiques à la Faculté des Sciences, et successivement préparateur de Pasteur et de Balard.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il quitta ces fonctions en 1872 pour devenir professeur de chimie à l'École Turgot ainsi qu'à l'École supérieure de Commerce, et en même temps secrétaire du Comité consultatif des Arts et Manufactures alors présidé par l'illustre Chevreul, puis membre du Comité des Brevets d'Invention.

Il collabora pendant plus de quarante ans aux travaux du Comité consultatif des Arts et Manufatures avec un zèle inlassable, une compétence parfaite qu'il tenait de ses vastes connaissances scientifiques ainsi que du souci qu'il prenait de se tenir au courant de toutes les technologies, et il y fit preuve surtout d'une très grande libéralité lorsqu'il eut à rapporter des questions d'autorisation pour établissements classés. Tous les industriels qui ont eu la chance de voir leurs différends avec des préfets autocrates renvoyés devant lui, pour avis, ont gardé un souvenir précieux de sa clairvoyante impartialité et de la conscience qu'il poussait jusqu'à se rendre au loin examiner les sujets sur place.

N'ont pas gardé de lui un souvenir moins précieux et moins reconnaissant les élèves des deux écoles où il a professé pendant vingt-cinq ans. Tous rendent unanimement hommage à la perfection avec laquelle il faisait ses cours.

Il n'était pas possible qu'un homme qui s'était manifesté de telles façons ne fût pas appelé en maintes circonstances à faire partie de commissions administratives, de jurys d'examen et de jurys d'expositions.

Il ne lui suffisait pas de donner son concours aux missions qui lui étaient confiées, il le prêta spontanément à des institutions qu'il contribua à fonder, telle la Société de Protection des Apprentis, dont le premier président fondateur fut l'illustre Jean-Baptiste Dumas, auquel il succéda et dont il resta le président jusqu'à ce que cette Société eût cessé ses travaux.

Il professa à l'École Turgot jusqu'au moment où la limite d'âge le fit descendre très malencontreusement de sa chaire que jamais il n'avait mieux occupée. Il resta professeur à l'École supérieure de Commerce jusqu'à l'époque où cet établissement scolaire fut transformé.

Paul Bérard, qui avait été fait chevalier de la Légion d'Honneur en 1885, fut promu au grade d'officier en 1909. Jamais ces distinctions, ne furent plus méritées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La multiplicité de ses occupations, le zèle avec lequel il s'en acquittait ne l'empêchaient pas de cultiver les choses de l'esprit avec finesse et élégance, non plus que d'être attaché à celles du cœur. Et pour témoigner du souvenir qu'il gardait à tout ce qui avait été sa vie, il suffit de signaler que ses enfants trouvèrent après sa mort un pli cacheté avec la suscription : dernières volontés, où il demandait d'informer spécialement de son décès les présidents de comités, de sociétés et d'associations d'anciens élèves auxquels il avait consacré son existence.

Nous pouvons dire, en toute sincérité, conscients de ne pas nous abandonner à la sympathie qu'inspirait sa personne, que Paul Bérard fut un des membres de notre Conseil qui ont fait le plus honneur à notre Société.

Paul Mallet,
*membre du Conseil.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# TOITURES SUPPORTÉES PAR DES FERMES DE SUSPENSION ISOSTATIQUES EN CABLES POUR HANGARS, ATELIERS, DOCKS, ETC. [1]

Exposé général. — Le Comité des Constructions et Beaux-Arts de notre Société m'a demandé de vous faire une communication sur les hangars, ateliers, docks, à grandes surfaces couvertes, à larges ouvertures, sans être encombrés, tant dans l'intérieur que sur les longs pans, par des montants multiples, comme l'heure présente le nécessite.

Il s'agit évidemment de hangars pour super-dirigeables, dirigeables, hydravions, avions; pour ateliers et docks des ports de commerce ou autres, dans ces derniers les manutentions mécaniques au moyen de puissantes grues mobiles ou de railways électriques, ceux-ci suspendus à la toiture, devant être entièrement libres de circuler en tous sens.

Il est bien entendu que le problème qui se pose ainsi, doit être envisagé dans toute son ampleur, c'est-à-dire que les systèmes de construction prévus devant être possibles sans aucune limite comme : hauteur, largeur et longueur; et cela, en réalisant une stabilité totale dans n'importe quel terrain.

En effet, ce sont surtout : soit dans des plaines immenses, pour les champs d'atterrissage des dirigeables, des avions géants vers lesquels on s'achemine à grands pas, soit dans des terrains rapportés et gagnés sur la mer ou les eaux, que ces constructions sont appelées à être édifiées et à se développer dans l'avenir.

Plus haut, on a mentionné qu'aucune limite ne devait être assignée à ces hangars comme : largeur, longueur ou hauteur. En effet, l'histoire du passé, en ce qui concerne le développement progressif de la navigation maritime, est là, pour servir d'indication pratique sûre; cette leçon de choses doit guider les conceptions actuelles; elle permet de préciser avec la plus grande netteté, avec le jugement le plus simple, les directives générales à suivre.

Ces hangars à grande surface couverte ne sont, pour ainsi dire, que les éléments correspondants, pour la navigation aérienne, à ce que sont les ports pour la navigation maritime. Je sais bien que l'on envisage actuellement

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique du Conseil le 25 mars 1922.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des solutions autres, mais ce sont là des solutions particulières, tout à côté de la question générale. Ainsi la solution qui pourrait faire croire à l'inutilité des grands hangars et abris pour les dirigeables, les hydravions et avions ne représente qu'une solution singulière sans intérêt. Témoin l'une d'elles, qui nous est venue d'Angleterre et qui consiste, comme à Pulham, à établir un mât d'attache pour dirigeable : à ce mât, le dirigeable s'amarre et s'oriente dans le vent.

Cette solution paraît à première vue résoudre élégamment et économiquement la question. C'est une erreur. Cette solution n'est ni plus ni moins que la copie textuelle de celle qui a été appliquée de tous temps dans la navigation maritime, où un navire mouille en rade sur son ancre pour tenir sa position. Mais voyons le côté vraiment pratique de cette solution de fortune.

L'expérience a consacré que, depuis l'époque où le premier bateau à vapeur de Fulton traversa l'Atlantique, on s'est servi d'ancres pour un mouillage provisoire; mais dès que le gros temps monte à l'horizon, même les meilleurs marins rentrent leur navire au port voisin, qui leur sert ainsi non seulement pour décharger leur cargaison et en charger une autre, mais pour se mettre à l'abri, lorsqu'il est nécessaire. Il en sera de même pour un dirigeable ou un super-dirigeable; il prendra son mouillage en plein air à son mât d'amarrage, mais son port d'attache et d'abri, ici le hangar, lui est nécessaire, d'abord pour sa construction, pour sa réparation en cas d'avarie, et ensuite pour se mettre à l'abri en cas de gros temps.

Au résumé, les ports d'attache des dirigeables, c'est-à-dire les hangars, doivent exister, spacieux, et conçus avec des dispositions telles qu'il soit possible à tout moment de les transformer, sans rien mettre hors service de leurs parties essentielles, pour en augmenter : la longueur, la largeur ou la hauteur. L'histoire vécue des bassins de radoub, insuffisants en longueur, au bout de quelques années de service, est un enseignement, dont il faut tenir compte ici.

D'ailleurs, comme conclusion de ce rapprochement tout simple entre la navigation aérienne et la navigation maritime, on conçoit très bien qu'il soit possible d'avancer, sans crainte de se tromper, que l'évolution de l'avenir dans la conquête totale de l'air, vers laquelle on marche à pas de géant, en se jouant des tempêtes, exigera de grands ports pour dirigeables au même titre que la navigation maritime les imposa. Il est même assez logique, de prévoir qu'on s'adressera à la solution des câbles pour supporter ces parois verticales endiguant les remous de la tempête, au même titre que les digues des ports brisent les lames des océans.

Cette question spéciale a déjà fait l'objet d'études sérieuses de notre part, études qui ont mis en évidence que la solution est économiquement réalisable,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par une double utilisation des câbles dans des plans verticaux d'une part, et dans des plans horizontaux d'autre part. Ces câbles horizontaux ont d'ailleurs été déjà employés pour contreventer le tablier du pont de Brooklyn à New-York de 486,40 m de portée. Il suffit, en effet, pour réaliser un port semblable pour dirigeables, de suspendre les surfaces à claire-voie qui brisent les rafales de la tempête par des câbles verticaux; et par des câbles horizontaux disposés en hauteur de distance en distance d'équilibrer la pression horizontale du vent, qui agit sur ces parois verticales.

Au résumé, l'utilité des grandes surfaces couvertes et des grands ports aériens s'imposera nettement dans l'avenir comme hangars de construction ou comme abris, pour les flottes aériennes commerciales ou de guerre. On peut en dire autant pour les hydravions et avions : les types géants récemment mis en service montrent que les mêmes directives doivent être adoptées pour la construction de leurs abris ou hangars afin de pouvoir, au moment opportun, en augmenter : la hauteur, la largeur et la longueur. La solution vers laquelle on tend de plus en plus dans la construction de ces hydravions et avions entièrement métalliques, n'exclut pas la nécessité de rentrer ces appareils dans les hangars. Les moteurs et leurs accessoires seront de longtemps encore, sinon toujours, des éléments assez délicats pour nécessiter un entretien soigné et leur mise à l'abri des intempéries.

Ce qui précède motive déjà l'intérêt qui s'attache à la recherche de la solution économique et pratique des toitures suspendues et couvrant de grandes surfaces. Si l'on envisage une autre application que l'heure présente exige d'une façon intense, par suite de la pénurie de notre main-d'œuvre, causée par la grande tourmente de 1914 à 1918 qui nous a fauché 1.400.000 hommes et nous a valu deux millions de mutilés, l'intérêt de cette recherche est doublé.

Cette autre application est celle que M. l'Inspecteur Général des Ponts et Chaussées Minard, a envisagée de suite, lorsqu'il a eu à diriger et à assurer pour la Marine, dès 1916, je crois, la construction de grands hangars devant servir aux dirigeables et aux hydravions. Cette application concerne les docks des ports de commerce où, grâce aux toitures suspendues, à hauteur illimitée, pour ainsi dire, et à ouverture très vaste, pouvant atteindre et dépasser les longueurs des plus grands cargos, les grues de chargement et de déchargement peuvent en toute liberté prendre dans les cales et mettre aux lieux de dépôt désignés dans ces docks, les marchandises les plus lourdes en supprimant totalement les manutentions, non seulement onéreuses, mais presque impossibles à effectuer à main d'homme, à l'heure présente. Il en est de même pour la réalisation des grands ateliers, où les railways électriques doivent circuler en tous sens.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Après avoir exposé au point de vue général l'intérêt qui s'attache à ce genre de construction, nous allons passer en revue les points particuliers suivants :

Le premier est l'historique succinct de la question, avec un aperçu des conditions à réaliser pratiquement, et des directives qui s'imposent dans la construction de ces hangars.

Le second, est la description de quelques types d'ouvrages, satisfaisant aux conditions précédentes, et qui représentent les applications de nos brevets personnels.

Le troisième, envisage le côté économique et pratique de ces constructions.

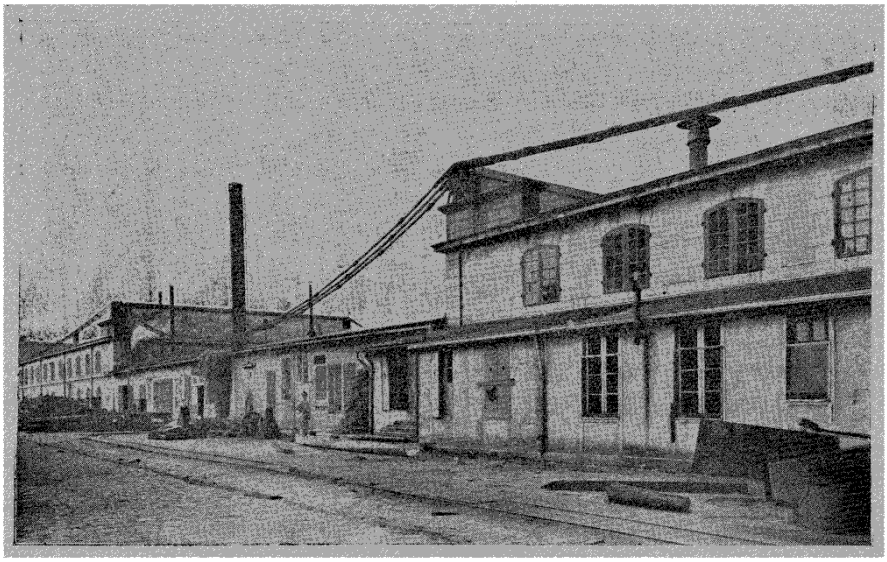


Fig. 1. — Hangar suspendu de la marine à l'Arsenal de Lorient (1833).

Historique. — Le problème qui consiste à réaliser de très grandes surfaces couvertes, à ouvertures non limitées et, sans montants intermédiaires, s'est posé depuis très longtemps. Ce problème est, en somme, connexe de celui de la construction des grands ponts. Qu'il s'agisse, en effet, de supporter une toiture spacieuse et longue, ou qu'il s'agisse de porter le tablier d'un pont, il n'y a là qu'un seul et unique problème, et toute solution du premier ouvrage est applicable à l'autre et *vice versa*. C'est certainement par suite de l'identité du problème à résoudre que, comme constructeur de ponts suspendus depuis près d'un quart de siècle, j'ai été conduit par l'utilisation des câbles, à réaliser la solution que, d'ailleurs, mes devanciers dans la Marine, dont je vais parler plus loin, avaient déjà appliquée il y a près d'un siècle (fig. 1).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est, en effet, en 1833, comme nous l'avons appris avec toutes les précisions utiles par les archives conservées à l'Arsenal de la Marine à Lorient, que la première application d'une toiture suspendue a été faite. C'est là, sans nul doute, la première construction du genre, en France, et probablement en Europe.

Cet atelier de la mâture de Lorient, qui existe encore de nos jours, servit, à l'époque, pour manutentionner facilement les arbres de 30 à 40 m qui devaient entrer en roulant sur le sol, pour être façonnés en mâts, et devaient sortir de même. Il fallait donc une ouverture sans montant intermédiaire supérieure à 40 m. Le projet de cet atelier fut dressé en 1833 par l'Ingénieur de la Marine Laurent.

La nouveauté de la construction pour cette époque, qui fut d'ailleurs en même temps l'ère du début de la construction des ponts suspendus, retarda son exécution, qui ne fut faite qu'en 1837-1839 par Reibell, alors directeur de la Marine à Lorient. Les caractéristiques de cet atelier de la mâture sont :

| | |
|---|---|
| Ouverture sans appui . . . . . | 43,60 m. |
| Largeur . . . . . | 21,60 m. |
| Hauteur sous poutre . . . . . | 2,40 m. |

Ici, les fermes de suspension paraboliques sont en chaînes constituées avec des barres à œils, en fer forgé (fig. 1). Ces fermes de suspension paraboliques sont précisément celles qui étaient adoptées à cette époque par la majorité des constructeurs de ponts suspendus, dont les premiers dataient de 1823, d'après Navier, soit qu'il s'agisse de câbles en fils de fer parallèles, soit qu'il s'agisse des chaînes en fer forgé et soudé. On fera remarquer toutefois les raisons pour lesquelles cet atelier à toiture suspendue a pu résister aux intempéries malgré les deux points faibles qu'il présente dans son exécution et qui sont :

une toiture légère;

la déformabilité des fermes de suspension, sous les actions climatériques dyssymétriques.

Ces raisons sont les suivantes : la hauteur au-dessus du sol est relativement faible; de plus, les bâtiments qui l'avoisinent l'abritent en partie. On est, en effet, appelé, pour assurer par n'importe quelle tempête, la stabilité totale de la toiture de ces grandes surfaces couvertes et à grande hauteur, à envisager les conditions importantes qui doivent être rigoureusement respectées.

Ces conditions sont du même ordre que celles qui interviennent pour assurer la stabilité totale d'un grand pont suspendu, avec toutefois, dans le cas des toitures, un coefficient multiplicateur important, pour la surface

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

offerte non seulement au vent horizontal, mais encore au vent ascendant. En ce qui concerne l'action d'un vent horizontal soufflant en tempête, la toiture suspendue jouit d'un avantage particulièrement remarquable par rapport à toute toiture supportée. On se trouve, en effet, dans le cas du pendule où le poids supporté, lorsqu'il est déplacé dans n'importe quelle direction sous l'action d'une force extérieure, revient dans sa position initiale par le simple effet de la gravité, lorsque la force extérieure, ici le vent, cesse d'agir.

Il suffit donc que les sommets des pylônes où se fixent les câbles de suspension de la toiture soient maintenus en équilibre ; ce qui est d'autant plus facilement réalisable que la concentration totale en ces sommets de tous les poids de la toiture, crée une composante verticale d'autant plus importante que le hangar est plus vaste ; et qu'ainsi les composantes obliques du vent qui se reportent en ces sommets ont toujours des valeurs relativement faibles et qui peuvent être équilibrées simplement et économiquement par des câbles de retenue. On voit de suite, d'après cet exposé, que la toiture peut être soit à 10 m soit à 50 m de hauteur au-dessus du sol ; malgré cela, ses éléments constitutifs sont les mêmes.

Pour ce qui a trait au vent ascendant, qui se comprime dans ces hangars, et en emporte souvent au large les toitures, la pratique a démontré que la pression maxima des vents les plus puissants agissant de bas en haut, oscille entre 40 et 50 kg : m². Cette considération bien connue a conduit depuis de nombreuses années M. Minard, lorsque cet Inspecteur général des Ponts et Chaussées était directeur des Travaux hydrauliques à Cherbourg, à faire adopter, dans ce port, une couverture lourde pour les bâtiments exposés à des vents violents. Il inventa à cet effet, à l'instar des tuiles de Bourgogne, des tuiles en béton de ciment armé, absolument étanches, dont nous montrerons plus loin une application intéressante, tuiles couvrant en général 1,30 m² chacune, et pesant de 40 à 50 kg par mètre carré. Au résumé, les conditions précédentes doivent être rigoureusement réalisées pour assurer la stabilité totale de la construction sous l'action des tempêtes les plus violentes.

En dehors de ces conditions de stabilité totale, il y a à indiquer les directives générales qui s'imposent, comme on l'a vu plus haut, et qui heureusement se réalisent d'elles-mêmes avec l'application des fermes suspendues. En effet, que réserve l'avenir au point de vue des dimensions maxima pour les appareils que l'on construira? Comme ces avions et hydravions sont dans l'air les équivalents des torpilleurs de la marine de guerre, ou des vedettes et des petits vapeurs de la marine de commerce, on peut conclure que leurs dimensions actuelles pourront peut-être doubler. On est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

donc conduit à prévoir des dispositions telles, dans l'exécution de ces hangars, qu'il soit possible d'en augmenter : la hauteur sous entrait, la largeur et la hauteur, en utilisant la totalité de leurs éléments.

Une autre directive particulièrement intéressante à respecter est l'amovibilité totale de la construction, c'est-à-dire que tous les éléments doivent pouvoir se monter, se démonter et se remonter sans avoir à mettre hors service aucun élément de la superstructure. Cette directive est intéressante à appliquer aussi bien aux hangars de dirigeables, d'avions, d'hydravions, qu'aux ateliers et docks. Nous sommes, en effet, dans une ère de tout début pour la navigation aérienne : tout port d'attache de dirigeable, toute gare aérienne d'avions et d'hydravions qui s'installe aujourd'hui dans un centre, sera sans nul doute, amené à se transporter ailleurs pour des raisons que l'exploitation générale des grandes lignes exigera dans l'avenir. Il faut donc être prudent et prévoir des hangars stables, robustes, satisfaisant à toutes les conditions d'un ouvrage fixe, mais répondant quand même à une amovibilité totale de ses éléments constitutifs.

Une dernière condition qui est, à notre avis, aussi importante à réaliser que la stabilité, c'est l'indéformabilité des fermes de suspension, et par suite, de l'ensemble de la toiture. Cette condition remplie permet de prévoir l'utilisation de bandes complètement vitrées dans la toiture, pour l'éclairage parfait de ces grandes surfaces couvertes, sans avoir à craindre que sous l'action des surchages climatériques dyssymétriques, vent ou neige, les fermes de suspension se déforment, donnent par suite naissance à des efforts secondaires dans la charpente métallique de la toiture, et occasionnent le bris des vitres que la couverture comporte. C'est à cette seule condition que le hangar ainsi exécuté est assimilable aux hangars fixes supportés, tout en possédant par ailleurs des avantages très appréciables.

## Description de quelques types de hangars, satisfaisant a toutes les conditions et directives générales indiquées plus haut.

Nous allons passer en revue différents types de hangars qui satisfont à toutes les conditions et directives générales indiquées plus haut, grâce à des dispositions spéciales.

Le premier type est celui du hangar élevé au *centre d'hydravions de Cherbourg*.

Son ouverture est de 60 m de longueur, non compris les deux appentis qui le bordent à l'extérieur, et qui ont chacun 9,50 m de longueur (fig. 2). La hauteur sous entrait a été demandée simplement, lors de sa construction, à 8 m. On verra plus loin par l'exemple du port aérien de Karouba, avec quelle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aisance on peut augmenter cette hauteur à peu de frais. La largeur est de 32 m; au total ce hangar couvre uniquement avec sa nef centrale, sans aucun montant intermédiaire, 1.920 m².

La constitution des éléments de la suspension et de la charpente métallique de la toiture, des portes et des pans de fer, côté fermeture fixe, présentent des particularités intéressantes. Les fermes de suspension sont ici en arcs doubles à trois articulations et à câbles continus (1).

C'est la première application qui a été faite de ces fermes nouvelles. Elles jouissent de cette particularité spéciale, d'être complètement isostatiques, et indéformables dans la limite d'élasticité des éléments qui les

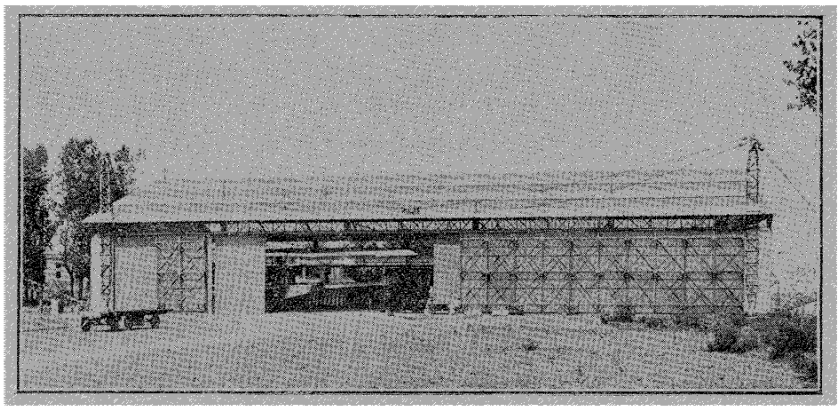


Fig. 2. — Vue d'ensemble du hangar de Cherbourg.

composent. On peut donc avec rigueur, affirmer que, quelles que soient les surcharges dyssymétriques : vent, neige, pluie, qui pourront intervenir, aucune déformation ne se produira. Dans ces conditions, il a été possible d'établir dans la toiture des bandes vitrées longitudinales sans craindre le bris des vitres (fig. 2).

L'indéformabilité de la suspension est obtenue au moyen de montants verticaux reliés à leurs extrémités à des goujons d'articulation, qui créent des points fixes sur des câbles continus, grâce à des dispositifs spéciaux. Sur ces goujons d'articulation, viennent s'assembler les étriers terminus des câbles, formant les croisillons des arcs doubles. De ces mêmes goujons d'articulation partent des étriers qui constituent les tiges de suspension pour porter, tous les 6 m de distance, la toiture.

Cette toiture elle-même comporte au droit de ces tiges de suspension des fermes métalliques transversales également à trois articulations, sur lesquelles

(1) Ces fermes de suspension sont brevetées par l'auteur de la communication.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

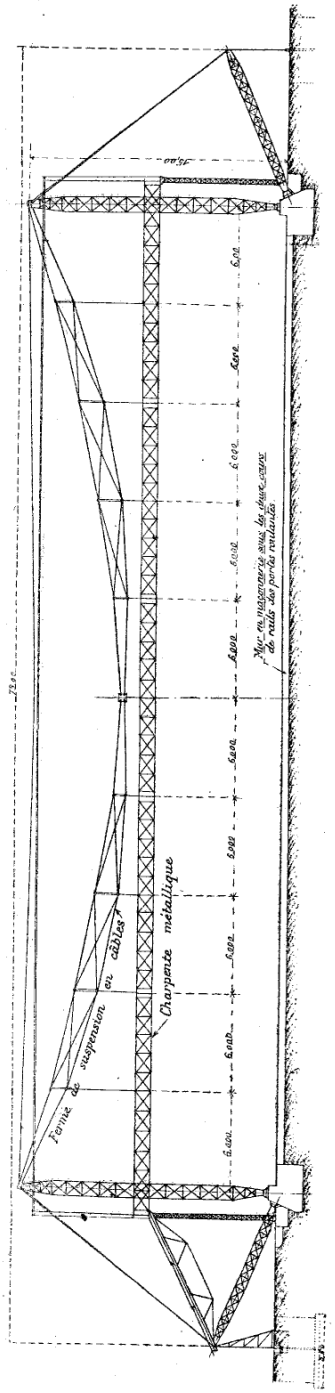



Fig. 3. — Élévation schématique du hangar de Cherbourg.

viennent se fixer les pannes écartées entre elles de 3 m et formées de double té, qui portent la couverture en tuiles de béton de ciment armé (fig. 3 et 4). Les arbalétriers de ces fermes transversales ont ici 18,20 m de longueur; ce sont des poutres armées avec des câbles à l'instar des poutrelles ou entretoises que l'on utilise depuis plus de vingt-cinq ans, dans les tabliers des ponts suspendus légers.

L'ensemble d'une ferme transversale est complété par un entrait en câble.

Il existe, en plus des poutres métalliques transversales, établies au droit des fermes de la toiture et supportées en trois points intermédiaires, par des câbles fixés aux goujons d'articulation supérieurs des dites fermes. Ces poutres métalliques peuvent servir de poutres porteuses pour les railways qui circulent librement dans tout l'intérieur du hangar.

En ce qui concerne les longs pans, il faut distinguer le long pan du côté de l'ouverture des portes, et le long pan fixe. Le long pan du côté de l'ouverture est constitué par une série de portes métalliques formées d'éléments de 6 m. Ces portes roulent au niveau du sol, au moyen de galets, sur des cours de rails parallèles. A la partie supérieure, ces portes possèdent un dispositif spécial qui maintient les galets horizontaux de roulement toujours en contact continu avec les guides supérieurs des poutres longitudinales, quelles que soient les variations thermiques et élastiques de la suspension et de la charpente métallique.

Ce dispositif (fig. 5) est d'une concep-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion simple (1). Il s'agit de réaliser le contact du galet horizontal supérieur A avec ses guides verticaux, toujours sur la même trajectoire (*a*) alors que ces guides verticaux se déplacent en hauteur. Le galet horizontal A est claveté sur un axe vertical BC, qui coulisse dans un tube guide B'C'. Sur cet arbre vertical est fixé un plateau DD'. Sur ce plateau, deux fourches E, E', ont leurs axes solidaires du plateau DD'. Les axes de ces fourches portent deux galets tournant fous sur leurs axes. Ces deux galets portent constamment sur les extrémités des ailes verticales des deux cornières qui forment les surfaces guides du galet horizontal A, grâce à un ressort puissant qui prend appui d'une part sur la charpente métallique M de la porte, et d'autre part sur le plateau DD'.

On voit ainsi nettement que la distance δ entre la ligne (*a*) de contact du

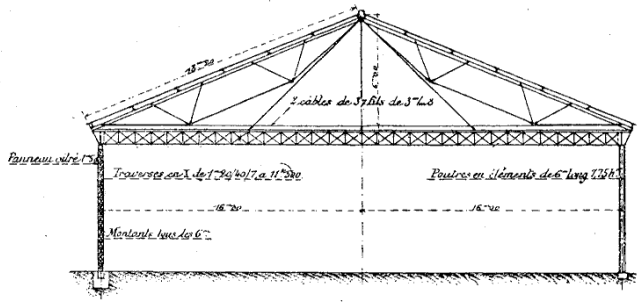



Fig. 4. — Ferme transversale à trois articulations.

galet A avec ses guides, et l'arête (*b*) de ces cornières guides est constante quelles que soient les variations en hauteur, au-dessus du sol, de la ligne (*b*) sous les actions élastiques et thermiques, qui agissent sur la charpente métallique et la suspension du hangar.

Quant au long pan fixe dans ce hangar, il est formé de montants, articulés à la base sur des goujons traversant deux cornières, qui au moyen de tirants de scellement, sont fixées aux murettes, établies dans le sol au droit de ce long pan. Ces montants sont complétés par des traverses, et dans l'intervalle, des dalles en béton de ciment armé constituent le remplissage des parois.

A leur partie supérieure, ces mêmes montants sont reliés par des goujons d'articulation aux poutres longitudinales, qui assurent l'aération totale du hangar, et de plus contribuent à former les membrures de la poutre horizontale, qui doit résister à la pression du vent soufflant horizontalement. Cette poutre horizontale est ainsi constituée avec : les deux poutres

(1) Ce dispositif breveté est de l'auteur de la communication.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la poussée du vent, le pylône au vent tend à se soulever pour surcharger le pylône sous le vent; mais étant donnée la présence de câbles diagonaux dans longitudinales, les poutres transversales et les croisillons en câbles. Sous

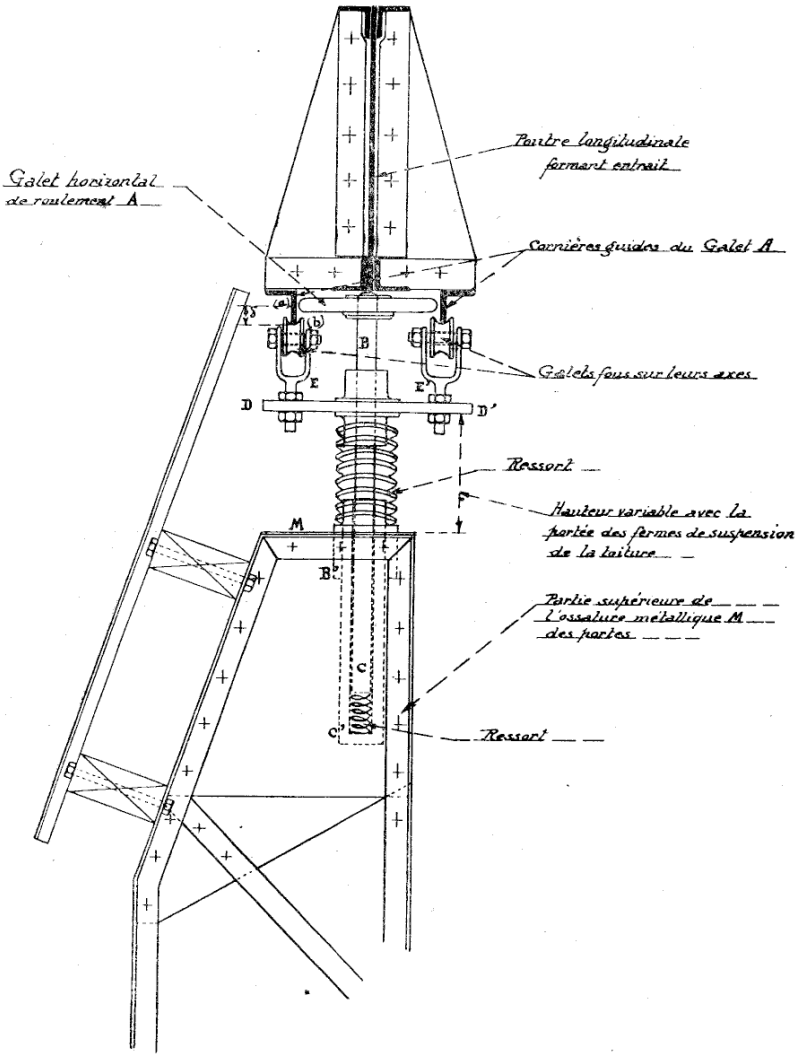



Fig. 5. — Dispositif de guidage des portes de hangar à toiture suspendue.

ces pylônes et la force importante de la compression verticale afférente à chaque pylône, la stabilité totale est assurée.

On réalise avec les dispositions qui viennent d'être décrites, non seulement, dans la toiture, une poutre caisson qui reporte sur les pylônes la poussée du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vent, mais encore une superstructure dans laquelle l'amovibilité générale est totale.

Le montage d'un pareil hangar est des plus faciles.

Les pylônes métalliques une fois mis en place, et haubannés ainsi que, dans le cas présent, des fléaux obliques qui permettent de ne pas encombrer les abords du hangar, il suffit d'assembler à terre toutes les fermes de suspension en câbles. Au moyen de simples palans et de treuils, on fixe ces fermes de suspension aux sommets des pylônes, en les soutenant, si l'on veut, en plusieurs points pour diminuer les efforts à vaincre; puis on libère

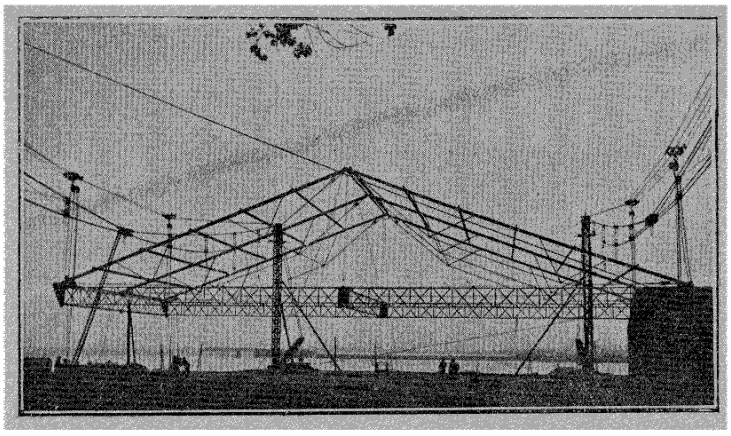


Fig. 6. — Mise en place d'un panneau de toiture de 12 × 32 m.

tous les éléments et les fermes de suspension, par le simple effet de la gravité, décrivent les courbes qui leur ont été assignées.

La suspension étant complète, on passe au levage d'un panneau de la toiture, ce qui représente en une seule opération la mise en place de la charpente métallique couvrant

$$12 \times 32 \text{ m} \quad \text{soit} \quad 384 \text{ m}^2.$$

La figure 6 montre comment l'opération s'effectue par une seule manœuvre. En cinq opérations semblables, toute la toiture du hangar de 60 m d'ouverture est montée.

Pour mettre en pleine lumière la stabilité des nœuds d'articulation fixes créés sur les câbles continus de ces fermes de suspension, on a monté toute la charpente métallique dans une demi-travée (fig. 7). Dans ces conditions, comme la charpente métallique de la toiture pèse 1.100 kg par mètre courant, on a pu constater pratiquement par cette expérience intéressante, que ces fermes de suspension isostatiques en câbles, réalisent bien ce que la théorie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prévoit, c'est-à-dire que, par un choix judicieux du contour de l'arc inférieur, on assure l'indéformabilité de la suspension, avec un coefficient de sécurité que l'on peut se donner *a priori*, pour telle surchage dyssymétrique maxima prévue.

Les qualités remarquables tant au point de vue technique qu'économique, présentées par ces fermes isostatiques se mettent en évidence très aisément.

Par une simple épure de statique graphique, on détermine avec rigueur la ligne d'influence de l'effort développé, par exemple, dans la section $\alpha$ des câbles constituant l'arc supérieur. Cette ligne d'influence est représentée par le diagramme suivant (fig. 8). Ce qui caractérise cette ligne d'influence c'est que le maximum est fonction particulièrement de la flèche axiale adoptée

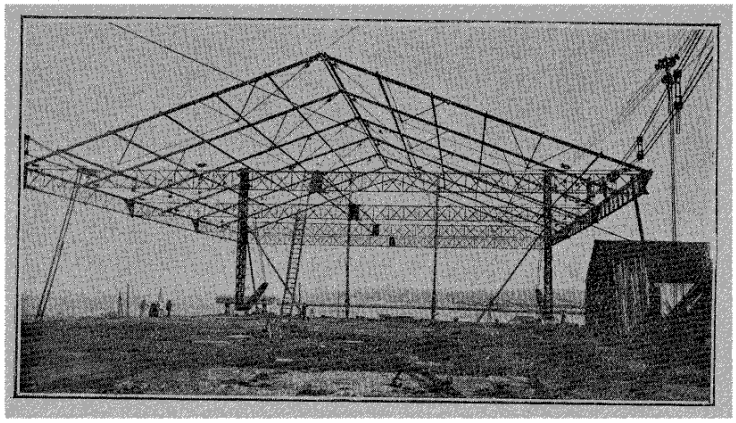


Fig. 7. — Charpente métallique d'une demi-travée.

pour la ferme de suspension. Au contraire, le minimum $Qq^1$, est commandé par l'inclinaison sur l'horizontale de la tangente au point $\beta$ de la courbe décrite par l'arc inférieur dans la section considérée $\alpha$ (fig. 8). Or, la tension totale développée dans la section $\alpha$ des câbles de l'arc supérieur, est représentée par la relation :

$$(S - \sigma).p$$

si : $p$ est le poids par mètre courant de la toiture;

S, la surface exprimée à l'échelle voulue de la partie positive de la ligne d'influence;

$\sigma$, la surface afférente à la partie négative de cette même ligne d'influence.

On voit de suite tout le parti qu'il est possible de tirer de ces fermes isostatiques, puisque par un choix très judicieux du contour de l'arc inférieur, on peut réduire au minimum la tension :

$$(S - \sigma).p.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut se contenter simplement de définir pour cette expression une valeur positive légèrement supérieure à celle de l'expression

$$\sigma . \pi$$

$\pi$ représentant la surcharge dyssymétrique maxima par mètre courant,

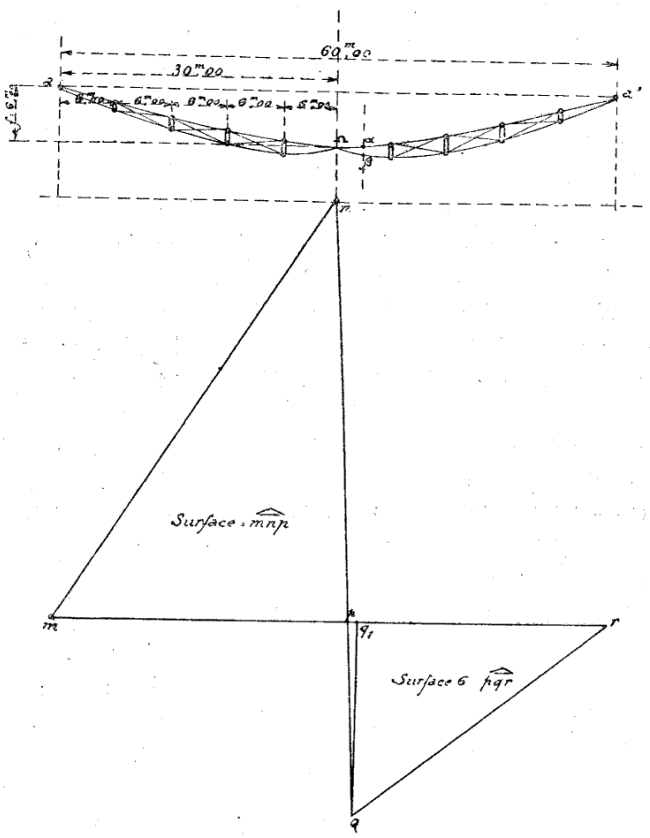



Fig. 8. — Schéma d'une ferme isostatique et ligne d'influence.

qu'il y a lieu de prévoir sur la fraction *pr* de la longueur totale *mr* du débouché (fig. 8).

En tous cas, on peut se donner nettement *a priori* le coefficient N de sécurité, que l'on veut donner à la stabilité des efforts de tension, développés dans la section $\alpha$ des câbles de l'arc supérieur, et défini par la relation

$$p(S - \sigma) - \sigma . \pi \geqslant N.$$

On réalise pratiquement cette condition par le choix approprié du contour de l'arc inférieur.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'application de ces fermes de suspension isostatiques dans la construction des ponts suspendus à grande portée donnera lieu à des résultats particulièrement heureux, tant au point de vue de la rigidité qu'à celui de l'esthétique et de l'économie. L'avenir ne pourra que confirmer les résultats déjà acquis, dans la construction des toitures à grandes surfaces couvertes, où l'on a utilisé ces mêmes fermes de suspension.

Le poids total *par mètre courant* de la toiture de ce hangar de Cherbourg, avec sa couverture en béton de ciment armé est de 2.730 kg.

On voit que nous n'avions rien exagéré, en disant précédemment, que le problème de la construction des toitures suspendues des hangars à grande surface couverte, était connexe de celui de la construction des tabliers de ponts suspendus.

Les ponts suspendus, types légers, contruits avant la guerre, pesaient en moyenne de 1.200 à 1.800 kg; aujourd'hui, avec les nouvelles conditions de la circulaire réglementaire du 8 janvier 1915, sur les ponts-routes modernes, ces poids ont augmenté et sont passés à environ 3, 4 et 5 t par mètre courant, suivant qu'il s'agit de routes vicinales, départementales ou nationales. Le poids précédent de 2.730 kg est voisin du premier de ces nombres.

Comme nous l'avons signalé précédemment, la toiture de ce hangar est couverte de tuiles minces en béton de ciment armé nervurées, absolument étanches. On a ici fait dans la toiture de ce hangar une expérience intéressante; on a adopté la distance de 3 m entre pannes, les nervures de ces tuiles situées à 0,25 m d'intervalle ont $60 \times 60$ mm; leur pose s'effectue, étant donné leur poids important, au moyen d'un petit chariot circulant sur les pannes, et muni d'un palan fixé au bout d'un petit mâtereau.

Une pareille tuile couvre à elle seule plus de 3,75 m$^2$; on se rend compte de la rapidité du travail de couverture une fois qu'on est outillé.

L'ensemble du hangar est représenté par la figure 2.

*Hangar pour hydravions d'Hourtin* (fig. 9). — En montrant les vues d'un hangar à toiture suspendue du même type, mais à deux nefs accolées, nous allons mettre en évidence, du même coup, pourquoi nous avons pu avancer avec certitude plus haut, qu'il n'y avait pas de limite à la largeur qu'il était possible de réaliser, soit tout de suite, soit plus tard, même avec un de ces hangars construits avec une largeur réduite. En effet, il suffit d'accoler à une nef déjà existante une autre nef semblable, et on en double la largeur, en utilisant totalement les portes sur la nef ajoutée. Le hangar d'Hourtin, avec 40 m de largeur est précisément à deux nefs accolées.

La figure 9 montre la vue de trois quarts de ce hangar en cours de montage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les fermes de suspension sont toujours du même système isostatique à trois articulations; toutefois, les portes viennent s'effacer en dehors sur des appuis prolongeant les guides disposés sous les entraits.

Au contraire, dans le hangar de Cherbourg, les portes s'effacent les unes derrière les autres, sur plusieurs voies de roulement.

Ce hangar couvre, pour les deux nefs seulement, une superficie de $60 \times 40 = 2.400$ m² sans aucun montant intermédiaire.

*Hangar de Karouba en Tunisie, servant de port d'attache pour hydravions,*

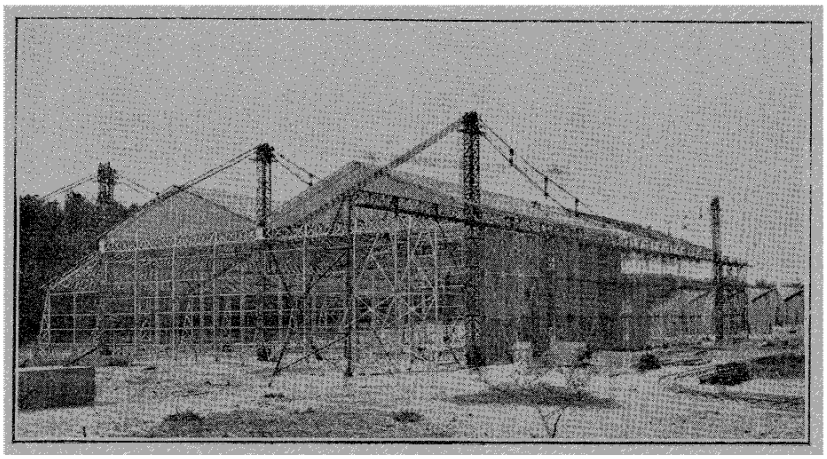


Fig. 9. — Hangar pour hydravions d'Hourtin.

*et d'atelier* (fig. 10). — Ce hangar-atelier diffère totalement des précédents tout en possédant pour chacune de ses nefs une toiture suspendue au moyen de fermes isostatiques à trois articulations. Le hangar est constitué par 5 nefs consécutives représentant ainsi une longueur totale de 254 m. En effet, on a d'abord 3 nefs de chacune 71 m de longueur d'ouverture soit $3 \times 71 = 213$ m, 2 nefs extrêmes de chacune 20,50 m soit 41 m; au total : 254 m.

La hauteur sous entrait prévue d'abord à 10 m vient d'être portée pour répondre déjà aux nécessités de l'heure présente à 12 m. Les 5 nefs longitudinales de 20 m de largeur sont accolées à 5 autres nefs de même largeur, il s'ensuit que ce hangar immense servant de port d'attache et d'atelier, couvre une superficie de $254 \times 40 = 10.160$ m².

La figure 10 montre la charpente métallique en place avec 10 m de hauteur; c'est un exemple frappant pour mettre en lumière la valeur des directives générales, explicitées au début de cette communication, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

indiquant que les dispositions d'exécution doivent être prises pour ces hangars afin de rendre possible leur surélévation, si les circonstances l'exigent. Or, dans le cas présent, rien n'a été plus simple : on réalise cette surélévation en ce moment, uniquement en augmentant la hauteur des pylônes métalliques et la longueur des câbles de retenue. A part ces deux modifications, la charpente métallique de la toiture et des fermes de suspension restent sans aucun changement; on dépose le tout sur le sol et on remet au levage les éléments comme pour la première opération.

Il y a évidemment à allonger les montants des longs pans fixes et les

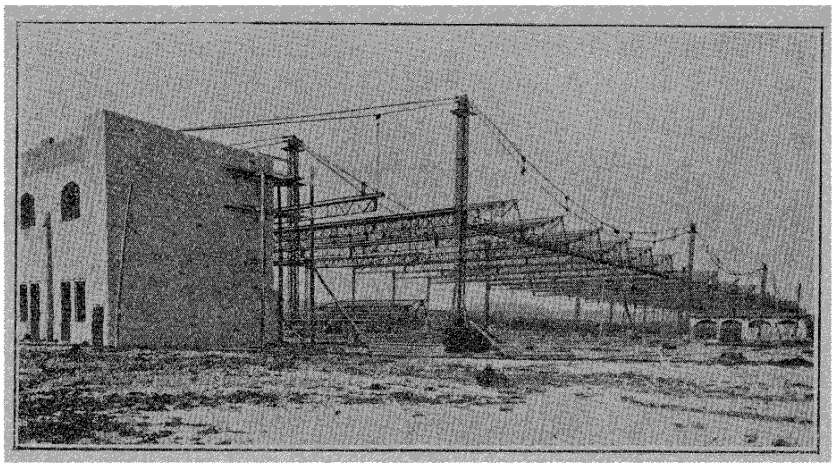


Fig. 10. — Hangar de Karouba en Tunisie (en cours de montage).

montants des portes, ce qui est d'autant plus simple que les dispositions d'exécution, avec des joints spéciaux dans ces éléments, ont été prévues dans ce but.

Les sheds de cet immense hangar ont 10 m de portée, entre appuis, et 20 m de profondeur.

L'idée d'appliquer à ce port aérien de Karouba les dispositions déjà consacrées par la pratique des fermes de suspension à trois articulations est due à M. Guïotton, Directeur des Travaux hydraulique de l'Arsenal de Bizerte. Dans ce hangar, des poutres transversales sont prévues pour supporter des railways qui permettront de porter et déplacer tous les éléments pesants des hydravions, tels que les moteurs et les fuselages, pour leur changement ou pour leur réparation.

Ce hangar constitue bien le type le plus indiqué pour les grands ateliers, pour les docks des ports de commerce, afin d'y entreposer des marchandises considérables en les manutentionnant soit au moyen de grues, même très éle-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vées, circulant dans l'intérieur de ces hangars, puisque la hauteur sous entrait n'est pas limitée; soit au moyen de railways électriques pendus à la toiture.

*Hangar de l'École d'Aviation d'Étampes.* — Nous mentionnerons également le hangar de l'École d'Aviation d'Etampes. C'est une application différente des précédentes.

Il s'agit ici de 4 nefs accolées deux à deux, formant un rectangle de 120 m de longueur, côté des ouvertures, sur 64 m de largeur, représentant ainsi une surface couverte de : $120 \times 64 = 7.680$ m² avec un seul pylône central, au point de croisement des diagonales de ce rectangle.

On peut juger du faible encombrement de ce pylône unique, si l'on remarque que les dimensions de son socle d'appui sont 1,20 m $\times$ 1,20 m.

Dispositions diverses et hangars a toiture suspendue pour dirigeables. — Nous ferons remarquer que ce type de hangars suspendus se prête à solutionner tous les problèmes qui peuvent se présenter. Par exemple, on a vu que dans le hangar de Cherbourg, et dans celui de Karouba, pour éviter d'encombrer les abords, on a rétabli la verticalité des câbles d'ancrage au moyen de fléaux ou de murs en maçonnerie, qui constituent à Karouba la séparation entre certains magasins. Cette solution est analogue à celle qui a été employée à Lorient en 1833.

Dans les hangars d'Hourtin et d'Étampes, les abords autorisent d'avoir des câbles de retenue inclinés.

Une autre solution élégante est celle que nous avons présentée pour le récent concours en vue de la construction d'un grand hangar à Villacoublay, et où notre proposition est arrivée d'ailleurs la plus économique (1); c'est là la supériorité des systèmes suspendus dès qu'il s'agit d'ouvrages à grande portée, étant entendu que l'on compare des constructions équivalentes au point de vue de la stabilité. Il s'agissait de ne pas dépasser, sur les pans des petits côtés, des limites bien assignées, sans perdre un mètre de terrain pour la surface couverte.

On a donc eu recours à la disposition qui consiste à amarrer, très peu en arrière des pylônes, les câbles de retenue sur les poutres longitudinales du hangar; ces poutres en compression équilibrent la composante horizontale de ces câbles de retenue; quant à leur composante verticale, elle est équilibrée par des câbles verticaux de retenue. Ces câbles vont, en effet, prendre la réaction nécessaire à l'équilibre de leur tension, dans des massifs de maçonnerie établis sous le sol.

(1) Le devis estimatif du hangar suspendu de Villacoublay s'est élevé à 1.743.373 francs, le devis du hangar métallique supporté à 2.650.000 francs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, comme dernier exemple, nous donnerons les grandes lignes d'un hangar pour dirigeable moyen qui était en cours d'exécution lors de l'armistice. Ce hangar était destiné à la Corse; ses caractéristiques sont : longueur 150 m; hauteur 28 m; largeur 25 m.

Ce hangar se distingue nettement de tous ceux qui ont été construits et projetés jusqu'ici. En effet, dans tous les hangars de dirigeables, on a suivi le même errement que celui adopté dans les ports maritimes. Pour faire entrer un grand navire dans son port, on le contraint à se présenter devant une ouverture, un canal, pas beaucoup plus large que lui. Que le navire soit drossé par le courant, par le vent, il se fait des avaries au flanc. Pour les dirigeables, on a toujours opéré de la même façon.

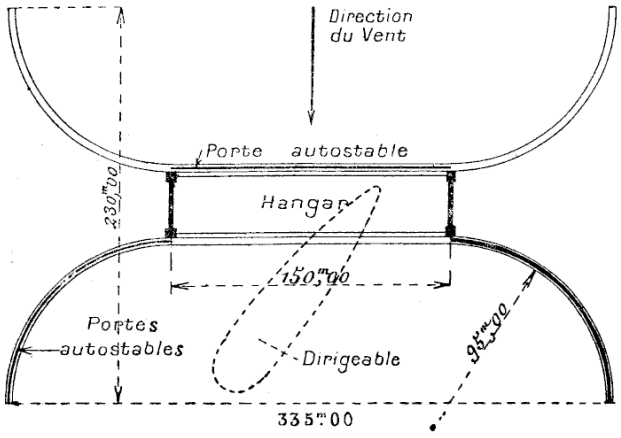



Fig. 11.

Au contraire, dans les toitures suspendues utilisées dans les hangars de dirigeables, rien n'obligeait de faire entrer le dirigeable entre les deux fermes de suspension, c'est-à-dire sur la petite largeur du hangar. Il était plus rationnel de prévoir une toiture entièrement stable sur toute la longueur, soit sur 150 m, ce qui était la dimension demandée à cette époque, en 1917. Cela posé, chacun des deux longs pans de ce hangar est constitué par une série de portes autostables de 28 m de hauteur, circulant sur des voies ferrées quadruples en courbe. On réalise (fig. 11) précisément lors de l'ouverture d'un long pan, l'avant-port qui atteint ici 335 m de longueur, lorsque le vent souffle dans le sens transversal au hangar. Dans le cas où le vent souffle dans le sens longitudinal du hangar, les portes autostables, ouvertes suivant les dispositions de la figure 12 donnent un espace abrité de 230 m de longueur.

Les dispositions générales d'exécution de ce hangar pour dirigeables sont représentées sur les figures 13, 14, 15, 16 et 17. Le dirigeable peut ainsi évo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

luer à l'abri, et rentrer dans son hangar par ses propres moyens, sans craindre d'avaries, en dérivant sous l'action du vent contre les montants de son hangar, s'il y pénètre sur les pans de côté, qui sont au contraire ici des pans fixes.

Côté économique de ces constructions. — Pour mettre en pleine lumière le côté économique de ces constructions, il suffit de donner le poids du métal employé au mètre superficiel de la toiture :

1° pour la charpente métallique;

2° pour la suspension,

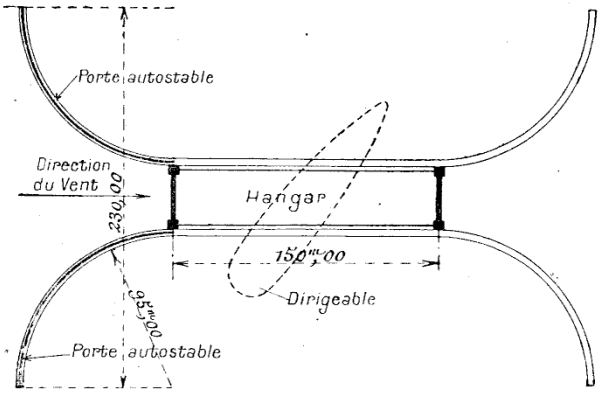



Fig. 12.

ainsi que le poids au mètre de hauteur pour la charpente des longs pans et des portes, dans les différents hangars dont il a été question précédemment. Ces données établiront pour l'avenir une base très nette de comparaison avec les hangars similaires répondant aux mêmes dimensions, à égalité toutefois de stabilité, car sans cette condition primordiale, les résultats ne sont pas comparables.

Les résultats sont représentés dans le tableau ci-contre :

| DÉSIGNATION DES HANGARS | CARACTÉRISTIQUES | | | SURFACE TOTALE COUVERTE (en m².). | POIDS AU MÈTRE CARRÉ COUVERT (en kilog.) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Longueur d'une travée de portes (en m.). | Hauteur sous entrait (en m.). | Nombre de nefs. | | Charpente métallique de toiture. | Partie spéciale. | Charpente des longs pans, pylônes et portes. |
| Hangar de Cherbourg. | 60 | 7,80 | 1 | 2.016 | 32,20 | 20,30 | 27,80 |
| — d'Hourtin . . | 60 | 8 | 2 et 1 appenti | 2.880 | 29 | 14,60 | 28 |
| — de Karouba . | 71 | 12 | 10 | 10.120 | 28,80 | 7,90 | 12,80 |
| — d'Étampes. . | 60 | 8 | 4 | 7.740 | 24,80 | 9 | 8,90 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 13. — Elévation.

Fig. 15. — Vue en bout.

Fig. 16. — Coupe.

Fig. 17. — Plan.

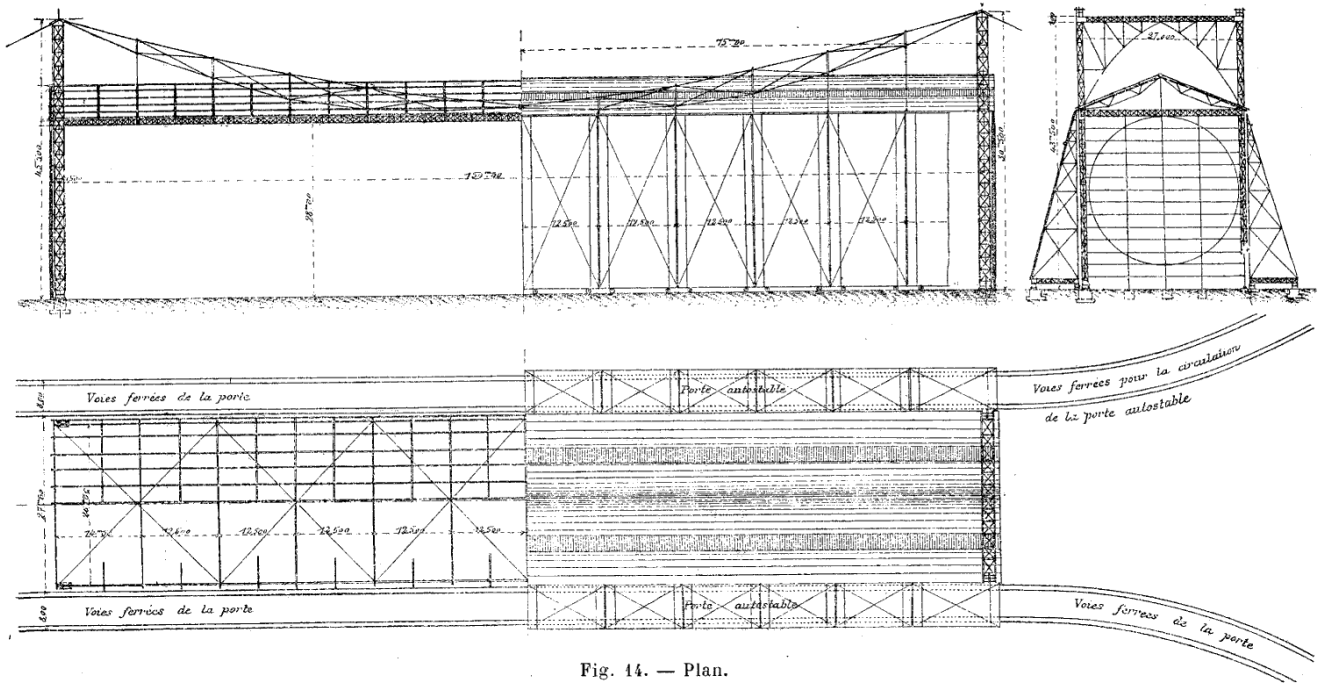



Fig. 14. — Plan.

Fig. 13 à 15. — Hangar pour dirigeable 150 × 28 × 25 m à portes longitudinales autostables.

Fig. 16 et 17. — Porte autostable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voyons, par exemple, le cas du premier hangar, décrit plus haut, celui de Cherbourg. Bien que la couverture de ce hangar soit faite en tuiles minces de béton de ciment armé, de 3 m de portée entre pannes, pesant près de 70 kg par mètre superficiel, la charpente métallique pour la toiture n'exige que 32,20 kg et pour la suspension 20,30 kg. Quant à la charpente métallique des longs pans et des pylônes, elle consomme 27,80 kg par mètre carré couvert.

Pour les autres hangars qui n'exigeaient pas une couverture aussi lourde, par suite de la moindre intensité des vents régnants enregistrés jusqu'ici à l'endroit de leur emplacement, on trouve respectivement comme dépense de charpente métallique pour la toiture :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 29 kg | par mètre carré | pour | Hourtin, |
| 28,80 kg | — | — | Karouba, |
| 24,80 kg | — | — | Étampes, |

et pour la suspension :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 14,60 kg | par mètre carré | pour | Hourtin, |
| 7,90 kg | — | — | Karouba, |
| 9 kg | — | — | Étampes. |

Ces deux derniers résultats mettent bien en évidence, comme cela était évident *a priori*, que plus la surface couverte est importante avec plusieurs nefs accolées, moins la dépense nécessitée par les câbles de retenue entre en jeu. Ces chiffres indiquent surabondamment le côté vraiment économique de ces constructions suspendues qui jouissent toujours d'une stabilité très supérieure à celle des mêmes hangars supportés pour les raisons explicitées plus haut.

Tous les hangars précédents qui sont les applications de nos brevets personnels ont été construits et mis en place par la Société des Ateliers et Chantiers de la Gironde, qui s'est ainsi acquis une réputation tout à fait spéciale dans ce genre d'ouvrage.

Ces constructions sont destinées, croyons-nous, à prendre dans l'avenir une grande extension aussi bien pour la navigation aérienne que pour la navigation maritime et pour les ateliers et grands docks, dès qu'on en aura su apprécier les avantages pratiques et économiques.

G. Leinekugel le Cocq.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LES MOTEURS SEMI-DIESEL ÉTAT ACTUEL DE LEUR CONSTRUCTION ET DE LEUR UTILISATION

La pénurie et l'augmentation du prix des combustibles qui sont une des conséquences de la guerre ont incité tous les constructeurs en France à rechercher les moyens de les économiser; c'est pourquoi les moteurs semi-Diesel qui existent à l'étranger depuis une vingtaine d'années ont pris récemment une importance considérable chez nous et c'est pourquoi le comité des Arts mécaniques de la Société d'Encouragement a jugé le moment venu de publier une note donnant un aperçu de l'état actuel de la construction et de l'utilisation des moteurs semi-Diesel. Cette note comprendra d'abord la description et la définition de ce type de moteur tel qu'il existe actuellement ainsi que les considérations qui ont conduit à sa création, puis, d'après les travaux de M. Dumanois, quelques indications sur son fonctionnement théorique et pratique, quelques indications sur les combustibles susceptibles d'être utilisés par lui et en particulier sur les huiles végétales qu'il peut consommer très facilement, qui sont produites en grande quantité par nos colonies et qui, par conséquent, lui assurent un avenir fort intéressant en Afrique et en Asie françaises; les travaux de M. Mathot sur l'emploi des huiles végétales présentent à ce sujet un intérêt de premier ordre; la présente note se termine par la description d'un certain nombre de moteurs construits actuellement dans les pays scandinaves, en Belgique, en Angleterre et en France et enfin par le compte rendu du concours organisé en décembre dernier par l'Automobile-Club de France.

## Les moteurs semi-Diesel.

Les moteurs semi-Diesel sont les derniers venus parmi les moteurs dans lesquels la puissance calorifique du combustible est transformée directement en travail sans passer par l'intermédiaire d'un fluide tel que la vapeur ou l'air comprimé.

Les premiers moteurs à transformation directe ont été les moteurs à gaz et les moteurs à essence qui constituent le groupe des moteurs à explosion, puis, sont venus les moteurs Diesel à combustion interne avec allumage spontané et enfin les moteurs semi-Diesel qui ne sont ni à explosion, ni à combustion, mais qui procèdent des deux groupes précédents. Grâce à ses propriétés particulières, chacun de ces trois groupes a ses applications bien définies dans lesquelles ses qualités sont utilisées de la manière la plus favorable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les moteurs à explosion qui utilisent un combustible gazeux ou volatil, le mélange explosif d'air et de combustible se fait en dehors du moteur spontanément et son explosion est provoquée par un moyen extérieur, autrefois un brûleur, maintenant une étincelle électrique; dans les moteurs à combustible non volatil, le mélange se fait dans le moteur grâce à l'élévation de température résultant de la compression de l'air, cette température étant suffisante pour provoquer l'inflammation spontané du mélange. Enfin, dans

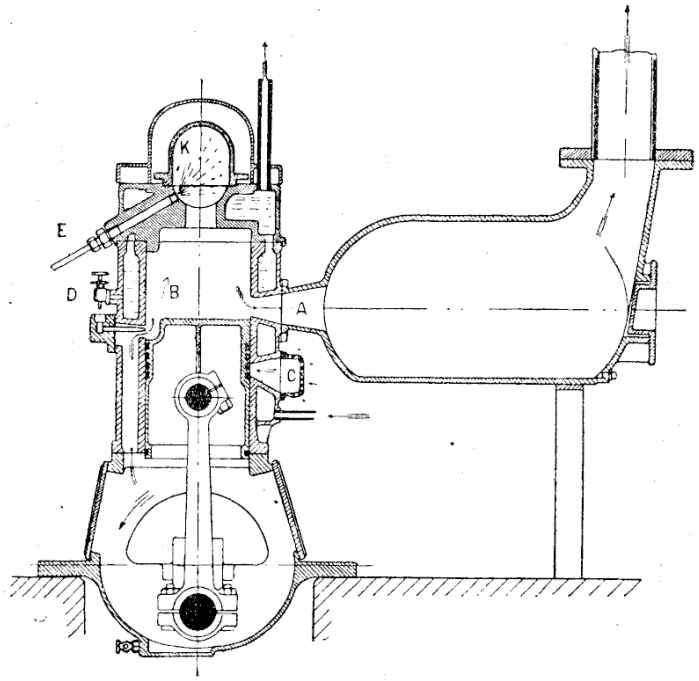



Fig. 1. — Moteur semi-Diesel Aster type SAMCI.

les moteurs semi-Diesel, utilisant également un combustible non volatil, l'inflammation est obtenue par un moyen extérieur, car la température résultant de la compression de l'air est insuffisante pour la provoquer spontanément; ce moyen extérieur est constitué par une boule d'allumage dont la température est maintenue par la chaleur des explosions successives mais qui a dû être chauffée par un brûleur avant la mise en marche du moteur.

Dispositions fondamentales du moteur semi-Diesel. Moteur Aster type SAMCI (fig. 1). — Le moteur semi-Diesel se compose essentiellement d'un cylindre dans lequel se meut un piston actionnant l'arbre moteur par l'intermédiaire d'une bielle et d'une manivelle ou d'un vilebrequin et d'un carter

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

étanche faisant l'office de pompe de balayage. Le fond du cylindre est prolongé par une boule d'allumage K qui peut être de forme cylindrique, conique, sphérique, qui comporte parfois des nervures pour augmenter sa puissance calorifique et dans laquelle se fait l'injection sous pression du combustible liquide finement pulvérisé. La température de la boule d'allumage normalement au rouge cerise doit rester suffisante pour que le moteur puisse fonctionner sans explosion pendant un certain nombre de tours. La plupart des moteurs semi-Diesel sont à cylindre vertical et fonctionnent suivant le cycle à deux temps, c'est-à-dire qu'il se produit une explosion à chaque tour de volant; ce fonctionnement est le suivant :

Le piston étant à fond de course en haut, le mélange de combustible et d'air comprimé fait explosion et le chasse vers le bas par sa détente; l'orifice C d'entrée d'air frais est fermé par le piston. Dans d'autres types de moteurs, l'orifice C est remplacé par des clapets automatiques de rentrée d'air placés sur le carter, qui s'ouvrent quand le piston monte et se ferment quand il descend. Le volume du cylindre diminuant quand le piston descend, l'air frais qui avait pénétré précédemment dans le cylindre et dans le carter par l'orifice C s'y comprime jusqu'à une pression de 0,200 kg : cm$^2$; pour obtenir cette pression, il faut réduire autant que possible le volume du carter.

Les orifices A d'échappement et B de communication du carter avec la chambre d'explosion sont fermés pendant la première partie de la course ascendante du piston qui découvre d'abord l'orifice A, permettant aux gaz brûlés et détendus de passer dans le pot d'échappement; puis il découvre l'orifice B par lequel pénètre au-dessus du piston l'air qui a été comprimé dans le carter; cet air balaye les gaz brûlés et les entraîne dans le pot d'échappement.

A la fin de la course descendante du piston, la chambre de combustion est pleine d'air frais et grâce à l'inertie du volant, le piston remonte; dans sa course ascendante, il referme les orifices B et A; il comprime l'air frais dans la chambre de combustion et fait le vide dans le carter jusqu'à ce que l'orifice C soit découvert, ce qui permet à l'air frais de rentrer dans le carter; en un point déterminé de la course ascendante du piston, une pompe à piston plongeur injecte du combustible liquide dans la chambre de combustion sous forme d'une fine poussière qui, au contact de la boule d'allumage K se vaporise et forme avec l'air comprimé un mélange explosif. Ce mélange continue à être comprimé et s'enflamme au contact de la boule; l'explosion se produit et un nouveau cycle commence.

Le cylindre est entouré d'une chemise à circulation d'eau de refroidissements, venue de fonte avec lui; le refroidissement est obtenu par l'évaporation libre de l'eau qui y est contenue et qui provient d'un réservoir; D est un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

robinet permettant de faire pénétrer dans le cylindre quelques gouttes d'eau pour empêcher les explosions prématurées, et réglable à la main. La culasse du cylindre est également refroidie par circulation d'eau, mais non la boule d'allumage, puisqu'elle doit rester incandescente sous l'effet des explosions successives; pour la mise en marche, elle doit être réchauffée préalablement au moyen d'une lampe à souder.

Le moteur est muni d'un régulateur de vitesse à inertie qui commande la distribution d'huile combustible. Ce régulateur consiste en une masse qui s'écarte de l'axe du vilebrequin par l'effet de la force centrifuge; cette masse est solidaire d'un axe, qui par l'intermédiaire d'un galet, commande un levier venant en contact avec le piston de la pompe à huile.

Le combustible est envoyé sous pression par un tuyau mince dans le gicleur E d'où il pénètre finement pulvérisé dans la boule d'allumage.

Le graissage se fait par un graisseur unique.

Telles sont les dispositions fondamentales du moteur semi-Diesel à deux temps.

Ce type de moteur si intéressant a été créé en vue de réaliser l'utilisation du pétrole et des combustibles liquides peu ou pas volatils et par suite moins coûteux et moins dangereux que l'essence dans des moteurs fonctionnant suivant le cycle à explosion ou tout au moins un cycle analogue; la solution de l'emploi de ces combustibles existait déjà dans le moteur Diesel fonctionnant suivant le cycle à combustion mais assez compliqué en lui-même et par les organes supplémentaires qu'il exige et par suite inutilisable à cause de son prix de revient élevé pour les petites puissances nécessaires aux usages maritimes (bateaux de pêche, chalands), fluviaux, agricoles ou industriels.

C'est d'ailleurs sous forme de moteurs auxiliaires pour les bateaux de pêche que les moteurs semi-Diesel sont employés couramment depuis plus de vingt ans dans les pays scandinaves où de nombreux constructeurs se sont établis. En effet, le moteur à essence ne convient pas aux bateaux de pêche à cause des dangers d'incendie qu'il entraîne; il ne pourrait être installé que sur le pont de façon que la ventilation des vapeurs d'essence pût être suffisante, mais il y occuperait trop de place; en outre, il faudrait prévoir des dispositifs spéciaux contre l'incendie dans l'installation des réservoirs et des tuyauteries, tels que robinets d'isolement, diaphragme, toiles métalliques, dispositifs d'évacuation du combustible à la mer.

Le pétrole lampant est plus économique et moins dangereux à bord, mais les moteurs à pétrole présentent certains inconvénients résultant de la difficulté du réchauffage et de la carburation, de l'encrassement des pistons et des soupapes.

Quant au moteur Diesel, il est trop compliqué et trop coûteux pour les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

petites puissances. C'est ainsi que l'on a été amené à créer un moteur consommant du pétrole ou de l'huile lourde et fonctionnant suivant un cycle voisin du cycle à explosion.

On a cherché d'abord à réaliser un mélange explosif de combustible et d'air qui puisse être enflammé par l'étincelle électrique, on a donc essayé de vaporiser le combustible par chauffage avant son introduction dans le cylindre; mais le pétrole épuré ne contient que 60 parties volatiles au dessous de 300° et la température nécessaire pour vaporiser complètement le pétrole lampant et les huiles lourdes est voisine du rouge sombre; comme la température du cylindre est plus basse, au moment où le combustible vaporisé y pénètre et se mélange avec l'air froid, il se condense sous forme de gouttes sur les parois du cylindre; ces gouttes n'ont pas le temps de brûler pendant la période de combustion, elles se revaporisent partiellement pendant la période de détente et donnent lieu à des dépôts qui encrassent les parois; en outre, l'utilisation du combustible est imparfaite et la consommation augmentée. Ces dispositions ont été réalisées sur le moteur à 4 temps de Capitaine dont le premier a été construit en 1883 et dans lequel le combustible chauffé était injecté pendant la période d'aspiration de l'air; d'où résultaient les inconvénients indiqués plus haut, puisqu'il y avait mélange du pétrole chaud avec de l'air froid. Il a suffi pour réaliser le moteur semi-Diesel de déplacer la soupape d'aspiration d'air qui se trouvait au sommet de la chambre de combustion et de faire l'injection pendant la période de compression de façon que l'air ait été chauffé par la compression avant que le pétrole chauffé vienne à son contact, car la chambre de combustion n'étant plus refroidie par l'air frais conserve une température suffisante pour permettre au combustible de se vaporiser; il n'y a donc plus besoin de le chauffer préalablement; bien plus, la chambre de combustion étant prolongée par la boule d'allumage, la température de cette boule reste suffisante pour enflammer spontanément le mélange comprimé de pétrole et d'air.

D'autre part, le moteur auxiliaire de bateau de pêche devait être aussi simple que possible, de façon que l'on puisse confier sa conduite à un manœuvre sans compétence épargnant la main-d'œuvre coûteuse d'un spécialiste mécanicien indispensable pour la conduite d'un moteur Diesel; en effet, le moteur Diesel, qui fonctionne à très haute pression, comporte des organes assez délicats (l'aiguille à injection par exemple) qui ne peuvent être manœuvrés par n'importe qui.

On a donc cherché à faire un moteur aussi simple que possible. Par suite du taux élevé de compression préalable de l'air (35 kg : cm² adopté dans le cylindre du moteur Diesel, pression qui atteint environ

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

50 kg : cm² pendant la combustion, sa construction doit être particulièrement soignée pour résister à l'effort d'arrachement supporté par la culasse, effort qui dans un cylindre de 20 cm de diamètre atteint près de 16 t. C'est pourquoi les fonds de cylindres des moteurs Diesel sont souvent munis d'une soupape de sûreté pour éviter les explosions en cas de surpression accidentelle. D'autre part, l'étanchéité du piston doit être parfaite pour éviter les fuites de gaz qui entraînent une perte de rendement considérable. Comme la quantité de chaleur dégagée par rapport au volume de la cylindrée est considérable, les dispositifs de refroidissement doivent être aussi particulièrement soignés.

Cette série d'inconvénients tenant au taux de compression élevé du moteur Diesel est à peu près supprimée ou tout au moins très atténuée dans le moteur semi-Diesel dans lequel la compression ne dépasse pas 12 kg : cm² au maximum et varie le plus souvent de 5 à 10 kg : cm², la pression maxima de combustion atteignant 25 kg : cm² environ et la compression volumétrique étant de 1/6 au lieu de 1/12. La résistance du cylindre n'a pas besoin d'être aussi grande, il n'y a pas besoin de soupape de sûreté sur le cylindre, l'étanchéité du piston s'obtient plus facilement, les dispositifs de refroidissement du cylindre et d'injection de combustible sont plus simples. Enfin, la compression de l'air peut être obtenue dans le cylindre lui-même sans adjonction de la pompe à air nécessaire pour obtenir le taux de compression du moteur Diesel.

Cependant quelques moteurs parmi les premiers construits étaient munis d'un corps de pompe séparé avec piston commandé par l'arbre moteur et dans lequel le mélange explosif se faisait et se comprimait; d'autres fonctionnent avec un jet d'air destiné à refroidir la chambre de combustion et le piston et remplaçant l'injection d'eau; ce jet d'air augmente l'efficacité du balayage.

La plupart des moteurs semi-Diesel (90 p. 100) fonctionnent suivant le cycle à 2 temps qui permet la suppression des soupapes, l'admission de combustible et l'échappement des gaz brûlés se faisant, comme on l'a vu plus haut, par des orifices alternativement découverts et fermés par le piston pendant sa course.

Le moteur à 2 temps présente encore l'avantage d'être plus régulier à puissance égale que le moteur à 4 temps, puisque les explosions sont plus fréquentes. Son volant est moins lourd, mais il consomme un peu plus.

Le cycle à 4 temps permet cependant d'éviter certains inconvénients des moteurs à 2 temps à carter étanche.

En effet, le carter fermé rend impossible la surveillance du graissage de la bielle et des manivelles pendant la marche, il entraîne une assez grande com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plication dans les paliers de l'arbre qui doivent être absolument étanches et pouvoir cependant être graissés; le balayage est plus efficace dans le moteur à 4 temps puisqu'on dispose d'une course entière du piston et d'une cylindrée complète d'air frais pour l'assurer; cet air est exempt des produits de la combustion dont il subsiste toujours une partie dans le cylindre du moteur à 2 temps, par suite de l'imperfection du balayage de la course précédente; il ne contient pas d'huile de graissage toujours entraînée dans le moteur à carter étanche et la consommation de graissage est moindre; enfin le rendement est meilleur par suite de l'amélioration du balayage.

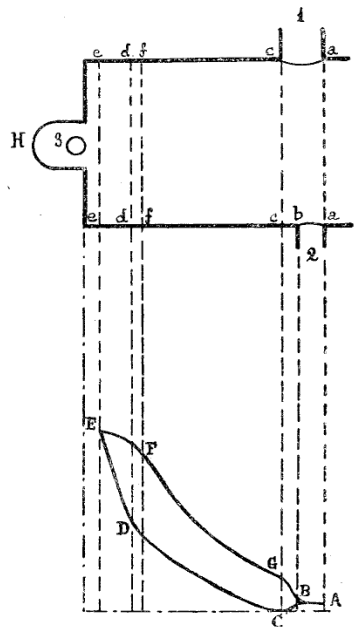



Fig. 2. — Diagramme du moteur semi-Diesel.

*Diagramme.* — Le diagramme d'indicateur du moteur à 2 temps est le suivant (fig. 2).

Si nous partons de l'extrémité A opposée à la boule d'allumage, les orifices d'échappement 1 et de balayage 2 sont ouverts, l'air frais à la pression de 0,200 kg : cm² pénètre dans le cylindre et balaye les gaz brûlés; la courbe AB du diagramme est horizontale à l'ordonnée de 0,2, en *b* l'orifice de balayage se ferme tandis que l'orifice d'échappement reste ouvert, jusqu'en *cc*; la courbe BC, est donc à la pression atmosphérique. A partir de *cc* la compression de l'air et l'injection du combustible par l'orifice 3 commence; le combustible se vaporise et l'inflammation du mélange se produit en un point *dd*; la courbe CD monte, puis, par suite de l'inflammation, la pression monte rapidement jusqu'à la fin de la course E du piston; l'inflammation se continue jusqu'en un point F, où la détente commence, de sorte que la pression diminue peu, la courbe de détente va de F à G qui correspond à l'ouverture de l'orifice d'échappement; la pression tombe jusqu'en B, point où s'ouvre à son tour l'orifice de balayage. Il faut que l'orifice d'échappement s'ouvre le premier, car la pression à fin de détente est d'environ 2,5 à 3 kg : cm² tandis que celle du balayage n'est que de 0,200 kg : cm²; le balayage commence et continue jusqu'en A où le cycle recommence.

La position du point D correspondant au commencement de l'inflamma-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion dépend du taux de compression volumétrique et de la température de la boule d'allumage puisque c'est en ce point de la course que le mélange doit être dans des conditions de saturation et de température telles que l'allumage spontané se produise; la fraction de course *dc* représente donc l'avance à l'allumage. La position du point D ne peut être modifiée volontairement comme dans le moteur à explosion où il suffit de modifier le calage de la magnéto, ni comme dans le moteur Diesel ou il suffit de modifier le réglage de l'aiguille d'injection. Pratiquement, elle est variable de part et d'autre d'un point moyen; en effet, lorsque la puissance diminue, c'est-à-dire que la quantité de combustible injectée diminue, la température de la boule d'allumage s'abaisse et la compression devra être plus forte pour que le mélange plus pauvre s'enflamme, le point D se rapprochera donc du point mort et inversement.

En outre, même sous un régime uniforme, les conditions d'injection et de vaporisation d'une cylindrée à l'autre ne sont pas rigoureusement uniformes.

L'avance à l'allumage se règle donc en quelque sorte automatiquement.

M. Dumanois a étudié d'une façon complète les diagrammes relevés sur chacun des 3 types de moteurs : 1° moteur Diesel dans lequel la combustion résulte de l'introduction progressive du combustible dans l'air amené par une compression préalable à une température telle que l'auto-allumage se produise, le combustible se trouvant dans un état de pulvérisation tel que chaque particule trouve immédiatement la quantité d'air nécessaire à sa combustion complète; la combustion se fait sensiblement à pression constante; 2° moteur à explosion dans lequel la combustion résulte de l'inflammation d'un mélange intime d'air et de combustible préalablement dosé, la position du point d'inflammation étant réglable suivant le régime, de façon à obtenir une avance à l'allumage suffisante pour réaliser une combustion aussi voisine que possible de la combustion à volume constant dans l'espace mort; enfin 3° le moteur semi-Diesel dans lequel la combustion résulte de l'inflammation par contact du combustible vaporisé dans la chambre de combustion maintenue à une température supérieure à celle de l'auto-allumage et pleine d'air réchauffé par la compression, la combustion se continuant par mélange progressif du combustible avec l'air; le diagramme suivi est intermédiaire entre les deux précédents en se rapprochant plus du diagramme à volume constant que du diagramme à pression constante.

*Rendement.* — L'étude théorique et numérique de ces diagrammes a amené M. Dumanois à conclure à la supériorité thermique du cycle de combustion à volume constant. C'est pourquoi, bien que la compression du moteur semi-Diesel soit seulement la moitié de celle du moteur Diesel, le rendement ther-



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mique diminue seulement de 10 p. 100 à cause de l'influence de la partie du cycle correspondant à la combustion à volume constant dont le rendement supérieur contribue à relever le rendement thermique de l'ensemble.

La suppression dans le moteur semi-Diesel des organes accessoires du moteur Diesel, pompe de balayage, pompe de compression, arbre à cames donne au premier un rendement organique supérieur à celui du second, mais par suite des pertes plus élevées par combustion incomplète et par défaut de balayage, le cycle pratique du moteur semi-Diesel s'écarte du cycle théorique et son rendement est inférieur à celui du moteur Diesel à 2 temps.

Le rendement d'ensemble du moteur semi-Diesel, le seul intéressant au point de vue industriel, est pratiquement inférieur de 15 à 20 p. 100 à celui du moteur Diesel.

Un moteur semi-Diesel de 25 ch monocylindrique à 2 temps pèse environ 80 kg par cheval; un moteur Diesel ayant à peu près les mêmes dimensions fournirait à peu près la même puissance tout en fonctionnant à 4 temps : sa consommation serait donc moindre.

On constate que dans le moteur Diesel 25 p. 100 des calories disponibles sont emmenées par la circulation d'eau et 35 p. 100 par les gaz d'échappement, tandis que dans le moteur semi-Diesel, ces proportions sont inversées.

Au cours des essais effectués par M. Mathot avec des huiles végétales, essais sur lesquels nous reviendrons plus loin, il a constaté un rendement de 24,5 p. 100 qui est assez bas, puisque des moteurs à 4 temps à haute compression ont un rendement de 29 p. 100. Les causes de ce rendement assez faible sont les suivantes :

Le rendement volumétrique du piston fonctionnant comme pompe à air est mauvais parce que les clapets automatiques d'entrée d'air frais dans le carter qui doivent fonctionner sous de faibles différences de pression s'ouvrent en retard et se ferment en avance (cet inconvénient est supprimé dans certains moteurs dans lesquels l'admission de l'air frais est réglée par le piston lui-même); le balayage étant toujours incomplet, il reste dans le piston et le carter de l'air à haute température qui dilue l'air frais admis; le rendement organique est abaissé parce que la course utile du piston est réduite de 20 à 25 p. 100 de sa course totale à cause de la présence des orifices d'échappement; les orifices d'admission d'air dont la longueur est de 10 à 12,5 p. 100 de la course n'interviennent pas parce qu'ils se trouvent à la même hauteur que les orifices d'échappement.

Enfin le rendement thermique est diminué par suite du faible taux de compression qui entraîne l'augmentation du volume de la chambre de combustion par rapport à celui du moteur Diesel; dans ce moteur, le volume de la chambre de combustion est de 8 à 9 p. 100 de la cylindrée pour une com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pression de 20 à 30 kg : cm²; dans le moteur semi-Diesel, il atteint 18 p. 100 : par suite, la perte de chaleur par transmission par les parois est beaucoup plus grande; de plus, l'imperfection du balayage laisse subsister dans cet espace mort de 18 p. 100 une quantité appréciable de gaz brûlés qui diminuent la richesse du mélange explosif et prennent la place de l'air pur.

*Injection du combustible.* — Dans le moteur Diesel, l'injection se fait par une soupape pulvérisatrice dite aiguille qui est un organe assez délicat toujours construit avec des aciers spéciaux. Dans le moteur semi-Diesel, c'est une sorte de soupape, parfois une simple bille appuyée sur son siège par un ressort et par la pression des gaz du cylindre : une pompe généralement en bronze à piston plongeur en acier permet de vaincre au moment convenable la résistance du ressort et de faire pénétrer sous pression une certaine quantité d'huile dans la chambre de combustion par l'intermédiaire d'un injecteur qui la réduit en poussière.

Le réglage de la quantité de combustible injectée se fait par la variation de longueur de la course du piston au moyen d'un dispositif très simple dont nous verrons divers modèles plus loin. Le rappel du piston se fait par un ressort.

La pompe est munie d'une deuxième soupape d'aspiration, intercalée entre le réservoir à combustible et le piston plongeur.

Ce système n'est pas extrêmement précis, mais il est simple et robuste : il suffit de le nettoyer une fois par jour pour éviter son encrassement et assurer son fonctionnement.

L'efficacité de l'injection dépend :

1° Des remous dans le cylindre;

2° De la pression de l'huile et du régime de l'injection;

3° Du point de la course où se fait l'injection;

4° De la finesse du jet;

5° De la distance de l'injecteur à la boule d'allumage.

Les remous dépendent de la vitesse du piston qui est déterminée par des considérations de balayage, de la forme du piston et de la chambre de combustion, de la forme, de la vitesse et du volume du jet.

Il est absolument indispensable que l'injection soit aussi rapide que possible et que le pulvérisateur ne forme pas de gouttes.

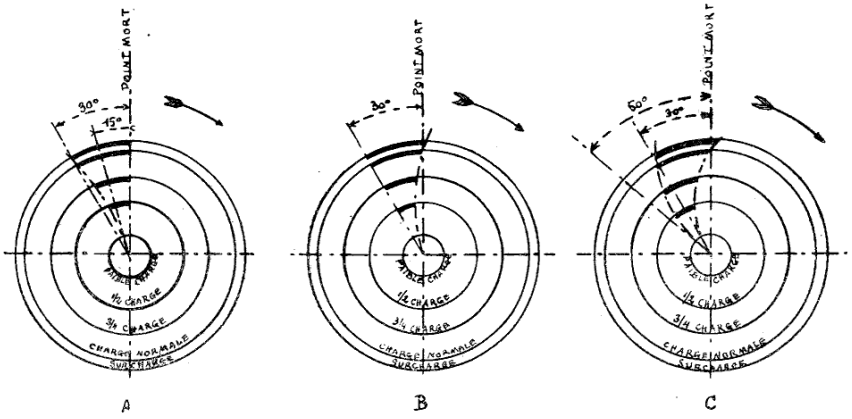
La fraction angulaire de tour correspondant à la période d'injection qui dépend du rapport entre le diamètre et la course du piston de la pompe d'injection est fixée par des considérations pratiques au voisinage de 30° pour la pleine marche; on pourrait soit faire commencer l'injection d'autant plus tard que la charge est faible et la faire finir au point mort, soit la faire com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mencer toujours au même point et finir d'autant plus tôt que la charge est faible, soit enfin la faire commencer et finir d'autant plus tôt que la charge est faible (fig. 3 à 5).

Mais on ne doit pas perdre de vue que le moteur semi-Diesel doit être très simple et l'adoption de ce mode de réglage conduirait à des complications mécaniques incompatibles avec le caractère du moteur considéré.

Il est indispensable que toute l'huile injectée se trouve dans la chambre de combustion sous forme de poussière avant que la première particule vienne au contact de la boule d'allumage, d'où il résulte que la vitesse de l'injection doit être grande ainsi que la distance du pulvérisateur à la boule d'allumage.




A B C

Fig. 3 à 5. — Point d'injection.

*Allumage.* — La température de la boule d'allumage doit être maintenue dans des limites assez étroites; en effet, si elle est trop élevée, la résistance du métal dont elle est faite, tombe à 6 ou 7 kg : mm² quoiqu'elle ait à supporter la pression maxima de l'explosion, c'est pourquoi il y a lieu de lui donner la forme résistant le mieux à la pression et de la faire en aciers spéciaux au Ni-Cr dont la résistance à 700° est encore de 20 kg : mm², de plus lorsque la boule est trop chaude, la combustion se fait trop rapidement et prend une allure explosive, l'avance à l'allumage augmente comme nous l'avons vu et le piston en remontant sous l'impulsion du volant a à surmonter une trop forte pression; ce défaut se rencontre surtout dans les moteurs à forte compression : 10 kg : cm² et plus. Si la boule d'allumage est trop froide, l'avance à l'allumage diminue et la combustion est incomplète, il reste du combustible non brûlé dans le cylindre même après la détente, car le balayage est toujours imparfait et ce combustible peut donner lieu à des explosions prématurées; ce cas est celui du moteur à faible compression 6 kg : cm² et moins.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Injection d'eau.* — Le réglage de la température de la boule d'allumage peut se faire par injection d'eau dans la chambre de combustion; à pleine charge, l'eau arrive goutte à goutte dans le cylindre avec l'air de balayage, elle s'y vaporise et par sa vaporisation absorbe de la chaleur à la boule d'allumage, de sorte qu'avec une boule assez grosse et une faible compression, le moteur marche sans échauffement exagéré de la boule sous des régimes variant de la pleine charge aux trois quarts de la pleine charge; en arrêtant l'injection d'eau, il marche convenablement sous des charges plus faibles. On a aussi injecté directement dans le cylindre un mélange d'huile et d'eau.

Pour un taux de compression donné, l'injection d'eau diminue le rendement thermique du cycle par suite de l'abaissement de la température et de la perte de chaleur résultant de la vaporisation de l'eau, chaleur qui est entraînée par les gaz d'échappement, mais si on augmente le taux de compression, le rendement d'un moteur à injection peut-être supérieur à celui d'un moteur sans injection d'eau à compression plus faible.

L'injection d'eau diminue dans certaines conditions la consommation de combustible; mais elle présente de graves inconvénients pratiques; en effet, il est indispensable que l'eau soit absolument pure, c'est-à-dire soit de l'eau distillée, sans quoi les sels qu'elle contient forment des incrustations sur les parois du cylindre et de la chambre de combustion; l'emploi d'eau distillée conduit à une assez forte dépense; on pourrait concevoir sa récupération par refroidissement convenable des gaz d'échappement qui l'entraînent sous forme de vapeur, mais on arriverait à une complication inadmissible. D'autre part, la quantité d'eau nécessaire est comparable à la quantité de combustible consommé, il faudrait donc prévoir des réservoirs d'eau douce de grande capacité dont l'encombrement et le poids mort sont inadmissibles par exemple sur des bateaux de pêche ou des tracteurs. En effet, la quantité d'eau atteint 200 g par cheval-heure effectif pour un cylindre de 20 ch et passe à 350 g pour un cylindre de 50 ch.

En outre, l'injection d'eau doit être réglée à la main, puisqu'elle doit suivre les variations de charge du moteur sous peine de s'exposer à des avaries graves : si on oublie de l'ouvrir, on risque de griller le moteur, si on oublie de la fermer, on noie le carter; elle a également une influence déplorable sur le graissage.

Il en résulte que 90 p. 100 des moteurs semi-Diesel existant actuellement, fonctionnent sans injection d'eau.

Le refroidissement de la culasse se fait par circulation d'eau comme celui du cylindre et par rayonnement, le chapeau de la culasse étant muni d'un opercule dont l'ouverture variable permet de faire varier son refroidissement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et en même temps de contrôler la couleur de la boule d'allumage qui doit normalement être rouge cerise.

*Balayage.* — Dans le moteur à 2 temps, le balayage obtenu par l'air comprimé dans le carter étanche par le piston pendant sa course descendante est moins efficace que dans le moteur à 4 temps.

Les causes de pertes sont les suivantes :

Le fonctionnement des clapets du carter se fait toujours avec retard, de sorte que le rendement volumétrique diminue à l'aspiration parce que le volume d'air aspiré est trop faible et à la compression parce qu'une partie de l'air contenu dans le carter s'échappe au dehors.

Il se produit des fuites d'air par les paliers du vilebrequin dont l'étanchéité complète est très difficile à obtenir.

Enfin il y a une perte de rendement volumétrique par suite de la dilatation de l'air arrivant dans la chambre de combustion chaude.

D'autre part, l'air qui a passé dans le carter entraîne de l'huile de graissage qui brûle plus ou moins mal et donne lieu à des dépôts de charbon dans le cylindre et dans la chambre de combustion.

Le volume du carter doit être aussi petit que possible pour que l'on puisse obtenir une pression de balayage suffisante et encore ne dépasse-t-elle pas 200 à 250 gr : cm$^2$; il est réduit par les contrepoids.

Il y a également un retard à l'entrée de l'air comprimé dans le cylindre par suite de la contrepression résultant du passage des gaz brûlés dans le pot d'échappement et qui a en outre pour effet de réduire la quantité d'air frais introduite dans le carter; il faut donc prévoir des orifices d'échappement et des tuyaux aussi larges que possible et placer le pot d'échappement très près du cylindre pour diminuer cette contrepression. La vitesse linéaire du piston a aussi une influence sur l'efficacité du balayage; l'expérience a montré qu'une vitesse d'environ 4 m par seconde est un maximum; plus le rapport de la course à l'alésage dans les limites de $\frac{1}{1}$ à $\frac{1,5}{1}$ est grand, moins on perd d'air par les orifices d'échappement.

Dans certains moteurs à 2 temps, on n'a pas hésité à prévoir une pompe de balayage séparée comme dans les moteurs Diesel (moteur Winterthur, moteur de la Société générale de constructions mécaniques); dans les moteurs Avance et Aster, l'entrée de l'air frais dans le carter se fait par un orifice découvert par le piston avant son arrivée au sommet de sa course : on évite ainsi les retards au fonctionnement des clapets.

*Mise en marche.* — On commence par vérifier si le réservoir à eau et la chemise du cylindre sont pleins d'eau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On verse ensuite le combustible dans le réservoir à huile, en ayant soin de filtrer le liquide.

On allume alors la lampe de mise en marche; pour cela, on remplit aux trois quarts le réservoir de cette lampe avec du pétrole lampant, on visse à fond le bouchon à vis et on vérifie que le pointeau du gicleur est fermé; on remplit alors avec du pétrole lampant la coupelle fixée sur le chalumeau et on l'allume avec une mèche. On comprime de l'air dans le récipient de la lampe et quand le pétrole de la coupelle est bien allumé, on ouvre lentement d'un quart de tour le pointeau du gicleur; s'il jaillit du pétrole c'est que le réchauffage est insuffisant, on referme alors le gicleur; si le chalumeau dégage une flamme rouge clair, on peut ouvrir davantage la vis du pointeau et comprimer de l'air dans la lampe; quand la flamme du chalumeau est devenue bleue, on la dirige sur la boule d'allumage qui doit atteindre la couleur rouge cerise.

Avant de mettre en marche, il faut injecter à la main dans le moteur quelques jets de combustible après avoir ouvert le robinet de décompression; si la vaporisation se fait bien, il sortira du moteur une fumée blanche à chaque jet de combustible.

On peut alors mettre en marche en balançant le volant à la main d'un demi-tour dans chaque sens jusqu'à ce qu'on sente une résistance due à la compression que l'on s'efforce de vaincre en balançant de préférence le volant dans le sens des aiguilles d'une montre; si l'on surmonte la compression, le moteur part; mais il pourrait aussi bien partir en sens inverse, puisque le point d'allumage et la combustion étant fixés par les conditions mêmes de construction du moteur sans pouvoir être modifiés par une intervention extérieure, rien ne s'oppose à la réversibilité.

Mais les diagrammes de la marche à l'envers sont beaucoup moins bons, car suivant le réglage du moteur, le combustible peut n'être injecté en grande partie que pendant la course de détente. Cependant il existe des moteurs réglés spécialement pour marcher convenablement dans les deux sens.

Donc si le moteur est parti à l'envers, il faut l'arrêter en arrêtant l'arrivée du combustible; au moment où il va s'arrêter complètement, il suffit d'injecter à la main deux ou trois jets de combustible et le moteur part dans le bon sens.

Une fois le moteur en marche, on éteint la lampe de mise en marche et on règle le compte-gouttes du graisseur; lorsqu'il n'est pas automatique, il est avantageux de prévoir 20 gouttes par minute sur le piston, 15 gouttes sur la tête de bielle et 10 gouttes sur chacun des paliers.

La mise en marche des gros moteurs à plusieurs cylindres s'effectue à l'air comprimé obtenu soit par un compresseur auxiliaire, soit en se servant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'un des pistons comme compresseur; à cet effet il suffit de munir le cylindre choisi d'une soupape de refoulement normalement bloquée pendant que le cylindre est moteur; pour qu'il fonctionne comme compresseur, on débloque cette soupape et on coupe l'injection de combustible.

On peut également réaliser la mise en marche par l'emploi des gaz d'échappement maintenus à la pression de l'explosion au moyen du dispositif suivant : la soupape de démarrage montée sur le cylindre est appuyée sur son siège par un ressort insuffisant pour résister à la pression maxima de combustion et sa course est limitée à 1 mm environ par une butée; à chaque explosion, il se produit par cette soupape une petite fuite de gaz qui s'accumule dans un réservoir à la pression maxima; cette fuite ne diminue pas beaucoup la puissance, d'ailleurs pendant le fonctionnement normal du moteur, la soupape est calée sur son siège lorsque la pression dans le réservoir est devenue suffisante (8 à 10 kg : cm$^2$).

Ce dispositif peut s'employer avantageusement sur les petits moteurs.

En général, le temps nécessaire à la mise en marche complète depuis le moment où on allume la lampe de démarrage ne dépasse pas une dizaine de minutes.

Pendant la marche, il est bon de contrôler la combustion de temps en temps en ouvrant le robinet d'épreuve du cylindre; les gaz qui s'en échappent, ne doivent pas entraîner de particules solides; les gaz d'échappement doivent être bleuâtres et ne pas contenir de fumée noire.

Si la combustion est incomplète, il faut régler l'arrivée du combustible en modifiant la course du piston de la pompe indépendamment du réglage automatique obtenu par l'action du régulateur.

Si le moteur est bien conduit et l'huile convenablement filtrée, le moteur peut fonctionner une centaine d'heures sans exiger de nettoyage auquel on procède après démontage de la culasse et du pot d'échappement.

Lorsqu'on marche avec des huiles végétales (palme, arachide, etc.), il est prudent d'utiliser lors du démarrage et quelques minutes avant l'arrêt du pétrole ordinaire pour assurer un bon nettoyage du cylindre et de la culasse.

*Combustible.* — Les moteurs Diesel et semi-Diesel peuvent marcher avec la plupart des combustibles liquides depuis les pétroles lampants jusqu'aux huiles lourdes qui sont :

Le huiles lampantes, huiles solaires, huiles distillées, huiles à gaz (gaz oil), huiles lourdes combustibles (fuel oil) provenant de la distillation des pétroles bruts, les huiles de schistes, les huiles de houille et de lignite et les huiles végétales, coton, palme, arachide, ricin, sésame.

On a constaté que les moteurs semi-Diesel peuvent consommer des huiles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

que les moteurs Diesel ne brûlent que difficilement. D'ailleurs, lorsque les huiles combustibles sont difficilement inflammables (huile de goudron) ou visqueuses (certains résidus de pétrole), il faut pour mettre les moteurs en marche leur fournir une huile plus légère s'enflammant plus facilement et dite huile d'allumage.

Les consommations par cheval-heure sont variables avec la puissance des moteurs et d'autant moindres que les moteurs sont plus puissants. Les chiffres moyens sont les suivants :

| | Pleine charge. | 3/4 charge. | 1/2 charge. |
|---|---|---|---|
| Moteurs Diesel. | | | |
| 1° Huile de pétrole à 10.000 calories. . | 185 à 240 g | 200 à 220 | 220 à 240 |
| 2° Huile de houille { marche . . . . . | 205 à 220 g | 215 à 225 | 230 à 250 |
| 2° Huile de houille { allumage . . . . | 5 p. 100 | 7 p. 100 | 10 à 15 p. 100 |
| Moteurs semi-Diesel. | | | |
| Huile de pétrole à 10.000 calories. . . | 250 à 300 g. | | |

Nous donnerons plus loin des indications plus détaillées sur la consommation des moteurs semi-Diesel.

Mais en ce qui concerne la France plus particulièrement, la situation au point de vue des combustibles liquides est tout à fait désavantageuse; d'une part, notre pays ne produit pas de pétrole dont la production mondiale en 1920 s'est élevée à 97 millions de tonnes sur lesquels les États-Unis ont produit 64,8 p. 100 et le Mexique 23,3 p. 100; d'autre part, le charbon extrait en France est loin d'être suffisant à la consommation du pays et ne pourrait être employé à fournir de l'huile combustible : d'ailleurs 1 t de houille cokéfiée dans de bonnes conditions ne fournit que 50 kg d'huiles de toutes catégories; la France est donc tributaire de l'étranger pour le pétrole et pour le charbon dont la production mondiale de 1920 a atteint 1.300 millions de tonnes dont 45 p. 100 fournis par les États-Unis, 22 p. 100 par l'Angleterre et 19 p. 100 par l'Allemagne; c'est pourquoi on se préoccupe actuellement de la recherche d'un carburant pouvant être produit par le sol national et pouvant remplacer l'essence; c'est pourquoi le moment paraît être venu, — et cette opportunité n'a pas échappé à de nombreuses personnalités très au courant des questions coloniales, comme M. Angoulvant, gouverneur de l'Afrique occidentale française qui dès 1919 fit un appel aux constructeurs français — de se préoccuper de l'utilisation des huiles végétales dans les moteurs à combustion interne.

Nos colonies d'Afrique et d'Asie pourraient en effet nous fournir des huiles végétales en quantités illimitées, pourvu que leur production fût organisée méthodiquement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Propriétés des huiles végétales. — Nous dirons d'abord quelques mots des propriétés des principales huiles végétales susceptibles d'être employées comme combustibles dans les moteurs et qui d'ailleurs ont déjà fait l'objet d'essais intéressants sur lesquels nous reviendrons plus loin.

Au point de vue chimique, les huiles végétales ne diffèrent des huiles minérales que par la présence d'une molécule d'oxygène dans leur composition; elles appartiennent aux séries $C^nH^{2n} + O^2$ ou $C^nH^{2n-2} + O^2$, tandis que les huiles minérales ont pour formule générale $C^nH^{2n+2}$. La présence de cette molécule d'oxygène explique la moindre puissance calorifique, des huiles végétales, puisque pour fournir la même quantité de chaleur, il faudra avec celles-ci un plus grand volume d'huile et un plus petit volume d'air qu'avec les huiles minérales.

La puissance calorifique des huiles végétales est cependant supérieure à 9.000 calories c'est-à-dire comparable à celle des benzols et naphtalines, supérieure à celle des huiles minérales et des essences.

Les caractéristiques physiques et chimiques des principales huiles déterminées par M. Belhommet sont les suivantes :

| | Palme. | Arachide. | Coton. | Sésame. | Moyenne. |
|---|---|---|---|---|---|
| Poids spécifique à 15° | 0,914 | 0,926 | 0,924 | 0,922 | 0,921 |
| Viscosité Engler à 50° | 3,47 | 3,63 | 3,43 | 3,37 | 3,47 |
| — à 100° | 1,27 | 1,47 | 1,29 | 1,21 | 1,31 |
| Point d'éclair | 280° | 258° | 243° | 257° | 259°,5 |
| Température de combustion | 325° | 300° | 286° | 299° | 302°,5 |
| Température de liquéfaction | 27°/42° | — | — | — | — |
| Température de combustion spontanée dans l'air | 400° | 400° | ? | ? | — |
| Humidité p. 100 | 3,10 | 0,09 | 0,1 | 0,08 | — |
| Impuretés — | 4,25 | traces | traces | traces | — |
| Puissance calorifique (calories) | 9.380 | 9.402 | 9.325 | 9.356 | 9.366 |
| Composition chimique | | | | | |
| C p. 100 | 76,95 | 76,60 | 77,25 | 76,80 | 77,10 |
| H — | 11,90 | 12,10 | 11,70 | 12,13 | 11,90 |
| O — | 10,90 | 11,00 | 10,65 | 10,50 | 10,60 |
| S — | 0,009 | 0,012 | 0,008 | 0,010 | 0,010 |

D'après Lewkowitch, l'huile d'arachide fournit 9.412 colories sous volume constant et 9.427 sous pression constante (cas du moteur Diesel), l'huile de sésame 9.395 et 9.410 dans les mêmes conditions, l'huile de coprah 9.140, le mazout donnant 10.580. On peut donc dire que la puissance calorifique des huiles végétales atteint 89 p. 100 de celle du mazout.

Leur fluidité est 4 fois plus grande, ce qui est un avantage pour leur emploi dans les moteurs.

Leur point d'éclair moyen 260° qui est assez élevé entraîne l'emploi d'un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

système de chauffage préalable, mais laisse entrevoir la possibilité d'améliorer le rendement thermique des moteurs.

*Huile d'arachide.* — L'arachide est une amande contenue dans une coque et fournissant 40 à 45 p. 100 d'huile, proportion s'abaissant à 30 p. 100 du poids de l'amande en coque; les colonies françaises de l'Afrique occidentale ont fourni en 1913 à la France 178.000 t d'arachides en coques soit les 3/4 de leur production totale, le Sénégal représentant les 9/10 de ce chiffre; en effet dans ce pays, le sol et le climat conviennent parfaitement à la culture de l'arachide, la population est suffisante et les moyens de transport pas trop onéreux, les cultures sont répandues surtout le long des chemins de fer et leur développement dépend de celui du chemin de fer. Mais le transport des amandes en coques jusqu'en France est onéreux et encombrant (1.000 kg ont un volume de 3 $m^3$) puisqu'on transporte les coques qui sont inutiles et pèsent un tiers du poids total.

Pendant la guerre, par suite du manque de fret on a installé des usines de décortiquage aux ports d'embarquement, Rufisque, Dakar, Casamance, en Gambie et à Kayes; ces usines ont rendu et rendent d'excellents services, mais il serait encore plus intéressant d'en installer dans les régions éloignées du littoral ou tout au moins d'obtenir que les indigènes décortiquent les fruits sur place, soit à la main, soit au moyen d'un matériel transportable à créer. On réaliserait ainsi d'une part une économie considérable dans les frais de transport à terre et d'autre part on pourrait étendre considérablement la zone de culture dans des régions où les frais de transport actuels la rendraient prohibitive.

De même, il y aurait de grands progrès à réaliser au point de vue de la culture elle-même par l'amélioration des procédés rudimentaires des indigènes et par la sélection judicieuse des graines.

*Huile de palme.* — Les mêmes considérations s'appliquent à l'huile de palme produite par le palmier à huile dont il existe des peuplements de plusieurs centaines de kilomètres carrés depuis le Sénégal jusqu'au Congo belge.

Les fruits du palmier à huile se présentent sous forme de régimes portant de nombreuses graines; celles-ci sont entourées à l'extérieur d'une sorte de pulpe rougeâtre contenant 20 à 24 p. 100 d'huile de palme; sous cette pulpe se trouve un noyau très dur, contenant une amande, très dure aussi, qui contient 50 p. 100 de son poids d'une huile concrète; c'est l'huile de palmiste qui a des propriétés très voisines de l'huile de coprah, la plus riche de toutes les graines oléagineuses (65 p. 100 d'huile) mais peu répandue dans les colonies françaises.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le palmier à huile convenablement cultivé a donné des rendements de plusieurs tonnes de matières grasses à l'hectare.

Mais les procédés employés par les indigènes pour la préparation de l'huile de palme ne leur permettent pas d'extraire de la pulpe la moitié de l'huile qu'elle contient. Il faudrait donc améliorer ces méthodes par l'introduction de concasseurs mécaniques, de petites presses, de machines à dépulper, etc. L'huile de palme se présente sous forme consistante jusqu'à 30-40° elle doit donc subir un réchauffage préalable jusque vers 50° pour pouvoir être employée dans les moteurs.

*Huile de ricin.* — Il en est de même pour l'huile de ricin dont les qualités lubrifiantes sont de premier ordre et au sujet de laquelle un gros effort a été fait pendant la guerre pour fournir les quantités nécessaires au graissage des moteurs d'aviation, mais elle mériterait d'être aussi étudiée au point de vue de son emploi comme combustible, car le ricin, qui d'après certain coloniaux est la mauvaise herbe des régions tropicales, serait susceptible de fournir d'énormes quantités d'une huile excellente.

*Huile de sésame.* — L'huile de sésame ne provient que fort peu de nos colonies, cependant des essais de culture encourageants ont été faits et sont continués à Madagascar; elle présente l'avantage intéressant de pouvoir être cultivée et récoltée par des moyens presque exclusivement mécaniques.

*Huile de coton.* — Les graines de coton ne contiennent que 18 p. 100 d'huile, mais constituent une source importante de matières grasses, à cause de l'énorme quantité récoltée. Les États-Unis qui sont le grand pays producteur de coton, le traitent sur place et consomment presque toute l'huile extraite.

A l'état brut, les huiles végétales contiennent plus ou moins d'eau et d'impuretés diverses, fibres végétales et jusqu'à du sable à cause des procédés rudimentaires qui servent à leur extraction; elles doivent donc être soigneusement filtrées avant de pouvoir être employées dans les moteurs,

Mais à l'heure actuelle, leur emploi en France dans les moteurs d'une façon intensive n'est pas possible à cause de leur prix; en effet, leur prix de vente est voisin de 350 f les 100 kg soit 7 fois le prix de 1914, tandis que le prix du mazout est voisin de 100 f; en admettant une consommation de 0,250 g par cheval-heure, une puissance calorifique de 1 pour le mazout et de 0,89 pour les huiles végétales, les prix de revient du cheval-heure s'établissent ainsi :

mazout $\frac{100 \times 0{,}250}{100} = 0{,}25$ f

huile végétale $\frac{350 \times 0{,}250}{100 \times 0{,}89} = 0{,}98$ f.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix de l'huile végétale rendue en France devrait donc être voisin de 90 f pour que les prix de revient du cheval-heure devinssent équivalents, Or, ce prix pourrait vraisemblablement être atteint par l'organisation rationnelle de la production, jusqu'à présent réglée pour ainsi dire par les industries de transformation, produits alimentaires, graissage, savonnerie, stéarinerie, peinture et vernis, explosifs.

Dès maintenant, l'emploi des huiles végétales dans nos colonies pour la production de la face motrice nécessaire à l'agriculture et aux transports est possible et intéressant. En effet, on n'y trouve comme combustible que le bois qui, coupé dans les forêts qui bordent les rivières navigables sert à alimenter les machines à vapeur des bateaux. Or, le bois nécessite une main d'œuvre coûteuse par rapport à sa faible valeur comme combustible.

Le charbon et le pétrole doivent être importés à très grands frais et cependant on est bien obligé d'employer ces deux combustibles que le bois ne peut pas remplacer.

On conçoit donc quel intérêt de premier ordre aurait notre pays à organiser en grand la production des huiles végétales dans nos colonies africaines et asiatiques, pourvu, bien entendu, qu'un débouché certain lui fût réservé. Or, actuellement la culture des graines oléagineuses n'existe pour ainsi dire pas, on se contente de récolter les fruits sans chercher à accroître le rendement en quantité et en qualité des végétaux qui le produisent. L'extraction de l'huile sur place se fait dans des conditions rudimentaires, car les huileries sont généralement installées dans les ports européens; elles devraient donc être installées dans les pays producteurs où elles fonctionneraient avec la main-d'œuvre indigène peu spécialisée, puisque leurs opérations sont très simples du moment que l'huile ne doit être employée que comme combustible.

La production peut être illimitée, puisqu'elle ne dépend que du soleil et de la volonté de l'homme.

Or, le débouché nécessaire à l'installation de grandes exploitations travaillant avec des machines modernes mues mécaniquement, aussi bien pour la préparation du sol que pour les soins d'entretien, la récolte et l'extraction de l'huile se trouverait tout naturellement dans l'emploi de l'huile comme combustible dans un moteur.

Déjà, en 1910, Diesel écrivait au sujet de l'emploi d'huile d'arachides :

« J'ai récemment recommencé ces essais sur une grande échelle avec un plein succès, et ils ont entièrement confirmé les résultats obtenus précédemment. Le gouvernement français avait en vue l'utilisation de grandes quantités d'arachides ordinaires ou souterraines dont on dispose dans les colonies africaines et qui sont d'une culture facile; on pourrait ainsi doter les colonies d'usines de production de force motrice et d'établissements

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

industriels, sans qu'il soit nécessaire d'y importer de la houille ou du combustible liquide....

« Bien qu'actuellement la possibilité d'employer les huiles végétales ou animales dans les moteurs Diesel semble ne pas avoir grande signification, cet emploi peut prendre avec le temps un développement tel qu'il atteigne une importance égale à celle des combustibles liquides naturels et des huiles de goudron....

« Nous ne pouvons prédire aujourd'hui le rôle que les huiles végétales peuvent être appelées à jouer aux colonies dans l'avenir.

« Cependant, grâce à elles, on entrevoit la certitude que l'on pourra produire de la force motrice par la transformation agricole de la chaleur du soleil, même quand notre réserve naturelle de combustibles liquides et solides sera totalement épuisée. »

Depuis cette prophétie de Diesel, des recherches nombreuses ont été faites, des moteurs ont été construits et des essais effectués. En particulier, M. Mathot, ingénieur-conseil à Bruxelles a étudié cette question de l'emploi des huiles végétales avec beaucoup de soin au point de vue théorique et pratique; plusieurs moteurs ont été essayés sous ses auspices dans les ateliers des constructeurs, contradictoirement avec leurs ingénieurs. Les essais ont été faits au frein de Prony à circulation d'eau et contrôlés à l'aide des indicateurs à diagrammes préalablement tarés; les moteurs choisis n'employaient pas d'injection d'eau dans les cylindres; ils étaient lancés à l'huile minérale après chauffage de la calotte, puis une fois le régime de température établi, l'huile végétale était substituée à l'huile minérale sans que le fonctionnement du moteur en parût affectée; les huiles de palme et de coton étaient réchauffées à 50° environ par contact avec le tuyau d'échappement pour leur donner la fluidité convenable.

Les résultats obtenus ont été les suivants : (Voir tableau p. 439).

D'autres essais ont été effectués parmi lesquels nous noterons ceux du moteur Bollinckx de 65-75 ch effectifs de la Société anonyme belge « les nouvelles usines Bollinckx » à Buysinghen qui ont donné les résultats suivants : (Voir tableau p. 439.)

La figure 6 représente les courbes de consommation totale et par cheval-heure en fonction de la puissance pour marche à l'huile solaire.

En France, des essais fort intéressants ont été effectués récemment, en particulier avec les moteurs Weyher et Richemond et avec les moteurs Aster.

Au point de vue de l'emploi particulier des huiles végétales, le moteur Weyher et Richemond décrit plus loin est disposé de la façon suivante : l'huile est placée dans un réservoir traversé par une dérivation de l'échappement : un premier filtre se trouve à la sortie du réservoir, un second de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

petites dimensions et constitué par une toile métallique très fine est traversé par l'huile au moment où elle va atteindre la pompe, le tuyau d'amenée de l'huile suit le tuyau d'échappement dans la plus grande partie de sa longueur et est enveloppé de calorifuge dans le reste. La mise en route se fait avec de l'huile de pétrole pour obtenir le réchauffage de l'huile de palme solide jusque vers 40° ainsi qu'on le sait.

| TYPE DU MOTEUR Alésage × course en millimètres. | DATE DES ESSAIS | PUISSANCE EN CHEVAUX | NOMBRE DE TOURS PAR MINUTE | PRESSION MOYENNE KG/CM² | CONSOMMATION EN GRAMMES PAR CHEVAL-HEURE | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Palme. | Coton. | Pétrole lourd. |
| 1° Gardner, Manchester, 2 temps vert. 216 × 241. | Juin 1920. | 16,25 | 356 | 2,9 | 323 | 323 | 254 |
| 2° Gardner, Manchester, 4 temps horiz. 241 × 433. | | 22 | 228/232 | 5,8 | | 260 | 236 |
| | | 25 | | | | 268 | |
| | | 12 | | | | 295 | 272 |
| 3° Kromhout, Amsterdam, 2 temps vert. 300 × 310. | Oct. 1920. | 35,5 | 335 | 2,6 | 290 | | |
| | | 35,7 | 333 | 2,7 | | 278 | |
| | | 23,5 | 406 | 2,9 | | | 260 |
| | | 27,3 | 411 | | | | 293 |
| 4° Ansaldo, Turin, 2 temps vert. 240 × 250. . . . . | Fév. 1921. | 21,1 | 423 | | 312 | | |
| | | 24 | | | 328 | | |
| | | 22,8 | 412 | | | 299 | |
| | | 25,7 | 413 | | | 341 | |
| | | 23,7 | 405 | | | | 260 |
| | | 27,6 | 411 | | | | 293 |
| 5° Anglo-Belgian, Gand, 2 temps vert. 260 × 300. | Mars 1921. | 25 | 384 | 3 | | | 245 |
| | | 25,5 | 384 | | 315 | | |

| PUISSANCE AU FREIN | CONSOMMATION EN GRAMMES PAR CHEVAL-HEURE | CARACTÉRISTIQUES DU COMBUSTIBLE | | | | | CALORIES PAR CHEVAL-HEURE | RENDEMENT THERMIQUE |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nature. | Densité. | Point d'éclair. | Point de combustion. | Puissance calorifique. | | |
| 70,8 | 193,1 | Mazout. | 911,7 | 62° | 80° | 9 935 | 1 916 | 33,14 p. 100 |
| 75,8 | 202,6 | Gas oil. | 861,3 | 66° | 89° | 9 880 | 2 000 | 31,75 — |
| 65,2 | 232,0 | Huile de palme. | 914,0 | 280° | 325° | 9 380 | 2 176 | 29,18 — |
| 64,5 | 250,0 | Huile de ricin. | 960,0 | 265° | 305° | 8 870 | 2 217 | 28,70 — |

Il est probable que dans les régions équatoriales, la température extérieure serait suffisante pour maintenir l'huile de palme à l'état liquide et éviter

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'emploi de l'huile de pétrole pour le démarrage; d'ailleurs en employant un réservoir de petites dimensions rempli préalablement d'huile de palme fondue, on peut démarrer directement avec ce combustible. La marche est absolument parfaite, l'échappement sans fumée, les diagrammes normaux; après quelques heures de marche, on n'a constaté aucune trace d'encrassage spécial; la consommation a été de 252 g par cheval-heure; avec l'huile d'arachide, on a obtenu une consommation de 248 g par cheval-

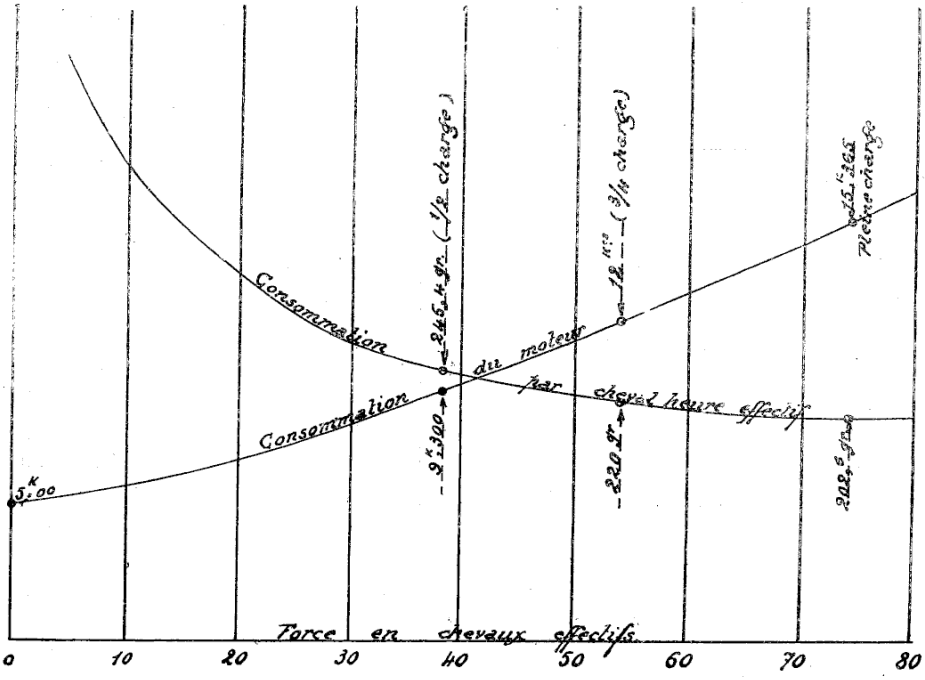



Fig. 6. — Courbes de consommation du moteur *Bollinckx*.

heure effectif; avec l'huile de ricin, 240 g, consommation remarquablement bonne.

Malheureusement, le prix prohibitif des huiles végétales rendues en France n'a pas permis de faire marcher ce moteur en marche industrielle, même à titre d'essai pendant quelques mois, mais les résultats obtenus sont tels qu'on ne doit pas hésiter, si l'occasion se présente, à mettre en service des moteurs de ce genre dans des régions où le prix des huiles végétales rend sa marche industrielle possible.

L'emploi de l'huile de palme dans les moteurs Vickers Petter a été étudié par les constructeurs depuis 1917; le taux de compression adopté était de 12 kg : cm²; les essais nombreux effectués depuis cette époque ont permis de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

constater que ces moteurs marchent parfaitement à l'huile de palme sans dépôt de carbone, sans fumée à l'échappement et avec une consommation de 250 à 300 g d'huile par cheval-heure.

Au cours du concours agricole de Bruxelles qui a eu lieu l'année dernière, les tracteurs et moto-charrues Avance fonctionnant à l'huile de palme ont été classés premiers.

La Compagnie de construction mécanique procédés Sulzer a fait également de nombreux essais de consommation d'huiles végétales, en particulier d'huile de coton dont la puissance calorifique n'est que de 8.867 cal. ; à titre de renseignement, nous donnons ci-après des résultats obtenus par ce combustible avec un moteur Diesel de 40 ch à 1 cylindre à 4 temps (alésage 235 mm, course 380 mm) (fig. 7).

| CHARGE | DURÉE DE L'ESSAI | VITESSE T/MIN. $n$. | PRESSION MOYENNE INDIQUÉE $Pm$ en kg/cm². | PUISSANCE INDIQUÉE $Ni$. | FORCE AU FREIN P | PUISSANCE EFFECTIVE $Ne = KnP$ | RENDEMENT MÉCANIQUE $\frac{Ne}{Ni}$. | CONSOMMATION HUILE DE COTON A 8.867 CAL | | | CONSOMMATION RÉDUITE A 10.000 CAL PAR CHEVAL-HEURE g. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | pendant l'essai kg. | par heure kg. | par cheval-heure g. | |
| 11/10 | 21′ 00″ | 250 | 7,89 | 42,8 | 41 | 28,7 | 67,2 | 2,5 | 7,15 | 249 | 220,5 |
| 4/4 | 60′ 30″ | 250 | 7,38 | 40,3 | 37 | 25,9 | 64,5 | 6,5 | 6,45 | 249 | 220,5 |
| 3/4 | 48′ 00″ | 250 | 6,15 | 33,36 | 27,5 | 19,25 | 57,7 | 4,0 | 5 | 260 | 230,5 |
| 1/2 | 48′ 40″ | 250 | 4,94 | 26,8 | 18,5 | 12,95 | 48,3 | 3,0 | 3,70 | 286 | 253,5 |
| 1/4 | 35′ 00″ | 250 | 3,84 | 20,38 | 9 | 6.3 | 30.3 | 1,5 | 2,57 | 408 | 362 |

Les essais effectués par M. Mathot lui ont permis de formuler les conclusions suivantes au point de vue du perfectionnement et des modifications qu'il conviendrait d'apporter aux moteurs semi-Diesel pour les rendre aptes à utiliser d'une façon normale les huiles végétales.

1. Le carter hermétique rend aléatoire la surveillance des coussinets de bielle et rend leur réparation difficile ; il est une source de déperdition considérable d'huile de graissage par suite de la surchauffe et de son entraînement par l'air de balayage ; certains essais ont accusé une consommation de lubrifiant de 23 g par cheval-heure au lieu de 3 à 5 gr.

Par conséquent, il faudrait que le carter fût ouvert ou s'il est fermé, qu'il permît un accès facile au vilebrequin, à la bielle et au palier et qu'il ne servît pas de pompe de balayage.

Le balayage pourrait être obtenu : *a*) par un corps de pompe indépendant comme dans les moteurs Diesel à 2 temps, ce qui entraînerait des complications mécaniques augmentant le prix de revient du moteur, ce pro-



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cédé est employé par les moteurs Winterthur dans lesquels la pompe à air est placée horizontalement à angle droit de chaque cylindre et dont le piston est commandé par une bielle articulée sur la tête de bielle motrice.

*b*) En munissant le piston moteur d'une tige et faisant servir sa partie inférieure à comprimer et à aspirer l'air dans une partie convenable du bâti : ce procédé a l'inconvénient d'augmenter la hauteur du moteur, ainsi que son prix de revient.

*c*) En employant un piston étagé du type différentiel dont la partie à

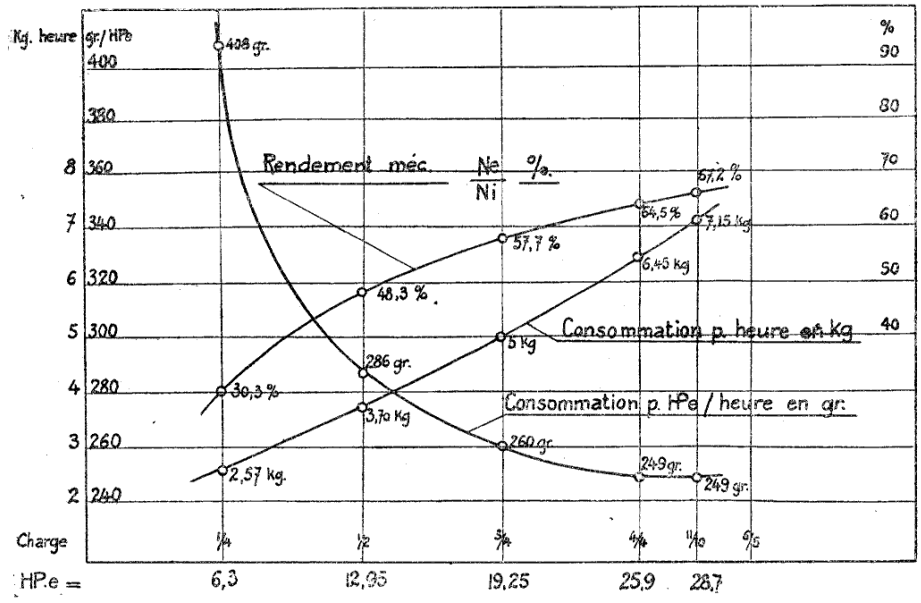



Fig. 7. — Courbes de consommation du moteur *Sulzer*.

grand diamètre servirait de pompe à air; ce procédé qui semble être le plus simple et le moins coûteux sera réalisé dans le moteur actuellement étudié par la Société Générale de constructions mécaniques (Garnier, Faure-Beaulieu).

2. La commande des pompes à combustible ne se prête pas en général aux changements de réglage nécessités par la nature variable des huiles végétales qui exigent un temps d'injection plus ou moins avancé et plus ou moins prolongé.

3. Les vaporisateurs sont trop compliqués et trop difficiles à démonter, ils devraient être pourvus ainsi que les calottes d'un moyen de démontage simple et rapide même à chaud en vue de leur nettoyage pour éviter leur encrassement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4. Les pots d'échappement doivent être judicieusement étudiés pour assurer l'évacuation des gaz brûlés et ne pas nuire au balayage.

5. La mise en marche à la lampe peut être dangereuse s'il y a des matières inflammables au voisinage de la salle des machines, on devrait réaliser le démarrage à froid par l'étincelle électrique ou tout autre procédé évitant l'emploi d'une flamme nue.

6. Il y aurait avantage à adopter un taux de compression plus élevé 18 à 22 kg : cm² au lieu de 12 kg : cm².

Ainsi qu'on le verra plus loin dans la description des moteurs actuellement existants, plusieurs de ces desiderata sont déjà réalisés. Par conséquent, on peut dire que les moteurs semi-Diesel s'accommodent parfaitement de l'emploi des huiles végétales comme combustible ; par suite, dès maintenant, ils constituent pour les colonies un mode de production de force motrice particulièrement commode et économique ; on peut, en effet, produire sur place le cheval-heure au prix de 0,03 à 0,10 f, lorsque les huiles végétales consommées ne sont par grevées de frais de manutention ni de transport.

C'est le moteur à 2 temps qui paraît le mieux convenir à l'emploi dans les colonies, aussi bien comme moteur fixe que comme moteur marin pour toutes les puissances variant de 3 à 400 ch. Comme moteur fixe, il est relativement léger, facile à installer, les pièces dont il est formé sont faciles à transporter et à monter. Il est plus régulier que le moteur à 4 temps, et peut commander soit directement, soit par courroie toutes sortes d'installations, y compris les installations de lumière électrique ; comme moteur marin, il est souple, peu encombrant, simple et s'accouple directement sur l'arbre de l'hélice ; ces applications sont d'ailleurs tout à fait courantes. Il trouvera aussi son avenir dans la locomotion soit comme locomotive, soit comme tracteur sur route ou tracteur de machines agricoles ; il existe déjà des locomotives mues par des moteurs à huile et la question du transport sur route est de première importance dans les colonies, de façon à pouvoir éviter le portage tellement coûteux et lent.

## Description des Moteurs semi-Diesel actuels.

Parmi les nombreux moteurs semi-Diesel actuellement existants nous citerons et décrirons ceux des marques suivantes :

Alpha construit par les frères Houmöller à Frederikshavn, Danemark.
Dan — par les ateliers du moteur Dan à Copenhague, Danemark.
Hein — par la Société de Forenede Motorfabriker à Bergen, Norvège.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tous trois à 4 temps, puis les moteurs à 2 temps :

June (1) construit par la Société des ateliers mécaniques de Jonköping, Suède.
Bolinder (2) — par la Compagnie Bolinder à Stockholm, Suède.
Avance (3) — par la A. B. J. V. Svensons Motorfabrik, Stockholm, Suède.

Citons encore les moteurs Grei (Société Gulowsen de Christiana), Nor (Andresen et Cie Jernstoberi de Christiana), Rap (J. W. Johanessen de Christiana), Wiking (Karl Petersen de Copenhague), Jorjensen à Horsens (Danemark), Traudsens Jernstoberi à Copenhague, Volund de Copenhague, etc.

Les principaux constructeurs anglais sont Vickers Petter à Ipswich, Gardner à Manchester (4), Brooke à Lowestoft, Beardmore à Londres (5), Robey à Lincoln.

Citons encore les usines Bollinckx à Buysinghem (Belgique), les usines Ansaldo à Turin.

En France la construction des moteurs semi-Diesel prend une extension croissante; certains de nos constructeurs se sont assuré des licences de moteurs étrangers qu'ils construisent dans leurs usines comme les Établissements Delaunay-Belleville à Saint-Denis qui construisent le moteur Tuxham de Copenhague, les Établissements Piguet de Lyon (32 rue Caumartin à Paris) qui construisent le moteur Standaard de Rotterdam. D'autres ont étudié des moteurs nouveaux comme la Société des anciens Établissements Weyher et Richemond, 52 boulevard Ed.-Vaillant à Pantin, la Société générale de construction mécanique (Garnier et Faure-Beaulieu), 54 avenue de la République, la Société l'Aster à Saint-Denis, la Société des automobiles Peugeot à Levallois-Perret. Citons encore la Société Suisse Winterthur, 27 rue de Châteaudun, la Compagnie française Thomson Houston, 10 rue de Londres, la Société des moteurs à gaz et d'industrie mécanique, 135 rue de la Convention, la Compagnie de construction mécanique procédés Sulzer, 12 rue Boissy-d'Anglas, la Société des moteurs Chaléassière à Saint-Etienne, la Société Bellanger Frères à Neuilly-sur-Seine, les Établissements Renault à Billancourt, la Société anonyme des automobiles Peugeot, 80 rue Danton, à Levallois.

*Moteur Alpha.* — Le moteur *Alpha* dont le premier a été construit en 1898 est un moteur à 4 temps; actuellement plusieurs milliers fonctionnent non seulement en Europe, mais encore sur les rivières de Chine, sur les côtes de Sibérie, d'Afrique et d'Amérique du Sud. Il se fait pour toutes les puissances à 2 à 120 ch effectifs à 1, 2, 3, ou 4 cylindres suivant la puis-

(1) Représenté à Paris par M. Lucien Picard, 126 rue de Javel.
(2) Représenté à Paris par la Compagnie Bolinder, 125 Bd Haussmann.
(3) Représenté à Paris par le Bureau Technique A. Raigorodski, 54 rue de Clichy.
(4) Représenté à Paris par MM. Nouvelet et Lacombe, 6*bis* rue Denis-Papin, à Asnières.
(5) Représenté à Paris par M. Jean Cote Rebe, 79 rue Lafayette.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sance ; il en existe 2 types, le moteur marin employé sur les bateaux de commerce et de pêche, les bateaux de rivière, les ferry-boats, les dragues, etc. et le moteur fixe, employé en agriculture, dans des moulins, des stations génératrices d'électricité, sur des pompes, des treuils, des grues, des locomotives, des locomobiles, etc.

*Moteur marin* (fig. 8 et 9). — Le bâti est formé de deux plaques, en fonte, la plaque inférieure qui supporte les deux paliers principaux du vilebrequin et le palier de butée de l'arbre de l'hélice, et la plaque supérieure reliée à la première par 4 colonnes.

Le vilebrequin porte le volant et deux contrepoids; il commande par l'intermédiaire de roues dentées l'arbre à cames; il porte une roue dentée recevant son mouvement de l'arbre de démarrage placé sur la plaque supérieure par l'intermédiaire d'une manivelle, d'une roue dentée et d'une chaîne en acier trempé; l'arbre de démarrage s'arrête automatiquement lorsque le moteur est en marche.

Le vilebrequin est creux et muni de bagues de graissage.

L'huile de graissage est distribuée au vilebrequin par des tuyaux venant d'un réservoir placé sur la plaque supérieure; dans les petits moteurs le graissage se fait par des mèches, dans les grands, le graissage est mécanique.

L'entraînement de l'arbre de l'hélice se fait par l'intermédiaire d'un équipage claveté sur le vilebrequin.

La plaque supérieure supporte le cylindre et l'arbre de démarrage ainsi qu'un dispositif destiné à soulever les soupapes d'échappement et d'admission pendant la mise en marche pour éviter la compression et les guides de ce dispositif.

Le piston est ouvert à sa partie inférieure; la tige de piston est articulée sur le piston par une broche percée suivant son axe de façon à permettre à l'huile de graissage de parvenir aux paliers de cette broche; l'étanchéité du piston est assurée par 5 segments.

La chambre des soupapes est boulonnée sur le cylindre; elle contient les soupapes d'échappement et d'admission.

Le cylindre est fermé en haut par une culasse à refroidissement par circulation d'eau comme le cylindre lui-même; sur la culasse est boulonnée la boule d'allumage de forme cylindrique à fond arrondi.

La pompe à combustible est en laiton (fig. 10), à piston plongeur dont la course est réglée automatiquement par le régulateur; le piston plongeur est rappelé en arrière par un ressort.

Un levier sert à faire fonctionner la pompe à la main dans le cas où il serait nécessaire d'essayer son fonctionnement avant la mise en marche

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

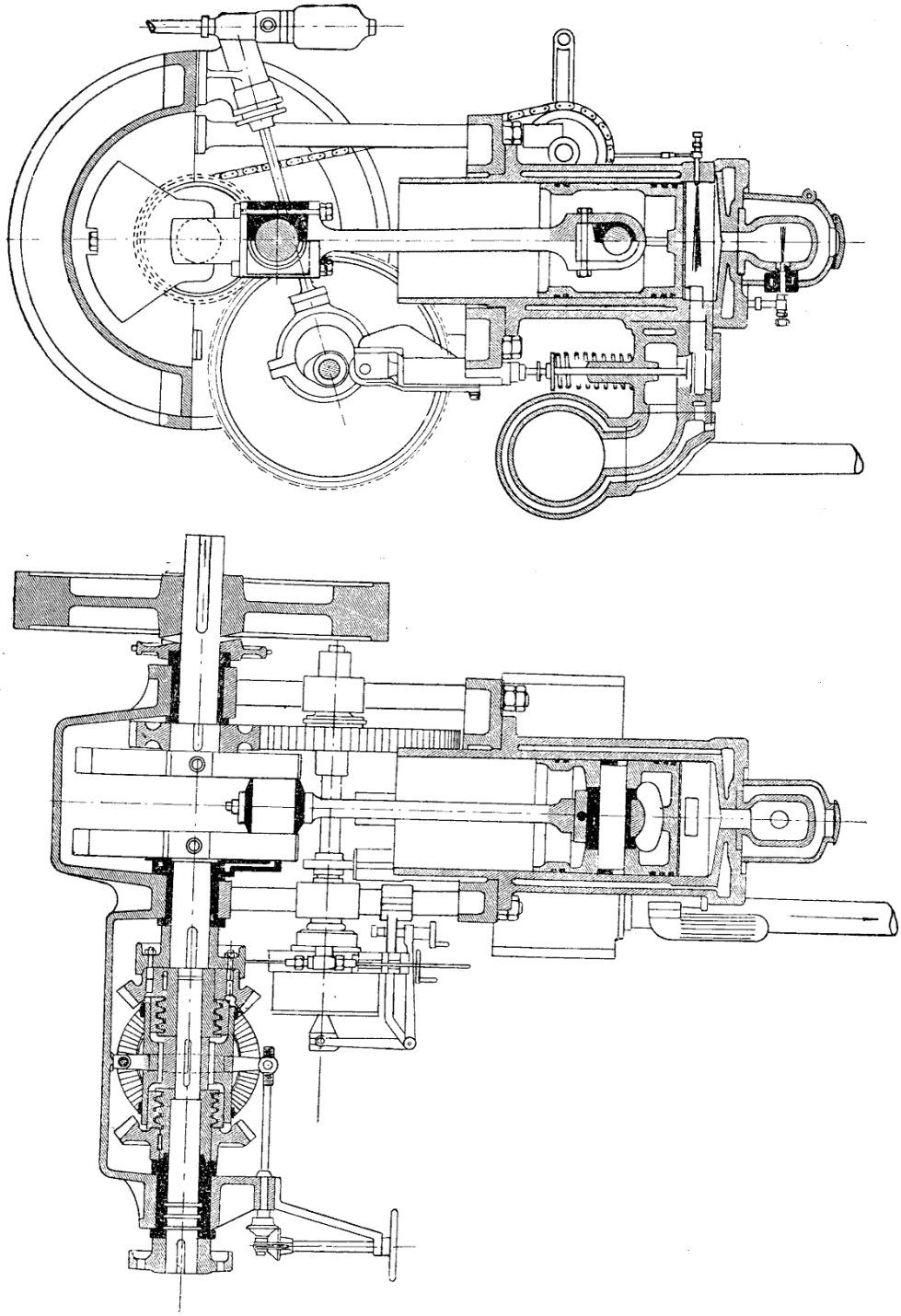


Fig. 8 et 9. — Coupes verticales du moteur *Alpha*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du moteur; les soupapes (en bas et à gauche de la figure 10) sont : en bas, la soupape d'aspiration; en haut, la soupape de distribution du combustible.

Le tuyau d'aspiration conduit l'huile du réservoir à la pompe, et le

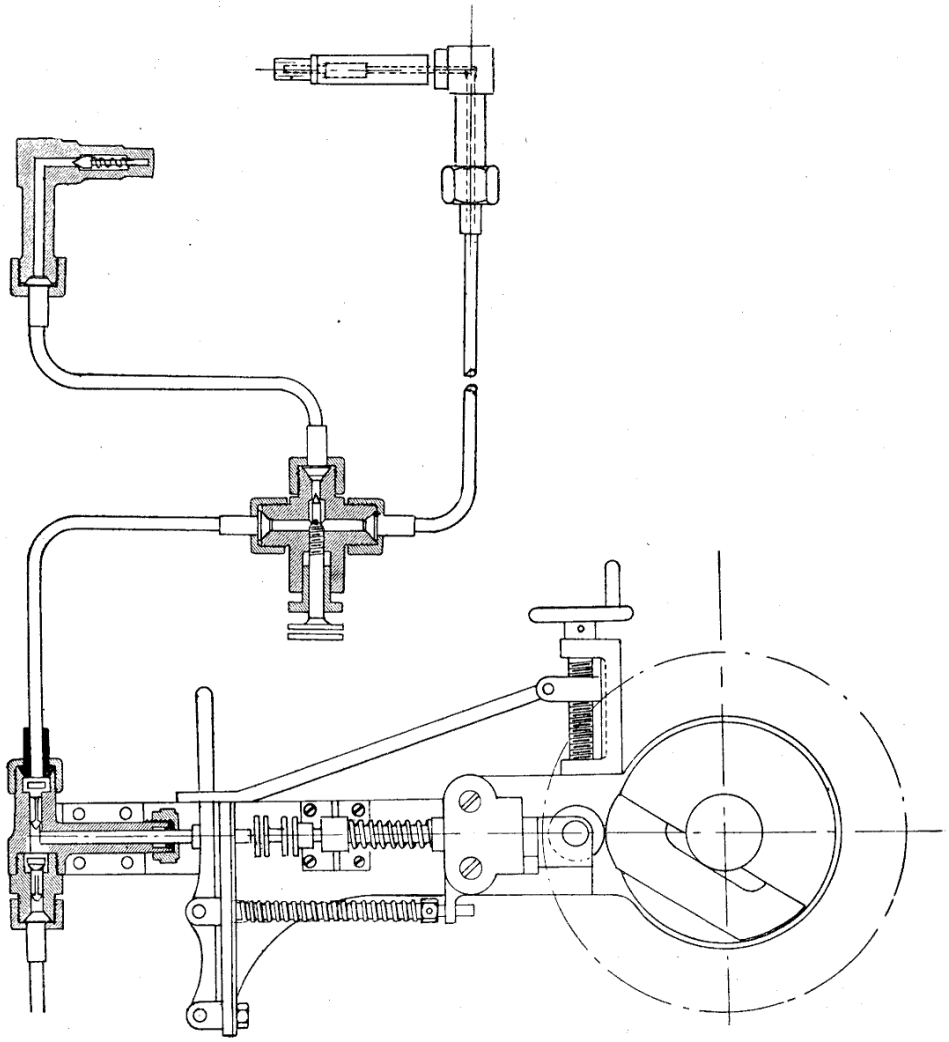


Fig. 10. — Pompe à combustible et injecteur du moteur *Alpha*.

tuyau de distribution la conduit au pointeau de l'injecteur; le passage est toujours ouvert vers l'injecteur tandis que l'alimentation de l'injecteur peut être réglée par le pointeau.

Les injecteurs sont munis de trous très petits, de façon à obtenir une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pulvérisation très fine de l'huile en raison de la forte pression avec laquelle elle est refoulée et à réaliser son mélange complet avec l'air.

L'arbre à cames commandé par la roue dentée tourne à une vitesse moitié moindre que celle du vilebrequin. Cet arbre supporte également le régulateur dont la masse pesante recule dans le bâti lorsque la charge diminue et que la vitesse augmente et par suite diminue la course du piston plongeur de la pompe à combustible; la quantité d'huile injectée est donc moindre et inversement. Ces variations sont automatiques de sorte que la vitesse du moteur reste constante sous des charges variables. Pendant la marche, la vitesse du moteur peut être augmentée en appuyant sur un cône de façon à obtenir un excès de puissance pouvant atteindre de 20 à 50 p. 100. La pompe à eau de refroidissement, en laiton et à piston plongeur, est commandée par un excentrique monté sur l'arbre à cames.

*Moteur fixe.* — Dans le moteur fixe qui ne diffère pas du moteur marin dans ses parties essentielles, la plaque inférieure est beaucoup plus courte.

Généralement le moteur comporte deux volants : comme il est plus haut et plus accessible, la manivelle de mise en marche est placée au bout du vilebrequin.

Comme on dispose généralement d'eau sous pression, la pompe à eau de circulation est supprimée.

*Moteur Dan.* — Le premier moteur *Dan* (fig. 11 et 12) a été construit en 1894 et ses constructeurs le revendiquent comme le premier moteur à boule d'allumage construit dans les pays scandinaves; actuellement près de 6.000 moteurs représentant 60.000 ch ont été livrés. Les expéditions polaires d'Amundsen, d'Erichsen et de Mikkelsen s'étaient équipées avec des moteurs Dan; ce moteur est aussi un moteur à 4 temps, il se fait pour toutes puissances de 4 à 140 ch à 1, 2 ou 4 cylindres, la puissance maxima d'un cylindre étant de 30 à 35 ch. Il fonctionne sans injection d'eau, il est muni de soupapes guidées, commandées par un arbre à cames perpendiculaire à l'arbre à manivelle; les cylindres, culasses et soupapes sont refroidies par circulation d'eau assurée par une pompe à piston toute en bronze. Il comporte deux injecteurs, l'un dans la boule d'allumage, l'autre dans la chambre à combustion. Le moteur marin est muni d'une pompe spéciale en fonte servant à la fois de pompe de circulation de refroidissement et de pompe d'épuisement rejetant à la mer l'eau de la cale. Le graissage est obtenu par un graisseur central distribuant l'huile à des graisseurs en verre dans les petits moteurs; les grands moteurs sont munis d'un graissage sous pression.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

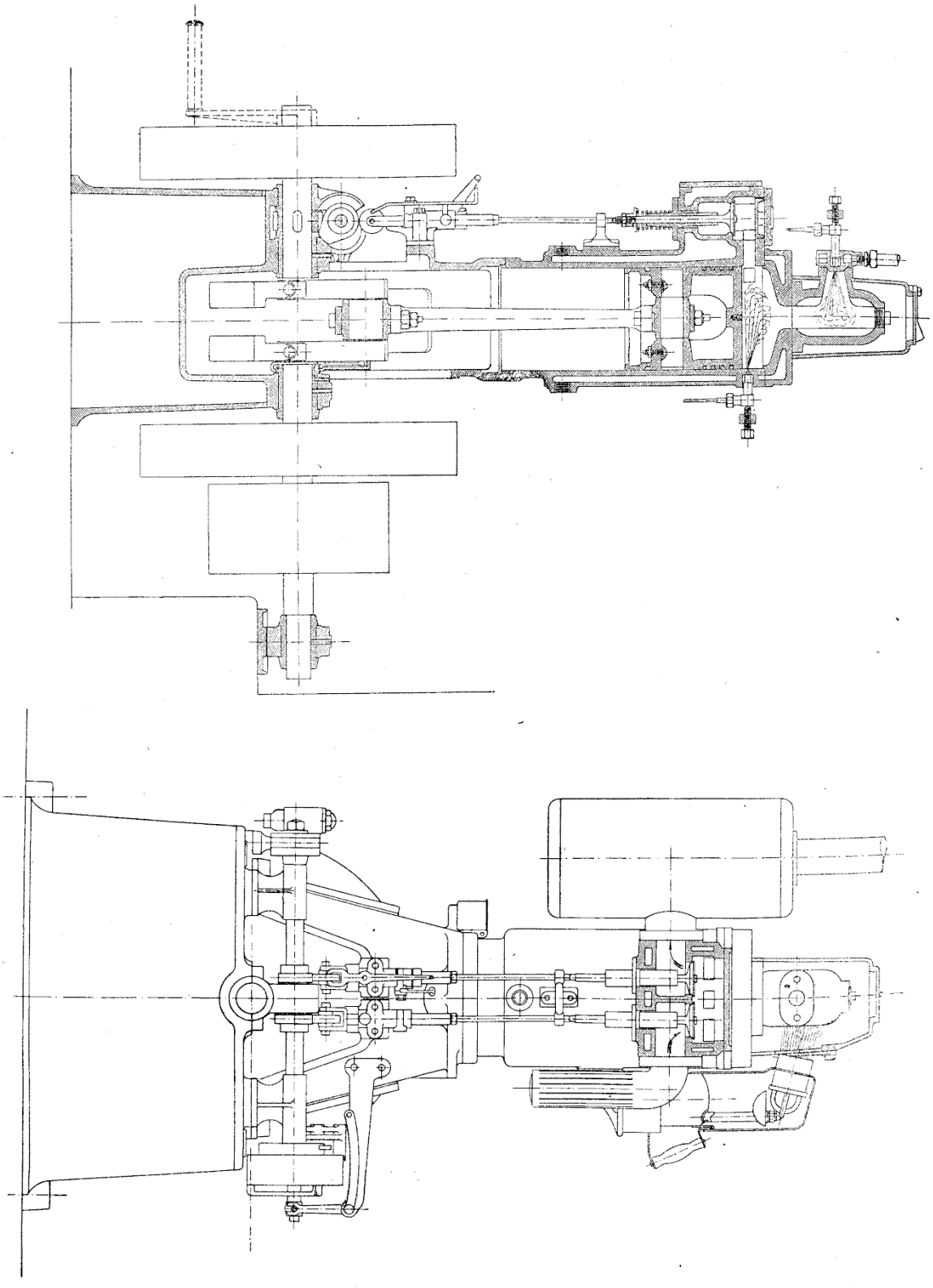


Fig. 11 et 12. — Coupes verticales du moteur *Dan*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans les grands moteurs, qui sont munis de deux pompes à combustible, le régulateur monté sur un arbre vertical commande à la fois ces deux pompes par un dispositif breveté (fig. 13 et 14).

*Moteur Hein.* — Le moteur *Hein* (fig. 15) construit par la Société de Forenede Motorfabriker de Bergen est à 4 temps, sans injection d'eau; le pot d'échappement venu de fonte avec le cylindre est refroidi par l'eau et en outre, de l'eau y est introduite en petite quantité; cette eau se mélange avec les gaz chauds, de sorte que les vibrations et le bruit sont atténués.

Le moteur est muni d'une pompe de circulation d'eau de refroidissement servant aussi de pompe d'épuisement comme le moteur Dan.

L'injection de combustible se fait comme dans le moteur Alpha en deux endroits, dans la boule d'allumage et dans la chambre de combustion.

*Moteur June.* — Le moteur *June* (fig. 16 et 17) est à 2 temps, le piston est d'une forme spéciale brevetée qui empêche l'air aspiré de se mélanger avec les gaz d'échappement et d'être en partie chassé avec eux.

Le rendement du moteur est amélioré de ce fait.

Le graissage s'effectue par un appareil central sous pression.

Les paliers principaux sont graissés au moyen de bagues perfectionnées qui, contrairement au graissage par bagues ordinaires ont un mouvement commandé; les réservoirs d'huile des paliers sont suffisants pour contenir la consommation d'un mois. Un petit couvercle placé à la partie supérieure du palier permet d'observer l'intensité du graissage pendant la marche.

Le régulateur est du type centrifuge.

La boule d'allumage est de forme conique et munie d'ailettes à sa partie supérieure.

La pompe à combustible est munie d'une soupape de sûreté.

La circulation de l'eau de refroidissement se fait par une pompe.

Les ateliers mécaniques de Jonköping (Suède) qui construisent le moteur June pour les différents emplois habituels fabriquent également des locomotives (fig. 18), équipées avec leurs moteurs; ces locomotives sont de 2 types : 20 et 24 ch pour voie de 0,6 et de 0,8; elles sont à 2 essieux accouplés distants de 1.500 mm; leur poids en ordre de marche est respectivement de 3.500 et 4.100 kg; leur vitesse de 11 km : h. Les moteurs sont à 2 temps à 2 cylindres de 20 et 24 ch tournant respectivement à 550 et 650 t : min. Les moteurs font tourner un arbre transversal par l'intermédiaire de deux accouplements à friction transmettant respectivement le mouvement pour la marche en avant et la marche en arrière, ces accouplements sont embrayés et débrayés par l'intermédiaire d'un levier disposé de façon qu'ils ne puissent être embrayés en même temps.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

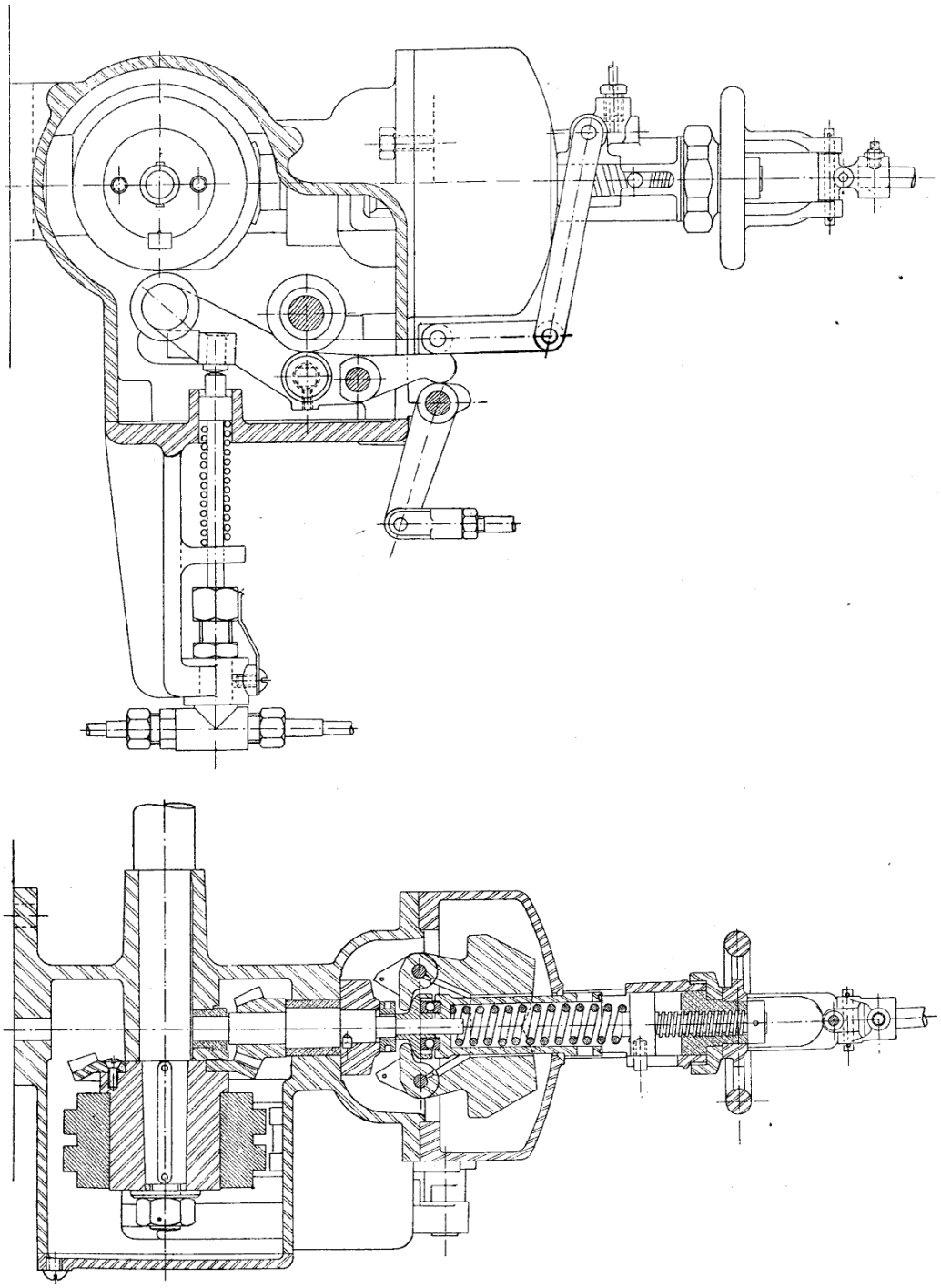


Fig. 13 et 14. — Commande de la pompe à combustible par le régulateur du moteur *Dm*.
Élévation, coupe verticale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La puissance est transmise aux essieux par des chaînes en acier trempé et des roues dentées cylindriques à dents découpées à la machine placées à chaque bout de l'arbre.

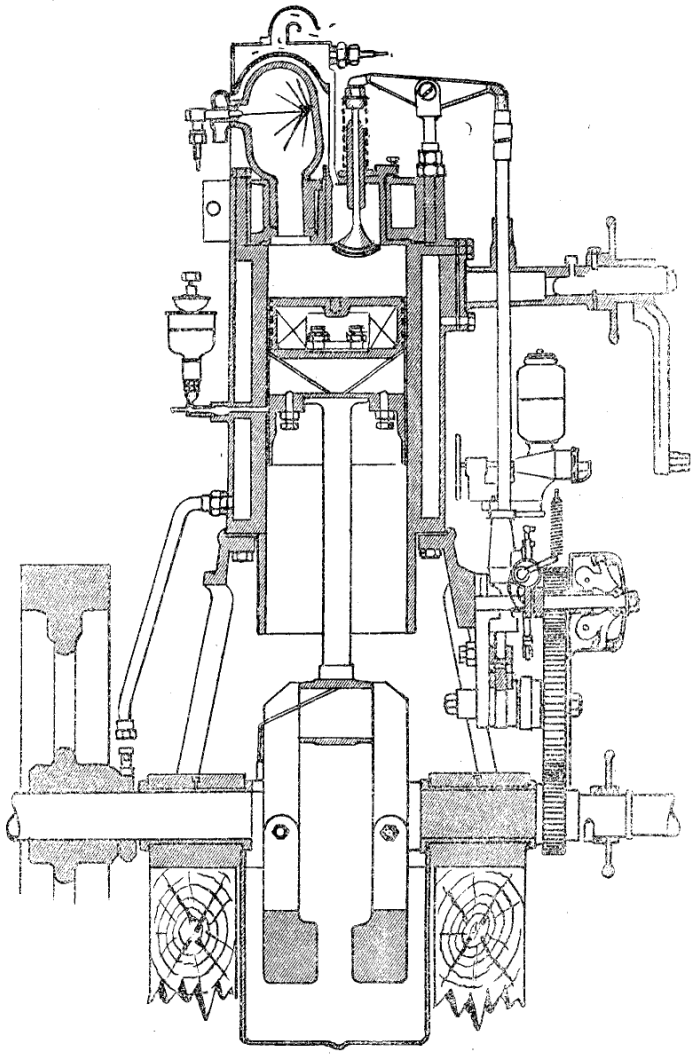


Fig. 15. — Coupe verticale du moteur *Hein*.

L'ensemble du moteur est entouré d'une enveloppe en tôle munie de portes latérales et d'un volet supérieur permettant la visite des pièces de la locomotive.

Les moteurs marins *June* se font à 1, 2 ou 4 cylindres pour des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

puissances de 6 à 320 ch, soit pour les plus gros une puissance de 80 ch par cylindre.

Les autres moteurs *June*, fixes ou transportables, ont une puissance maxima de 70 ch par cylindre.

*Moteur Grei.* — Le moteur *Grei* est construit par la Société A. Gulowsen de Christiania, est à 2 temps et fonctionne sans injection d'eau; les grands moteurs sont munis d'un système de démarrage par l'air comprimé obtenu par la pression d'explosion.

*Moteur Bolinder.* — Les moteurs *Bolinder* (fig. 19) construits par la Société anonyme de constructions mécaniques à Stockholm d'après le brevet Rundlöf sont au

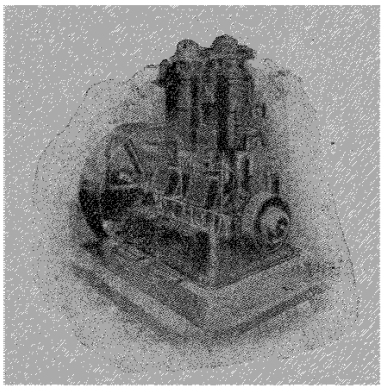


Fig. 16. — Moteur *June* à 2 cylindres.

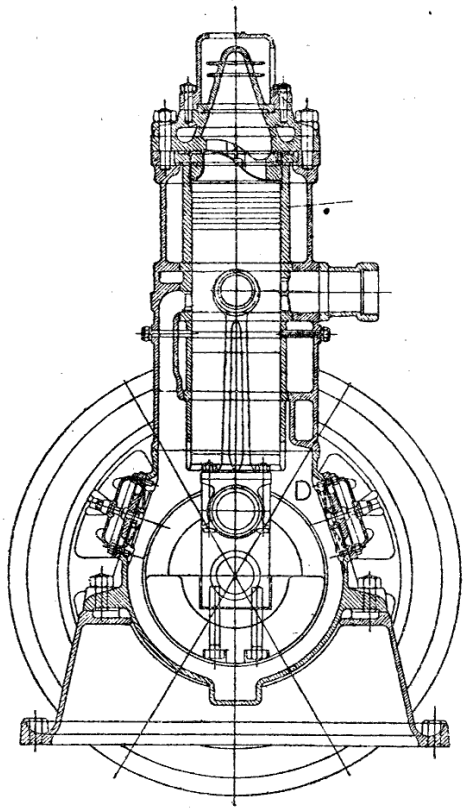


Fig. 17. — Coupe verticale du moteur *June*.

nombre de 14.000 représentant une puissance totale de 650.000 ch. Ce sont des moteurs à 2 temps à 1, 2 ou 4 cylindres de 3 à 500 ch avec dispositif de mise en marche par les gaz sous pression prélevés dans le cylindre au moment de l'explosion et emmagasinés dans un réservoir.

Les grands moteurs marins sont munis d'un dispositif de changement de marche permettant de les faire tourner en sens inverse. Ce dispositif est représenté figure 20.

3 est la pompe à combustible munie de 2 pistons, 13 pour la marche

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

continue avant ou arrière et 13 A pour le renversement. 15 A est un levier coudé oscilllant autour de l'axe 29 et commandé par un excentrique monté sur l'arbre. A ce levier sont articulées deux pièces 11 et 11 A dites poids régulateurs qui agissent sur les pistons 13 et 13 A et glissent sur les cames 12 et 12 B fixées sur le levier 108 ; ce levier est mobile autour de l'axe 109 et ses déplacements sont limités par les butées 106; 16 et 16 A sont des ressorts de réglage.

La fourche 112 qui s'engage dans la poulie à gorge 111 est reliée au levier 108 par la bielle 94 et peut être déplacée d'un côté ou de l'autre par

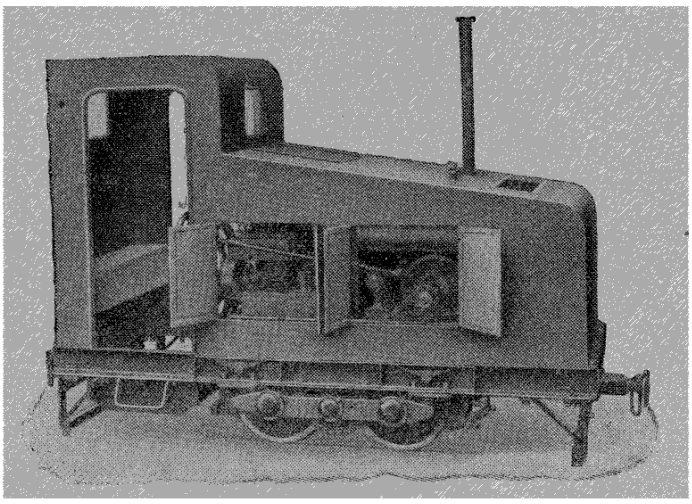


Fig. 18. — Locomotive *June*.

le levier de renversement 115 de façon que sa surface intérieure s'appuie contre la poulie 111.

Supposons que le moteur marche en avant, sens indiqué par la flèche. Le bras horizontal du levier 108 avec sa came 12 s'appuie contre la butée 106 par l'action de son poids, de celui de la bielle 94 de la fourche 112. Dans cette position, le levier 108 écarte vers la droite la pièce 11 A qui ne peut alors agir sur le piston 13 A. Au contraire, la pièce 11 agit sur le piston 13 et la pompe fonctionne en marche continue. Si nous poussons le levier 115 vers la gauche, le levier 108 et la came 12 montent par suite du soulèvement de la bielle 94 résultant du frottement de la fourche 112 dans la poulie à gorge 111, la levée de la came 12 s'arrêtera lorsque la branche verticale du levier 108 viendra buter contre 106.

A ce moment, la pièce 11 ne peut plus agir sur le piston 13; la pompe ne fonctionne plus, la vitesse du moteur diminue et devient assez faible

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour qu'on puisse renverser la marche. Cette vitesse de renversement est réglée une fois pour toutes par le ressort 16 A. La pièce 11 A peut alors agir sur le piston 13 A qui injecte du combustible dans le cylindre; ce combustible produit dans le cylindre une combustion prématurée qui inverse le mouvement du piston et par suite celui du moteur. Au moment où le moteur

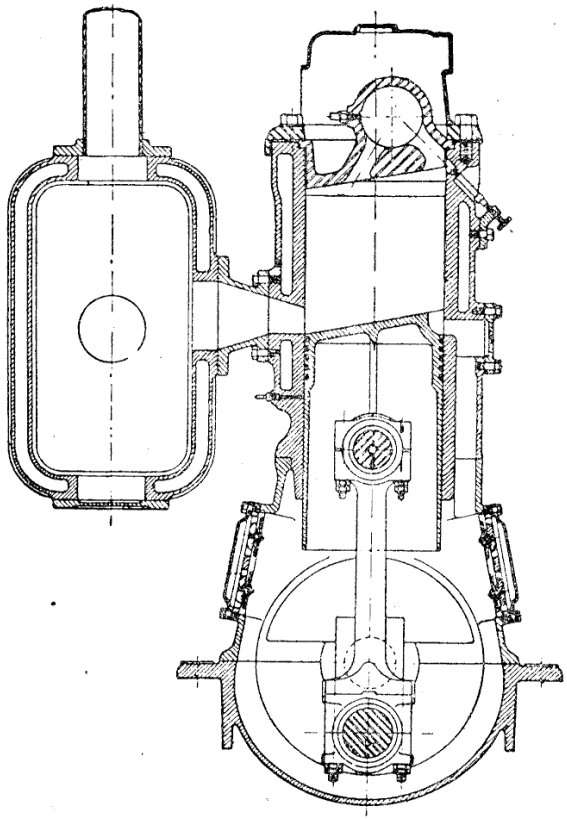


Fig. 19. — Coupe verticale du moteur *Bolinder*.

change de sens, la fourche 112 s'abaisse par l'entraînement de la poulie à gorge; le mouvement de la fourche fait basculer le levier 108 dont le bras horizontal vient s'appuyer contre la butée 106 replaçant la pièce 11 en face du piston 13 qui recommence à fonctionner tandis que la pièce 11 A est écartée du piston 13 A.

Si l'on veut renverser la marche d'arrière en avant, on pousse le levier 115 vers la droite et le moteur inversera son sens de rotation comme précédemment.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les moteurs à renversement sont munis d'un accouplement à friction.

La Compagnie Bolinder étudie actuellement des moteurs semi-Diesel d'après un nouveau brevet permettant de les simplifier beaucoup ; l'invention faisant l'objet de ce brevet qui n'est pas encore publié consiste en une nouvelle méthode d'injection du combustible permettant d'augmenter le rendement calorifique de l'huile employée ; la puissance du moteur est augmentée

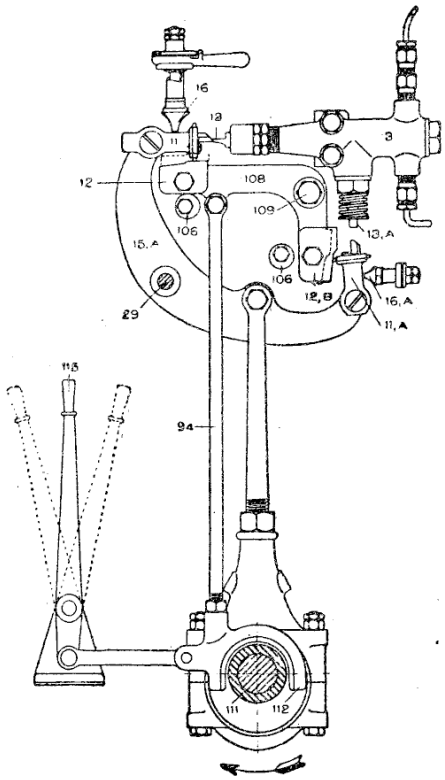



Fig. 20. — Appareil de renversement de marche du moteur *Bolinder*.

de 10 à 30 p. 100 tout en conservant la possibilité de les surcharger momentanément de 10 p. 100. L'injection d'eau qui était de règle dans les moteurs de 5 à 80 ch est supprimée. L'injection d'air pour le refroidissement de la boule d'allumage obtenue dans les grands moteurs de 90 à 500 ch par un compresseur indépendant est également supprimée ; la consommation du combustible reste la même malgré l'augmentation de puissance ; enfin les nouveaux moteurs seront munis de l'allumage électrique permettant leur mise en marche en 10 à 15″.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce perfectionnement que nous pensons pouvoir décrire prochainement permet d'arriver à un poids par cheval moindre, à un encombrement plus réduit et à un prix d'achat plus bas de 20 à 30 p. 100.

*Moteur Avance.* — Le moteur *Avance* est à 2 temps du type courant : il

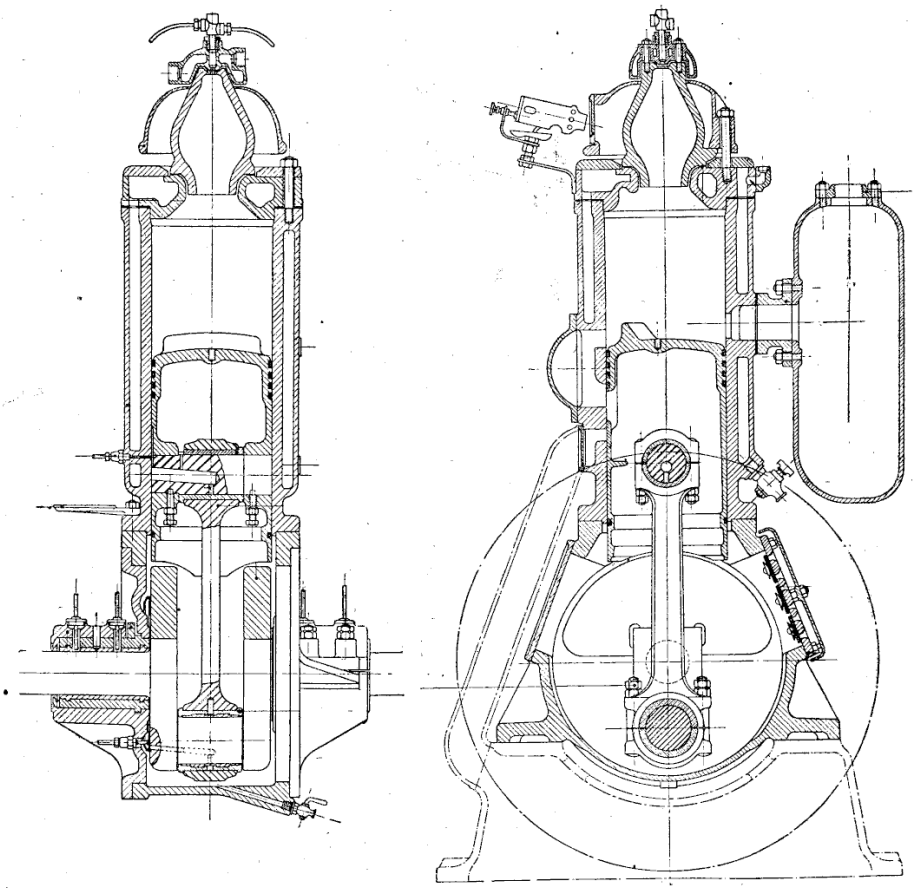


Fig. 21 et 22. — Coupes verticales du moteur *Avance* de 18 à 30 ch.

se fait pour forces de 3 à 92 ch à 1 et 2 cylindres, la puissance maxima d'un cylindre étant de 46 ch (fig. 21 et 22).

Comme particularité de construction on peut noter que la boule d'allumage est en forme de poire, l'injection du combustible s'y faisant au sommet et l'injecteur étant refroidi par circulation d'eau; dans les moteurs monocylindriques de 18, 22 et 30 ch, l'air de balayage pénètre dans le carter en soule-



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vant un clapet en cuir dont le mouvement est limité par une butée; lorsqu'il a été comprimé, il passe du carter dans le cylindre en passant par le piston et un orifice ménagé dans la paroi du piston. Dans les moteurs à deux cylindres de 36, 44 et 60 ch, le clapet est supprimé, l'air est prélevé sous le carter et introduit dans le carter par un orifice découvert par le piston.

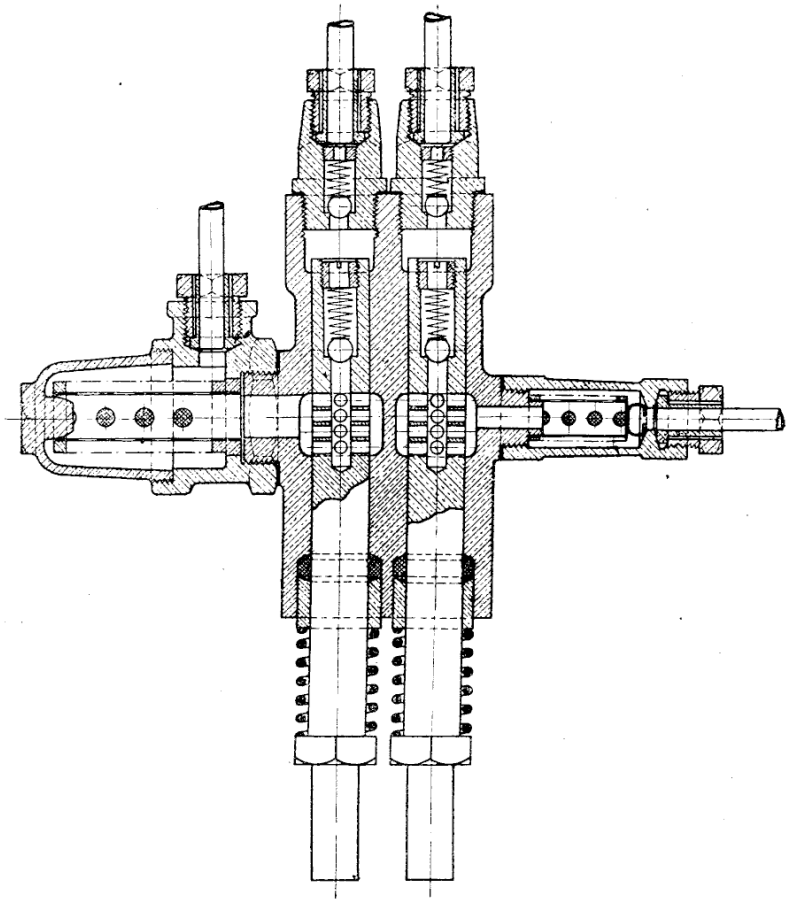


Fig. 23. — Pompe jumelle à combustible et à eau du moteur *Avance*.

Dans les petits moteurs à un cylindre de 6 et 12 ch d'une part et à deux cylindres de 16 et 24 d'autre part, la même différence existe, mais la communication entre le carter et le haut du cylindre s'établit par un tuyau extérieur.

La pompe à combustible est jumelée avec la pompe à eau d'injection (fig. 23), ces deux pompes sont venues de fonte ensemble et sont identiques;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

elles sont formées chacune d'un corps de pompe dans lequel se meut un piston plongeur dont l'étanchéité est assurée par une garniture; du côté de l'aspiration, le combustible et l'eau traversent un filtre consistant en un tamis cylindrique en fil de laiton; du côté du refoulement, des soupapes à billes appuyées sur leur siège par des ressorts. Ce sont également des ressorts

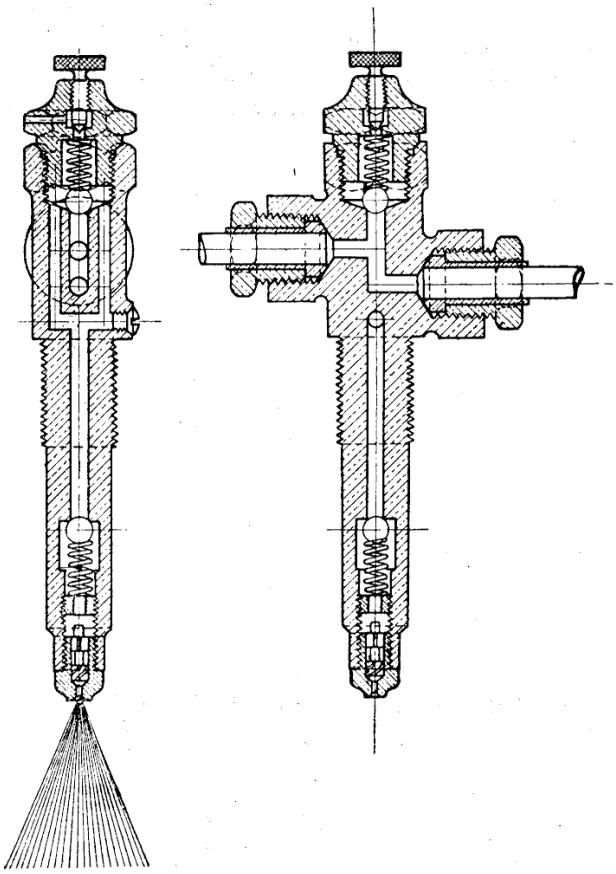


Fig. 24 et 25. — Injecteur du moteur *Avance*.

qui assurent le retour des pistons des pompes; la course de ces pistons est réglable au moyen d'une vis, celle du piston de la pompe d'injection d'eau est plus courte que celle du combustible. De chacune des deux pompes part un tuyau qui amène respectivement le combustible et l'eau à l'injecteur (fig. 24 et 25), ils se mélangent, soulèvent la bille supérieure et se mélangent avec l'air dont l'arrivée est réglée par le pointeau à air. De là le mélange

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'air, de combustible et d'eau, après avoir soulevé la bille inférieure arrive au gicleur.

Dans les grands moteurs, le régulateur à force centrifuge est monté sur un arbre vertical commandé au moyen d'engrenages coniques par l'arbre intermédiaire à excentrique qui reçoit son mouvement de l'arbre à manivelle par engrenages cylindriques. Lorsque la vitesse augmente, l'écartement des masses du régulateur fait monter le long de l'arbre vertical, un manchon qui, par l'intermédiaire de tringles fait tourner un arbre horizontal; cet arbre porte un bras oscillant qui fait avancer ou reculer un coin s'inter-

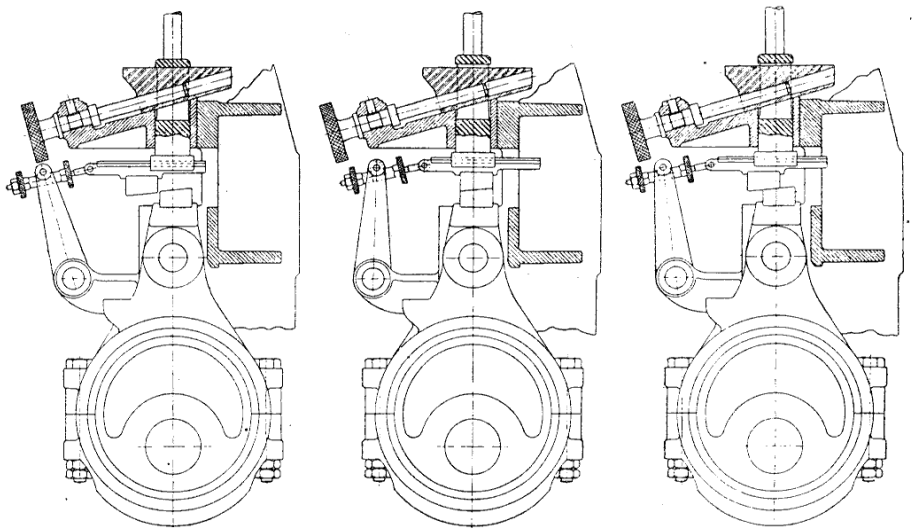


Fig. 26 à 28. — Commande des pompes des grands moteurs *Avance*.

posant entre un autre coin monté sur l'excentrique de commande de la pompe et le piston de cette pompe (fig. 26 à 28); le calage de cet arbre horizontal peut être modifié au moyen d'une manette se déplaçant devant un secteur denté de façon à changer la course du piston de la pompe pendant la marche et pour une même charge du moteur, ce qui permet l'emploi d'huiles de diverses catégories.

Dans les petits moteurs, le réglage du combustible se fait par le système du tout ou rien (fig. 29 et 30) dans lequel la transmission du mouvement de l'excentrique de commande au piston de la pompe se fait par l'intermédiaire de deux butées profilées, fixées l'une sur la tige d'excentrique, l'autre sur le piston; la butée fixée sur la tige d'excentrique oscille autour d'un axe et est appuyée par un ressort contre une glissière munie d'un butoir. Quand la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vitesse devient trop forte, le support de cette butée dépasse le butoir de la glissière, et la butée inférieure ne se trouve plus en face de la butée supérieure du piston. La pompe ne fonctionne plus, jusqu'à ce que la vitesse soit

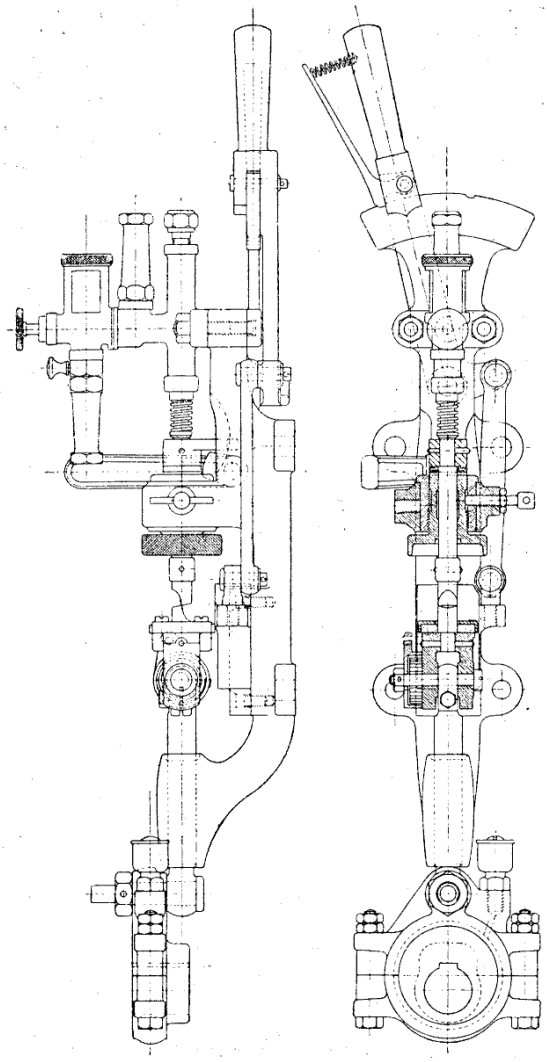


Fig. 29 et 30. — Commande de la pompe des petits moteurs marins *Avance*.

redevenue normale. La glissière avec son butoir peuvent être déplacés verticalement par un levier de façon à faire varier la course du piston de la pompe et l'adapter à la catégorie de combustible consommé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce système de réglage est complété dans les moteurs marins par un dispositif de renversement de marche, inversant le sens de rotation du moteur. Ce système est le suivant : sur l'arbre des excentriques est monté un engrenage conique qui actionne un arbre vertical, tournant soit dans un sens, soit dans l'autre suivant le sens de rotation du moteur. Sur cet arbre est montée sur une douille à friction une traverse portant deux butées et dite « réversateur ». Cette traverse occupe deux positions extrêmes correspondant aux deux sens de rotation. Enfin un levier de réglage permet de faire varier la position verticale de la glissière contre laquelle appuient les supports des butées de commande des pistons des pompes.

Pour changer le sens de marche, on amène ce levier dans sa position médiane, ce qui a pour effet de ralentir la vitesse du moteur qui ne reçoit plus de combustible, en même temps le mouvement du levier a déplacé le « réversateur » et l'a amené dans sa position médiane; dans cette position les butées du réversateur sont venues s'interposer entre les supports des butées inférieures et les butées supérieures. Les pistons reçoivent alors une impulsion qui fait pénétrer dans les cylindres une injection abondante et anticipée; le moteur repart alors dans l'autre sens, et le réversateur est entraîné à sa position extrême de marche arrière; le moteur reçoit alors son alimentation normalement par l'intermédiaire des butées supérieures et inférieures.

Les moteurs marins *Avance* se construisent aussi avec changement de marche mécanique, ou avec hélices à ailes réglables, le moteur tournant toujours dans le même sens. Dans ces derniers moteurs ainsi que ceux à changement de marche par renversement de sens de rotation l'arbre de l'hélice est embrayé ou débrayé de l'arbre du moteur au moyen d'un embrayage à friction. La circulation de l'eau de refroidissement est obtenue par une pompe à piston.

Les grands moteurs sont mis en marche automatiquement par l'air comprimé au moyen de la soupape de la figure 31.

Pour mettre le moteur en marche au moyen de cette soupape, on commence par amener la manivelle du moteur un peu au delà du point mort, ce que l'on fait facilement en ouvrant le robinet de vidange et faisant tourner le volant à la main. On referme le robinet de vidange, on ouvre le robinet du réservoir d'air comprimé, on visse l'écrou sur la soupape de mise en marche (position en pointillé de la figure); on introduit du combustible dans le cylindre par quelques coups de pompe; puis on ouvre et ferme rapidement la soupape de mise en marche en donnant un coup brusque au levier. Une fois le moteur mis en marche, on cale l'écrou jusqu'à ce que le levier touche le collet de la soupape.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour recharger le réservoir d'air comprimé, pendant la marche du moteur, on dévisse l'écrou de 1 à 3 mm, de façon que la pression des explosions puisse faire ouvrir la soupape en contre-balançant la tension du ressort. La pression du réservoir atteint de 8 à 10 kg : cm².

*Moteur Vickers-Petter.* — Les premiers moteurs *Vickers-Petter* ont été mis sur le marché en 1911 par la Société Petter de Yeovil après plusieurs années d'études. Cette société s'est fusionnée avec la Société Vickers et les ateliers ont été transférés à Ipswich.

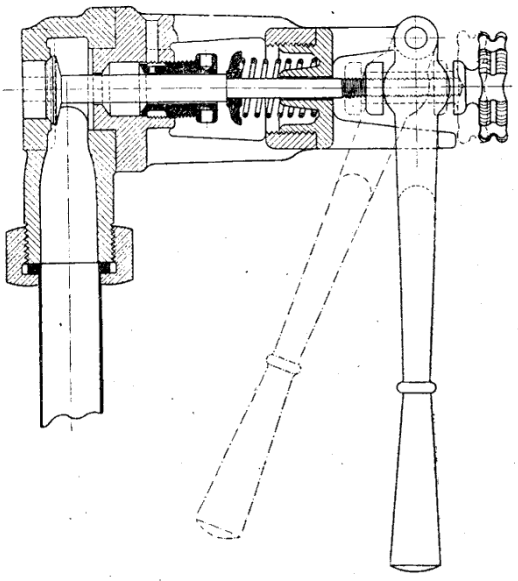


Fig. 31. — Soupape de mise en marche à l'air comprimé du moteur *Avance*.

Les moteurs *Vickers-Petter* sont à deux temps et se font pour toutes puissances jusqu'à plus de 500 ch avec 1 à 6 cylindres (fig. 32, 33 et 34).

Ces moteurs sont tous verticaux avec balayage par le carter : le volume du carter a été réduit autant que possible de façon à obtenir une pression de balayage de 385 g : cm².

Le réglage de la température de la boule d'allumage se fait au moyen de l'appareil breveté de la figure 35 qui permet au moteur de fonctionner aussi longtemps qu'on le veut sous charge réduite ou à vide sans qu'il soit nécessaire de faire marcher la lampe de mise en marche. Cet appareil permet d'injecter une faible portion de la charge de combustible en un point situé très en avance sur le point normal de l'injection : par suite, cette portion de com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bustible est complètement vaporisée avant que le reste de la charge entre dans le cylindre où se trouve en permanence un noyau de gaz parfaitement vaporisé qui favorise l'inflammation et la combustion de la charge. $a$ est la pompe à combustible actionnée par la barre d'excentrique $p_1$ par l'intermédiaire du levier oscillant $o$ et du galet $p$. Pour l'injection principale, le galet $p$ pousse le plongeur $c$ directement, tandis que pour l'injection prématurée, il

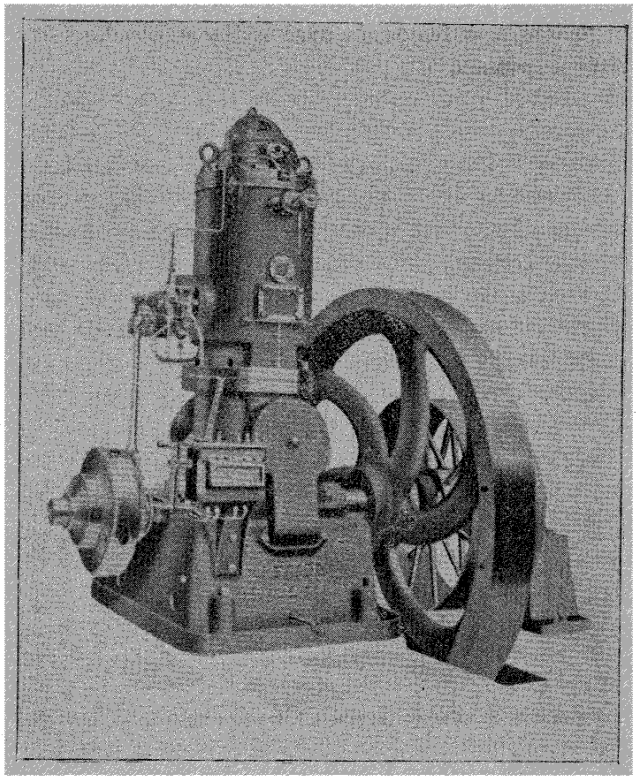


Fig. 32. — Moteur monocylindrique *Vickers-Petter*.

pousse dans son mouvement rétrograde le levier $k$ qui appuie sur le levier à main $g$; ce dernier actionne la pompe par son bras vertical $f$. Le levier $k$ est monté sur un axe excentrique $h$ : la manette $m$ qui se déplace le long d'un quadrant permet de l'amener à sa position de fonctionnement ou de le ramener à sa position de repos.

La figure 36 représente le régulateur excentrique breveté qui commande la course de la pompe à combustible. Il y a lieu de noter que dans les types de régulateurs dans lesquels la course est réglée par l'emploi de rampes ou autres moyens analogues, le mouvement du piston de la pompe commence

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'autant plus tôt que la charge du moteur est plus forte, procédé qui n'est pas à recommander, car il favorise la surchauffe et l'allumage prématuré qui doivent être combattus par l'injection d'eau, mais l'injection d'eau qui présente les inconvénients que nous avons vus, entraînement de l'huile de

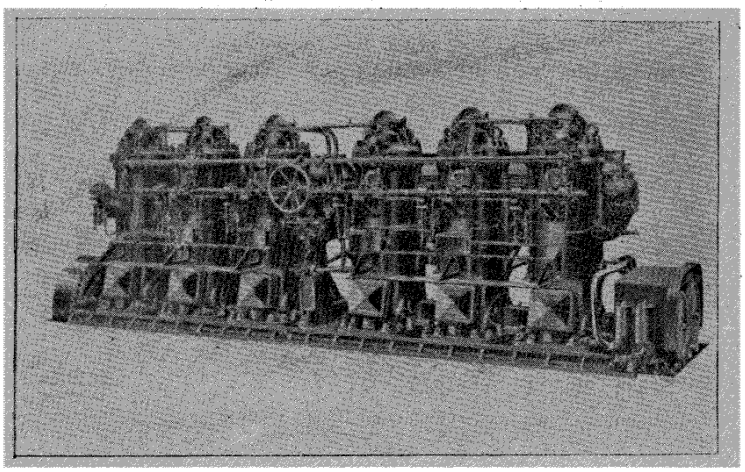


Fig. 33. — Moteur marin à 6 cylindres *Vickers-Petter*.

graissage, incrustations sur les parois internes, usure du cylindre n'est employée en aucun cas dans les moteurs Vickers-Petter. Il faut donc un régulateur permettant de retarder l'injection du combustible quand la charge du

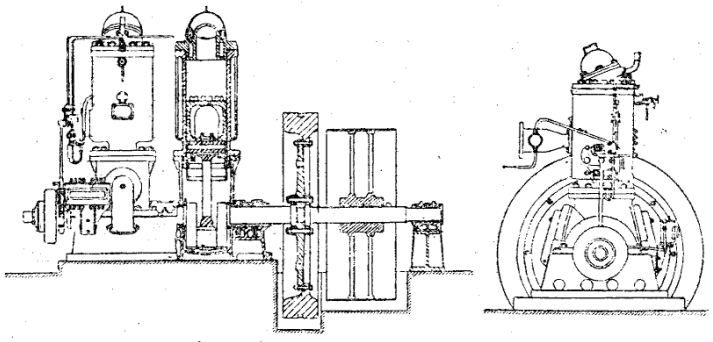


Fig. 34. — Coupe du moteur à 2 cylindres *Vickers-Petter*.

moteur est forte et de l'avancer quand elle est faible. Le régulateur breveté de Vickers-Petter permet d'arriver à ce résultat : il consiste en un excentrique intérieur fixé sur la carcasse du régulateur et un excentrique extérieur actionné par les masses pesantes; le mouvement combiné de ces deux excen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

triques augmente ou diminue la course du piston de la pompe et en même temps retarde ou avance le point d'injection. En outre, le calage angulaire de l'excentrique intérieur peut être modifié une fois pour toutes par le mouvement des vis qui le fixent à la carcasse du régulateur, ce qui permet d'adapter le point d'injection aux différentes sortes d'huile employée.

Le chauffage de la boule d'allumage avant la mise en marche se

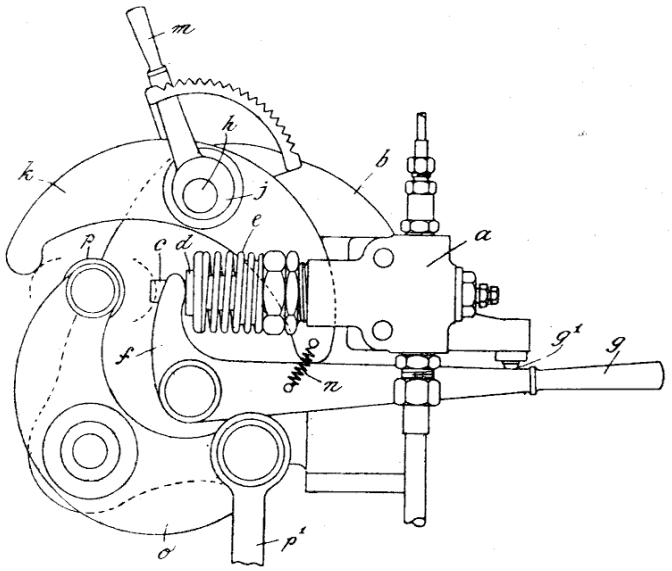



Fig. 35. — Appareil breveté d'injection prématurée du moteur *Vickers-Petter* pour marche continue à faible charge.

*a*, pompe à combustible; — *b*, support; — *c*, plongeur; — *d*, collet du ressort de rappel; — *e*, ressort de rappel; — *f*, bras vertical du levier; — *g*, poignée du levier; — *g*, bouton d'arrêt du levier; — *h*, axe du levier oscillant; — *j*, excentrique; — *k*, levier oscillant; — *m*, manette de réglage; — *n*, ressort de rappel; — *o*, levier oscillant; — *p*, galet du levier oscillant; — *p*, barre d'excentrique.

fait au moyen du brûleur de sûreté rapide breveté de la figure 37. Le réservoir d'air comprimé qui peut être d'ailleurs celui qui sert à fournir l'air comprimé nécessaire à la mise en marche fournit de l'air détendu à la pression de 1,4 kg : cm² au réservoir à combustible rempli à moitié d'huile, d'où le jet d'huile et d'air parvient au brûleur après avoir passé par la valve de réglage G. Cet appareil permet un meilleur contrôle du chauffage et est beaucoup moins dangereux que la lampe à souder ordinaire, il permet la mise en marche du moteur froid en une minute.

La mise en marche peut se faire aussi électriquement par l'appareil

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

breveté de la figure 38 qui consiste en une torche électrique recevant le courant d'une batterie d'accumulateurs chargée par une dynamo actionnée par le moteur; dès que le moteur a démarré, le courant est coupé et l'allumage se maintient comme d'habitude par la chaleur de la combustion; pendant la marche du moteur, on enlève la torche qui n'ayant été exposée à la chaleur que pendant quelques minutes, n'est pas exposée à se brûler.

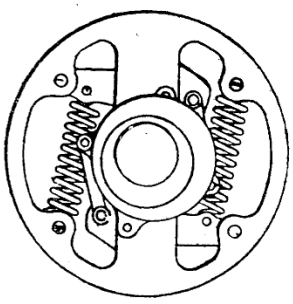


Fig. 36. — Régulateur centrifuge excentrique du moteur *Vickers-Petter*.

Le changement de marche des moteurs marins à 4 et 6 cylindres se fait par l'air comprimé contrôlé par des soupapes, manœuvrées mécaniquement; ce système permet de faire démarrer le moteur dans un sens ou dans l'autre et de changer son sens de marche aussi facilement qu'un moteur à vapeur. Dans les moteurs à 1 et

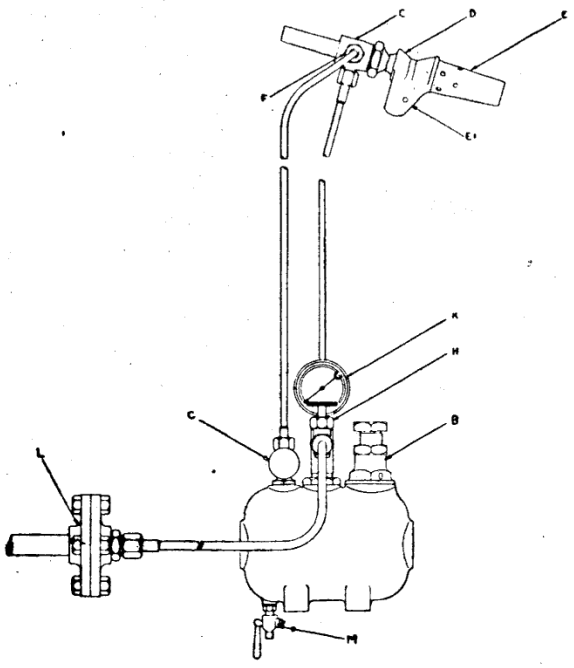



Fig. 37. — Brûleur de sûreté rapide du moteur *Vickers-Petter*.

B, orifice de remplissage; — C, coupe du brûleur; — D, tuyère du brûleur; — E, tube à flamme; — F, vaporiseur de l'huile; — G, régulateur d'huile; — H, régulateur d'air; — K, manomètre; — L, filtre à air; — M, robinet de vidange.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2 cylindres, le changement de marche se fait au moyen de l'appareil breveté de la figure 39.

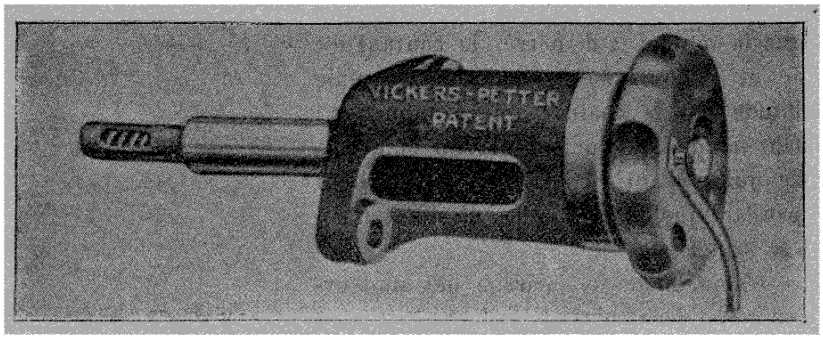



Fig. 38. — Brûleur électrique du moteur *Vickers-Petter*.

La pompe à combustible est actionnée par un galet monté sur un levier oscillant qui reçoit son mouvement de la barre d'excentrique. Lorsqu'on veut changer le sens de marche, le levier maintient ouverte la soupape d'aspiration de la pompe au moyen d'une tige, ce qui, par la suppression de l'injection permet à la vitesse du moteur de diminuer jusqu'à une valeur convenable pour le renversement; la partie à grand diamètre du galet est alors amenée en face du piston plongeur de la pompe dont la course est allongée et commence plus tôt, en même temps la tige précitée dégage la soupape d'aspiration et la pompe peut fonctionner.

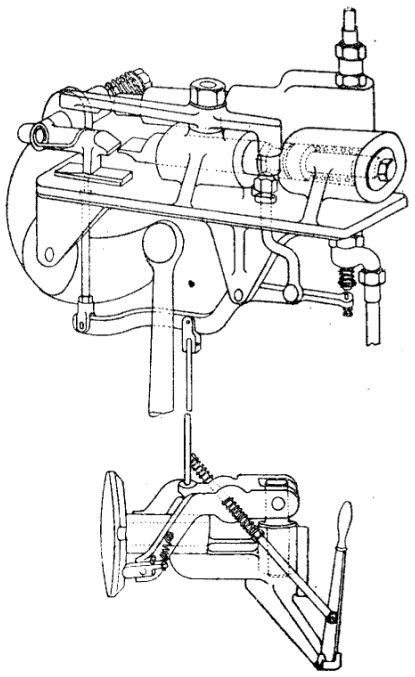


Fig. 39. — Appareil de renversement de marche du moteur *Vickers-Petter*.

Cette injection prématurée donne lieu à une explosion prématurée qui fait partir le piston du moteur en sens inverse. Le galet revient alors à son ancienne position.

La manœuvre se fait au moyen d'un levier poussé dans un sens ou dans l'autre suivant le sens de rotation du moteur que l'on désire. Le plateau (à gauche et en bas de la figure)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tourne avec le moteur et ne fait fonctionner l'équipage supérieur que quand le levier a été poussé dans la direction convenable pour le renversement.

Comme particularités du moteur *Vickers-Petter*, on peut encore noter le système de graissage de l'axe du piston (fig. 40). La figure 41 représente le dispositif breveté employé pour obtenir l'étanchéité du carter sur le palier de l'arbre; *d* est une bague en bronze en deux parties boulonnées l'une sur l'autre de façon à permettre un démontage facile; *e* est une bague en cuir entourant la bague *d* à l'extérieur et *f* est un ressort spiral remplissant

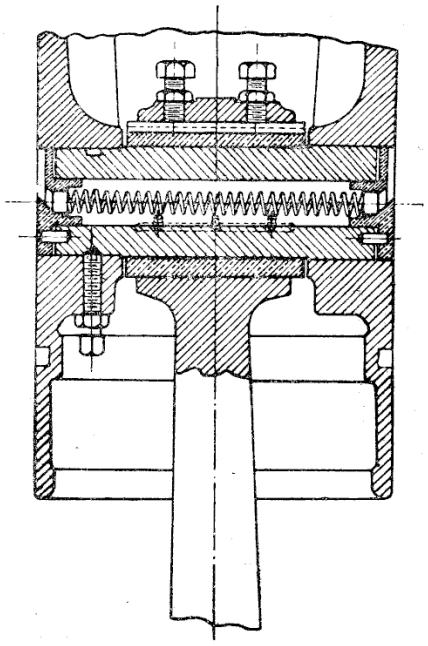


Fig. 40. — Graissage de l'arc du piston du moteur *Vickers-Petter*.

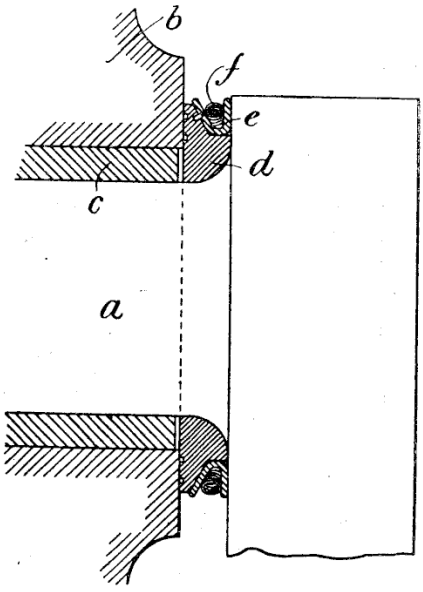



Fig. 41. — Garniture d'étanchéité de l'arbre à manivelle du moteur *Vickers-Petter*.

sur tout son pourtour la gorge de la bague *e*. Les deux bouts de ce ressort sont accrochés ensemble et sa tension appuie le cuir d'une part contre la bague en bronze et d'autre part contre le collet de l'arbre *a*. En même temps ce ressort appuie la bague *d* contre la surface du carter *b*, de sorte que l'étanchéité est obtenue des deux côtés de la bague.

Le moteur *Vickers-Petter* fonctionne très bien avec de l'huile de goudron; il faut cependant y ajouter un peu d'huile plus inflammable dite huile d'allumage lors de la mise en marche et pendant la marche sous faible charge; la figure 42 représente l'appareil breveté employé pour l'utilisation de l'huile de goudron. La pompe à combustible est munie de deux tuyaux d'aspiration

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

indépendants provenant respectivement du réservoir à huile de goudron et du réservoir à huile d'allumage; c'est donc un mélange de ces deux huiles qui est refoulé dans le cylindre par le tuyau commun d'injection : deux pointeaux à vis permettent de régler la composition de ce mélange et de couper l'arrivée de l'huile d'allumage quand le moteur est en marche.

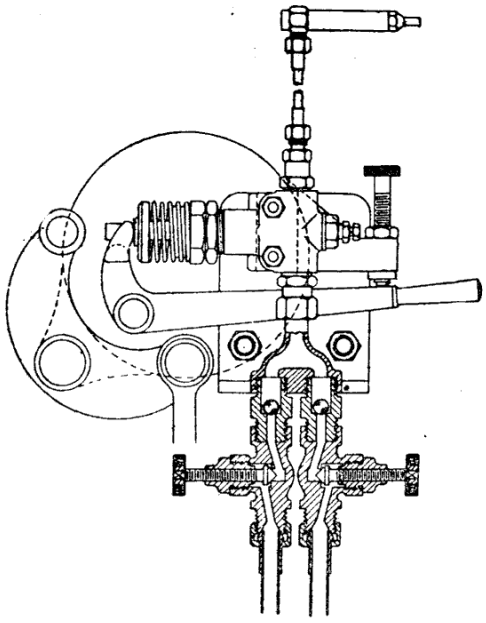


Fig. 42. — Appareil pour l'huile de goudron du moteur *Vickers-Petter*.

Au cours d'un essai effectué le 24 mars 1921 sur un moteur de 125 ch du dernier type à un cylindre, on a obtenu les résultats suivants :

| CHARGE | VITESSE T/MIN | PUISSANCE CHEVAUX-VAPEUR | CONSOMMATION HORAIRE EN LITRES | CONSOMMATION PAR CHEVAL-HEURE EN LITRES | OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 402 | 0 | 3,2 | — | Avec injection secondaire. |
| 1/4 | 391 | 5,78 | 3,4 | 0,58 | — — |
| 1/2 | 383 | 11,54 | 4,2 | 0,36 | — — |
| 3/4 | 377 | 16,67 | 5,4 | 0, 3 | |
| 1 | 374 | 22,74 | 6,3 | 0,28 | |
| surcharge | 385 | 26,14 | 8,2 | 0,31 | |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La consommation d'huile de graissage était de 0,07 l : h, soit 0,003 l par ch.

La puissance calorifique du combustible était de 4.595 calories, son poids spécifique de 0,891 à 15°.

La pression moyenne était de 2,65 kg : cm² pour 22,74 ch et de 2,96 kg : cm² pour 26,14 ch.

A vide, on a constaté une fumée très légère ; sous quart de charge, encore un peu de fumée ; à pleine charge, aucune fumée.

Le moteur pesait en tout avec ses accessoires 1.625 kg soit 72,6 kg par cheval.

L'appareil d'injection secondaire a permis de faire marcher le moteur pendant 53 minutes à vide en partant du moteur froid, puis pendant 1 heure 5 minutes sous quart de charge, puis pendant une demi-heure à vide immédiatement après une marche sous surcharge fournissant 26,14 ch.

*Moteur Brooke.* — Le moteur *Brooke* est à 2 temps du type vertical à 1 ou 2 cylindres de 16 ch ; le moteur à 1 cylindre peut fournir 21 ch, sa vitesse 485 t : min, il consomme 249 g de gaz oil pesant 0,896 par cheval-heure, il fonctionne avec injection d'eau en surcharge de 18 à 21 ch ; jusqu'à 18 ch, l'injection d'eau est inutile.

Il est muni pour le démarrage d'un réservoir d'air comprimé rempli par les gaz de l'explosion.

*Moteur Robey.* — Le moteur *Robey* est du type devenu classique, vertical à 2 temps avec balayage par le carter. Le type marin est à 1 ou 2 cylindres de 8 à 100 ch tournant de 425 à 250 t : min, avec démarrage à l'air comprimé à partir de 15 ch. Le type industriel est à 1, 2, 3 ou 4 cylindres de 8 à 200 ch, la puissance maxima par cylindre étant de 50 ch. (fig. 43).

Ainsi qu'on peut le voir (fig. 44), l'injection du combustible se fait dans le vaporiseur sphérique qui communique largement avec la chambre de combustion ; la boule d'allumage également sphérique est boulonnée obliquement au-dessus du vaporiseur.

La pompe à combustible (fig. 45) est du type courant à piston plongeur avec rappel par ressort, commandé par un bras oscillant ; la course du piston est variable suivant la charge et un écrou contre lequel vient buter un collier fixé sur la tige du piston permet de régler la course une fois pour toutes suivant le combustible brûlé et de rattraper l'usure du piston plongeur.

Les soupapes d'aspiration et de refoulement sont des billes à ressort. Un levier permet d'alimenter le moteur à la main.

La réversibilité des petits moteurs marins à 1 cylindre est obtenue par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un changement de marche par engrenages; dans les grands moteurs à plusieurs cylindres, le changement de marche est obtenu par changement de sens de rotation du moteur au moyen de l'air comprimé.

Les petits moteurs jusqu'à 12 ch démarrent à la main, les autres par l'air comprimé dans un réservoir par la pression de l'explosion au moyen d'une soupape, ou au moyen d'une pompe à main; les moteurs à 2 cylindres

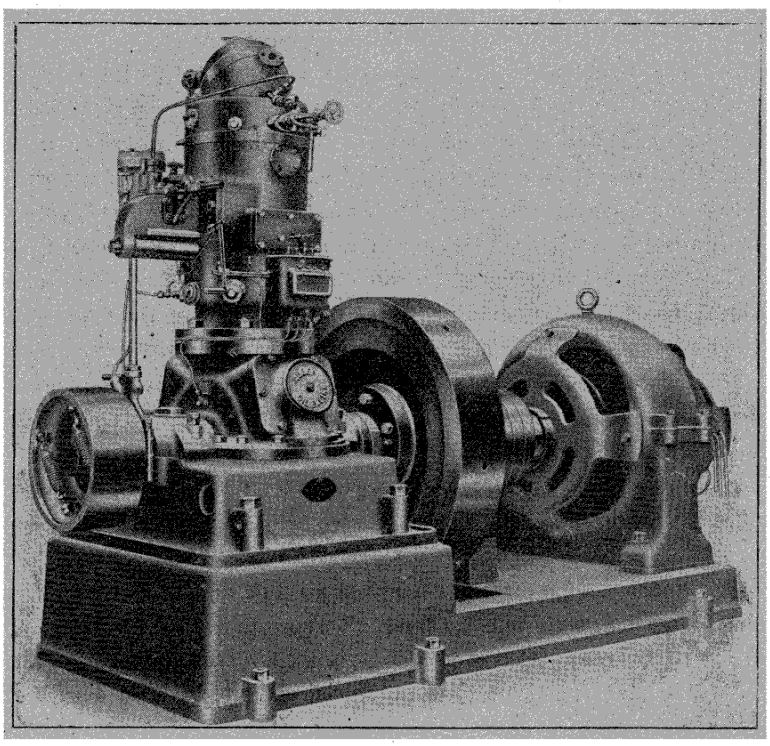


Fig. 43. — Moteur *Robey*.

sont munis d'un compresseur actionné par l'arbre moteur au moyen d'engrenages.

Les figures 46 et 47 représentent deux types d'injecteurs qui dépendent du combustible utilisé et de la grandeur du moteur.

Le régulateur centrifuge monté sur l'arbre fait varier la course de l'excentrique de commande du bras oscillant de la pompe à combustible.

La circulation de l'eau de refroidissement est assurée par une pompe à piston plongeur.

Le pot d'échappement des moteurs au-dessus de 20 ch est refroidi par circulation d'eau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le graissage est obtenu par un graisseur central mécanique.

A titre de renseignement, les figures 48 et 49 représentent l'installation d'un moteur à 2 cylindres sur un bateau.

*Moteurs Gardner.* — Trois types de moteurs semi-Diesel sont construits par MM. Gardner et Cie.

Le type T vertical à 2 temps à 2, 3 ou 4 cylindres pour des puissances

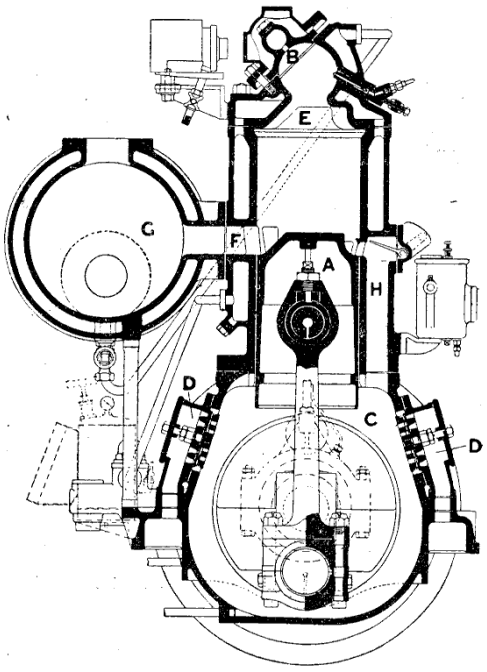



Fig. 44. — Coupe verticale du moteur *Robey*.

A, cylindre; — B, boule d'allumage; — C, carter; — D, clapets d'aspiration du carter; — E, chambre de combustion; — F, orifice d'échappement; — G, pot d'échappement; — H, communication du carter avec le cylindre.

de 20 à 130 ch, soit par cylindre de 10 à 30 ch et des vitesses de 450 à 320 t : min (fig. 50).

Le type V T vertical à 2 temps à 1 cylindre pour des puissances de 5 à 30 ch et des vitesses de 480 à 320 t : min (fig. 51).

Ces deux types de moteurs marchent avec une compression de 10 kg avec balayage par le carter, réglage par la variation de la quantité d'huile injectée et sans injection d'eau.

Le type H C est un moteur horizontal à 3 paliers à 4 temps à 1 cylindre



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour des puissances de 11 à 63 ch et des vitesses de 250 à 190 t : min avec mise en marche par l'air comprimé. Il marche avec une compression de 20 kg : cm² (fig. 52).

*Moteur Beardmore.* — Les moteurs *Beardmore* sont du type courant, vertical à 2 temps avec balayage par le carter, ils se construisent pour toutes forces de 7,5 à 480 ch à 1, 2, 4 ou 6 cylindres, la puissance par cylindre varie de 7,5 à 80 ch, la vitesse de 550 à 225 t : min ; enfin ils peuvent être

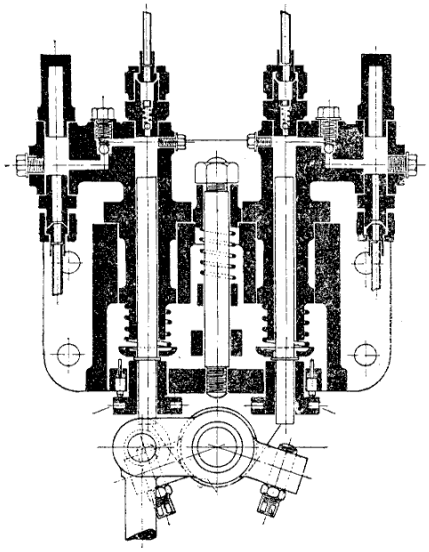


Fig. 45. — Pompe à combustible du moteur *Robey*.

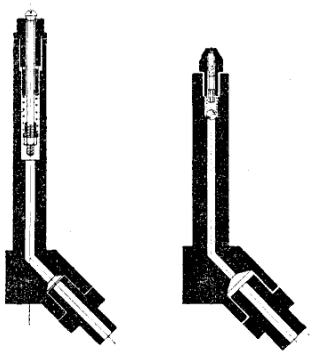


Fig. 46, 47. — Injecteurs du moteur *Robey*.

du type industriel ou du type marin. Le premier moteur semi-Diesel Beardmore a été construit en 1909.

*Moteur Bollinckx.* — Le moteur *Bollinckx* est à 4 temps : il utilise un taux de compression assez élevé : 20 kg : cm² et tous ses organes sont les mêmes que ceux du moteur à gaz pauvre avec en plus une pompe à huile et un pulvérisateur brevetés.

La pompe à huile présente la particularité de pouvoir s'orienter dans les deux sens autour de la came de commande du piston plongeur qui est fixée sur l'arbre de distribution. Cette disposition permet de faire varier en marche avec une came unique le point d'injection du combustible de façon à adapter le moteur à toutes les catégories d'huile sans modification ni arrêt de sa marche. La distribution est commandée par un arbre tournant à demi-vitesse, portant une came unique pour l'admission et l'échappement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En France, par opposition avec ce qui se passe dans les pays scandinaves, la plupart des moteurs semi-Diesel existant sont des moteurs fixes destinés à des usages industriels ou agricoles; les moteurs marins sont moins nombreux. Il est vrai que les moteurs semi-Diesel sont encore très récents en France, c'est seulement pendant la guerre que la pénurie de charbon a orienté tous les usagers de force motrice vers l'emploi des combustibles liquides et que les moteurs semi-Diesel ont commencé à se répandre, d'abord les moteurs construits à l'étranger, puis les moteurs originaux construits en France.

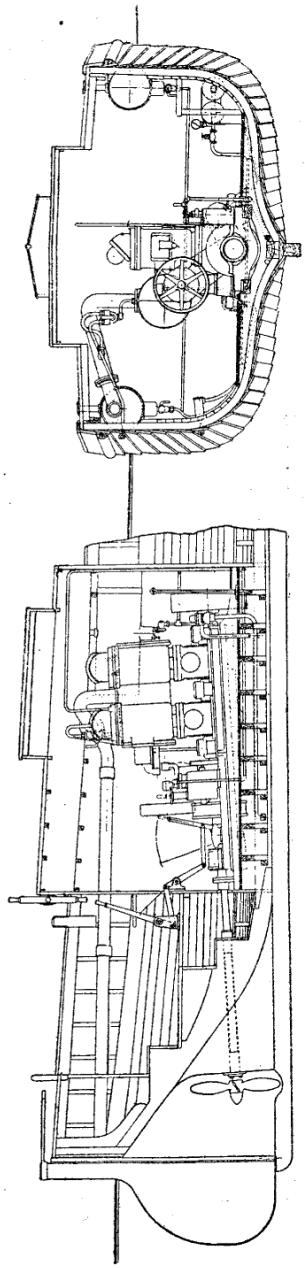


Fig. 48, 49. — Installation d'un moteur *Robey* sur un bateau.

*Moteur Tuxham.* — Le moteur *Tuxham* construit par la Société anonyme des Établissements Delaunay-Belleville est à 2 temps, il se fait pour des puissances de 7 à 240 ch à 1, 2, 3 ou 4 cylindres; il fonctionne avec ou sans injection d'eau.

Le piston de la pompe à combustible reçoit son mouvement d'une came conique montée sur un arbre vertical par l'intermédiaire d'un galet, l'arbre vertical est entraîné par l'arbre à manivelle par l'intermédiaire de roues hélicoïdales, il porte à son extrémité supérieure un régulateur très sensible et agit sur la came de façon à la faire monter ou descendre le long de l'arbre lorsqu'il se produit une variation de la charge; ce déplacement en hauteur de la came a pour effet d'augmenter ou de diminuer la course du piston de la pompe suivant le sens de la variation de charge. Ce mode de réglage qualitatif est plus efficace et plus uniforme que le réglage d'après le système du « tout ou rien ».

Le corps de pompe est en bronze spécial très dur, le piston, la came et le galet sont en acier cémenté.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

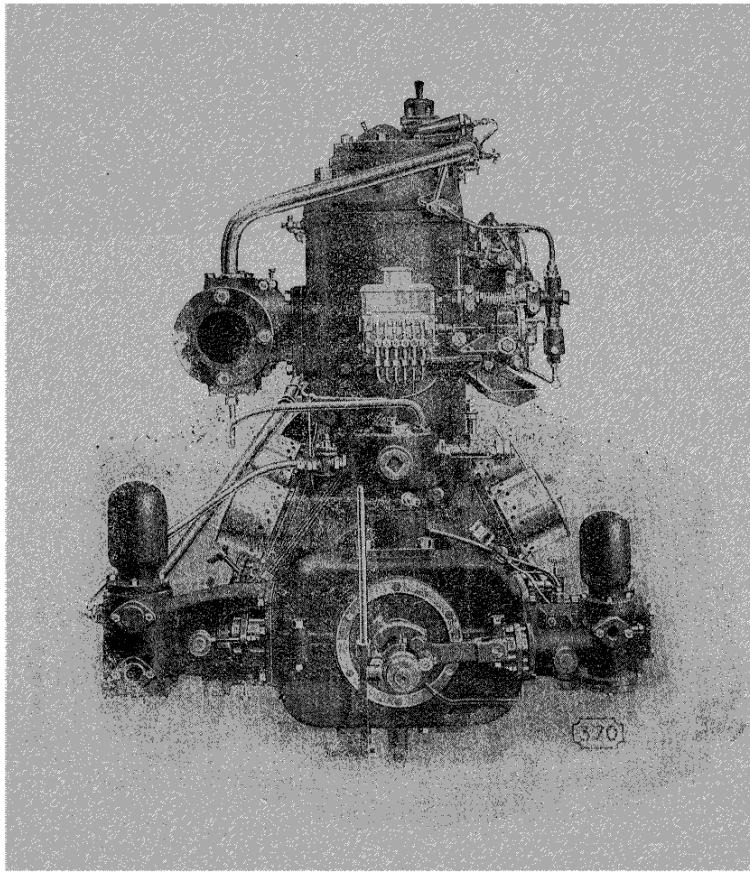


Fig. 50. — Moteur *Gardner* type T.

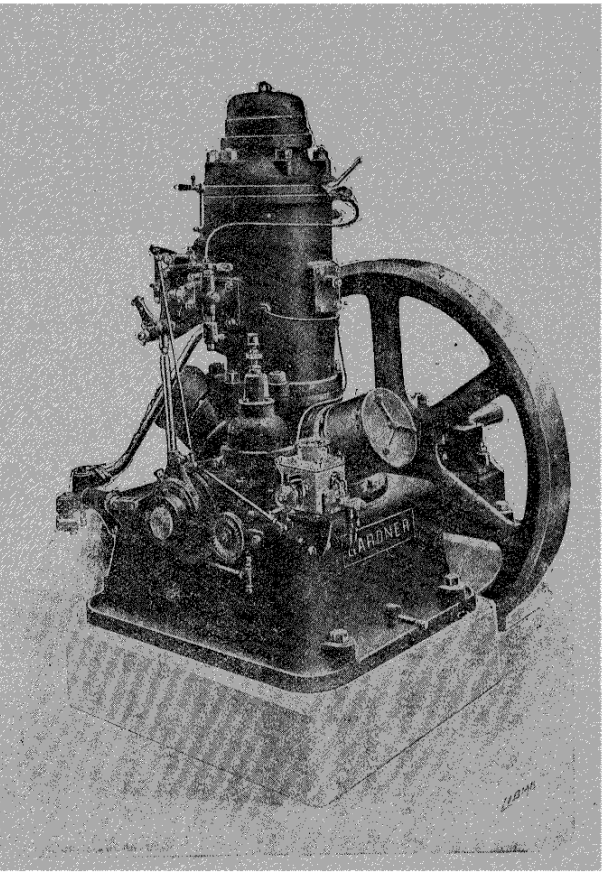



Fig. 51. — Moteur *Gardner* type VT.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le piston est rodé de manière à s'ajuster exactement dans le cylindre; on

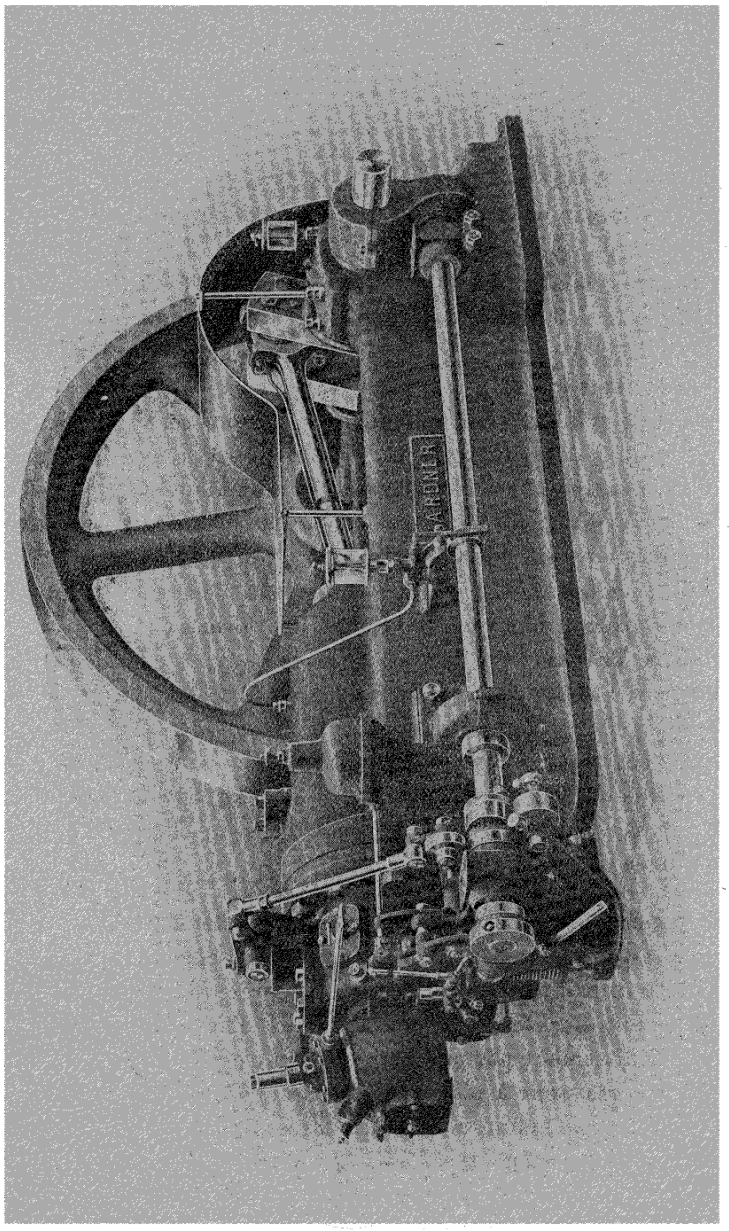



Fig. 52. — Moteur *Gardner* type HC.

obtient ainsi une étanchéité parfaite sans emploi de garnitures, l'usure des diverses parties de la pompe est pratiquement négligeable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'eau de refroidissement circule d'abord dans l'enveloppe du cylindre, qui est munie de grandes ouvertures de nettoyage fermées par des portes, puis passe dans l'enveloppe de la culasse et enfin dans celle du pot d'échappement; la culasse est en deux parties, ce qui facilite son nettoyage; le pot d'échappement est muni de portes facilement démontables qui sont elles-mêmes refroidies.

Le cylindre est désaxé par rapport à l'arbre à manivelle, il en résulte que la manivelle a dépassé sa position verticale quand le piston se trouve à la partie supérieure de sa course, c'est-à-dire lorsqu'il se trouve soumis à la pression maxima; cela permet une meilleure utilisation de la pression initiale, une marche plus régulière et sans chocs; de plus, l'usure du cylindre est considérablement diminuée du fait que l'obliquité de la bielle est réduite pendant la course descendante qui est la course motrice.

Le piston et le cylindre sont en fonte dure à grains serrés, alliage spécial résistant à l'usure, l'axe du tourillon du piston est trempé et rectifié. Le graissage s'effectue au moyen d'un graisseur mécanique sous pression et à débit visible et réglable; les paliers sont pourvus d'appareils de graissage à bagues et sont placés en dehors du carter ce qui facilite le montage et la visite des coussinets en deux parties. Les anneaux d'étanchéité sont disposés à l'endroit où l'arbre à manivelle traverse le bâti formant carter.

Les moteurs Tuxham sont fournis avec deux types de volants donnant des coefficients respectifs d'irrégularité de 1/40 et 1/30 pour les moteurs à 1 cylindre, de 1/60 et 1/100 pour ceux à 2 cylindres et de 1/80 et 1/160 pour ceux à 3 et à 4 cylindres; la puissance maxima d'un cylindre est de 60 chevaux, le poids par cheval varie de 80 à 57 kg suivant la puissance du moteur, la puissance du moteur fonctionnant sans injection d'eau augmente de 20 p. 100 avec injection d'eau.

*Moteur Standaard.* — Le moteur *Standaard*, système Steijaard et Walen de Rotterdam, est construit par la Société des Établissements Piguet à Lyon; il est à 2 temps, avec balayage par le carter, et ne présente pas de particularité; le réglage se fait par variation de la qualité d'huile injectée suivant la charge; le refroidissement par circulation d'eau assurée par une pompe, le graissage par un graisseur à pistons à départs multiples et réglables.

Il se fait à 1, 2 ou 3 cylindres pour des forces de 10 à 180 ch, la puissance maxima d'un cylindre étant de 60 ch. Les moteurs marins comportent un dispositif de renversement de marche perfectionné à satellites avec embrayage à la main.

*Moteur Aster.* — Le moteur *Aster* a été décrit au commencement de la présente note comme moteur type.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Moteur Thomson-Houston.* — La Compagnie française Thomson-Houston construit un moteur semi-Diesel (fig. 53) à 2 temps avec balayage par le carter.

*Moteur Weber-Sulzer.* — La Compagnie de Construction mécanique procédés *Sulzer* construit les moteurs semi-Diesel *Weber* dont elle est

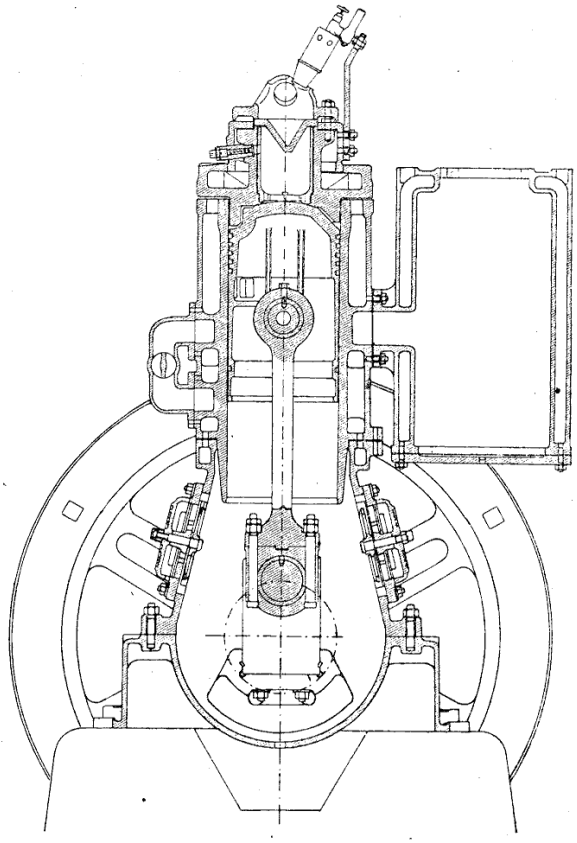


Fig. 53. — Coupe verticale du moteur *Thomson-Houston.*

concessionnaire pour la France et dont plus de 30 exemplaires sont déjà en service (fig. 54 et 55) en France. Ce sont des moteurs du type courant avec balayage par le carter et injection d'eau fonctionnant à 2 temps, de 5 à 40 ch à 1 cylindre pour usages industriels, agricoles et fluvial; cette compagnie construit aussi des moteurs marins de 10 à 80 ch à 1 et 2 cylindres avec appareils de renversement de marche ou hélice réversible.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La pompe à combustible est commandée par un excentrique : le guide de la tige de l'excentrique peut être élevé ou abaissé à l'aide d'un levier pour faire varier la course du piston de la pompe à combustible. Quand le levier se trouve à l'arrière, la course du piston est nulle, quand il est en avant, elle est maxima (1,5 à 2 mm). Cette même variation est produite directement

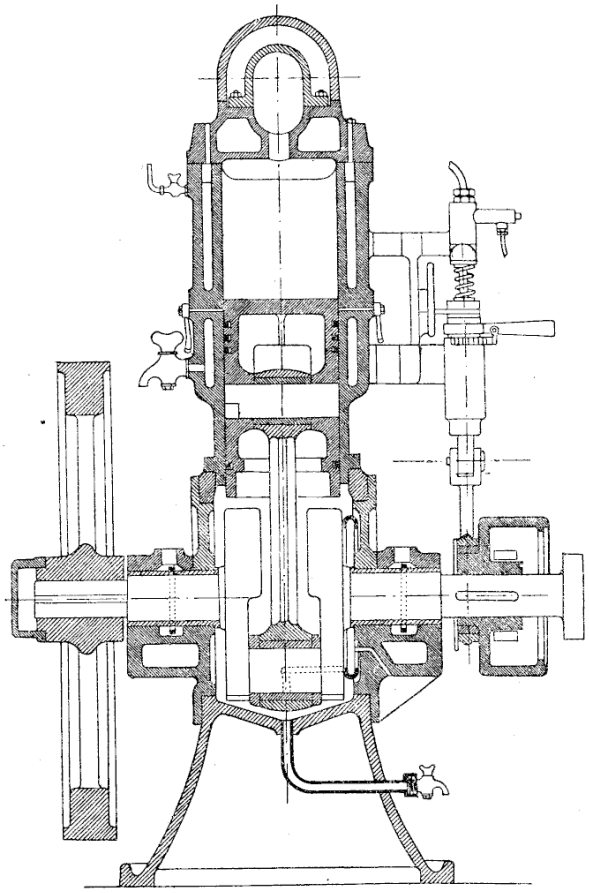


Fig. 54. — Coupe verticale du moteur *Weber-Sulzer*.

par le régulateur centrifuge dont le mouvement des contrepoids commande un excentrique; on augmente ou diminue la course de cet excentrique en déplaçant l'anneau excentrique. La boîte du régulateur doit toujours contenir 1/3 de litre d'huile, afin que toutes les parties en mouvement du régulateur soient immergées.

La pompe peut être aussi actionnée à la main par un levier. Il est très

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

important que le combustible soit parfaitement propre ; donc avant de remplir le réservoir à combustible, on s'assure qu'il est propre ainsi que la conduite d'amenée du combustible au moteur ; le combustible est versé dans le réservoir au moyen d'un entonnoir à filtre et le tube d'aspiration de la pompe est munie d'un filtre à double toile métallique très fine en laiton. Une soupape de sûreté placée entre les soupapes d'aspiration et de refoulement de

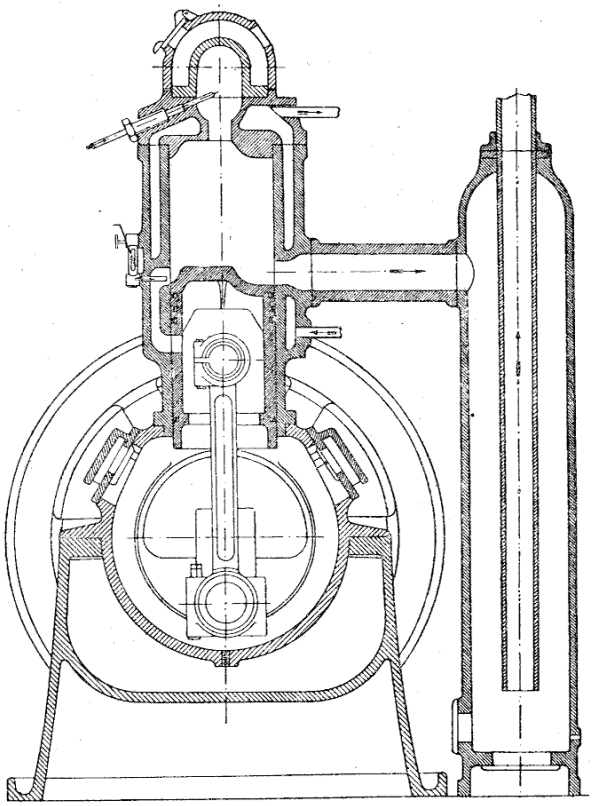


Fig. 55. — Coupe verticale du moteur *Weber-Sulzer*.

la pompe protège la conduite de refoulement dans le cas où le gicleur serait obstrué, le liquide sortirait alors par cette soupape de sûreté. Dans le gicleur il y a une soupape d'arrêt à bille avec ressort spécial. Pour le cas où on emploierait des huiles peu fluides, le moteur *Weber* est muni d'un réchauffeur avec double filtre placé sur le tuyau d'échappement.

Le refroidissement est assuré par circulation d'eau au moyen d'une pompe commandée par un excentrique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La boule d'allumage est entourée d'une enveloppe la protégeant contre le refroidissement par rayonnement, et munie d'un couvercle permettant de surveiller son état d'incandescence.

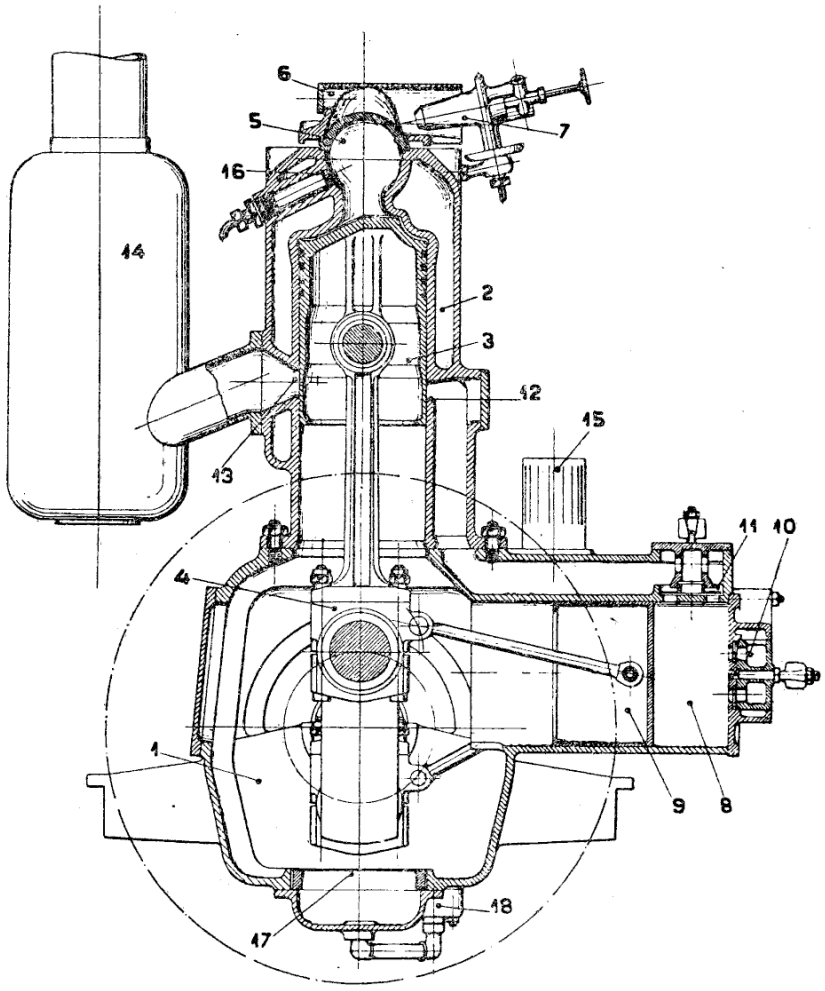



Fig. 56. — Coupe verticale du moteur vertical Winterthur.

1, carter; — 2, cylindre; — 3, piston; — 4, bielle; — 5, boule d'allumage; — 6, chapeau de protection; — 7, lampe de mise en marche; — 8, pompe à air; — 9, piston de la pompe à air; — 10, clapet d'aspiration; — 11, clapet de refoulement; — 12, orifice d'entrée d'air; — 13, orifice d'échappement; — 14, pot d'échappement; — 15, silencieux d'aspiration d'air; — 16, pulvérisateur; — 17, filtre à huile de graissage; — 18, pompe à huile de graissage.

Un robinet placé au fond du carter sert à purger la vieille huile de graissage du carter et éventuellement l'eau d'injection ; il doit être ouvert toutes les 2 ou 3 heures.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Moteur Winterthur.* — La Société Suisse pour la construction de locomotives et de machines de Winterthur construit un moteur vertical à 2 temps à 1, 2 ou 4 cylindres présentant quelques perfectionnements intéressants (fig. 56). Le balayage se fait par une pompe spéciale 8 placée horizontalement à angle droit de chaque cylindre. Son piston 9 est actionné par une bielle articulée sur la tête de bielle motrice. Cette disposition procure les avantages suivants :

1° le volume d'air de balayage qui, dans les moteurs à carter étanché est limité par le volume de la cylindrée toujours trop faible pour le volume du carter, est fixé par les dimensions de la pompe qui est calculée pour aspirer 30 p. 100 plus d'air. On s'assure ainsi un excès d'air qui donne un balayage efficace, un remplissage complet du cylindre et une bonne combustion à toutes charges; le rendement est amélioré;

2° le carter n'a pas besoin d'être étanche, par suite il peut être ouvert, ce qui permet la surveillance des pièces en mouvement et supprime les joints d'étanchéité à la sortie de l'arbre;

3° le graissage se fait d'une façon beaucoup plus régulière par circulation d'huile sous pression: il peut être beaucoup plus abondant avec une consommation d'huile moindre, puisqu'il n'y a plus à compter avec les entraînements d'huile par l'air de balayage.

Cependant la pompe à air est une complication.

Le graissage du cylindre et du piston se fait par une pompe spéciale à piston réglable.

La pompe à combustible est commandée par le régulateur qui fait varier à la fois la quantité de combustible injectée et le moment de l'injection de façon à augmenter l'avance de l'injection pour les petites charges.

De cette façon, l'injection d'eau avec tous ses inconvénients peut être supprimée.

Toute la distribution du moteur qui se résume aux excentriques et cames de commande de la pompe et au régulateur est enfermée dans un carter de protection.

Ces moteurs se font de 10 à 60 ch à 1, 2 ou 4 cylindres donnant au maximum 15 ch par cylindre.

Cette société construit également un moteur semi-Diesel horizontal à 4 temps marchant à faible vitesse : 330 t : min. (fig. 57). Ce moteur à 1 cylindre, de 12 à 50 ch, a trouvé bon accueil dans la petite industrie et se répand rapidement dans les exploitations coloniales; il peut être en effet réglé pour marcher avec des huiles végétales. Il est un peu plus lourd que le moteur à 2 temps et coûte un peu plus cher, mais il présente l'avantage de s'user moins vite et de consommer moins d'huile de graissage, toutes ses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

parties sont facilement accessibles et démontables, le piston, par exemple, ce qui n'est pas le cas dans les moteurs à 2 temps.

Il marche sans injection d'eau, la consommation d'eau de refroidissement est de 15 à 20 l par cheval-heure d'eau à 12 degrés. Les moteurs de 17 ch et au-dessus sont munis d'une distribution de précision commandée par un arbre longitudinal et leur donnant une grande régularité qui les rend particulièrement aptes à la conduite des dynamos pour lumière, les autres ont une distribution par tout ou rien.

Pour les forces de 50 à 100 ch, les moteurs ont 2 cylindres jumelés.

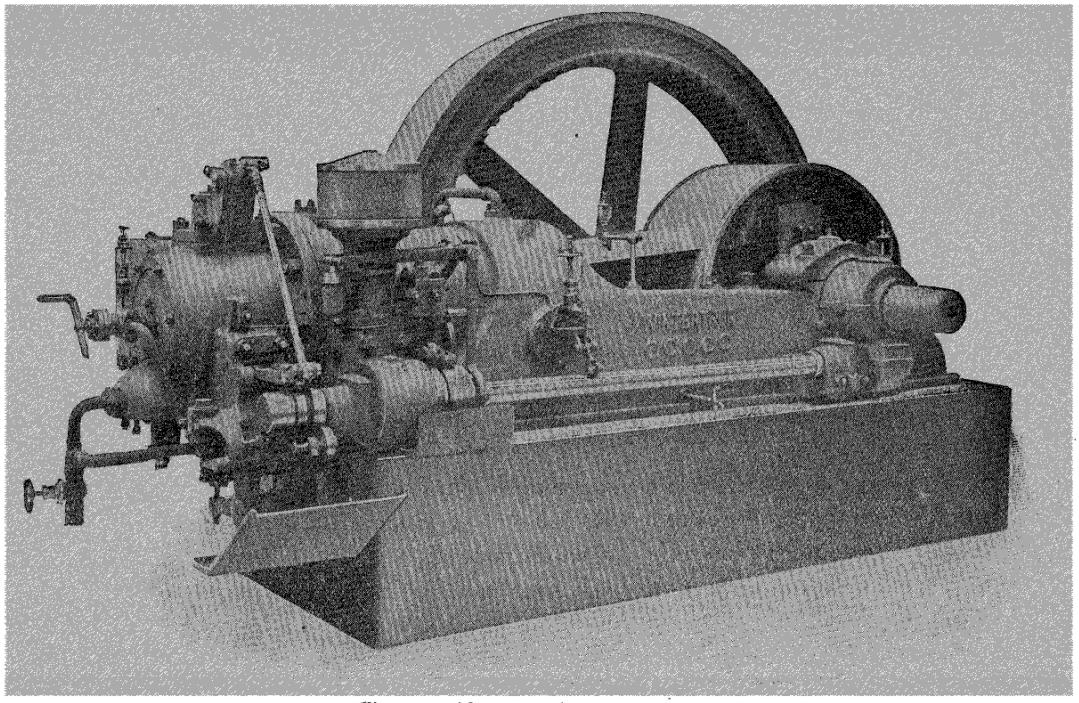


Fig. 57. — Moteur horizontal *Winterthur*.

*Moteur Bellanger.* — Les usines Bellanger frères construisent une série de moteurs semi-Diesel pour les forces de 28,5; 57; 85,5 et 114 ch à 1, 2, 3 ou 4 cylindres; ces moteurs sont du type vertical à 2 temps avec balayage par le carter.

*Moteur Weyher et Richemond.* — Le moteur construit par la Société des anciens établissements Weyher et Richemond (fig. 58) a été étudié pour fournir d'une façon continue 70 ch à la vitesse de 210 t : min. Il présente certaines particularités de construction intéressantes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



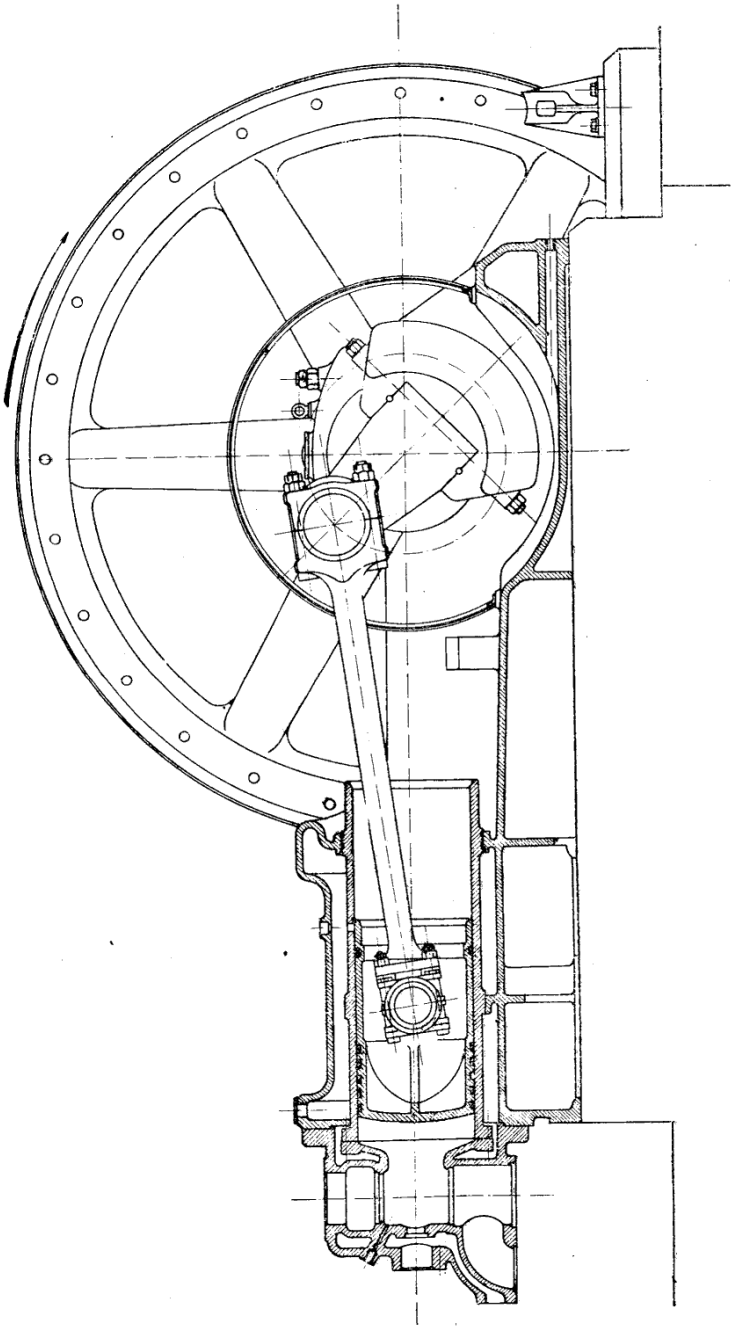


Fig. 58. — Moteur horizontal *Weyher-Richemond*.

C'est un moteur horizontal à un seul cylindre fonctionnant à 4 temps; le taux de compression adopté est de 20 kg : cm².

Le bâti à 2 paliers avec arbre vilebrequin a été abandonné et remplacé par un bâti ouvert à un palier avec un arbre à manivelle qui, bien calculé pour les efforts qu'il reçoit, présente plus de sécurité que l'arbre vilebrequin; en effet, les moteurs à combustion interne et principalement ceux à 4 temps et à simple effet, exigent l'emploi d'un volant lourd et par suite d'un palier extérieur; l'ancienne disposition comporte donc 3 paliers qui doivent être mis en ligne, travail toujours délicat au moment du montage et que l'usure inégale des paliers ou le moindre affaissement des fondations risque de déranger rapidement, provoquant des flexions très préjudiciables à la bonne tenue de l'arbre. Rien de semblable avec l'arbre à manivelle qui repose sur deux paliers toujours en ligne. Le palier principal porté par le bâti a ainsi pu être pourvu d'un dispositif de rattrapage de jeu inapplicable dans le cas du vilebrequin.

Cette disposition à bâti ouvert a permis, d'autre part, de donner toutes les facilités d'accès au mécanisme et de visite; en particulier, le piston peut être démonté et visité par un seul homme sans le secours d'aucun appareil de levage.

La culasse très courte a été débarrassée de tout palier et support d'organes, ceux-ci étant exclusivement portés par la bâti, le chemise du cylindre en fonte spéciale résistant au frottement et aux hautes températures est réunie à la culasse par un joint boulonné intérieur, tandis que son extrémité avant peut se déplacer librement dans le bâti grâce à un joint glissant. La partie de la culasse exposée à la chaleur et la chemise peuvent ainsi se dilater indépendamment des parties extérieures refroidies par la circulation d'eau. L'enveloppe de la culasse est largement ouverte et en communication directe avec l'enveloppe du cylindre proprement dite, entraînant ainsi un refroidissement très actif et surtout très uniforme des parties soumises aux hautes températures. Cette disposition facilite les nettoyages et évite les accumulations de tartre qui entraînent si souvent des dilatations inégales et des ruptures de pièces.

Les soupapes d'admission et d'échappement sont montées dans des boîtes amovibles avec leurs leviers et supports de leviers, ce qui permet d'en faire la visite très rapidement sans aucun déréglage et sans démonter aucune tuyauterie; elles sont commandées par une came unique portée par l'arbre de commande; leurs disques sont en fonte et leur tige en acier.

La boîte de soupape d'échappement est à circulation d'eau. Le piston très long est pourvu de cinq segments à l'arrière et d'un segment à l'avant.

Les coussinets des paliers moteurs de la tête de bielle sont garnis de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

métal antifriction; ceux du pied de la bielle sont en bronze phosphoreux; ils sont tous à rattrapage de jeu.

L'arbre à cames est porté par des paliers à bagues.

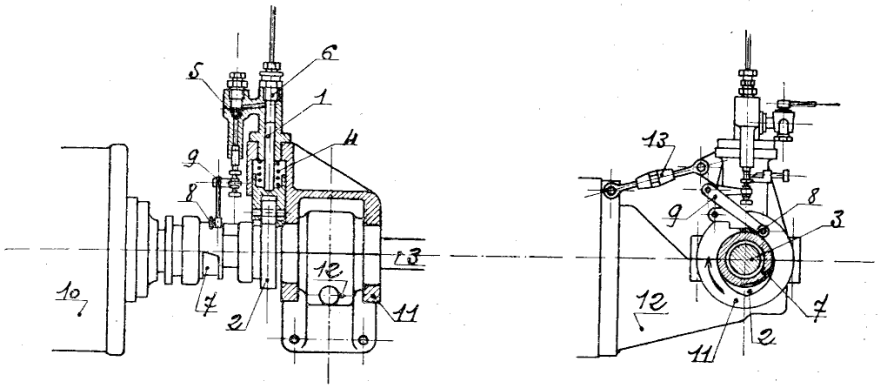



Fig. 59 et 60. — Coupe et commande de la pompe à combustible R. E. M.

La pompe à combustible (fig. 59, 60, 61) du système breveté R. E. M. a été étudiée spécialement pour permettre, même en marche et sans aucun

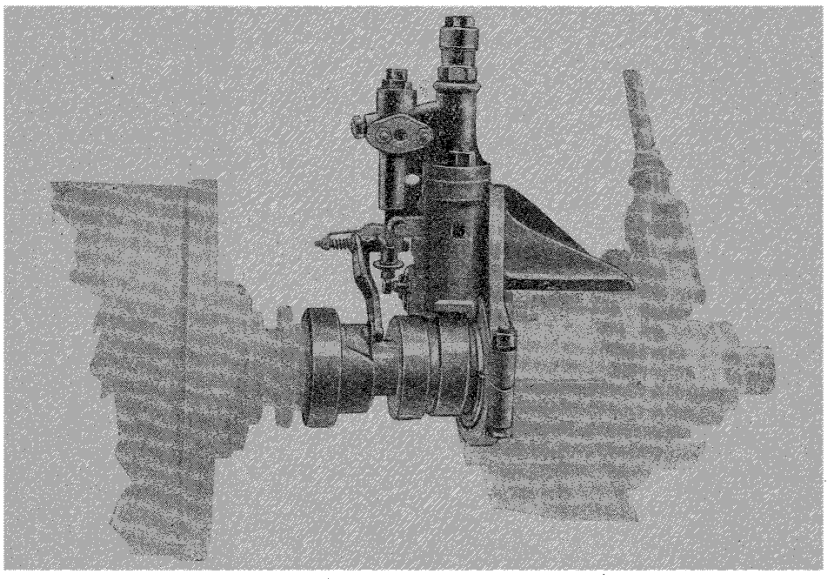


Fig. 61. — Vue extérieure de la pompe à combustible R. E .M.

remplacement de came de modifier les conditions de réglage pour les approprier aux différents combustibles utilisés dans le moteur, à leur composition,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à leur viscosité, etc. Cette propriété a grandement facilité les essais entrepris par la Société Weyher et Richemond pour l'utilisation des huiles végétales.

Cette pompe comporte un piston plongeur 1 actionné dans sa course active par une came 2 portée par l'arbre à cames 3 et dans sa course de retour par un ressort.

L'arbre à cames disposé longitudinalement reçoit son mouvement de l'arbre à manivelle et tourne à demi-vitesse.

La soupape de refoulement 5 de la pompe est automatique, tandis que la soupape d'aspiration 6 peut être maintenue ouverte pendant une période plus ou moins longue de la course active permettant ainsi à une partie variable de l'huile aspirée de retourner au réservoir au lieu d'être injectée dans le cylindre. Le jeu de cette soupape d'aspiration est réglé par une came creuse 7 qui agit par un galet 8 et un jeu de leviers 9 sur la tige de la soupape. Quand le galet est en face de la partie creuse de la came, la soupape est fermée, quand il est sur la bosse, elle est ouverte. Cette came creuse est entraînée dans le mouvement de rotation de l'arbre à cames, mais peut se déplacer longitudinalement par rapport à lui sous l'action du régulateur 10. Grâce à la position inclinée de l'arête qui limite la partie creuse, le moment où le galet tombe dans la partie creuse et, par suite ferme la soupape, varie suivant la position du régulateur.

Mais ce qui caractérise surtout la pompe, c'est que son ensemble est fixé par des colliers 11 sur des parties cylindriques du palier 12 et peut tourner concentriquement à l'arbre à cames; ce mouvement a pour effet de modifier l'instant où les deux cames, la came commandant le piston de la pompe et la came creuse, entrent en action, ce qui revient à dire que ce mouvement change le réglage de la pompe par rapport au piston, donnant ainsi de l'avance ou du retard. Ce mouvement peut être obtenu en marche en agissant sur un simple tirant 13 qui fixe la position de la pompe par rapport au bâti. A la sortie de la pompe, l'huile est envoyée dans le cylindre par le moyen d'un pulvérisateur dont le pointeau ne s'ouvre que quand la pression de l'huile est suffisante pour contre-balancer l'action d'un ressort réglable. Cette disposition permet également l'adaptation du moteur à toute espèce d'huile et a facilité les essais d'huiles végétales. La vitesse d'injection est de plusieurs centaines de mètres par seconde, ce qui assure une pulvérisation complète.

Le régulateur est du type axial monté sur l'arbre à cames; cette disposition très simple et évitant tout engrenage n'a pu être adoptée, malgré la faible vitesse de l'arbre à cames, que parce que le régulateur n'a à conduire que la came creuse, ce qui n'exige aucun effort.

Le moteur est muni d'un appareil de démarrage à air comprimé avec sou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pape à ressort externe, ce qui le met à l'abri des détériorations causées par la température de la culasse.

Le graissage se fait par une pompe à trois pistons 14 (fig. 62, 63) envoyant l'huile sous pression au piston moteur, à la soupape d'échappement et au pied de bielle. Ces pistons sont commandés par l'arbre à cames par l'intermédiaire d'une came 15, d'un galet 16 et d'un renvoi de mouvement 16, 17; leur course de retour étant obtenue par des ressorts. L'huile venant du réservoir s'écoule par les tubes 18.

Les paliers sont du type à bagues.

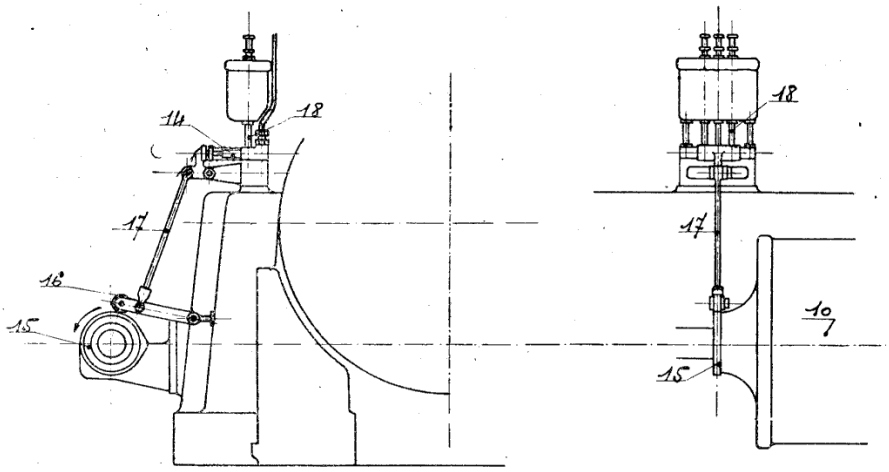



Fig. 62 et 63. — Commande de la pompe de graissage du moteur *Weyher et Richemond*.

*Moteur de la Société des moteurs à gaz et d'industrie mécanique.* — Cette Société profitant de son expérience dans la construction des moteurs à gaz et des moteurs Diesel et de son association technique et financière avec MM. Schneider et C^ie^ du Creusot a entrepris, il y a quelques années, la construction des moteurs semi-Diesel en série pour usages industriels et marins en s'attachant particulièrement à assurer un contrôle rigoureux de l'exactitude des dimensions des pièces par l'emploi pour l'usinage et la vérification des calibres à limites, à choisir judicieusement les qualités de métal convenant le mieux à chacune des pièces et en étudiant d'une façon minutieuse les phénomènes de combustion de façon à réaliser un rendement thermique aussi élevé que possible.

Cette recherche du rendement thermique maximum conduit à faire fonctionner le moteur semi-Diesel suivant un cycle se rapprochant autant que possible du cycle à explosion, tandis que le moteur Diesel fonctionne suivant un



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cycle à combustion constante. Or, dans ce dernier, le combustible est injecté dans le cylindre à l'aide d'un jet d'air comprimé à haute pression qui, en créant dans l'air du cylindre une agitation énergique, permet au combustible qu'il véhicule de trouver l'oxygène nécessaire à sa combustion; dans le moteur semi-Diesel, le combustible est refoulé seul dans la chambre de combustion à travers un pulvérisateur; la faible masse injectée à chaque cylindre ne peut fournir qu'un jet dont l'énergie est très faible; dans ces conditions, une combustion semblable à celle du moteur Diesel sous pression constante serait très imparfaite; la consommation du moteur serait considérable, sans parler de son encrassement rapide.

Le combustible doit donc, en arrivant dans la chambre de combustion, rester en suspension dans l'air comprimé, se mélanger avec lui, se vaporiser par la chaleur de cet air et de celle qui est rayonnée par la boule d'allumage, mais sans toucher ses parois, car à son contact, il y aurait décomposition du combustible en carbone et hydrogène, le carbone se déposerait sans brûler et l'hydrogène provoquerait l'allumage trop tôt, c'est-à-dire qu'il faut arriver à injecter le combustible avec une avance suffisante pour qu'il puisse se mélanger à l'air et se vaporiser entièrement avant que par l'échauffement sous l'influence de la compression et de la chaleur rayonnée par la boule d'allumage, du mélange gazeux explosif ainsi formé, l'explosion ne se produise. Ces conditions sont réalisées par la forme de la chambre de combustion, par l'emplacement et le fonctionnement de l'injecteur.

La chambre de combustion A (fig. 64) est de forme sphérique; elle est constituée mi-partie par une culasse I à circulation d'eau, mi-partie par une demi-sphère à non-refroidissement dite boule d'allumage. Cette capacité sphérique communique avec le cylindre par un conduit désaxé C d'un diamètre égal au tiers environ de celui de la sphère. L'aiguille d'injection H est placée au débouché de ce conduit et fournit un jet très pulvérisé s'épanouissant pour couvrir la surface du conduit.

Pendant la compression, l'air refoulé par le piston D acquiert dans le conduit une vitesse importante; il vient rencontrer le jet de combustible pulvérisé, l'enveloppe et l'entraîne dans la sphère en un mouvement tourbillonnaire rapide. Le combustible est ainsi écarté des parois, il se trouve en suspension dans l'air agité avec lequel il se mélange intimement et se vaporise sous l'influence d'un échauffement modéré en évitant la décomposition pyrogénée ainsi que nous l'avons indiqué précédemment.

L'allumage se trouve retardé jusqu'à la fin de la compression par suite de la lenteur de cette vaporisation, laquelle porte ainsi sur la totalité du combustible injecté.

Pendant cette période de vaporisation, le courant d'air du conduit con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tinue le brassage et constitue en même temps un apport d'air à température relativement basse, cet air n'ayant pas encore subi l'échauffement de la boule

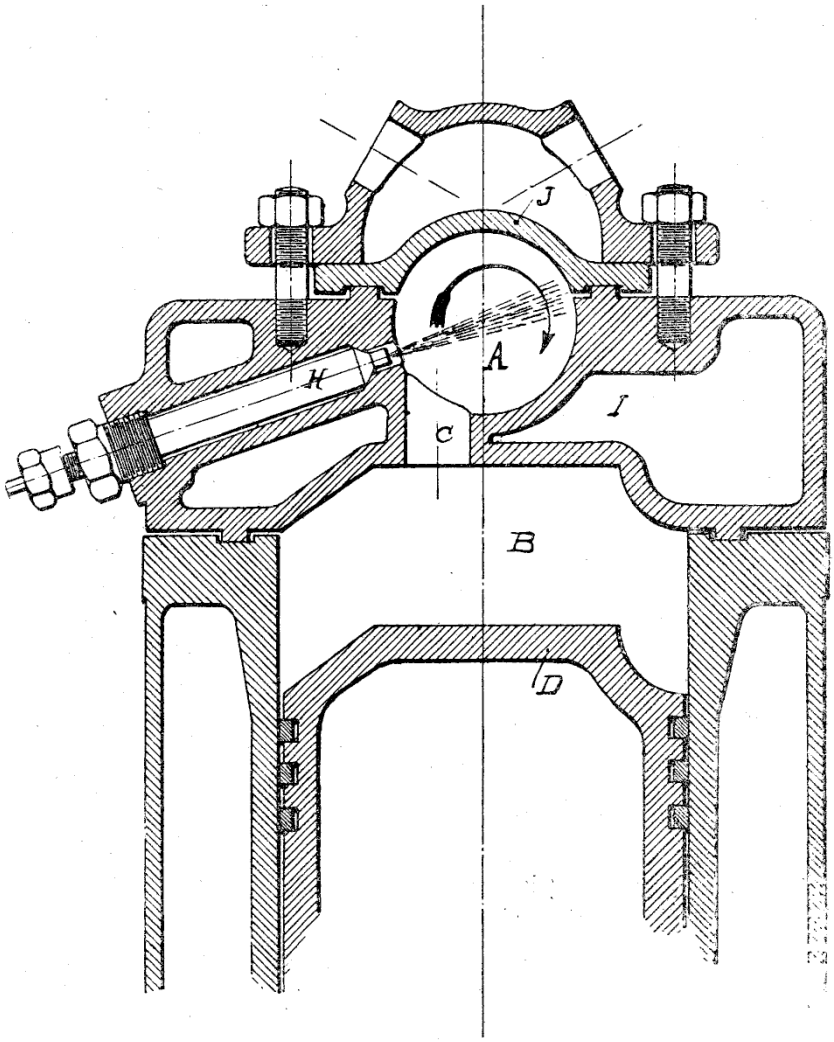



Fig. 64. — Boule d'allumage du moteur *S. M. I. M.*

A, boule d'allumage; — B, cylindre; — C, trou de communication du cylindre avec la boule; — D, piston; — H, tuyère d'injection; — I, culasse à circulation d'eau; — J, calotte non refroidie.

d'allumage; il contribue ainsi à prolonger la période de vaporisation et de brassage. En résumé, la masse gazeuse s'échauffe lentement et d'une façon homogène sans surchauffe locale pouvant provoquer une inflammation pré-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maturée. Lorsque celle-ci se produit, elle constitue dès lors une explosion franche d'un mélange homogène d'air et de vapeur de combustible.

Ce procédé permet d'obtenir des consommations de 250 à 270 g par cheval-heure. D'autres perfectionnements en cours de mise au point, permettront vraisemblablement de garantir une consommation de 220 à 250 g suivant la puissance du moteur.

Les moteurs de la S. M. I. M. (fig. 65, 66, 67) fonctionnent suivant le cycle à 2 temps sans injection d'eau avec balayage par le carter : ils se font à 1 ou

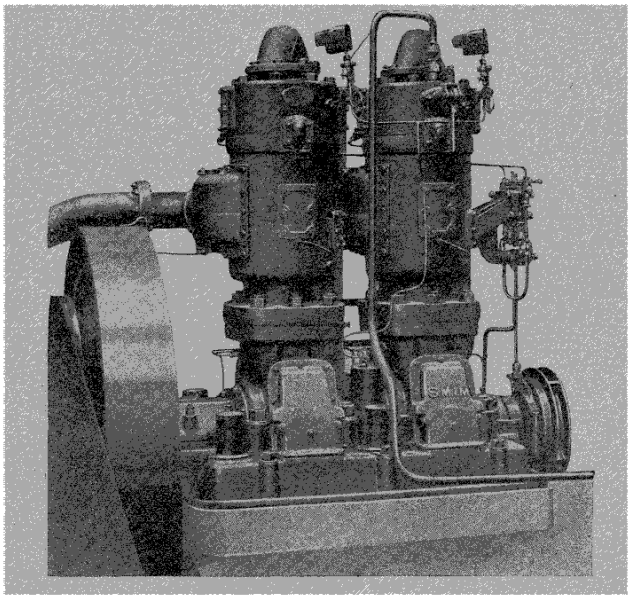


Fig. 65. — Moteur *S. M. I. M.* à 2 cylindres.

plusieurs cylindres avec puissance maxima de 50 ch par cylindre; le régulateur à force centrifuge monté sur l'arbre moteur fait varier la course de la pompe à combustible.

*Moteurs Renault.* — Les usines Renault construisent des moteurs semi-Diesel à 1, 2, 3, 4 ou 6 cylindres, chaque cylindre ayant une puissance nominale de 40 ch, pour usages industriels et marins fonctionnant à 2 temps que nous décrirons plus loin, elles construisent en outre un moteur industriel monocylindrique de 10 ch de 130, 220 axes à 800 t : min, fonctionnant à 4 temps et du type dit blindé lui permettant de marcher sans usure prématurée dans des locaux poussiéreux : carrières, exploitations agricoles, briqueteries, chantiers de constructions (fig. 68, 69, 70).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le cylindre venu de fonte avec sa chemise d'eau repose sur le bâti qui forme carter inférieur et porte les coussinets très longs dans lesquels tourne le vilebrequin. Le cylindre porte à sa partie supérieure une culasse amovible fixée par quatre gros goujons et renfermant les conduits d'admission et d'échappement ainsi que les guides des soupapes en fonte. A sa partie supérieure se trouvent les axes des culbuteurs.

La bielle en acier matricé est à section en H; la tête de bielle est munie d'un coussinet en bronze garni de régule.

L'axe de piston en acier cémenté et trempé tourne dans les bagues en bronze du piston, il est arrêté par une seule vis tangente de façon à ne pas contrarier sa dilatation; le piston fortement nervuré est en fonte et porte cinq gorges à sa partie supérieure, chacune de ces gorges recevant un segment.

Les soupapes horizontales sont placées dans la culasse et commandées par des culbuteurs; un dispositif de réglage existe sur les tiges de commande.

L'arbre de distribution perpendiculaire à l'arbre moteur est commandé par un train d'engrenages hélicoïdaux et est centré dans deux bagues en bronze à chacune de ses extrémités.

Le graissage est à circulation et se fait par l'entremise d'une pompe à engrenages commandée par le vilebrequin et noyée dans l'huile en réserve au fond du bâti.

Le piston de la pompe à combustible est poussé par un taquet astreint à se déplacer sur une glissière courbe. Lorsque la vitesse du moteur augmente, le taquet de commande est jeté hors de sa course habituelle par son inertie et ne vient pas en contact avec la tige du piston; le moteur tourne à vide jusqu'à ce que sa vitesse ait suffisamment diminué pour que le taquet mobile puisse revenir en contact avec la tige du piston.

L'allumage se fait par contact entre le pétrole injecté et une pièce de la culasse portée à l'incandescence; à la mise en marche, l'incandescence de cette pièce s'obtient au moyen d'une lampe spéciale.

Le moteur possède deux volants calculés pour une variation de vitesse n'excédant pas 1/30.

Le refroidissement se fait par thermo-siphon : l'installation d'un réservoir en charge suffit à l'assurer, étant données les sections des orifices d'entrée et de sortie ($60 \times 70$).

Une manette placée sur le bâti permet de faire fonctionner la soupape de décompression pour la mise en marche.

Le moteur à cylindre de 40 ch industriel (fig. 71, 72, 73) tournant à 325 t. : min, pèse environ 4.500 kg soit 112,5 kg par cheval, ce poids

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

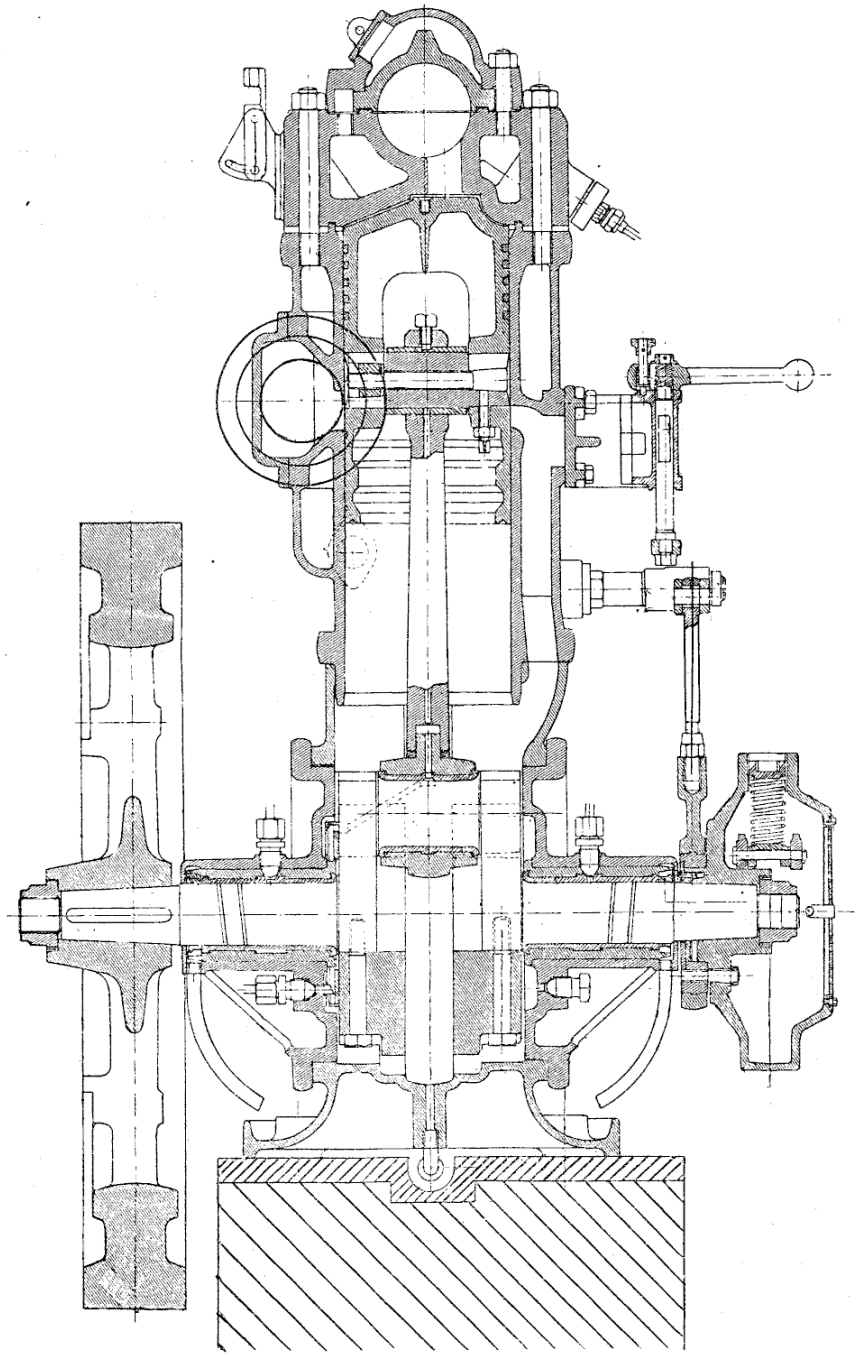


Fig. 66. — Coupe verticale du moteur *S. M. I. M.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

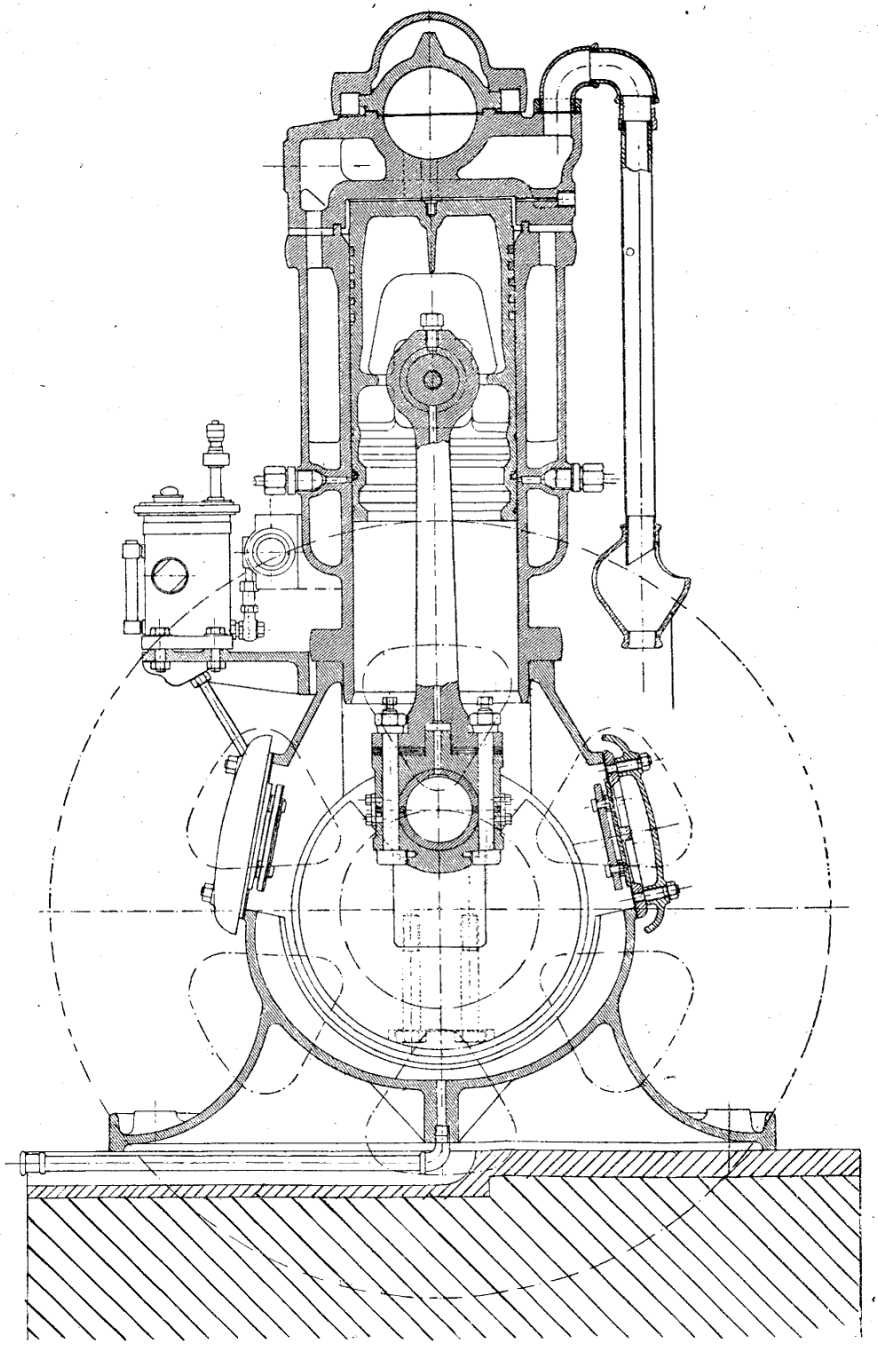


Fig. 67. — Coupe verticale du moteur *S. M. I. M.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

s'abaisse bien entendu lorsque le nombre de cylindres augmente; par exemple, le moteur à 2 cylindres pèse 7.500 kg soit 93 kg par cheval.

Le moteur marin pèse un peu moins, 4.000 et 6.500 kg, soit par cheval 100 kg et 81 kg.

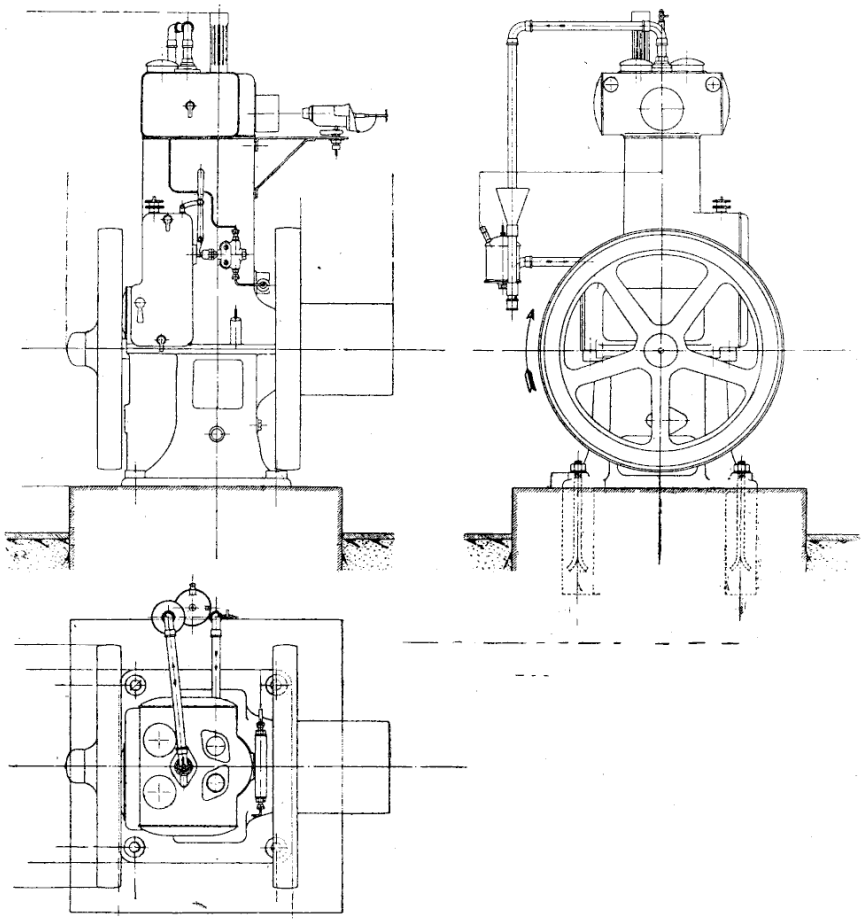


Fig. 68, 69, 70. — Moteur industriel blindé *Renault* (10 ch).

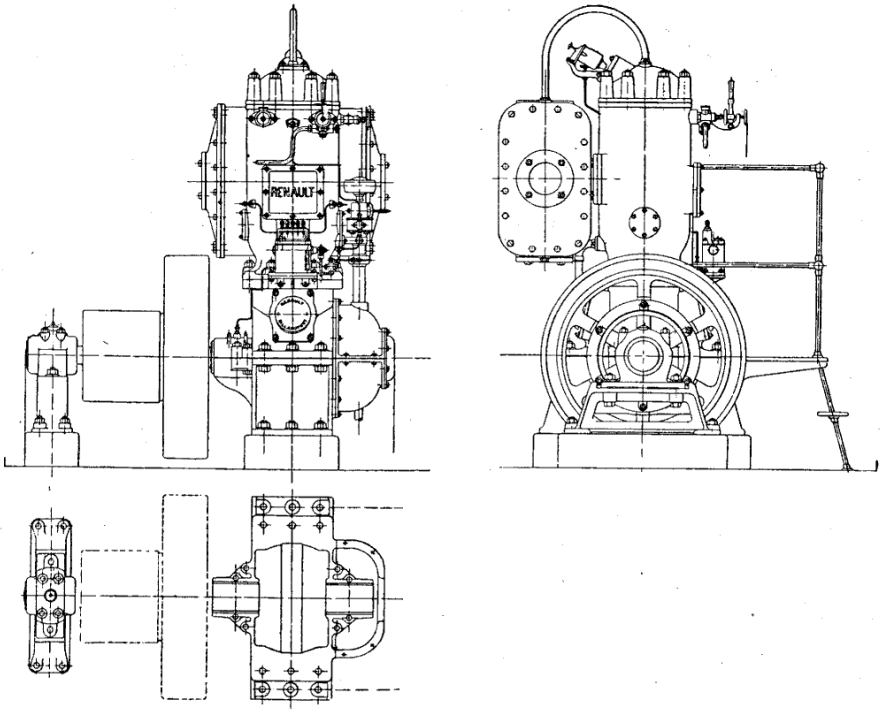
La consommation de combustible à 10.000 calories par cheval-heure avec 10 p. 100 de tolérance est de

250 g à pleine charge.
280 g aux trois quarts de charge.
325 g à demi-charge.
440 g à quart de charge.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La mise en marche a lieu au pétrole lampant, lorsque la température extérieure est de 10 à 15°, le moteur même froid démarre sur un simple coup d'air; le moteur chaud démarre instantanément à l'huile lourde.

Le moteur fonctionne sans injection d'eau, la variation de régime s'effectue soit automatiquement par le régulateur, soit par une manette en faisant varier la quantité de combustible injecté proportionnellement à la




[Fig. 71, 72, 73. — Moteur industriel *Renault* (40 ch).

puissance ou à la vitesse demandée. La pompe à combustible est à piston plongeur sans presse-étoupe.

Le graissage est effectué par un appareil central automatique pouvant être aussi actionné à la main.

La boule d'allumage (fig. 74) avec la chambre de combustion forme une olive en deux parties, la partie inférieure étant refroidie; le jet de combustible arrive à hauteur de l'équateur suivant une direction légèrement inclinée vers le haut et vient frapper une languette venue de fonte dans la partie supérieure de la boule.

Dans les moteurs marins, le renversement de la marche se fait par engrenages; l'embrayage est à plateaux et fonctionne très progressivement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Moteur Peugeot.* — La Société anonyme des Automobiles Peugeot vient de créer un moteur semi-Diesel particulièrement intéressant, car le but poursuivi par son inventeur M. Tartrais était sensiblement différent de celui que réalisent les autres moteurs semi-Diesel. Il s'agissait de

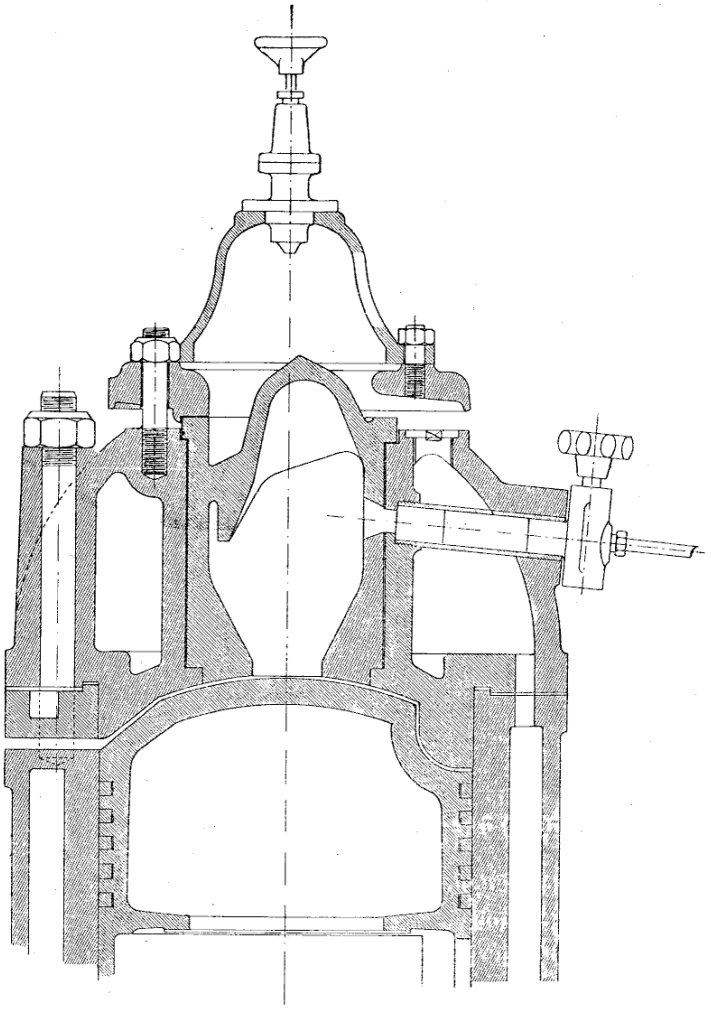


Fig. 74. — Boule d'allumage du moteur *Renault*.

construire un moteur à huile lourde pouvant être monté sur une automobile, par conséquent pouvant démarrer instantanément et d'un poids réduit.

Le problème a été résolu par la construction d'un moteur à 2 temps à 2 cylindres avec allumage électrique et balayage par pompe indépendante;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la puissance est de 25 ch par cylindre soit 50 pour le moteur, qui pèse 5 kg par cheval. Le taux de compression adopté est de 9 kg : cm² donnant une pression maxima d'explosion de 21 kg : cm² : le moteur fonctionne suivant le cycle à volume constant qui, comme nous l'avons vu, a un rendement meilleur que le cycle à pression constante; son rendement thermique calculé est de 0,617 : sa consommation à pleine charge est de 180 g de pétrole par cheval-heure et de 220 g à quart de charge.

La figure 75 représente la coupe verticale du moteur et de la pompe de

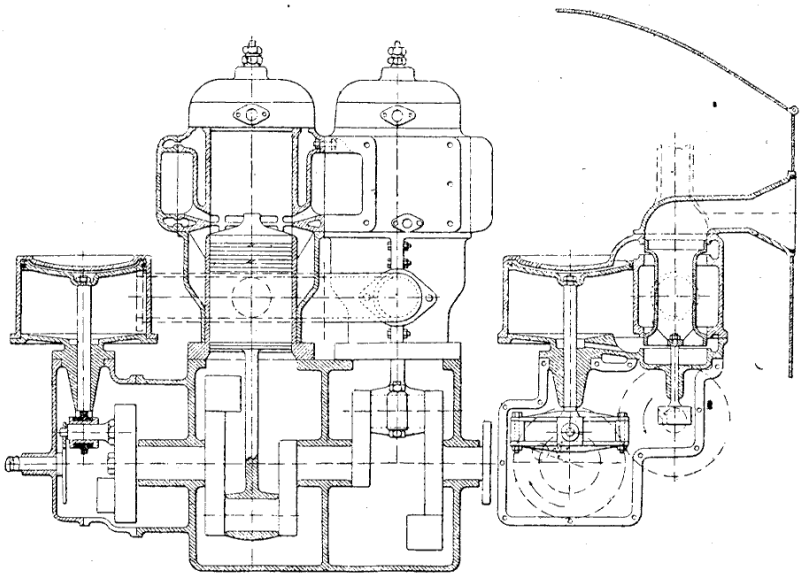


Fig. 75. — Moteur *Peugeot*.



Fig. 76. — Pompe de balayage du moteur *Peugeot*.

balayage; la figure 76, la coupe verticale à 90° de la pompe avec son distributeur.

Comme on le voit, le bâti ne présente pas de particularité.

Le cylindre en fonte à circulation d'eau est surmonté d'une culasse boulonnée sur lui (fig. 77) et dont la partie essentielle est une sorte de tore en acier au Ni-Cr pouvant supporter des hautes températures sans que sa résistance diminue beaucoup, et servant de boule d'allumage; c'est dans cette culasse que se fait l'injection du combustible par un injecteur vertical placé suivant son axe; elle communique avec le cylindre par un orifice cylindrique situé dans l'axe du cylindre et dans lequel pénètre une sorte de téton d'un diamètre un peu moindre appelé déflecteur et boulonné sur la face supérieure du piston; le rôle du déflecteur est le suivant : au moment où le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bord supérieur du déflecteur va pénétrer dans l'orifice de communication de la culasse avec le cylindre, l'air se trouve emprisonné entre la face supérieure du piston et le cylindre; cet air s'échappe par l'espace annulaire entre le déflecteur et l'orifice et pénètre dans la culasse où il produit un violent tourbillon; c'est à ce moment que le combustible y est injecté, de sorte que le brassage énergique qu'il subit en assure le mélange complet avec l'air comprimé.

La pompe de balayage est commandée par l'extrémité de l'arbre moteur

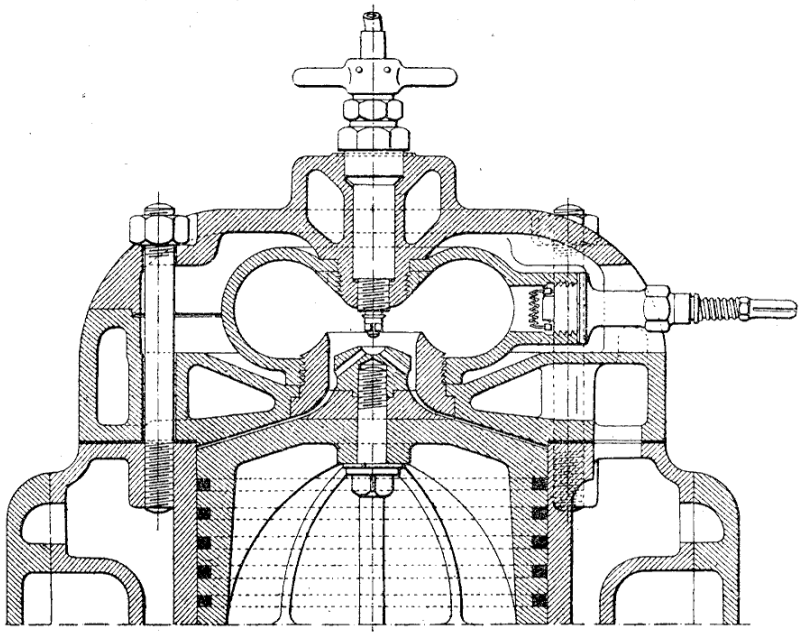


Fig. 77. — Culasse du moteur *Peugeot*.

par l'intermédiaire d'une glissière et d'une boutonnière de façon que le mouvement du piston de la pompe suive une loi sinusoïdale et soit exactement le même dans les deux sens; on assure ainsi la régularité du balayage dans les deux cylindres et on peut envoyer l'air frais dans les cylindres au moment voulu sans interposer de réservoir entre la pompe et les cylindres. La distribution de l'air se fait par un tiroir cylindrique ordinaire.

Les orifices de balayage et d'échappement dans le cylindre sont disposés symétriquement suivant tout son pourtour, de sorte que l'air de balayage sortant de ces orifices vient frapper le déflecteur du piston, monte vers la culasse par l'axe du cylindre, s'y réfléchit et redescend par les parois en chassant devant lui les gaz brûlés vers les orifices d'échappement; le tuyau

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

conduisant au pot d'échappement est muni d'ailettes en chicane et le pot d'échappement lui-même est fermé par une soupape automatique à ressort s'ouvrant du dedans au dehors et formant une certaine contre-pression qui a pour but d'empêcher les gaz brûlés d'entraîner avec eux, en vertu de leur inertie, une trop grande quantité d'air frais.

Le pulvérisateur (fig. 78) est un simple tube fermé à sa partie inférieure par une soupape automatique s'ouvrant de haut en bas et reposant sur un

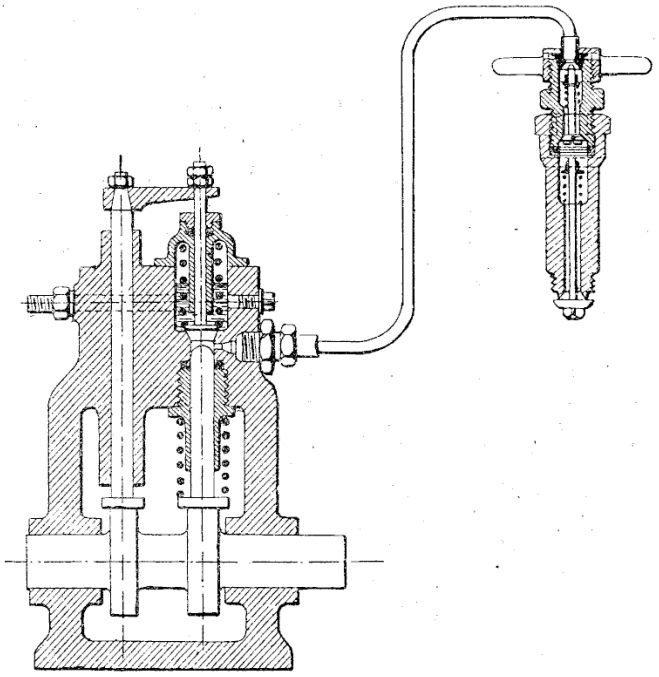


Fig. 78. — Coupe du pulvérisateur et de la pompe à combustible du moteur *Peugeot*.

siège en couteau; la pompe à combustible (fig. 78) est du type courant à piston plongeur avec rappel à ressort; son mouvement est obtenu par une came montée sur l'arbre de commande; sa course est limitée par un butoir constitué par un écrou mobile de sorte que plus cet écrou sera placé bas, plus la course du piston sera longue et plus la quantité de pétrole injectée sera grande, le mouvement de l'écrou butée se fait à la main dans les automobiles ou par le régulateur dans les moteurs fixes.

Une autre came, montée sur l'arbre de commande, règle le mouvement de la soupape d'aspiration qui, ainsi que la soupape de refoulement, s'ouvre de dedans en dehors.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est après de minutieuses recherches et afin d'arriver à un réglage absolument précis de l'instant où le combustible injecté pénètre dans le cylindre, que l'on a adopté ce système de soupape commandée et s'ouvrant de dedans en dehors; en effet, lorsqu'une soupape d'aspiration s'ouvre du dehors en dedans, au moment où elle retombe sur son siège, par un phénomène de cavitation, il se forme presque instantanément une bulle de vapeur qui met très longtemps à se retransformer en liquide; par suite de la présence de cette bulle, la colonne de liquide entre le piston et l'injecteur est compressible et il se produit un décalage entre les coups de piston et l'injection du liquide dans le cylindre; en faisant ouvrir la soupape en sens inverse, cet inconvénient disparaît, mais pour cela, il faut que la soupape soit commandée. Pour tenir compte de la compressibilité du liquide et des parois du tube de communication d'où résultent des variations de volume qui sont de l'ordre des volumes de liquide injecté, on a placé dans l'injecteur un clapet de retenue qui l'isole de la tuyauterie au moment où le liquide aurait tendance à revenir en arrière, mais afin d'éviter que pendant la détente, c'est-à-dire, lorsque la pression baisse dans le cylindre, le liquide contenu dans la tuyauterie se détende et coule par l'injecteur dans le cylindre où il ne brûlerait pas et serait perdu, il suffit que la soupape de refoulement de la pompe ne soit pas étanche : on a donc tracé une petite rainure sur sa portée; le liquide comprimé dans le tuyau peut ainsi revenir lentement à la pompe.

Le combustible pénètre dans la culasse sous forme de nappe horizontale très mince, animée d'une très grande vitesse et dont le plan est perpendiculaire à la direction de l'anneau d'air comprimé qui y est envoyé par le déflecteur; les canaux du déflecteur ont pour but de pulvériser la petite quantité de combustible tombant dans la zone de calme central.

Le démarrage à froid, condition indispensable à l'utilisation du moteur sur une automobile est obtenu au moyen d'une bougie électrique formée d'un fil de platine iridié enroulé en hélice et portée à l'incandescence permanente par une source électrique quelconque sous faible tension (4 volts); dès que la spirale de platine est incandescente, on peut, en tournant la manivelle de mise en marche, obtenir une première explosion qui fait démarrer le moteur; au bout de quelques explosions, la culasse a pris sa température de régime et on peut couper le courant de la bougie d'allumage; l'isolement de cette bougie qui est soumise à des hautes températures et des fortes pressions quoique assez délicat, a été réalisé par l'emploi de l'*isolantite* qui est une stéatite de qualité supérieure.

Le moteur *Peugeot* réglé primitivement pour le pétrole lampant a fonctionné sans modification avec de l'huile de houille, du mazout, du gaz oil

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et des huiles végétales ou animales : palme, arachide, olive, ricin et même huile de foie de morue.

Actuellement, le premier moteur construit est en service sur un autobus et fonctionne d'une façon parfaite.

*Concours de l'A. C. F.* — En vue de stimuler la construction en France des moteurs semi-Diesel pour les usages maritimes (moteurs auxiliaires de bâteaux de pêche) et pour les usages industriels et agricoles, la Commission technique de l'Automobile-Club de France et la Société d'Enseignement professionnel et technique des Pêches maritimes avec la collaboration de la Ligue maritime et coloniale française et des Commissions agricole et du Yachting de l'A. C. F, ont organisé en novembre et décembre dernier un concours de moteurs à combustion du cycle semi-Diesel destinés soit à la propulsion des barques de pêche, soit aux usages industriels et agricoles, auquel ne pouvaient prendre part que des moteurs construits en France ou dans des pays spécialement invités à y participer.

Le compte rendu de ce concours est extrait du *Bulletin* de la Société d'Enseignement professionnel et technique des Pêches maritimes.

Les moteurs pouvaient être à 4 temps ou à 2 temps et étaient classés en 4 catégories : de 2,5 à 9 ch, de 10 à 24, de 25 à 34, de 35 à 50; ceux des deux dernières catégories devaient avoir au moins deux cylindres. Ils devaient consommer des huiles provenant, soit du pétrole, soit du goudron de houille, pourvu que ces huiles fussent des produits commerciaux.

Les vitesses étaient fixés à 450 t : min, 400 t : min, 350 t : min et 300 t : min suivant les catégories avec tolérance de 20 p. 100 en plus ou en moins. Les moteurs devaient passer de l'état de repos à froid à celui de marche normale par le seul emploi du combustible destiné à l'alimentation du moteur et dans une durée maxima de 20 minutes; toutefois l'emploi du pétrole lampant était autorisé pour la lampe d'allumage.

La consommation de combustible par cheval-heure effectif à pleine charge ne devait pas dépasser 0,450 kg pour 10.000 calories sous peine d'élimination.

Les essais ont eu lieu au laboratoire dans les conditions suivantes :

*a*) un essai de 3 heures à l'allure maxima à pleine charge, suivi d'un essai d'une heure le lendemain dans les mêmes conditions, sans qu'il ait été permis de toucher au moteur dans l'intervalle.

*b*) un essai de 3 heures à l'allure maxima à demi-charge.

*c*) un essai de 3 heures à la moitié de l'allure maxima et à la charge correspondant à cette allure.

*d*) un essai d'une heure à la moitié de l'allure maxima et à demi-charge.

*e*) un essai d'une heure à vide.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*f*) des essais divers : mise en marche, manœuvre, variations de charge et d'allure à intervalles réguliers.

Les résultats de ces divers essais ont été chiffrés par des points de mérite faisant intervenir la consommation, la facilité de mise en marche, la facilité de départ après arrêt, le poids, le prix, le mode de construction, c'est-à-dire la robustesse, l'allumage, la facilité de montage et de visite, l'interchangeabilité des pièces, le graissage, les soupapes, les joints, les tuyaux, la marche générale du moteur, la facilité de manœuvre pour changement d'allure.

Neuf moteurs sur les treize présentés ont satisfait à toutes ces épreuves qui ont donné les résultats suivants :

| | CONSOMMATION SPÉCIFIQUE DE COMBUSTIBLE EN GRAMMES PAR CHEVAL-HEURE | | | | | CONSOMMATION SPÉCIFIQUE EN HUILE DE GRAISSAGE (grammes par cheval-heure). | TEMPS DE MISE EN MARCHE | | POIDS EN KG par cheval. | INJECTION D'EAU (grammes par cheval-heure.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Moyenne des essais *a*. | Essai *b*. | Essai *c*. | Essai *d*. | Essai *e*. | | à froid. | après arrêt. | | |
| *1re catégorie.* | | | | | | | | | | |
| Delaunay-Belleville. | 386 | 491 | 454 | 685 | 952 | 57,5 | 13′ 30″ | 3′ 20″ | 114 | 350 à 400 à partir de 3/4 de charge. |
| Aster S. A. M. C. I. | 329,5 | 295 | 418 | 469 | 579 | 9 | 13′ | 3′ 10″ | 61 | 800 à toutes |
| Aster. . . . . | 369,5 | 410 | 650 | 701 | 885 | 20 | 13′ | 3′ 10″ | 72 | 500 les charges. |
| *2e catégorie.* | | | | | | | | | | |
| Delaunay-Belleville. | 352,5 | 474 | 392 | 920 | 1 750 | 8,5 | 14′ | 3′ | 96 | 380 à partir à 420 des 3/4 de |
| Bellanger. . . . . | 314,5 | 481 | 543 | 726 | 1 500 | 9 | 19′ | 8′ 30″ | 123 | ? charge. |
| *3e catégorie.* | | | | | | | | | | |
| Avance. . . . . | 247 | 387 | 286 | 515 | 1 930 | 9 | 9′ 10″ | 1′ 5″ | 72 | Pas d'injection. |
| Delaunay-Belleville. | 345 | 433 | 420 | 818 | 380 | 17 | 14′ | 2′ 20″ | 80 | 30 à 60 à partir des 3/4 de charge. |
| *4e catégorie.* | | | | | | | | | | |
| Delaunay-Belleville. | 325,5 | 456 | 446 | 823 | 4 650 | 13,5 | 10′ 30″ | 4′ 7″ | 77 | 90 à 100 à partir des 3/4 de charge. |
| La Chaléassière . . | 317 | 325 | 456 | 535 | 4 805 | 5,4 | 12′ | 3′ 20″ | 131 | Pas d'injection. |

Les combustibles consommés ont été les suivants :

| | | |
|---|---|---|
| Avance. | Gaz oil de la Compagnie occidentale des produits du pétrole . . . . . | D = 0,844 à 15° |
| La Chaléassière. | Gaz oil distillé Pechelbronn . . . . . | 0,878 à 15° |
| Aster S. A. M. C. I. | — — . . . . . | 0,873 à 15° |
| Aster. | — — . . . . . | 0,872 à 15° |
| Bellanger. | Huile de schiste . . . . . | 0,903 à 15° |
| Delaunay-Belleville. | Gaz oil de Pennsylvanie de la Société coopérative des consommateurs de pétrole . . . . . | |
| — | 1e catégorie . . . . . | 0,894 à 15° |
| — | 2e, 3e et 4e catégories . . . . . | 0,897 à 15° |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Certaines de ces consommations paraissent un peu fortes : c'est parce que les moteurs ne correspondaient pas exactement aux définitions du règlement en ce qui concernait la classification dans les différentes catégories; ils étaient construits soit pour tourner plus vite, (Avance, Aster, S. A. M. C. I., Delaunay-Belleville) soit avec un nombre de cylindres insuffisant (Bellanger).

## Bibliographie

Nous indiquons ci-après les principales études qui ont été faites sur la question des moteurs semi-Diesel et sur la question des huiles végétales, études auxquelles nous avons fait de nombreux emprunts :

Rapport de M. l'Ingénieur-conseil Mathot au Ministère des Colonies de Belgique sur l'utilisation des huiles végétales pour la force motrice au Congo belge (juillet 1921).

Les huiles végétales de nos colonies, par M. Ch.-E. Leduc (31 décembre 1920).

Les matières grasses et les colonies françaises, par M. E. Mathot (13 février 1921).

Les moteurs semi-Diesel, par M. Ph. S. (*Nature*, 18 juin 1921).

Moteur semi-Diesel, par M. Dumanois (*Vie technique et industrielle*, août 1920).

Les moteurs des bateaux de pêche, par M. E. Marcotte (*Technique moderne*, octobre et novembre 1921).

*Bulletin de la Société d'Enseignement professionnel et technique des Pêches maritimes* (Concours de l'Automobile-Club).

*Génie Civil*, 4 mars 1922, Les moteurs semi-Diesel, par M. Marcel Bochet.

*Vie automobile*, du 10 novembre 1921, Le nouveau moteur à huile lourde Peugeot (brevets Tartrais), par M. Henri Petit.

*
* *

Nous exprimons en outre tous nos remerciements au Syndicat des Applications industrielles des Combustibles liquides ainsi qu'aux divers constructeurs français et étrangers qui ont bien voulu mettre à notre disposition des renseignements détaillés avec figures sur les moteurs qu'ils construisent, nous permettant ainsi de donner un aperçu de la situation actuelle des moteurs semi-Diesel.

Adrien Schubert,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMMISSION PERMANENTE DE STANDARDISATION

## Unifications adoptées le 27 décembre 1921.

Dans sa séance du 27 décembre 1921, la Commission permanente de Standardisation (Ministère du Commerce et de l'Industrie), 80, rue de Varenne, Paris (7e) a adopté définitivement les huit normalisations suivantes (1) faisant l'objet d'autant de fascicules (2).

| Désignation du fascicule. | OBJET DU FASCICULE | Prix (francs). |
|---|---|---|
| $A_1 - 4$. | Nomenclature des produits métallurgiques; aluminium et alliages . . . . . | 0,10 |
| $A_{32} - 1$. | Cahier des charges pour la fourniture de l'aluminium de première fusion. . . . . | 0,30 |
| $A_{32} - 2$. | Cahier des charges pour la fourniture des tôles et bandes d'aluminium. . . . . | 0,60 |
| $A_{32} - 3$. | Cahier des charges pour la fourniture des conducteurs d'électricité en aluminium . . . . . | 0,30 |
| $B_5$ | Cahiers des charges unifiés français relatifs aux bois : principes, nomenclature et méthodes d'essais. . . . | 1,20 |
| $B_5 - 1$. | Cahier des charges général n° $B_5 - 1 -$ UF pour la fourniture des bois de charpente. . . . . | 0,30 |
| $B_5 - 2$. | Cahier des charges général n° $B_5 - 2 -$ UF pour la fourniture des bois de menuiserie pour la fabrication de portes, fenêtres, lambris, etc. . . . . | 0,30 |
| $B_5 - 3$. | Cahier des charges général n° $B_5 - 3 -$ UF pour la fourniture des bois utilisés pour la fabrication des pavés. . . | 0,30 |

(1) Pour les premières normalisations définitives, voir le *Bulletin* de mars-avril 1920, p. 241 et de juillet-août 1920, p. 492.

(2) Ces fascicules sont en vente à l'Imprimerie nationale (Bureau de vente), 87, rue Vieille-du-Temple, Paris (3e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# BIBLIOGRAPHIE

**L'outillage de l'industrie chimique, agricole et alimentaire.** Conférences professées à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, par M. L. LINDET, Membre de l'Institut, Professeur à l'Institut national agronomique, docteur ès sciences. Un vol. (25 × 16 cm) de VIII + 309 p., avec 112 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, éditeur, 3, rue Thénard, 1922 (Prix : 18 f).

Ce volume contient les conférences que l'auteur a professées à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la ville de Paris. Ch. Lauth et, ensuite, M. Haller avaient reconnu en effet que les élèves, passant du laboratoire à l'application industrielle, étaient déroutés par l'emploi de nombreux appareils qui correspondent souvent à une même opération; ils ne voyaient pas leurs avantages ou leurs inconvénients suivant les conditions particulières de telle ou telle opération. M. Lindet fut alors chargé de leur faire une série de conférences qui rendissent plus facile cette transition.

Le sujet était bien vaste, mais il est traité avec une méthode et une clarté parfaites.

Dans toute industrie, il faut apporter à l'établissement les matières premières qui y seront traitées; on doit donc se préoccuper des moyens de communication et choisir, suivant les conditions d'emplacement ou le but proposé, les modes de transport les plus convenables sur terre, par eau ou dans l'air, par les transporteurs; les dispositifs adoptés sont souvent les mêmes pour le départ des produits terminés.

Dans l'établissement, on choisira également les appareils convenables pour la manutention des produits à traiter, suivant qu'ils sont solides, liquides ou gazeux.

Les matières premières étant à pied d'œuvre, se présentera le choix des appareils pour leur division, par concassage et broyage, coupage, râpage, tamisage, etc.; également, il faudra choisir les appareils pour la séparation mécanique des divers produits ainsi obtenus.

S'agit-il ensuite de les soumettre à la chaleur ou au froid, on trouvera la description des principaux appareils de chauffage ou de réfrigération.

Si l'on veut mettre plusieurs substances en contact pour effectuer des mélanges, des dissolutions ou des réactions, les divers appareils employés sont indiqués dans un chapitre très détaillé où l'on trouve les appareils employés dans les fabrications les plus diverses.

Pour d'autres cas, on trouve des renseignements sur la dissociation et la cuisson à haute température, sur la concentration, etc.

Un chapitre très intéressant indique les nombreux appareils pour la dessiccation, la distillation, la sublimation, la pyrogénation, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin l'ouvrage se termine par l'indication des appareils pour la mise en forme et le façonnage ainsi que de ceux nécessaires pour le contrôle et la régulation des opérations.

Tout ce qui se passe dans l'établissement, depuis l'arrivée des matières premières jusqu'au départ des produits fabriqués, est ainsi passé en revue, et l'on peut trouver très aisément la description des différents appareils pour telle opération que l'on a en vue; on peut les comparer, et surtout, suivant les cas, faire un choix plus judicieux que si l'on n'avait pu faire cette comparaison.

Outre la clarté de l'exposition, de nombreux croquis illustrent l'ouvrage; ce ne sont pas des figures compliquées, à des échelles variées. C'est la reproduction des croquis mêmes que le professeur traçait sur le tableau noir en décrivant chaque appareil; leur simplicité, qui n'enlève rien à l'exactitude, permet de voir rapidement ce qui les différencie et, d'autant plus facilement, qu'ils sont tous à la même échelle.

Une innovation, qui épargnera certainement une grande perte de temps, a consisté à donner la liste et l'adresse des principaux constructeurs d'appareils cités.

Très utile pour les débutants dans l'industrie, ce volume ne le sera pas moins pour les ingénieurs ou les industriels qui veulent perfectionner les appareils dont ils se servent et qui ne connaissent pas toujours ceux qui leur conviendraient mieux et leur donneraient des résultats plus satisfaisants en s'adaptant plus avantageusement à un travail particulier.

En résumé, on ne saurait faire un éloge trop grand de cet ouvrage écrit avec la compétence reconnue de l'auteur dans toutes les questions agricoles ou industrielles et qui a dû demander un travail considérable.

A. LIVACHE.

***

**Les gazogènes et l'économie du combustible**, par M. AIMÉ WITZ, Ingénieur des Arts et Manufactures, Doyen honoraire de la Faculté libre des Sciences de Lille, Correspondant de l'Institut. Un volume (19 × 12 cm) de l'*Encyclopédie industrielle*, de 384 p., avec 100 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1921 (Prix : 15 f).

Ce livre, qui s'ouvre sur une série de définitions préliminaires accompagnées d'un lexique polyglotte de gazéification, se compose de neuf chapitres dont le premier contient un historique très documenté de la question du gazogène.

Le chapitre suivant est consacré à l'examen des combustibles et à l'étude des phénomènes de combustion.

Dans le chapitre III, l'auteur donne la théorie des divers types de gazogènes, dont il fait connaître tout d'abord la forme générale dans la mesure nécessaire pour exposer les principes de leur fonctionnement.

Le quatrième chapitre, que termine un parallèle entre les différents gaz obtenus au moyen de ces appareils, examine leurs qualités ainsi que l'emploi qu'il convient de faire de chacun d'eux.

Les chapitres V et VI, relatifs au fonctionnement des gazogènes, à leur rendement, à leur constitution et à leur capacité, contiennent à ces points de vue respectifs un ensemble de considérations générales, d'exposés expérimentaux, et de calculs de grande clarté.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Aimé Witz aborde ensuite, dans son chapitre VII, la monographie proprement dite des appareils producteurs de gaz, dont il donne une classification détaillée, et qu'il décrit en réservant la plus large place à ceux d'entre eux qui se sont le plus répandus dans les établissements industriels.

Dans deux derniers chapitres enfin, et après quelques remarques sur les conditions générales d'installation des gazogènes, l'auteur fait une étude descriptive étendue des dispositifs d'épuration des gaz obtenus à leur aide, puis il termine son traité par un exposé des applications que ces produits trouvent dans les services d'éclairage, de chauffage et de force motrice et dont l'intérêt est de premier ordre pour faciliter la réalisation de ce qu'en la crise économique actuelle on est convenu d'appeler le « programme national de carbonisation ».

On peut juger, d'après ces indications sommaires, que l'ouvrage de M. Aimé Witz constitue un travail venu à son heure, pour lequel il y a lieu de le féliciter : c'est là un devoir dont je me plais à m'acquitter envers lui, tout en remerciant ici ses éditeurs, MM. Baillière et fils, de l'hommage qu'ils ont bien voulu faire à la Bibliothèque de la Société d'Encouragement.

LÉON MASSON.

***

**Manuel de chimie gazière.** Méthodes et procédés des essais et analyses en usage à l'usine expérimentale de la Villette de la Société du Gaz de Paris, par M. ÉMILE SAINTE-CLAIRE DEVILLE. Un vol. (21 × 14 cm) de VII + 208 p., avec 60 fig. Paris, Dunod, 1921. (Prix : 17,50 f).

M. Émile Sainte-Claire Deville est le fils du grand Henri Sainte-Claire Deville, qui a illustré la science française, et dont ont gardé un si brillant souvenir, tous ceux qui ont joui du précieux avantage d'avoir été ses élèves.

M. Émile Sainte-Claire Deville, Ingénieur civil des Mines, depuis son entrée à la Compagnie Parisienne du Gaz en 1869, s'est identifié avec la fabrication du gaz d'éclairage et avec ses annexes, tant au point de vue de la production, que des essais auxquels elle peut donner matière. Il a fouillé le tout avec une persistance et une sagacité, qui n'ont eu d'égale, que la modestie avec laquelle ses travaux ont été portés à la connaissance du public. Ce n'est en effet que depuis peu de temps, depuis beaucoup trop peu de temps, qu'ils ont été divulgués.

De ce travail considérable, nous n'avons, pour remplir la mission qui nous a été confiée, qu'à nous occuper de la partie qui concerne les essais du laboratoire et de l'usine expérimentale, la seule traitée dans la chimie gazière, et nous nous bornerons à citer les analyses qui emploient des méthodes nouvelles, ou qui s'appliquent à des sujets spéciaux.

L'ouvrage comprend :

Une introduction qui décrit l'usine expérimentale de la Villette, et quatre chapitres qui traitent ;

1° de la houille et du coke;

2° du gaz;

3° de la condensation ;

4° des matières épurantes.

Dans l'introduction, l'auteur décrit l'usine expérimentale, qui n'est autre qu'une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

véritable usine à gaz, mais construite et exploitée en vue d'expérimentations industrielles continues. On y détermine dans la distillation de la houille les poids produits du gaz, de l'eau condensée, du goudron, du coke (éteint à l'étouffoir) le pouvoir éclairant et le pouvoir calorique du gaz et la teneur totale de l'ammoniaque produite dans le gaz et dans l'eau ammoniacale.

L'auteur décrit l'appareil de laboratoire organisé par Paul Audouin pour l'essai en petit des charbons. Il signale à ce propos l'avantage qu'il a récolté en remplaçant la terre réfactaire et la porcelaine par le quartz fondu, pour constituer le tube de distillation de cet appareil.

M. Sainte-Claire Deville fournit des détails très développés sur l'analyse immédiate des charbons, qui n'intéresseront pas que les gaziers. Il décrit les soins minutieux avec lesquels elle est effectuée, et à ce propos, il signale un fait, qui n'est pas pour surprendre ceux qui se sont tant soit peu occupés de la décomposition des matières organiques; c'est le suivant : *La teneur d'une houille en matières volatiles n'est pas susceptible d'une définition précise et rigoureuse.* Le fait est même bien plus étendu que l'on ne le supposerait, car il a été établi que deux creusets en platine, en apparence identiques, et chauffés identiquement, traitant des charbons identiques, ne donnent pas les mêmes résultats.

Les matières minérales, étant susceptibles par leur décomposition au creuset, de donner de l'acide carbonique et de l'eau, M. Sainte-Claire Deville s'est appliqué a éliminer cette cause d'erreur, dans la détermination des matières volatiles, en opérant de la façon suivante sur les échantillons.

Au lieu de broyer tout d'abord la houille à l'état fin, il la concasse en petits grains, et il enlève à la pince, avec tous les soins voulus, les parties qui sont reconnues ne pas être du charbon. Ainsi, il arrive à obtenir une masse qui ne contient pas plus de 2 p. 100 de matière minérale. Il broie ensuite, et fait les rectifications de dosage sur ce chiffre.

### Première Partie : Houille, coke.

Cette première partie traite de l'analyse élémentaire des houilles et de leur pouvoir calorifique. Le pouvoir calorifique de la houille, qui intéresse peu la fabrication du gaz, est déterminé par la formule de Goutal : $P = 82\ C + a.\ V.$

*Analyse immédiate.* — Toutes les opérations relatives aux analyses immédiates sont effectuées sur des échantillons triés, comme il vient d'être dit ci-dessus.

*Analyse élémentaire.* — Le dosage de l'azote n'est pas pratiqué sur tous les échantillons parce que la quantité qu'en contiennent les houilles est assez constante, ne variant qu'entre 1 et 1,5 p. 100.

La quantité d'hydrogène est toujours supérieure à celle qui est nécessaire, pour transformer l'oxygène en eau, c'est ce que Victor Regnault appelait l'hydrogène en excès. Ce savant admettait, que les meilleures houilles à gaz sont celles qui contiennent le plus d'hydrogène en excès. L'expérience a le plus souvent confirmé cette opinion.

M. Sainte-Claire Deville rappelle la classification des houilles faite par V. Regnault, en fonction de leur teneur en oxygène, et les propriétés respectives des houilles suivant qu'elles appartiennent à l'une des cinq catégories dont les teneurs moyennes en oxygène sont : 5,26; 6,36; 7,41; 9,50; 11,40.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Dosage du soufre, de l'azote*, dans les houilles et cokes, de l'*acide carbonique* dans les houilles.

L'auteur a constaté que la méthode du dosage du soufre de Gay-Lussac est la plus satisfaisante. Il l'a contrôlée sur de la pyrite. Un nombre important d'expériences l'ont amené à établir que la répartition du soufre, dans les produits de la distillation est, en moyenne la suivante :

| | *Soufre.* |
|---|---|
| Restant dans le coke | 68,6 p. 100. |
| — les eaux ammoniacales | 3,0 — |
| Absorbé par la matière épurante | 23,4 — |
| Dans le goudron et dans le gaz épuré | 5,0 — |
| | 100,0 |

Le dosage de l'azote, est effectué par la méthode de Kjeldahl, qui consiste essentiellement à transformer l'azote en sulfate d'ammoniaque. L'auteur donne les plus grands détails sur toutes les parties de l'opération.

La répartition de l'azote dans les produits de la distillation est indiquée dans le tableau ci-dessous :

| | Sur 100 kg de houille. | P. 100 d'azote total. |
|---|---|---|
| Dans le coke | 0,877 g | 71,4 |
| A l'état d'ammoniaque | 0,207 | 16,9 |
| — cyanique | 0,035 | 2,9 |
| Dans le goudron | 0,062 | 5,9 |
| — | 0,046 | 3,8 |
| | 1,227 g | 100,0 |

Azote d'après le dosage direct 1,227 g.

Le dosage de l'*acide carbonique* est effectué par l'action de l'acide chlorhydrique à la température de 60°. Une nombreuse série d'analyses a établi que les houilles du Pas-de-Calais sont plus riches en composés oxygénés du carbone que les houilles anglaises du même type.

## Deuxième Partie : Le Gaz.

*Rendement.* — Le volume du gaz produit est ramené à ce qu'il serait à la température de + 10° et à la pression de 760 mm. On ne tient pas compte de l'humidité, ce qui est plutôt fâcheux. On ne change pas les épurateurs de l'usine expérimentale pendant toute la durée d'une opération, afin de ne pas introduire d'air, on mesure le gaz par un compteur échantillonneur qui marche synchroniquement avec le compteur de fabrication.

Le *pouvoir calorifique et le pouvoir éclairant* sont déterminés conformément aux prescriptions contenues dans l'acte de concessiou de la Société du Gaz de Paris, le premier au moyen du calorimètre Junkers, le second au moyen de l'appareil Dumas et Regnault.

La *densité* est mesurée par les méthodes classiques.

*Analyse du gaz épuré.* — M. Sainte-Claire Deville dose en volume, les éléments suivants :

1° Les vapeurs d'hydrocarbures non saturantes ;

2° Les hydrocarbures riches gazeux ;

3° L'acide carbonique ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4° L'oxygène;
5° L'oxyde de carbone;
6° L'hydrogène;
7° Le méthane;
8° L'azote.

Les vapeurs non saturantes sont mesurées en poids par refroidissement à — 72°. (Température au-dessous de laquelle il n'en existe pas dans le gaz.)

L'acide carbonique est également dosé en poids par les méthodes ordinaires. Il est ensuite procédé par la burette, à une analyse volumétrique d'ensemble, laquelle absorbe : 1° tous les hydrocarbures 1 et 2 par le brome, et 2° l'acide carbonique par la potasse. Comme on connaît le volume des vapeurs benzéniques et l'acide carbonique par la transformation des poids obtenus dans l'analyse précédente, on en déduit le volume des carbures éthyléniques par différence.

Le dosage des benzols, dont M. Sainte-Claire Deville s'est particulièrement occupé, avait naguère une importance considérable au point de vue du pouvoir éclairant, il en a conservé une très notable, parce qu'il s'agit maintenant de les séparer du gaz.

Il s'effectue facilement aujourd'hui par l'action d'un mélange réfrigérant, composé d'acide carbonique solide et d'acétone.

Le dosage de *l'oxygène* est fait par le pyrogallate de potasse; celui de CO par le chlorure de cuivre $CuCl^2$ dissous dans HCl.

M. Sainte-Claire Deville, dans le mélange de gaz où il opère, hydrogène méthane, azote, n'a jamais obtenu des dosages d'*hydrogène* satisfaisants, quand il les a effectués soit par le procédé Jacogers, soit à l'eudiomètre mais il a récolté de bons résultats du procédé suivant :

Il chauffe dans le mélange ci-dessus, au rouge sombre, un mélange d'oxyde de cuivre et d'oxyde de plomb, qui absorbe seulement l'hydrogène. Il est vrai qu'une partie du méthane est brûlée, mais comme la combustion de $CH^4$, produit un volume égale de $CO^2$, il n'y a pas d'erreur appréciable

L'azote est dosé par le procédé Dumas.

Voici le procès-verbal d'une analyse complète, faite par M. Sainte-Claire Deville.

| Composants. | Composition en volume | Composition en poids |
|---|---|---|
| Vapeur de benzol | 11,9 | 8,25 |
| Éthylène | 20,0 | 4,81 |
| Propylène | 12,9 | 4,65 |
| Méthane | 330,3 | 44,05 |
| Hydrogène | 508,9 | 8,51 |
| Oxyde de carbone | 83,5 | 19,44 |
| Acide carbonique | 18,8 | 6,92 |
| Oxygène | 5,0 | 1,35 |
| Azote | 8,7 | 2,02 |
| | 1.000,0 | 100,00 |

(1) Dosage de l'ammoniaque, du soufre du cyanure, dans le gaz épuré et non épuré. — *L'ammoniaque* est dosée par le procédé alcalimétrique.

Le *soufre à l'état de* $H^2S$ par la potasse.

Le *soufre* après *l'épuration*, c'est-à-dire à l'état de $CS^2$ et $C^4H^4S$, par le procédé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

anglais dit des « référées », combustion du gaz en présence de carbonate d'ammoniaque.

De ces différentes analyses, M. Sainte-Claire Deville a tiré les déductions suivantes :

La teneur des houilles en soufre, varie considérablement, de 3 à 5 g : m³ dans les houilles de Lens, à 18 et 30 dans les charbons du Yorkshire et de Silkstone. Les teneurs en acide sulfhydrique et en soufre à d'autres états se suivent à peu près.

Le *Cyanogène* est dosé par la méthode dite de Knublauch (production de ferrocyanure de potassium, de bleu de Prusse, de prussiate jaune de potasse que l'on titre).

M. Sainte-Claire Deville a trouvé, dans du gaz non épuré, que la teneur en en Cy par m³ de gaz a été de 2,273 g, au maximum et de 1,230 g, au minimum.

(2) Dosage de la naphtaline. — Cette opération offre de l'intérêt parce que la naphtaline, quoique existant en faible quantité dans le gaz, s'y dépose facilement en cristaux qui sont la cause de très gênantes obstructions.

Il est donc avantageux de connaître de quelle quantité il faut réduire la teneur pour qu'elle soit inférieure à sa tension maximum de vapeur à la température à laquelle le gaz est soumis.

Pour obtenir ce résultat, il faut deux choses : la table des tensions de sa vapeur et une bonne méthode de dosage.

La table a été dressée par M. Gensse, Ingénieur adjoint à l'usine expérimentale du gaz de Paris, et ses chiffres ont été confirmés par un travail très autorisé et récent de M. J.-L. Thomas.

M. Sainte-Claire Deville n'est pas partisan du dosage par l'acide picrique; il applique quelquefois la dissolution dans les huiles lourdes, mais il trouve des avantages à une solution fort élégante, qu'il appelle « piège à naphtaline », et qui est fondée sur l'augmentation ou la diminution d'une petite masse de naphtaline, à des températures déterminées. La description du procédé serait un peu longue pour un compte rendu, mais nous le recommandons comme un modèle d'ingéniosité.

Poids maximum de naphtaline qui peut exister dans 1 m³ de gaz :

| | |
|---|---|
| A 0° | 0,054 g |
| 10° | 0,138 — |
| 28° | 0,417 — |
| 30° | 1,072 — |
| 40° | 2,734 — |
| 50° | 6,093 — |
| 60° | 13,772 — |
| 64° | 17,765 — |

La moyenne annuelle dans le gaz de Paris varie de 0,150 à 0,138 g (d'après M. Gensse).

Analyse des gaz de foyer. — Ce chapitre qui s'occupe de l'analyse des gaz de foyer et du gaz à l'eau, n'offre rien de spécial.

### Troisième Partie : Condensations.

(3) Eaux ammoniacales. — L'auteur émet cet avis, déjà produit dans l'ouvrage de Weill-Goetz et Desor, que la composition des eaux ammoniacales se modifie pendant leur emmagasinement, et selon la manière dont elles sont conservées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il estime que les sulfites, hyposulfite, sulfate d'ammoniaque ne préexistent pas dans les eaux fraîches. Ce qui suppose que les sulfures ont été oxydés.

Au gaz de Paris, les analyses d'eaux ammoniacales, portent sur : l'ammoniaque; l'acide carbonique; le chlore; le soufre total du sulfure d'ammonium et du sulfocyanure; le cyanogène du sulfocyanure, du cyanure et du ferrocyanure. On s'attache à opérer sur des eaux fraîches, n'ayant pas vu l'air pour les raisons ci-dessus.

$NH^3$ et $CO^2$ sont dosés par des procédés qui n'ont rien de spécial.

M. Sainte-Claire Deville note toutefois qu'en employant la potasse pour chasser $NH^3$, il a un rendement de 1 p. 100 supérieur à celui que donne la chaux.

Pour le dosage du chlore, l'on doit prendre toutes précautions pour qu'il ne reste pas de trace de soufre dans l'échantillon, ni de sels ammoniacaux volatils à 100°.

La teneur en chlore varie beaucoup, elle a été trouvée dans du charbon de Courrières $\frac{8}{10000}$ et dans du Londonderry $\frac{82}{10000}$.

Rien de particulier en ce qui concerne les sulfures, cyanures, sulfo-cyanures, sulfate d'ammoniaque.

Il en est différemment à l'égard de la quantité de benzol contenue par les eaux qui sont en contact prolongé avec le gaz, telles celles des cuves de gazomètres.

Le benzol en effet, n'est pas insoluble dans l'eau, ainsi qu'on le pourrait présumer à première vue.

En distillant avec tous les soins appropriés, des quantités assez importantes d'eau puisée *sous la cloche* de gazomètres, M. Sainte-Claire Deville a trouvé qu'elles contenaient entre 100 et 400 g : $m^3$.

Allant plus loin dans la voie scientifique, il a déterminé que 1 $m^3$ de gaz et 1 $m^3$ d'eau saturée de vapeur de benzol à la température de + 15°, en équilibre de tensions, contiennent respectivement les quantités suivantes de benzol.

L'eau 400 g ou 107 litres de vapeur.

Le gaz 40 g ou 10,7 l.

(4) Goudrons. — L'auteur se propose de déterminer les proportions :

1° D'eau ammoniacale émulsionnée et leur teneur en $NH^3$;

2° D'essences légères;

3° De carbone isolé;

Mais il ne s'est préoccupé, ni des huiles lourdes, ni du brai, ce qui étonne un peu.

L'eau et l'ammoniaque sont dosées par des procédés ordinaires; il en est de même pour les huiles légères qui sont simplement fractionnées, et l'on considère comme telles toutes celles qui passent avant 200°.

On n'a pas dans ces huiles séparé le sulfure de carbone, et on n'a pas dosé le thiophène.

Le *benzol* dit *de gaz* a la composition suivante au point de vue de l'échantillon.

| | |
|---|---|
| Bouillant avant 84° | 80 p. 100. |
| — au-dessus | 20 — |
| | 100 p. 100. |

Quant à la répartition totale du benzol contenu dans la houille par tonne, la voici en moyenne :

| | | |
|---|---|---|
| Benzol du goudron | 0,610 g, soit | 4,66 p. 100. |
| — du gaz | 12,500 g, — | 95,34 — |
| | 13,110 g, soit | 100,00 p. 100. |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Entrant dans les cas particuliers, l'auteur signale que le goudron a retenu en hiver de 4,81 à 69 p. 100, en été 3,42 p. 100 du benzol total, avec des charbons types 3,4 et 5 de la classification Regnault.

Le dosage du carbone inerte s'effectue d'une façon simple, par des lavages à l'acétone, à l'huile lourde, au sulfure de carbone; toutefois il faut faire intervenir après les lavages, si soutenus qu'ils aient été, une calcination qui dégage 4 à 10 p. 100 du poids du noir.

Doit-on considérer, dit l'auteur, ces carbures insolubles, mais volatils, comme partie constituante des impuretés fixes de goudrons? C'est affaire de convention, ici on ne considère comme carbone fixe que le résidu de la calcination.

Nous serions volontiers de cet avis pour les raisons suivantes. Le brai est employé pour agglomérer des fines de houille. Le carbone pur n'intervient évidemment pas dans l'action agglomérante, mais quand ce carbone est encore uni à de l'hydrogène pour constituer un hydrocarbure, même très peu volatil, il n'est pas dit qu'il n'a plus aucune vertu agglomérante. Le contraire paraît même probable, et ce n'est pas le défaut de solubilité qui fait disparaître cette propriété.

## Quatrième Partie : Matières Épurantes.

(5) Matières épurantes neuves. — Elles sont de deux sortes :

La matière Laming, et les sesquioxydes hydratés naturels. Dans la première, le fer est en totalité actif, son dosage est classique.

Dans la seconde, il est en partie inactif au point de vue de l'épuration. Le fer total est dosé dans une liqueur chlorhydrique, le fer actif dans une liqueur acétique.

(6) Matières épurantes usées. — Ce sujet est incomparablement plus délicat que le précédent. Il comporte du reste des points de vue variés.

Si les matières sont destinées à l'usage d'engrais azotés, il faut y doser l'azote total. M. Sainte-Claire Deville effectue ce dosage par la méthode Kjeldahl. (L'oxydation par l'oxyde de mercure, puis sulfatation.)

Le dosage du soufre libre, s'il intéresse, s'effectue très simplement par dissolution dans $CS^2$.

Si les matières sont vendues d'après leur teneur en bleu de Prusse, celui-ci est dosé par la méthode de Knublauch, parce qu'elle est usitée officiellement dans les transactions commerciales.

(Précipitation, dans la liqueur de ferrocyanure de potassium, du ferrocyanure de ferrocyanure de cuivre, par le sulfate de cuivre). Papier témoin au perchlorure de fer.

L'auteur, en dehors de ces points pratiques, a considéré intéressant de rechercher quelle est l'influence de l'excès de chaux dans la composition de la matière Laming. Il a fabriqué deux de ces matières, et y a fait divers dosages des substances qu'elles ont fixées.

| Matières. | A | B |
|---|---|---|
| Sciure de bois | 1 m³ | 1 m³ |
| Sulfate de fer | 600 kg | 600 kg |
| Chaux vive | 132 — | 200 — |
| Chaux par 100 kg de sulfate | 22 — | 33,3 kg |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| Produits fixés par 100 kg de matières sèches. | | |
|---|---|---|
| Bleu | 8,70 | 14,10 |
| Soufre libre | 34,94 | 29,31 |
| Ammoniaque soluble | 0,322 | 0,325 |
| Ferrocyanure soluble | 0 | 1,36 |
| Bleu correspondant | 0 | 2,49 |
| Soufre et cyanogène | » | » |
| A l'état de sulfocyanure | » | » |
| Soufre | 0,344 | 0,393 |
| Cyanogène | 0,279 | 1,133 |

M. Sainte-Claire Deville s'est occupé de l'influence du violet découvert par M. Muller, qui est produit par l'action d'un sel de peroxyde de fer, sur le carbonyl-ferrocyanure de potassium, auquel son inventeur attribue la formule $FeK^3(CAz)^3(CO)$, et qui paraît le résultat de l'action de l'oxyde de carbone sur le ferrocyanure de calcium.

Le laboratoire de M. Sainte-Claire Deville a établi une méthode de dosage de ce violet, et a constaté qu'il n'existe que dans les matières Laming à grand excès de chaux.

M. Sainte-Claire Deville a consacré toute une existence de travailleur acharné à étudier avec méthode, sagacité, talent, et on peut dire avec amour, tout ce qui concerne la chimie du gaz. Un effort d'une telle puissance et d'une telle valeur appliqué à une matière relativement limitée, a produit des résultats particulièrement précieux. Il en est résulté au point de vue du laboratoire, des procédés perfectionnés, pratiques et sûrs, qui rendront la besogne facile à ceux qui pratiqueront des dosages ou effectueront des recherches dans ce domaine. Il en résulte des considérations nouvelles, qui ont eu une influence heureuse dans l'industrie du gaz. Aussi tous ceux qui sont liés à cette industrie trouvent-ils dans la publication de la « Chimie Gazière », une nouvelle occasion de manifester leurs sentiments de gratitude et d'admiration à leur éminent collègue. Quant à ceux, qui sans être gaziers, touchent à la chimie, ils seront heureux que M. Sainte-Claire Deville ait ajouté un nouveau lustre à un nom qui tient une place aussi considérable dans la science française.

PAUL MALLET.

***

**Traité de géologie et de minéralogie appliquées à l'art de l'ingénieur.** Cours professé à l'École nationale des Ponts et Chaussées, par M. L. DE LAUNAY. Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines. Professeur à l'École nationale des Ponts et Chaussées et à l'École nationale des Mines. (*Encyclopédie du génie civil et des travaux publics.*) Un vol. (23 × 15 cm) de 418 p., avec 288 fig. Paris, J.-B. Baillère et fils, 1922 (Prix : 40 f).

Cet ouvrage se distingue des autres traités de géologie par son caractère essentiellement pratique. Il a été écrit spécialement pour des ingénieurs afin de leur présenter toutes les connaissances géologiques, minéralogiques et paléontologiques qui peuvent leur être nécessaires et celles-là seulement. L'auteur, grâce à la haute situation et à la considération scientifique dont il jouit, a pu se proposer pour but d'éviter les termes techniques et de se rendre accessible, à l'inverse de ceux qui,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trop souvent, écrivent des traités volumineux où l'on s'efforce moins d'instruire que de paraître savant.

L'ouvrage comprend une partie théorique et une partie pratique. Dans la première, il y a lieu de signaler surtout un petit traité de paléontologie, enrichi de très nombreuses figures, qui est appelé à rendre de grands services. La seconde partie, entièrement originale, contient des chapitres : sur la lecture des cartes géologiques, sur la recherche des minerais et substances minérales utiles, sur l'exécution des travaux, tels que barrages, routes, chemins de fer, canaux, tunnels, etc., enfin sur la circulation des eaux souterraines, la manière de les recueillir et de s'en garer.

C'est une œuvre d'un grand intérêt et faisant grand honneur à son auteur.

A. MESNAGER.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

## EN AVRIL 1922

GRUNER (L.-E.). — **Cours d'exploitation des mines** professé à l'École spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie. In-8 (25 × 16). Livre I : **Préliminaires. Recherches et sondages. Abatage,** de 420 p., 282 fig. — Livre II : **Soutènement des chantiers et galeries. Fonçage et soutènement des puits,** de 362 p., 257 fig. — Livre III : **Méthodes d'exploitation en carrière et souterraine,** de 330 p., 201 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, 1921. **16371-3**

HARDEL (JEAN-A.). — **Recherche et exploitation du pétrole.** (*Annales des mines*, octobre à décembre 1921). In-8 (22 × 14) de 275 p., 126 fig. Paris, Dunod, 1922. **16374**

VIALL (ETHAN). — **Les broches à mandriner et le mandrinage à la broche.** Traduit de l'américain par MAURICE VARINOIS. In-8 (25 × 16) de VIII + 216 p., 188 fig. Paris, Dunod, 1922. **16375**

**Les actualités de chimie contemporaine** publiées sous la direction de A. HALLER. 1re série. In-12 (19 × 12) de VIII + 325 p., fig. — I : **La guerre des gaz. Généralités. L'œuvre française,** par R. CORNUBERT, p. 1-38. — II : **La guerre des gaz. L'Allemagne et la guerre des gaz,** par DANIEL FLORENTIN, p. 39-85. — III : **La microanalyse organique quantitative,** par R. CORNUBERT, p. 87-134, 11 fig. — IV : **État actuel de la catalyse,** par ALPH. MAILHE, p. 135-177. — V : **Sur la synthèse biochimique et en particulier sur celle des disaccharides,** par EM. BOURQUELOT, p. 179-206. — VI : **La solidité des liaisons entre atomes dans les molécules organiques,** par JH. MARTINET, p. 207-225. — VII : **La naphtaline au point de vue scientifique et industriel,** par E. NOELTING, p. 227-248, **Bibliographie,** p. 248. — VIII : **Les cétènes,** par M. SOMMELET, p. 249-289. — IX : **Sur quelques complexes de l'iridium** par M. DELÉPINE, p. 291-323, 8 fig. Paris, Gaston Doin, 1922. **16376**

VÉROLA (PAUL). — **Chimie et fabrication des explosifs.** (*Collection Armand Colin, n° 16* (*Section des arts militaires*). In-16 (17 × 11) de VI + 202 p., 8 fig. Paris, Librairie Armand Colin, 1922. **16377**

GUILBERT (C.-F.). — **Essais des machines électriques.** (*Encyclopédie d'électricité industrielle*). In-8 (23 × 15) de VI + 359 p., 275 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16378**

BOURDE (J.). — **Manuel des chemins de fer. Étude et construction.** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 444 p., 286 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16379**

MINISTÈRE DES RÉGIONS LIBÉRÉES (Reconstitutions définitives). — **Standardisation des éléments essentiels des constructions usuelles. Habitations et bâtiments ruraux.** In-4 (32 × 25) de 239 p., fig. Paris, Imp. Crété, 2, rue des Italiens. **16380**

BORN (MAX). — **La constitution de la matière.** Traduit par H. BELLENOT. (*Collection de monographies scientifiques étrangères*). In-8 (25 × 16) de 84 p. **Bibliographie,** p. 80-81. Paris, Albert Blanchard, 1922. **16381**

TURCK (J. A. V.). — **Origin of Modern Calculating Machines.** A chronicle of the evolution of the principles that form the generic make-up of the Modern Calculating Machine. In-8 (23 × 15) de 196 p., XXXIII pl. Chicago, The Western Society of Engineers, 1921. **16382**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS (2e partie). — **Service des grandes forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest).** T. VII, fasc. D : *Résultats obtenus pour le bassin du Salat pendant les années 1917 et 1918.* — T. II bis, fasc. D : *Résultats obtenus pour le bassin du Salat* (1910-1916). **16383-4**

ROYAUME DE BELGIQUE. MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL. Secrétariat général. Section de la statistique. — **Recensement de l'Industrie et du commerce** (31 décembre 1910). Vol. VIII : *Exposé général des résultats.* In-4 (33 × 27) de VII + 569 p. Bruxelles, J. Lebègue et Cie; Albert Dewit, 1921. **16385**

***

VIDAL (L.) et ARIBERT (M.). — **Essais effectués à l'École française de papeterie de Grenoble avec diverses plantes d'Indochine.** (*Publications de l'Agence économique de l'Indo-Chine*). In-8 (25 × 16) de 36 p., III pl., 3 échantillons; **Bibliographie**, p. 34-35. Paris, Agence économique de l'Indochine, 1921. **Pièce 12693**

**Les bois de l'Afrique Équatoriale Française.** 2e Conférence sur les bois coloniaux, faite le 7 mai 1921, à la Chambre syndicale des agents et commissionnaires en bois d'industrie. — **La grande forêt équatoriale**, par le Commandant MORNET; **Utilisation industrielle des bois coloniaux**, par E. GILLET. In-8 (23 × 15) de 24 p. Paris, La France forestière et industrielle, 1921. **Pièce 12694**

FURON (R.). — **Tableau géologique.** 1 feuille (120 × 90). Paris, Albert Blanchard, 1922. **Pièce 12695**

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Variations des performances d'un avion avec les conditions atmosphériques**, par le Capitaine C. GRIMAULT. (*Bulletin technique* n° 4, mars 1922, 24 p., 5 fig.) **Pièce 12696**

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Le problème métallurgique posé par le moteur d'aviation**, par le Lieutenant-Colonel GRARD. (*Bulletin technique*, n° 5, avril 1922, 17 p.) **Pièce 12697**

SOCIÉTÉ AMICALE DES ANCIENS ÉLÈVES DES ÉCOLES NATIONALES PROFESSIONNELLES. — **Un programme pour l'enseignement technique**, par GASTON VIDAL. — **Les sciences et les techniques pendant la guerre**, par ALBERT RANC. In-8 (21 × 13) de 27 p., Paris, 28, rue Serpente, 1921. **Pièce 12698**

**Cinquantenaire scientifique de M. Henry Le Chatelier**, 22 janvier 1922. In-8 (21 × 13) de 85 p., III pl. Paris, Imp. F. Dutal, 1922. **Pièce 12699**

CELLERIER (F.). — **Le remploi, dans les constructions, des vieux matériaux provenant des villes et villages détruits par la guerre.** (*Ministère de la Guerre. Sous-Secrétariat d'État des Inventions, études et expériences techniques. Missions d'essais, vérifications et expériences techniquss. Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers.*) In-12 (18 × 10) de 40 p., 1 fig. Paris, 1917. **Pièce 12700**

UNGERER (ALFRED). — **L'horloge astronomique de la Cathédrale de Strasbourg.** In-8 (23 × 15) de 60 p., 21 fig. **Bibliographie**, p. 57-58. Paris, Société astronomique de France, 1922. **Pièce 12702**

SYNDICAT GÉNÉRAL DES FONDEURS DE FRANCE. — **Apprentissage et Cours professionnels.** In-8 (24 × 16) de 31 p., Paris, 10, rue de Lancry, 1922. **Pièce 12703**

**La débâcle des Soviets et la restauration économique de la Russie.** Aperçu général des Mémoires présentés à la Conférence de Gênes par l'ASSOCIATION FINANCIÈRE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE RUSSE et le COMITÉ DES REPRÉSENTANTS DES BANQUES RUSSES à Paris. In-8 (24 × 15) de 31 p. Paris, 5, place du Palais-Bourbon, 1922. **Pièce 12704**

***

**Agenda Lumière-Jougla 1922.** Paris, Union photographique industrielle (Établissements Lumière et Jougla réunis), 82, rue de Rivoli. **Pér. 286**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. — **Bulletin de la Section de géographie.** T. XXXVI, année **1921**. Paris, Imprimerie nationale, 1922. **Pér. 26**

PRÉFECTURE DE POLICE (2e Division : 2e Bureau). — **Rapport sur les opérations du Service des établissements classés dans le Département de la Seine, pendant l'année 1920**, présenté à M. le Préfet de Police, par M. E. PORTIER. Paris, Imp. Chaix, 1922. **Pér. 245**

PRÉFECTURE DU DÉPARTEMENT DE LA SEINE. DIRECTION DE L'HYGIÈNE, DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. — **Annales des services techniques d'hygiène de la Ville de Paris**, publiés sous la direction du Préfet de la Seine. Tome II : *Compte rendu des travaux en 1920*. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1921. **Pér. 188**

**Mémorial des poudres**, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. — Tome XIX (1er fasc.). Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **Pér. 223**

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE. — **Procès-verbaux et résumé des communications faites pendant l'année 1921**. Paris, 44, rue de Rennes (6e). **Pér. 36**

**Revue du Génie militaire**. — Table générale des matières, suivie de la Table des noms d'auteurs des Tomes XLI à XLVII (Années **1911-1914**). Paris, 39, rue de Bellechasse (7e). **Pér. 11**

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE ROUEN. — **Annuaire** pour **1922**. Rouen, place de la Cathédrale et 2, rue Ampère. **Pér. 76**

SYNDICAT DES MÉCANICIENS, CHAUDRONNIERS ET FONDEURS DE FRANCE. — **Annuaire 1922**. Paris, 94, rue d'Amsterdam (9e). **Pér. 431**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Procedings**. Vol. CCXI, **1920-21** (Part I). London, 1921. **Pér. 189**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings. 1921**, Vol. II (June-December). London, 1922. **Pér. 114**

NOVA SCOTIAN INSTITUTE OF SCIENCE. — **Proceedings and Transactions**. Vol. XV, Part. I (Session of 1918-1919). Halifax, 1922. **Pér. 334**

ROYAL SOCIETY OF NEW SOUTH WALES. — **Journal and Proceedings**. Vol. LIV, **1920**. Sydney, 1920. **Pér. 29**

BUREAU OF STANDARDS. — **Circular n° 25** : *Standard samples General information* (6th ed.), 16 p. Washington, 1917. **Pér. 61**

*L'agent général, gérant,*
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

121e ANNÉE. JUIN 1922

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

## COMITÉ DES ARTS ÉCONOMIQUES

Rapport présenté par le LIEUTENANT-COLONEL P. RENARD, au nom du Comité des Arts économiques, au sujet d'une brochure intitulée *Répertoire de Laboratoires français* de M. CHARLES MAURAIN.

Au nom du Comité des Arts économiques, j'ai l'honneur d'attirer l'attention de la Société d'Encouragement sur une petite brochure d'une cinquantaine de pages intitulée *Répertoire de Laboratoires français.*

L'auteur est un de nos confrères les plus distingués, M. Charles Maurain, directeur honoraire des Recherches Scientifiques et Industrielles et des Inventions, professeur à la Faculté des Sciences et directeur de l'Institut de Physique du Globe de l'Université de Paris.

Ce travail a paru par livraisons dans le *Bulletin de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions.* M. Maurain a eu l'heureuse idée de les réuuir en une brochure dont je vais vous faire une analyse rapide.

Une courte introduction indique le but poursuivi; en voici quelques citations : « Les laboratoires français sont très nombreux et très variés; il est donc difficile aux personnes ou aux services qui désirent avoir recours à ces laboratoires de savoir ceux auxquels il convient de s'adresser dans chaque cas.... Je me suis abstenu de toute appréciation sur le rôle des laboratoires. J'essaie seulement d'exposer ce qui existe en vue de la meilleure utilisation possible. »



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La brochure contient en réalité deux répertoires différents; dans l'un, les laboratoires sont classés suivant l'administration ou le service dont ils dépendent, et dans l'autre, par ordre alphabétique *d'après le mot le plus caractéristique* servant à leur désignation. Cette dernière liste est la plus complète; c'est là qu'on trouve les renseignements détaillés sur chaque laboratoire.

M. Maurain partage ceux-ci en trois catégories :

« 1° Les laboratoires des universités et des grands établissements scientifiques, qui sont des laboratoires de recherches et d'enseignement;

« 2° Les laboratoires d'essais et d'analyse qu'on peut diviser en deux classes : les laboratoires nécessaires au fonctionnement d'un service déterminé et qui ne travaillent en principe que pour ce service, et les laboratoires ouverts au public;

« 3° Les laboratoires privés, appartenant à des établissements industriels, et ne tra aillant en principe que pour ces établissements. »

M. Maurain fait remarquer que cette classification n'a rien d'absolu, que des recherches scientifiques sont souvent entreprises dans des laboratoires d'essais, que des établissements, fermés en principe au public, donnent souvent l'hospitalité à des chercheurs. Il ajoute à la fin de son introduction que pour tous renseignements complémentaires on peut s'adresser à la Direction des Recherches Scientifiques et Industrielles et des Inventions, 1, avenue du Maréchal-Gallieni, à Bellevue (Seine-et-Oise).

Je n'ai pas compté moins de 500 laboratoires énumérés dans le recueil.

La première partie du répertoire, ainsi qu'on l'a vu, est partagée d'après les services auxquels appartiennent les laboratoires. On y voit figurer les Ministères de l'Instruction Publique, de l'Agriculture, des Colonies, du Commerce et de l'Industrie, des Finances, de la Guerre, des Travaux Publics, le Sous-Secrétariat d'État de l'Aéronautique, la Ville de Paris et le Département de la Seine, les établissements libres, l'Algérie, la Tunisie, les colonies. La deuxième partie est un classement par ordre alphabétique. Pour donner une idée des services que peut rendre ce recueil, je prendrai au hasard quelques passages que je citerai textuellement.

Extrait de la première partie :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Université de Paris*. Mécanique physique et expérimentale. Physique. Chimie physique. Chimie. Chimie minérale. Chimie organique. Chimie appliquée. Minéralogie. Chimie biologique. Électricité industrielle. Aviation. Zoologie. Anatomie comparée. Physiologie. Évolution des êtres organisés. Histologie. Botanique. Physiologie végétale, Géologie. Géographie physique. Biologie agricole. Biologie expérimentale. Botanique coloniale. Astronomie. Physique du Globe. Géologie appliquée.

Institut de Chimie appliquée.

Institut du Radium (V. à radium).

Laboratoire de Zoologie maritime, à Roscoff (Finistère).

Laboratoire de Zoologie maritime, à Banyuls (Pyrénées-Orientales).

Laboratoire de Zoologie maritime, à Wimereux (Pas-de-Calais).

Laboratoire de Biologie végétale, à Fontainebleau (Seine-et-Marne).

Laboratoire de Mécanique ( V. à Mécanique).

Institut Aérotechnique, à Saint-Cyr-l'École (Seine-et-Oise) (V. à Aérodynamique).

Observatoire de Nice.

Font également partie de la Faculté des Siences les Laboratoires de l'École Normale Supérieure (Physique. Chimie. Zoologie. Botanique. Géologie).

Rennes. — Mécanique. Physique. Physique appliquée. Chimie. Chimie industrielle. Zoologie. Zoologie agricole et industrielle. Botanique. Botanique appliquée. Géologie et Minéralogie.

Station Entomologique (V. à Entomologie).

Laboratoires d'analyses agricoles;

Laboratoire régional et municipal;

Laboratoire de Botanique agricole.

Laboratoire de l'Aéronautique à Chalais-Meudon (Seine-et-Oise). Laboratoire d'Essais mécaniques (métaux, bois, tissus) et Laboratoire de Chimie.

Le Service technique de l'Aéronautique dispose actuellement de deux laboratoires aérodynamiques : l'Institut Aérotechnique de Saint-Cyr (qui appartient à l'Université de Paris), et le Laboratoire aérody-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

namique Eiffel (qui appartient à M. Eiffel). Ce Service fait construire un laboratoire aérodynamique à Issy-les-Moulineaux.

Voici maintenant quelques citations extraites de la deuxième partie du répertoire :

Automobiles. — Laboratoire de l'Automobile-Club de France, 80, Boulevard Bourdon à Neuilly-sur-Seine. Tél. 7.85. Président du Comité Technique de l'Automobile-Club : M. Loreau. Directeur du Laboratoire : M. Lumet. Outillé pour les recherches et essais relatifs aux moteurs, aux automobiles et aux questions connexes.

Brasserie. — École de brasserie de l'Université de Nancy. — Directeur M. Petit, Doyen de la Faculté des Sciences. Fait pour les brasseurs et les malteurs toutes analyses concernant leurs matières premières et produits de fabrication, et prépare des levures pures. Elle possède des installations semi-industrielles de Brasserie et de Malterie, qui lui permettent d'effectuer des recherches d'intérêt général dans ce domaine, des travaux concernant de nouvelles matières ou de nouveaux procédés de fabrication, etc.

Ciments. — Des essais de Ciments peuvent être faits au Laboratoire de Chimie de l'École des Ponts et Chaussées (V. à Essais). — Il y a au Conservatoire des Arts et Métiers une chaire et un laboratoire de Chimie appliquée aux industries des chaux et ciments, de la céramique et de la verrerie (Professeur, M. Boudouard).

Incendie. — Service Technique du régiment des sapeurs-pompiers de Paris. — Étude et mise au point du matériel nouveau. Contrôle des installations des théâtres (force et lumière).

Optique. — Parmi les laboratoires de Physique qui se sont plus particulièrement occupés de recherches d'optique en vue d'applications, on peut citer les laboratoires de l'École de physique et chimie industrielles de la Ville de Paris (M. Féry), du P. C. N., à la Faculté des Sciences de Paris (M. Cheneveau), de la Faculté des Sciences de Bordeaux (M. Bénard), de la Faculté des Sciences de Marseille (M. Buisson), de la Faculté des Sciences de Nancy (M. Crôze). Pendant la guerre, c'est le Service géographique de l'Armée qui a dirigé l'étude et la construction des instruments d'optique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Semences. — Laboratoire d'essais de semences et d'analyse des tourteaux 4, rue Platon, Paris, 15e. Tél. Ségur 39.37. Directeur : M. Schribaux. Dépend du Ministère de l'Agriculture. Essais pour le public.

Des stations d'essais de semences appartenant à l'État existent aussi à Montpellier et à Rennes.

J'aurais pu multiplier ces citations; celles qui précèdent suffisent pour donner une idée de l'ouvrage, de la variété des renseignements qu'il contient et des services qu'il peut rendre aux chercheurs de toute nature.

Votre Comité des Arts économiques vous propose de remercier M. le professeur Maurain de l'envoi de cette brochure, de le féliciter de son intéressant travail, d'exprimer le vœu qu'il en soit publié des suppléments pour le tenir constamment à jour et d'insérer le présent rapport au *Bulletin* de la Société d'Encouragement.

*Le Rapporteur*,
Paul Renard.

*Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 13 mai 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# CONTRIBUTION A LA THÉORIE DU COUP DE BÉLIER

## I. — Conduite de diamètre et d'épaisseur constante alimentant une turbine sans réaction.

Soient :

$y_0$ la pression statique en un point de la conduite situé à une distance $x$ du distributeur, pression exprimée en colonne d'eau, abstraction faite de la pression atmosphérique ;

$y$, cette pression à un instant quelconque ;

$v_1$ la vitesse de régime de l'eau dans la conduite pour le distributeur complètement ouvert ;

$v$, la vitesse de l'eau dans la conduite à une distance $x$ du distributeur et à un instant quelconque ;

$\lambda$, le rapport de la surface ouverte du distributeur, normalement à la direction de l'écoulement, à cette surface lorsque l'ouverture est totale ;

$\lambda_0$, la valeur initiale de $\lambda$ au moment où le mouvement de la vanne commence.

On a alors :

$$y = y_0 + \mathrm{F}\left(t - \frac{x}{a}\right) - f\left(t + \frac{x}{a}\right) \tag{1}$$

$$v = \lambda_0 v_1 - \frac{g}{a}\left[\mathrm{F}\left(t - \frac{x}{a}\right) + f\left(t + \frac{x}{a}\right)\right] \tag{2}$$

où $g$ désigne la gravité, $t$ le temps écoulé depuis la mise en mouvement de la vanne et $a$, la vitesse de propagation donnée [1] par la formule

$$a = \frac{9\,900}{\sqrt{48{,}3 + \mathrm{K}\frac{d}{e}}} \tag{3}$$

$d$ étant le diamètre et $e$ l'épaisseur de la conduite et K un coefficient égal à 0,5 pour le fer et l'acier et à 1 pour la fonte.

F et $f$ sont des fonctions arbitraires qui se déterminent par les conditions

(1) D'après M. Allievi.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la vitesse de l'eau à la sortie du distributeur et par celle de la pression à la prise d'eau.

Si $l$ est la longueur de la conduite et si on pose

$$\theta = \frac{2l}{a}, \tag{4}$$

en exprimant que la pression à la prise d'eau, donc pour $x = l$, est constamment égale à la pression statique, on a

$$f(t) = \mathrm{F}(t - \theta). \tag{5}$$

Dans ce qui va suivre nous nous occuperons d'abord de ce qui se passe au distributeur. Nous désignerons par $\mathrm{H}_0$ la pression normale en hauteur d'eau au distributeur, abstraction faite de la pression atmosphérique, et par $\zeta(t)$ le coup de bélier de sorte que nous aurons en vertu des équations (1) et (2) où on fait $x = 0$ et de l'équation (5)

$$\zeta(t) = \mathrm{F}(t) - \mathrm{F}(t - \theta) \tag{6}$$

$$v = \lambda_0 v_1 - \frac{g}{a}[\mathrm{F}(t) + \mathrm{F}(t - \theta)]. \tag{7}$$

D'ailleurs, puisque nous supposons que la turbine alimentée par la conduite est *sans réaction*, on aura

$$v = \lambda v_1 \sqrt{1 + \frac{\zeta(t)}{\mathrm{H}_0}}. \tag{8}$$

Comme $\mathrm{F}(t)$ est nul pour $t \leqslant o$, ces équations, si on considère une série de périodes de durée égales à $\theta$, permettent, comme l'a montré M. Allievi, de calculer de proche en proche le coup de bélier à un instant quelconque, mais pour y arriver on doit résoudre une série d'équations du second degré, ce qui conduit à des calculs assez pénibles [2]. Nous allons voir que l'on peut, au lieu de cela, avec une approximation plus que suffisante pour la pratique, arriver à des formules très simples par la méthode que nous allons indiquer.

Dans la pratique, on devra toujours faire en sorte que le coup de bélier ne dépasse pas environ la moitié de la pression statique de sorte que l'on peut supposer

$$\left|\frac{\zeta(t)}{\mathrm{H}_0}\right| \leqslant \frac{1}{2}.$$

(2) En partant de cette méthode, M. Allievi a construit des abaques qui permettent de résoudre le problème dans le cas des conduites d'épaisseur constante mais ne permettent pas d'aborder celui des conduites d'épaisseur variable qui est à peu près général dans la pratique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut alors prendre avec une approximation suffisante [3]

$$\sqrt{1+\frac{\zeta(t)}{H_0}}=1+\frac{\zeta(t)}{2H_0}.$$

L'équation (8) devient alors

$$v=\lambda v_1\left(1+\frac{\zeta(t)}{2H_0}\right) \tag{9}$$

et en posant

$$R=\frac{av_1}{2gH_0},$$

on déduit des équations (7), (8) et (9) [4]

$$F(t)=RH_0[\lambda_0-\lambda(t)]+\frac{1}{2}\zeta(t)[1-R\lambda(t)] \tag{10}$$

$$F(t-\theta)=RH_0[\lambda_0-\lambda(t)]-\frac{1}{2}\zeta(t)[1+R\lambda(t)]. \tag{11}$$

Si, dans la première équation, on change $t$ en $t-\theta$ et que l'on égale les deux valeurs de $F(t-\theta)$ on aura

$$\zeta(t)=2RH_0\frac{\lambda(t-\theta)-\lambda(t)}{1+R\lambda(t)}-\frac{1-R\lambda(t-\theta)}{1+R\lambda(t)}\zeta(t-\theta)$$

formule absolument générale qui, si on considère une série de périodes de durée $\theta$, permet de calculer le coup de bélier à un instant quelconque en fonction de sa valeur à l'instant correspondant de la période précédente.

Si nous considérons la $n^e$ période pour laquelle on a

$$(n-1)\theta\leqslant t\leqslant n\theta$$

et si l'on pose

$$t=(n-1)\theta+\tau$$

$\tau$ variant de 0 à $\theta$, et si de plus nous désignons par $\zeta_n$ et $\lambda_n$ les valeurs de $\zeta$ et $\lambda$ pendant la $n^e$ période, la formule précédente devient

$$\zeta_n(\tau)=2RH_0\frac{\lambda_{n-1}(\tau)-\lambda_n(\tau)}{1+R\lambda_n(\tau)}-\frac{1-R\lambda_{n-1}(\tau)}{1+R\lambda_n(\tau)}\zeta_{n-1}(\tau) \tag{12}$$

formule absolument générale, qui permet de calculer de proche en proche le coup de bélier à la vanne à un instant quelconque quelle que soit la loi

(3) On a en effet

$$\sqrt{1+\frac{1}{2}}-\left(1+\frac{1}{4}\right)=-0{,}025,\qquad \sqrt{1-\frac{1}{2}}-\left(1-\frac{1}{4}\right)=-0{,}043.$$

(4) En écrivant $\lambda(t)$ au lieu de $\lambda$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'ouverture ou de fermeture du distributeur dès que l'on connaît la pression dans la conduite avant que le mouvement de la vanne commence.

Si, en particulier, la pression dans la conduite au moment où le mouvement de la vanne commence est la pression statique, on aura $\zeta_0 = 0$ et, par suite, pour la première période

$$\zeta_1(\tau) = 2RH_0 \frac{\lambda_0 - \lambda_1(\tau)}{1 + R\lambda_1(\tau)} \tag{13}$$

et (12) fera connaître le coup de bélier pour les périodes suivantes.

Si ensuite $Y(t)$ désigne le coup de bélier à une distance $x$ de la vanne, les équations (1) et (5) donnent

$$Y(t) = F\left(t - \frac{x}{a}\right) - F\left(t - \theta + \frac{x}{a}\right) \tag{14}$$

et, $\zeta(t)$ étant connu, les équations (10) et (14) donneront $Y(t)$ à un instant quelconque, soit la loi de fermeture ou d'ouverture.

## II

Nous allons maintenant examiner plus en détail le cas où la fermeture ou l'ouverture se fait suivant une loi linéaire, en un temps supérieur à $\theta$ [5], à partir de l'état de régime, cas dont on se rapproche souvent beaucoup dans la pratique.

Nous supposons donc que l'on a

$$\lambda(t) = \lambda_0 - bt \tag{15}$$

$b$ étant une constante, positive s'il s'agit d'une fermeture, négative s'il s'agit d'une ouverture; de plus si on désigne par T le temps de l'ouverture ou de la fermeture complète, on a, dans le cas d'une fermeture,

$$b = \frac{1}{T}$$

et dans le cas d'une ouverture

$$b = -\frac{1}{T}.$$

On a alors pour la première période en vertu de la formule (13)

$$\zeta_1(\tau) = \frac{2RH_0 b\tau}{1 + R(\lambda_0 - b\tau)}. \tag{16}$$

(5) Le cas où la fermeture ou l'ouverture se fait en un temps au plus égal à $\theta$ est résolu d'une façon complète par la formule (13).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si on pose ensuite

$$\alpha = \frac{RH_0 b\theta}{1 - \frac{Rb\theta}{2}} \tag{17}$$

et si, pour simplifier l'écriture, on écrit $\zeta_n$ et $\lambda_n$ au lieu de $\zeta_n(\tau)$ et $\lambda_n(\tau)$ on arrive au résultat suivant

$$\zeta_n = \alpha\left[1 + (-1)^{n-1}\frac{\left(\frac{2\tau}{\theta} - 1 - R\lambda_0\right)(1 - R\lambda_1)\dots(1 - R\lambda_{n-1})}{(1 + R\lambda_1)(1 + R\lambda_2)\dots(1 + R\lambda_n)}\right] \tag{18}$$

où

$$\lambda_n = \lambda_0 - (n-1)b\theta - b\tau$$
$$0 \leqslant \tau \leqslant \theta.$$

Si en particulier on considère le coup de bélier en fin de période, pour $\tau = \theta$, que je désigne par $\zeta'_n$, en désignant par $\lambda'_n$ la valeur correspondante de $\gamma_n$, on aura

$$\zeta'_n = \alpha\left[1 + (-1)^{n-1}\frac{(1 - R\lambda_0)(1 - R\lambda'_1)\dots(1 - R\lambda'_{n-1})}{(1 + R\lambda'_1)(1 + R\lambda'_2)\dots(1 + R\lambda'_n)}\right]. \tag{19}$$

Ces formules doivent être appliquées jusqu'à l'arrêt de la vanne. Pendant la première période qui suit l'arrêt de la vanne, le coup de bélier est donné par la formule (12) où $\lambda_n(\tau)$ aura la valeur constante $\lambda'$ de $\lambda$ au moment de l'arrêt.

Si la vanne est arrêtée pour $t = t_1$, on aura ensuite pour $t \geqslant t_1 + \theta$

$$\lambda_n = \lambda_{n-1} = \lambda'$$

et par suite en vertu de (12)

$$\zeta_{n+p} = (-1)^p\left(\frac{1 - R\lambda'}{1 + R\lambda'}\right)^p \zeta'_n = \left(\frac{R\lambda' - 1}{R\lambda' + 1}\right)^p \zeta'_n. \tag{20}$$

A partir de l'arrêt de la vanne, les coups de bélier forment donc une progression géométrique décroissante, qui est alternée si $R\lambda' < 1$.

En se reportant à la formule (19) on est conduit à distinguer deux cas.

I. $$R\lambda_0 < 1.$$

Dans ce cas, dans le produit qui figure dans la formule (19) tous les facteurs du numérateur sont plus petits que 1, tous ceux du dénominateur sont plus grands que 1, le coup de bélier maximum aura donc lieu pour $n = 1$ [6] et on aura pour ce coup de bélier maximum

$$\zeta_M = \frac{2RH_0 b\theta}{1 + R(\lambda_0 - b\theta)} = \frac{2lv_1}{gT}\frac{1}{1 + \frac{1}{gH_0}\left(\frac{av_0}{2} - \frac{lv_1}{T}\right)}. \tag{21}$$

(6) Pour la première période, le coup de bélier en vertu de (16) est d'ailleurs maximum en fin de période, pour $\tau = \theta$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

II. Si $R\lambda_0 > 1$, on pourra écrire

$$\zeta'_n = \alpha\left[1 - \frac{(R\lambda_0 - 1)(R\lambda'_1 - 1)\dots(R\lambda'_{n-1} - 1)}{(R\lambda'_1 + 1)(R\lambda'_2 + 1)\dots(R\lambda'_n + 1)}\right]$$

mais les facteurs du numérateur sont plus petits que ceux du dénominateur car on a

$$R\lambda'_p + 1 - (R\lambda'_{p-1} - 1) = 2 - R(\lambda'_{p-1} - \lambda'_p) = 2 - Rb\theta.$$

Or nous allons voir que dans le cas actuel, si la fermeture est complète, le coup de bélier maximum est sensiblement égal à $\alpha$, on doit donc avoir, d'après ce que nous avons supposé

$$\alpha = \frac{RH_0 b\theta}{1 - \frac{Rb\theta}{2}} \leqslant \frac{H_0}{2}$$

d'où

$$Rb\theta \leqslant \frac{2}{5}.$$

Le produit va donc en diminuant, en valeur absolue, mais on voit facilement que, si la fermeture est complète, les derniers facteurs du numérateur sont négatifs, mais assez petits de sorte que le produit, si on considère la dernière période, est fort petit. On peut donc considérer le coup de bélier maximum comme étant, dans ce cas sensiblement égal à $\alpha$.

Donc pour $R\lambda_0 > 1$

on a

$$(22) \qquad {}_M = \frac{RH_0 b\theta}{1 - \frac{Rb\theta}{2}} = 2RH_0 \frac{b\theta}{2 - Rb\theta} = \frac{2lv_1}{gT} \frac{1}{2 - \frac{lv_1}{gH_0 T}} \text{ (7)}.$$

On conclut de la formule (21) que, pour une valeur donnée de $b = \frac{1}{T}$; donc du temps de fermeture total T pour le distributeur complètement ouvert, le coup de bélier aura la plus grande valeur possible si $\lambda_0 = b\theta$, c'est-à-dire si l'ouverture initiale est telle que la fermuture totale ait lieu en une période; on aura alors, en remplaçant R, $b$ et $\theta$ par leurs valeurs

$$(22') \qquad \zeta'_M = \frac{2lv_1}{gT}.$$

Pour $R\lambda_0 > 1$, le coup de bélier maximum, donné par la formule (22) reste constant, si on fait décroître $\lambda_0$, en laissant $b$ constant, tant que $\lambda_0 \geqslant \frac{1}{R}$ et pour $\lambda_0 < \frac{1}{R}$ on rentre dans le cas précédent.

(7) En remplaçant R, $b$ et $\theta$ par leurs valeurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Donc pour une fermeture totale, avec une vitesse de fermeture constante, en un temps supérieur à $\theta$, la valeur maxima du coup de bélier est

$$\frac{2lv_1}{g\mathrm{T}},$$

T étant le temps de la fermeture totale pour le distributeur complètement ouvert [8].

La loi de variation du coup de bélier pendant une période, donnée par les formules (16) et (18) n'est pas linéaire, on peut cependant, presque toujours avec une approximation suffisante pour la pratique, admettre qu'il en est ainsi et prendre par suite pour la première période

$$\zeta_1 = \frac{\tau}{\theta}\zeta_1'$$

et pour la $n^e$ période

$$\zeta_n = \zeta_{n-1}' + (\zeta_n' - \zeta_{n-1}')\frac{\tau}{\theta}$$

où on a, ainsi que nous l'avons dit

$$t = (n-1)\theta + \tau$$

avec

$$0 < \tau \leqslant \theta.$$

Passons maintenant au cas d'une ouverture suivant une loi linéaire, en un temps supérieur à $\theta$. Les formules (15) à (20) s'appliquent encore dans ce cas, seulement $b$ est négatif et doit être remplacé par $-b_1$ et par suite $\alpha$ par $-\alpha_1$ où

$$\alpha_1 = \frac{\mathrm{R}H_0 b_1 \theta}{1 + \frac{\mathrm{R}b_1\theta}{2}}.$$

On conclut alors de (18) et (19), tant que la vanne n'est pas arrêtée, que le coup de bélier est négatif, mais après l'arrêt de la vanne, il peut se produire un coup de bélier positif. Toutefois pour qu'il en soit ainsi, il faut en vertu de (20), puisque le coup de bélier, est négatif, au moment de l'arrêt,

$$\mathrm{R}\lambda' < 1$$

Il résulte d'ailleurs des formules précédentes que ce coup de bélier positif, résultant d'une ouverture, sera maximum si l'arrêt a lieu pendant ou à la fin de la première période.

On aura alors en désignant par $t_1$ la valeur de $t$ pour laquelle l'arrêt a

(8) Si la fermeture a lieu en un temps $\tau$ inférieur à $\theta$, la formule (16) donne, puisqu'il s'agit d'une fermeture totale et que $\tau < \theta$ pour le coup de bélier maximum,

$$\zeta_1 = 2\mathrm{R}H_0 b\tau < \frac{2lv_1}{g\mathrm{T}}.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lieu, au moyen des formules (16) et (20) où l'on remplace $b$ par $-b_1$ pour cette valeur du coup de bélier

$$\zeta_m = \frac{2RH_0 b_1 t_1}{1+R(\lambda_0+b_1t_1)} \frac{1-R(\lambda_0+b_1t_1)}{1+R(\lambda_0+b_1t_1)}$$

ou en se bornant au cas où l'ouverture a lieu à partir de la fermeture complète, cas pour lequel $\zeta_n$ est maximum

$$\zeta_m = \frac{2RH_0 b_1 t_1 (1-Rb_1t_1)}{(1+Rb_1t_1)^2} \tag{23}$$

expression qui sera maxima pour

$$t_1 = \frac{1}{3Rb_1} = \frac{T}{3R}$$

T désignant le temps de l'ouverture complète, que nous supposons être le même que celui de la fermeture; on aura alors pour cette valeur de $t_1$

$$\zeta_m = \frac{H_0}{4}.$$

Ceci suppose toutefois $t_1 \leqslant \theta$ donc

$$T \leqslant \frac{3v_1 l}{gH_0}.$$

Mais pour cette valeur de T on aurait, dans le cas de la fermeture, pour le coup de bélier maximum $\frac{2H_0}{3}$ valeur qui serait inacceptable et on devra prendre pour T une valeur plus petite. Dans ce cas, la valeur maxima de $\zeta_m$ aura lieu pour $t_1 = \theta$. Si par exemple on veut que le coup de bélier maximum d'ouverture $\zeta'_M$ soit égal à $\frac{H_0}{p}$ on aura

$$\frac{2lv_1}{gT} = \frac{H_0}{p} \qquad \text{d'où} \qquad Rb_1\theta = \frac{lv_1}{gTH_0} = \frac{1}{2p}$$

et la formule (23) donnera, dans ces conditions pour la valeur maximum du coup de bélier positif d'ouverture

$$\zeta'_m = 2H_0 \frac{2p-1}{(2p+1)^2}. \tag{23'}$$

On conclut pour le rapport des coups de bélier d'ouverture et de fermeture correspondant à une même valeur de T

$$\frac{\zeta'_m}{\zeta'_M} = \frac{2p(2p-1)}{(2p+1)^2} = 1 - \frac{6p+1}{(2p+1)^2}.$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On voit que le coup de bélier positif d'ouverture est toujours inférieur au coup de bélier de fermeture correspondant à la même valeur de T. On doit toutefois remarquer que si on a adopté pour supprimer ou atténuer le coup de bélier de fermeture certaines dispositions telles qu'une ouverture compensée ou un by-pass, ces dispositifs ne produiront aucun effet pour le coup de bélier d'ouverture qui peut alors devenir beaucoup plus dangereux que celui de fermeture.

## III

Dans ce qui précède, nous avons examiné ce qui se passe pour le coup de bélier à la vanne, nous allons voir sa propagation le long de la conduite. Comme nous l'avons dit, le coup de bélier $Y_n$ à une distance $x$ de la vanne se déduit de celui qui se produit à la vanne par les formules (14), (10) et (11).

On peut d'ailleurs faire le calcul de proche en proche en remarquant qu'en vertu de (14) on a

$$Y_n - Y_{n-1} = F\left(t - \frac{x}{a}\right) - F\left(t - \theta + \frac{x}{a}\right) - F\left(t - \theta - \frac{x}{a}\right) + F\left(t - 2\theta + \frac{x}{a}\right).$$

Ce qui en tenant compte de (6) peut s'écrire

$$Y_n - Y_{n-1} = \zeta\left(t - \frac{x}{a}\right) - \zeta\left(t - \theta + \frac{x}{a}\right). \tag{24}$$

Toutefois en admettant, ce qui est, comme nous l'avons dit, suffisamment exact pour la pratique, que la variation du coup de bélier pendant une période suit une loi sensiblement linéaire et que par suite on a pour la première période

$$\zeta_1 = \frac{\tau}{\theta}\zeta'_1 \tag{25}$$

et pour la $n^e$

$$\zeta_n = \zeta'_{n-1} + (\zeta'_n - \zeta'_{n-1})\frac{\tau}{\theta}. \tag{26}$$

On déduit de la formule (24) les résultats très simples suivants :

*a*) Si la fermeture ou l'ouverture a lieu en un temps supérieur à $\theta$ le coup de bélier maximum qui se produit à une distance $x$ de la vanne est égal au coup de bélier maximum à la vanne multiplié par $\frac{l-x}{l}$.

Il est donc proportionnel à la distance du point considéré à la prise d'eau.

*b*) Si la fermeture ou l'ouverture ont lieu en un temps $t_1$ inférieur à $\theta$, il faut distinguer deux cas :

1° Si la distance du point considéré à la prise d'eau est supérieur à $\frac{at_1}{2}$, le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

coup de bélier maximum a la même valeur qu'à la vanne, qu'il s'agisse d'une fermeture ou d'une ouverture;

2° Si au lieu de cela la distance du point considéré à la prise d'eau est inférieure à $\frac{at_1}{2}$ et si on pose

$$l - x_1 = \frac{at_1}{2}$$

le coup de bélier maximum à une distance $l - x$ de la prise d'eau est égal au coup de bélier maximum à la vanne multiplié par le rapport $\frac{l-x}{l-x_1}$ des distances à la prise d'eau du point que l'on considère et de celui situé à une distance $l - x_1$ de la prise d'eau où le coup de bélier maximum conserve encore la même valeur qu'à la vanne. Ces conclusions s'appliquent d'ailleurs quelle que soit la loi de fermeture ou d'ouverture, pourvu que les formules (25) et (26) puissent être considérées comme applicables avec une approximation suffisante.

## IV

Ce qui précède suppose, ainsi que nous l'avons dit, que l'eau est à l'état de régime au moment où le mouvement de la vanne commence.

Toutefois la formule (12) s'applique elle *dans tous les cas* sous la seule réserve, que nous avons indiquée, que le rapport $\frac{\zeta}{H_0}$ ne dépasse pas notablement $\frac{1}{2}$, ce que nous avons admis en écrivant la formule (9).

Lorsqu'on suppose le mouvement de la vanne oscillatoire et que la période de cette oscillation est égale à $\theta$, le coup de bélier peut, ainsi que je l'ai fait voir et comme M. Camichel l'a vérifié par expérience, devenir égal à la hauteur de chute quelque grande qu'elle soit.

Pour le montrer, supposons que la fermeture totale ait lieu en un temps $\theta$, à partir d'ailleurs d'une ouverture quelconque $\lambda_0$, et que pendant la période suivante on ouvre de nouveau la vanne d'une même quantité $\lambda_0$ également en un temps $\theta$, pour la fermer de nouveau en un temps $\theta$ en continuant périodiquement le même mouvement.

Le coup de bélier pouvant, ainsi qu'on va le voir, devenir dans ce cas égal à $H_0$, on ne peut se servir de la formule (12), mais les formules (1) à (6) sont toujours applicables.

Nous supposons d'après ce que nous venons de dire, en désignant par $\lambda' n$ la valeur de $\lambda$ à la fin de la $n^e$ période,

$$\lambda_0 = \lambda'_2 = \lambda'_4 \ldots = \lambda'_{2n}$$
$$\lambda'_1 = \lambda'_3 \ldots\ldots = \lambda_{2n+1} = 0$$

et nous posons de plus $v_0 = \lambda_0 v_1$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On trouve alors en appliquant les formules (1) à (6) pour les valeurs des coups de bélier en fin de période :

$$\zeta'_{2n+1} = \frac{av_0}{g}\left[2n+1-n(n+1)\frac{av_0}{gH_0}\right], \qquad \zeta'_{2n} = -n\frac{av_0}{g}\left[2-n\frac{av_0}{gH_0}\right].$$

On déduit de là

$$\zeta_{2n+1} - \zeta_{2n-1} = \frac{2av_0}{g}\left[1-\frac{nav_0}{gH_0}\right].$$

Pour que $\zeta_{2n+1}$ soit le maximum du coup de bélier il faut, $n$ étant entier, que l'on ait.

$$1-n\frac{av_0}{gH_0} > 0 \qquad 1-(n+1)\frac{av_0}{gH_0} < 0.$$

Il faut donc que l'on ait

$$\frac{gH_0}{av_0} > n > \frac{gH_0}{av_0} - 1.$$

Donc

$$n = \frac{gH_0}{av_0} - \varepsilon \qquad \text{où} \qquad 0 < \varepsilon < 1.$$

On aura alors

$$\zeta'_{2n+1} = H_0\left[1+\frac{\varepsilon(1-\varepsilon)}{(n+\varepsilon)^2}\right].$$

Or comme

$$\varepsilon(1-\varepsilon) \leqslant \frac{1}{4}$$

on voit que le maximum du coup de bélier sera très sensiblement égal à $H_0$.

Il faut d'ailleurs vérifier qu'à la fin de la période précédente la pression n'est pas négative, ce qui a lieu en effet, car on a

$$H_0 + \zeta'_{2n} = H_0 - n\frac{av_0}{g}\left[2-n\frac{av_0}{gH_0}\right] = \varepsilon^2\frac{a^2v_0^2}{g^2H_0} = \frac{\varepsilon^2}{(n+\varepsilon)^2}H_0.$$

On voit que cette pression sera non seulement positive, mais même supérieure à la pression atmosphérique puisque nous en avons fait abstraction dans $H_0$.

On peut remarquer que le fait en question se produira quelque petite que soit l'ouverture initiale $\lambda_0$ [9], seulement si $v_0$ est très petit $n$, devient très grand et les frottements et la viscosité pourraient finir pour un très grand nombre d'oscillations par atténuer le phénomène.

Si on suppose qu'au lieu de fermer complètement le distributeur on le

(9) Fait vérifié expérimentalement par M. Camichel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ferme de façon à réduire seulement son ouverture d'une fraction $\frac{1}{p}$ en prenant par suite

$$\lambda_0 = \lambda_2 = \ldots = \lambda_{2n}$$
$$\lambda_1 = \lambda_3 = \ldots = \lambda_{2n+1} = \lambda_0\left(1 - \frac{1}{p}\right)$$

le coup de bélier tend sensiblement vers la valeur limite $\frac{H_0}{p}$.

J'ai établi toutefois le fait en supposant que dans chaque période la loi de fermeture ou d'ouverture est linéaire et en employant la formule (12) qui suppose que le coup de bélier ne dépasse pas notablement $\frac{H_0}{2}$; il se trouve donc soumis à ces restrictions,

Un autre cas où l'influence des résonances se fait également sentir, c'est celui de la fermeture avec arrêts successifs, lorsque les périodes d'activité et d'arrêts coïncident avec celle d'oscillation de l'eau dans la conduite.

Si par exemple on a

$$\lambda_0 = 1, \qquad \lambda'_1 = 1 - \frac{1}{p} = \lambda'_2 \ldots, \qquad \lambda'_{2n-1} = 1 - \frac{n}{p} = \lambda'_{2n} \ldots, \qquad \lambda'_{2j-1} = 0$$

on trouve par l' application de la formule (12)

$$\zeta'_{2n-1} = \frac{2RH_0}{p}[1 + h_{n-1} + h_{n-1}h_{n-2} + \ldots + h_{n-1}h_{n-2} \ldots h_1]$$

où

$$h_n = \left(\frac{1 - R\lambda'_{2n-1}}{1 + R\lambda'_{2n-1}}\right)^2$$

où on a toujours $R = \frac{av_1}{g}$ [10].

Ces deux exemples montrent que, dans les installations hydrauliques, il y a toujours lieu de se préoccuper des inconvénients pouvant résulter de la coïncidence de la période d'oscillations de l'eau dans la conduite avec celle de l'oscillation du régulateur.

## V

Dans ce qui précède, j'ai supposé le diamètre de la conduite ainsi que l'épaisseur des parois constants; ces deux conditions ne sont presque jamais réalisées dans la pratique, en particulier l'épaisseur des parois augmente presque toujours avec la pression que la conduite doit supporter. Il résulte de là que la vitesse de propagation donnée par la formule (3) se modifie

(10) Si au lieu d'avoir $\lambda_0 = 1$, $\lambda_0$ avait une valeur quelconque, les formules s'appliqueraient encore à condition de remplacer $v_1$ par $v_0$.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'un point de la conduite à l'autre et il en est de même de la vitesse de l'eau dans cette conduite si son diamètre n'est pas constant.

Je suppose la conduite formée, à partir du distributeur d'un premier tronçon de longueur $l$ et de section droite $s$ et pour lequel la vitesse de propagation soit $a$, suivi d'un second tronçon de longueur $l'$ de section droite $s'$ et où la vitesse de propagation soit $a'$

Je pose alors

$$\theta = \frac{2l}{a} \qquad \theta' = \frac{2l'}{a'}$$

et $p$ et $q$ étant premiers entre eux

$$\theta = p\theta_1, \qquad \theta' = q\theta_1.$$

Je suppose alors que l'on considère des périodes de durée $\theta_1$, et je pose

$$t = (m-1)\theta_1 + \tau$$
$$\zeta(t) = \zeta_m(\tau) \qquad \lambda(t) = \lambda_m(\tau)$$

où

$$0 \leqslant \tau \leqslant \theta_1.$$

On aura alors pour les coups de bélier à la vanne en fin de période, $\zeta'$ et $\lambda'$ désignant les valeurs de $\zeta$ et de $\lambda$ en fin de période

1° pour $m \leqslant p$

$$\zeta'_m = 2\mathrm{RH}_0 \frac{\lambda_0 - \lambda'_m}{1 + \mathrm{R}\lambda'_m};$$

2° pour $p < m \leqslant p + q$

$$\zeta'_m = 2\mathrm{RH}_0 \frac{\lambda_0 - \lambda'_m - \mu(\lambda_0 - \lambda'_{m-p})}{1 + \mathrm{R}\lambda'_m} - \mu \frac{1 - \mathrm{R}\lambda'_{m-p}}{1 + \mathrm{R}\lambda'_m} \zeta'_{m-p}$$

où

$$\alpha = \frac{a's}{as'}, \qquad \mu = \frac{1-\alpha}{1+\alpha};$$

3° pour $m > p + q$

$$\zeta'_m = 2\mathrm{RH}_0 \frac{\lambda'_{m-p-q} - \lambda'_m + \mu(\lambda'_{m-p} - \lambda'_{m-q})}{1 + \mathrm{R}\lambda'_m} - \frac{1 - \mathrm{R}\lambda'_{m-p-q}}{1 + \mathrm{R}\lambda'_m} \zeta'_{m-p-q}$$
$$- \mu \frac{1 + \mathrm{R}\lambda'_{m-q}}{1 + \mathrm{R}\lambda'_m} \zeta'_{m-q} - \mu \frac{1 - \mathrm{R}\lambda'_{m-p}}{1 + \mathrm{R}\lambda'_m} \zeta'_{m-p}.$$

Ces formules font connaître, de proche en proche le coup de bélier à la vanne, en fin de période [11], quelle que soit la loi de fermeture ou d'ouverture ; elles se simplifient beaucoup dans le cas d'une fermeture en un temps

(11) Pendant une période on peut, en général, considérer, avec une approximation suffisante, la variation du coup de bélier comme linéaire, si le mouvement de la vanne n'éprouve pas de discontinuité pendant cette période.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inférieur à $\theta$, car on a alors pour toute valeur positive de $m$ $\lambda' m = \lambda'$, $\lambda'$ étant constant.

Si en particulier il s'agit d'une fermeture totale en un temps inférieur à $\theta_1$, auquel cas $\lambda' = 0$ on a, si $\lambda_0 v_1 = v_0$.

1° pour $m \leqslant p$

$$\zeta'_m = \frac{a v_0}{g},$$

2° pour $p < m \leqslant p + q$

$$\zeta'_m = \frac{a v_0}{g}(1 - \mu) - \mu \zeta'_{m-p},$$

3° pour $m > p + q$

$$\zeta'_m = -\zeta'_{m-p-q} - \mu\left[\zeta'_{m-q} + \zeta'_{m-p}\right].$$

Si on considère ensuite le coup de bélier à la jonction des deux tronçons et si on désigne par $H'_m$ sa valeur à la fin de la $m^e$ période donc pour

$$t = m\theta_1 + \frac{\theta}{2}$$

on a

$$H'_m = RH_0(\lambda'_{m+p} - \lambda') + \frac{1}{2}(\zeta'_m + \zeta'_{m+p}) - \frac{R}{2}(\zeta'_m \lambda'_m - \zeta'_{m+p}\lambda'_{m+p}).$$

En particulier dans le cas d'une fermeture totale de sorte que l'on ait

$$\lambda'_{m+p} = \lambda'_m = 0$$

il vient

$$H'_m = \frac{1}{2}(\zeta'_m + \zeta'_{m+p}).$$

C'est par les formules précédentes qu'ont été calculés les diagrammes relatifs aux expériences d'Allevard, donnés par M. Rateau dans son rapport au Deuxième Congrès de la Houille blanche.

Ces diagrammes montrent que l'élargissement de la partie supérieure de la conduite, qui diminue la force vive totale de l'eau qui y est contenue, peut malgré cela amener une augmentation de 50 p. 100 au coup de bélier.

Un cas particulièrement important est celui où on a $p = q = 1$ et par suite $\theta = \theta' = \theta_1$; on a alors pour la première période

$$\zeta_1(\tau) = 2RH_0 \frac{\lambda_0 - \lambda_1(\tau)}{1 + R\lambda_1(\tau)}$$

pour la seconde période

$$\zeta_2(\tau) = 2RH_0 \frac{\lambda_0 - \lambda_2(\tau)}{1 + R\lambda_2(\tau)} - \frac{2\mu\zeta_1(\tau)}{1 + R\lambda_2(\tau)}$$

et pour les périodes suivantes

$$\zeta_m(\tau) = 2RH_0 \frac{\lambda_{m-2}(\tau) - \lambda_m(\tau)}{1 + R\lambda_m(\tau)} - \frac{2\mu\zeta_{m-1}(\tau)}{1 + R\lambda_m(\tau)} - \frac{1 - R\lambda_{m-2}(\tau)}{1 + R\lambda_m(\tau)}\zeta_{m-2}(\tau)$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

formules générales qui permettent, quelle que soit la loi de fermeture ou d'ouverture, de calculer le coup de bélier à un instant quelconque.

Si en particulier il s'agit d'une fermeture ou d'une ouverture en un temps au plus égal à $\theta$, en désignant toujours par $\lambda'$ et $\zeta'$ les valeurs de $\lambda$ et $\zeta$ en fin de période, et en posant de plus

$$\nu = \frac{1 - R\lambda'}{1 + R\lambda'} \qquad \cos\beta = \frac{\mu(1+\nu)}{2\sqrt{\nu}}$$

on aura

$$\zeta'_1 = 2RH_0 \frac{\lambda_0 - \lambda'}{1 + R\lambda'}$$

et pour $m > 1$

$$\zeta'_m = (-1)^{m-1} \frac{\nu^{\frac{m-1}{2}} \sin m\beta - \nu^{\frac{m-2}{2}} \sin(m-1)\beta}{\sin\beta} \zeta'_1.$$

Si en particulier il s'agit d'une fermeture complète, on a alors

$$\lambda' = 0, \qquad \nu = 1, \qquad 2RH_0\lambda_0 = \frac{av_0}{g}, \qquad \operatorname{tg}\frac{\beta}{2} = \sqrt{\alpha}$$

il vient

$$\zeta'_1 = \frac{av_0}{g}, \qquad \zeta'_m = (-1)^{m-1} \frac{\cos\frac{2m-1}{2}\beta}{\cos\frac{\beta}{2}} \frac{av_0}{g}$$

et on a pour le coup de bélier à la jonction

$$H'_m = (-1)^{m-1} \operatorname{tg}\frac{\beta}{2} \frac{av_0}{g} \sin m\beta.$$

Supposons maintenant qu'il s'agisse d'une conduite de section constante mais formée de deux tronçons dont l'épaisseur des parois soit différente de sorte que pour le premier tronçon la vitesse de propagation soit $a = a_1(1+\varepsilon)$ et pour le second $a' = a_1(1-\varepsilon)$, $a_1$ étant par suite la vitesse de propagation moyenne, $\varepsilon$ étant supposé assez petit pour que l'on puisse négliger les termes en $\varepsilon^2$.

On aura alors, avec cette approximation

$$\alpha = \frac{1-\varepsilon}{1+\varepsilon}, \qquad \mu = \varepsilon, \qquad \operatorname{tg}\frac{\beta}{2} = \sqrt{\alpha} = 1 - \varepsilon \qquad \text{d'où} \qquad \frac{\beta}{2} = \frac{\pi}{4} - \frac{\varepsilon}{2}$$

et on en déduit avec l'approximation convenue

$$\zeta'_m = (-1)^{m-1} \sqrt{2} \frac{av_0}{g} \left(1 - \frac{\varepsilon}{2}\right) \cos\left(\frac{m-1}{2}\pi + \frac{\pi}{4} - \frac{2m-1}{2}\varepsilon\right)$$

ou, en remplaçant $a$ par sa valeur en fonction de $a_1$

$$\zeta'_m = (-1)^{m-1} \sqrt{2} \frac{a_1 v_0}{g} \left(1 + \frac{\varepsilon}{2}\right) \cos\left(\frac{m-1}{2}\pi + \frac{\pi}{4} - \frac{2m-1}{2}\varepsilon\right).$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le maximum du coup de bélier sera par suite sensiblement égal à

$$\frac{a_1 v_0}{g}\sqrt{2}\left(1+\frac{\varepsilon}{2}\right).$$

Si on supposait par exemple $a=1135$, $a'=982$ on trouverait

$$\zeta_9 = 1{,}465\frac{a_1 v_0}{g}.$$

On voit que dans ce cas, le coup de bélier peut dépasser de 46 p. 100 celui qui se produirait si la vitesse de propagation était constante et égale à sa valeur moyenne.

Nous verrons plus loin comment on peut se servir des formules précédentes pour calculer le coup de bélier dans une conduite à indice variable, c'est-à-dire dans laquelle l'épaisseur des parois varie d'une façon quelconque mais auparavant nous allons examiner le cas d'une conduite formée de trois tronçons pour lesquels la durée de propagation est la même.

Nous supposons maintenant une conduite formée de trois tronçons dont les longueurs sont $l$, $l'$, $l''$, les sections droites $s$, $s'$, $s''$ et les vitesses de propagation $a$, $a'$, $a''$. Nous supposons de plus

$$\theta = \frac{2l}{a} = \frac{2l'}{a'} = \frac{2l''}{a''}.$$

Nous posons de plus toujours

$$R = \frac{av_1}{2gH_0}, \qquad \alpha = \frac{a's}{as'}, \qquad \mu = \frac{1-\alpha}{1+\alpha}$$

et de plus

$$\beta = \frac{a''s'}{a's''}, \qquad \nu = \frac{1-\beta}{1+\beta}.$$

Nous aurons alors pour le coup de bélier quelle que soit la loi de fermeture ou d'ouverture :
pour la première période où $t \leqslant \theta$

$$\zeta(t) = 2RH_0\frac{\lambda_0 - \lambda(t)}{1+R\lambda(t)},$$

pour la deuxième période où $\theta < t \leqslant 2\theta$

$$\zeta(t) = 2RH_0\frac{\lambda_0 - \lambda(t) - \mu[\lambda_0 - \lambda(t-\theta)]}{1+R\lambda(t)} - \mu\frac{1-R\lambda(t-\theta)}{1+R\lambda(t)}\zeta(t-\theta),$$

pour la troisième période où $2\theta < t \leqslant 3\theta$

$$\zeta(t) = \frac{2RH_0}{1+R\lambda(t)}\left[\frac{4\alpha\beta\lambda_0}{(1+\alpha)(1+\beta)} - \lambda(t) + \frac{2\mu\beta}{1+\beta}\lambda(t-\theta) + \nu\lambda(t-2\theta)\right]$$
$$- \frac{2\mu}{1+\beta}\frac{1-R\beta\lambda(t-\theta)}{1+R(t)}\zeta(t-\theta) - \nu\frac{1-R\lambda(t-2\theta)}{1+R\lambda(t)}\zeta(t-2\theta)$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et enfin pour $t > 3\theta$

$$\zeta(t) = \frac{2RH_0}{1+R\lambda(t)}\left\{\lambda(t-3\theta)-\lambda(t)+[\lambda(t-2\theta)-[\lambda(t-2\theta)-\lambda(t-\theta)]\left[1-\frac{4\beta}{(1+\alpha)(1+\beta)}\right]\right\}$$
$$-\frac{1-R\lambda(t-3\theta)}{1+R\lambda(t)}\zeta(t-3\theta)-\frac{\zeta(t-\theta)+\zeta(t-2\theta)}{1+R\lambda(t)}\left[\frac{4}{(1+\alpha)(1+\beta)}-1\right]$$
$$-R\left[1-\frac{4\beta}{(1+\alpha)(1+\beta)}\right]\frac{\lambda(t-\theta)\zeta(t-\theta)-\lambda(t-2\theta)\zeta(t-2\theta)}{1+R\lambda(t)}.$$

On a ensuite pour le coup de bélier à la première jonction pour la $n^e$ période pour

$$t = (n-1)\theta + \frac{\theta}{2} + \tau$$

où

$$0 < \tau \leqslant \theta$$

$$H_n(\tau) = RH_0\left\{\lambda(n\theta+\tau)-\lambda[(n-1)\theta+\tau]\right\}+\frac{1}{2}\left\{\zeta[(n-1)\theta+\tau]+\zeta(n\theta+\tau)\right\}$$
$$-\frac{1}{2}R\left\{\lambda[(n-1)\theta+\tau]\zeta[(n-1)\theta+\tau]-\lambda(n\theta+\tau)\zeta(n\theta+\tau)\right\}$$

à la seconde jonction donc pour $t = n\theta + \tau$ on aura pour le coup de bélier pendant la $n^e$ période

$$K_n(\tau) = \frac{1+\alpha}{2}RH_0\left\{\lambda[(n+1)\theta+\tau]-\lambda[(n-1)\theta+\tau]\right\}+\frac{1+\alpha}{4}\left\{\zeta[(n-1)\theta+\tau]+\zeta[(n+1)\theta+\tau]\right\}$$
$$-\frac{1+\alpha}{4}R\left\{\lambda[(n-1)\theta+\tau]\zeta[(n-1)\theta+\tau]-\lambda[(n+1)\theta+1]\zeta[(n+1)\theta+\tau]\right\}+\frac{1-\alpha}{2}\zeta(n\theta+\tau).$$

Si en particulier il s'agit d'une fermeture totale en un temps au plus égal à $\theta$ on aura en se bornant à considérer les coups de bélier en fin de période

$$\zeta'_1 = \frac{av_0}{g}, \qquad \zeta'_2 = \frac{av_0}{g}\frac{3\alpha-1}{1+\alpha}, \qquad \zeta'_3 = \frac{av_0}{g}\left[1+\frac{4\alpha}{1+\alpha}\left(1-\frac{4}{(1+\alpha)(1+\beta)}\right)\right].$$

Puis pour $n > 3$ en posant

$$\cos^2\frac{\gamma}{2} = \frac{1}{(1+\alpha)(1+\beta)}$$
$$\zeta'_n = (-1)^{n-1}\frac{av_0}{g}\left[\frac{\beta}{\alpha+\beta+\alpha\beta}+\frac{\alpha(1+\beta)\sqrt{(1+\alpha)(1+\beta)}}{\alpha+\beta+\alpha\beta}\cos(2n-1)\frac{\gamma}{2}\right].$$

On a de même pour une fermeture totale en un temps au plus égal à $\theta$, à la première jonction

$$H'_n = (-1)^{n-1}\frac{av_0}{g}\frac{\alpha(1+\beta)}{\sqrt{\alpha+\beta+\alpha\beta}}\sin n\gamma$$

et à la seconde jonction

$$K'_n = (-1)^{n-1}\frac{av_0}{g}\frac{\alpha\beta}{\alpha+\beta+\alpha\beta}\left[1-\sqrt{(1+\alpha)(1+\beta)}\cos(2n+1)\frac{\gamma}{2}\right].$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous allons appliquer ce qui précède au cas d'une conduite de diamètre constant mais formée de trois tronçons pour lesquels, en partant du distributeur, les vitesses de propagations sont $a$, $a'$ et $a''$.

Nous poserons alors

$$\alpha = \frac{a'}{a} = 1 - \varepsilon, \qquad \beta = \frac{a''}{a'} = 1 - \eta$$

en supposant $\varepsilon$ et $\eta$ assez petits pour que l'on puisse négliger les termes du second degré par rapport à ces quantités, ainsi que ceux en $R\varepsilon$ et $R\eta$ [12].

On aura alors

$$\zeta_1(\tau) = 2RH_0 \frac{\lambda_0 - \lambda_1(\tau)}{1 + R\lambda_1(\tau)}$$

$$\zeta_2(\tau) = 2RH_0 \frac{\lambda_0 - \lambda_2(\tau)}{1 + R\lambda_2(\tau)} - 2RH_0 \varepsilon [\lambda_0 - \lambda_1(\tau)]$$

$$\zeta_3(\tau) = 2RH_0 \frac{\lambda_0 - \lambda_3(\tau)}{1 + R\lambda_3(\tau)} - 2RH_0 \{ \varepsilon [\lambda_0 - \lambda_2(\tau)] + \eta [\lambda_0 - \lambda_1(\tau)] \}$$

puis, pour $n < 3$,

$$\zeta_n(\tau) = 2RH_0 \frac{\lambda_{n-3}(\tau) - \lambda_n(\tau)}{1 + R\lambda_n(\tau)} - \frac{1 - R\lambda_{n-3}(\tau)}{1 + R\lambda_n(\tau)} \zeta_{n-3}(\tau) + RH_0(\eta - \varepsilon)[\lambda_{n-2}(\tau) - \lambda_{n-1}(\tau)]$$
$$- \frac{\eta + \varepsilon}{2} [\zeta_{n-1}(\tau) + \zeta_{n-2}(\tau)].$$

En particulier, dans le cas d'une fermeture complète en un temps au plus égal à $\theta$ on a, pour les coups de bélier en fin de période

$$\zeta'_1 = \frac{av_0}{g}, \qquad \zeta'_2 = \frac{av_0}{g}(1 - \varepsilon), \qquad \zeta'_3 = \frac{av_0}{g}(1 + \varepsilon - \eta)$$

et pour $n > 3$

$$\zeta'_n = (-1)^{n-1} \frac{av_0}{3g} \left[ 1 + \frac{2\varepsilon - \eta}{3} + 4 \left( 1 - \frac{7\varepsilon + \eta}{12} \right) \cos(2n - 1) \frac{\gamma}{2} \right]$$

où dans le cas actuel

$$\frac{\gamma}{2} = \frac{\pi}{3} - \frac{\varepsilon + \eta}{4\sqrt{3}}$$

$\zeta'_n$ sera maximum, en valeur absolue, si le cosinus est égal à 1. On aura donc pour sa valeur maxima

$$\zeta_M = \frac{av_0}{3g} \left[ 5 - \frac{5\varepsilon + 2\eta}{3} \right].$$

Mais si à la place de $a$ on introduit la vitesse de propagation moyenne

$$a_1 = \frac{a + a' + a''}{3} = a \left( 1 - \frac{2\varepsilon + \eta}{3} \right),$$

(12) La variation de l'épaisseur des parois et par suite de la vitesse de propagation est surtout importante pour les hautes chutes pour lesquelles R est petit.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on aura, avec l'approximation admise,

$$\zeta_M = \frac{a_1 v_0}{g}\left(\frac{5}{3} + \frac{5 + 3\eta}{9}\right).$$

Si on suppose, par exemple,

$$a = 1.182, \qquad a' = 1.060, \qquad a'' = 962,$$

d'où on déduit

$$\varepsilon = 0{,}1032, \qquad \eta = 0{,}0925,$$

on trouve

$$\zeta_M = 1{,}75\frac{a_1 v_0}{g}.$$

On voit que, par suite de la diminution de l'épaisseur des parois dans la partie supérieure de la conduite, le coup de bélier se trouve augmenté de 75 p. 100.

On doit remarquer toutefois que le coup de bélier, au lieu de se transmettre intégralement sur toute la longueur de la conduite, ainsi que cela aurait lieu, pour une fermeture brusque, si l'épaisseur des parois était constante, s'atténue au lieu de cela notablement.

On aurait à la première jonction

$$H'_n = \frac{2}{\sqrt{3}}\frac{a v_0}{g}\left(1 - \frac{4\varepsilon + \eta}{6}\right)\sin n\gamma$$

et à la deuxième

$$K'_n = (-1)^{n-1}\frac{a v_0}{3g}\left[1 - \frac{\varepsilon + \eta}{3} - 2\left(1 - 7\frac{\varepsilon + \eta}{12}\right)\cos(2n+1)\frac{\gamma}{2}\right]$$

et pour les maxima $H'_M$ et $K'_M$ de ces quantités, en introduisant de plus, au lieu de $a$, la vitesse de propagation moyenne $a_1$

$$H'_M = \frac{2}{\sqrt{3}}\frac{a_1 v_0}{g}\left(1 + \frac{\eta}{6}\right), \qquad K'_M = \frac{a_1 v_0}{g}\left(1 + \frac{\varepsilon - \eta}{6}\right).$$

Dans l'exemple donné plus haut, on trouverait

$$H'_M = 1{,}17\frac{a_1 v_0}{g}, \qquad K'_M = \frac{a_1 v_0}{g}.$$

On doit remarquer toutefois que, si le coup de bélier, dans le cas d'une fermeture en un temps au plus égal à $\theta$, peut à la vanne dépasser de 75 p. 100 la valeur qu'il aurait si la vitesse de propagation moyenne restant la même, l'épaisseur des parois était constante, il n'en est plus de même dans le cas d'une fermeture progressive en un temps plus long.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Supposons en effet une fermeture progressive, suivant une loi linéaire en un temps au moins égal à $\Theta = 3\theta$ [13].

On trouve alors que le coup de bélier maximum a la valeur qu'il aurait pour une conduite où la vitesse de propagation serait constante et égale à la vitesse de propagation moyenne pour la conduite considérée ; ce coup de bélier atteint d'ailleurs sa valeur maxima si l'ouverture initiale est telle que la fermeture totale ait lieu en un temps $\Theta = 3\theta$ et il est alors donné par la formule Michaud

$$\frac{2Lv_1}{gT}$$

L étant la longueur totale de la conduite, $L = l + l' + l''$.

Toutefois ceci n'est exact que si la fermeture se fait en un temps au moins égal à $\Theta$.

De plus, même dans ce cas, il se fait un décalage des périodes et on a pour le coup de bélier à la fin des périodes élémentaires de durée $\theta = \frac{\Theta}{3}$,

$$\zeta'_{n+4} = (-1)^{n-1}\frac{a_1 v_0}{9g}\left\{1 + \frac{4\varepsilon}{3} - 8\left(1 - \frac{\varepsilon}{6}\right)\cos\left[(2n-1)\frac{\pi}{3} + \frac{a_1 v_0}{2gH_0\sqrt{3}} - (2n+5)\frac{\varepsilon+\eta}{4\sqrt{3}}\right]\right\}.$$

On voit que le coup de bélier devient égal à $\frac{a_1 v_0}{g} = \frac{2Lv_1}{gT}$, en valeur absolue [14], lorsque le cosinus est égal à $-1$, mais le fait ne se produit plus périodiquement pour $n + 4 = 3m$ comme cela aurait lieu pour une conduite à indice constant.

Cette remarque est importante dans certains cas. On a, en effet, cherché à obtenir la vitesse de l'eau dans la conduite au moyen de l'observation des coups de bélier; si on part du maximum du coup de bélier correspondant à une vitesse-fermeture linéaire donnée, on pourra, en effet, pour une conduite à indice variable, obtenir par la formule (21) ou (22) suivant les cas, la valeur de $v_1$ [15]; si au lieu de cela on prétendait déduire la valeur de la vitesse de l'observation de l'ensemble des diagrammes obtenus, on arriverait à des résultats complètement inexacts, si on ne tenait pas compte du fait que la conduite est à indice variable. D'ailleurs, dans le cas de la formule (21), il faudrait prendre la valeur $a_1$ déduite de (3) non celle que l'on déduirait de l'observation des diagrammes, car la période apparente peut différer notablement de la période réelle, ainsi que l'a remarqué M. Camichel et ainsi que cela résulte aussi de la formule donnée plus haut.

(13) C'est-à-dire au temps de l'oscillation totale de l'eau pour toute la conduite.

(14) On a en effet $v_0 = v_1\frac{\Theta}{T}$ et $\Theta = \frac{2L}{a_1}$.

(15) Dans le cas de la formule (21) il faudrait opérer à partir de l'ouverture complète et prendre par suite $v_0 = v_1$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons vu que, dans le cas d'une fermeture rapide, le coup de bélier peut, pour une conduite formée de deux tronçons, dépasser de 46 p. 100 et pour une conduite formée de trois tronçons de 75 p. 100 la valeur qu'il aurait si la vitesse de propagation était constante et égale à la vitesse de propagation moyenne.

On peut se demander ce qui arriverait si la conduite était formée d'un nombre plus considérable de tronçons.

Pour m'en rendre compte, j'ai supposé une conduite dans laquelle la vitesse de propagation varie d'une façon linéaire continue d'une valeur $a_1$ au distributeur à une valeur $a_n$ à la prise d'eau. Dans ces conditions, on trouve que dans le cas d'une fermeture rigoureusement instantanée, le coup de bélier maximum serait égal à

$$\frac{\alpha v_1}{g}(1 + 9b + 4b)^2$$

où

$$\alpha = \frac{a_1 + a_n}{2}, \qquad b = \frac{a_1 - a_n}{a_1 + a_n}.$$

Si on prend $a_1 = 1.182$, $a_n = 962$, on trouvera pour le maximum du coup de bélier

$$1{,}966\frac{\alpha v_1}{g}.$$

Le coup de bélier serait donc presque doublé, mais ce serait pour le cas limité d'une fermeture absolument instantanée et la majoration de 75 p. 100 peut être pratiquement considérée comme un maximum.

La considération d'une conduite formée de deux ou trois tronçons dans lesquels la vitesse de propagation est constante, cette vitesse changeant seulement lorsqu'on passe d'un tronçon au suivant, permet ainsi que l'ont montré les expériences de MM. Camichel, Eydoux et Gariel, de calculer au moyen de mes formules, le coup de bélier à un instant quelconque dans une conduite où la vitesse de propagation varie d'une façon quelconque.

Supposons que nous voulions d'abord substituer à la conduite donnée une conduite formée de deux tronçons.

Nous calculerons d'abord le temps $\Theta$ de l'oscillation totale de l'eau par la formule

$$\frac{\Theta}{2} = \Sigma_1^n \frac{\Delta l}{a_i}$$

où $\Delta l$ désigne les longueurs des différents éléments de la conduite et $a_i$ les valeurs correspondantes de la vitesse de propagation données par la formule (3).

Construisons alors un diagramme dans lequel nous porterons comme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

abscisses les longueurs de la conduite et comme ordonnées, le temps $t$ mis par l'onde pour atteindre le point correspondant, temps calculé par la formule

$$t = \Sigma \frac{\Delta l}{a i}.$$

Alors l'abscisse $l$ correspondant à l'ordonnée $\frac{\Theta}{4}$ sera la longueur parcourue par l'onde pendant ce temps $\frac{\Theta}{4}$ et on aura ensuite $l' = \mathrm{L}\text{-}l$, L étant la longueur totale. $l$ et $l'$ étant connus, on aura

$$\frac{l}{a} = \frac{l'}{a'} = \frac{l + l'}{a + a'} = \frac{\Theta}{4}$$

d'où

$$a = \frac{4l}{\Theta}, \qquad a' = \frac{4l'}{\Theta}.$$

On opérerait d'une façon semblable si on voulait substituer à la conduite donnée une conduite formée de trois tronçons, l'abscisse correspondant à l'ordonnée $\frac{\Theta}{6}$ donnerait $l$, celle qui correspond à l'ordonnée $\frac{\Theta}{3}$ serait égale à $l + l'$ et on aurait enfin $l'' = \mathrm{L} - l - l'$ et $a$, $a'$, $a''$ se déduiraient de la relation

$$\frac{l}{a} = \frac{l'}{a'} = \frac{l''}{a''} = \frac{\mathrm{L}}{a + a' + a''} = \frac{\Theta}{6}.$$

MM. Camichel, Eydoux et Gariel ont montré qu'en substituant à une conduite industrielle quelconque donnée une conduite formée de trois tronçons calculés de la façon qui vient d'être dite, on arrive à une coïncidence presque rigoureuse entre les résultats de l'expérience et ceux que l'on déduit de mes formules. Même avec deux tronçons, on arrive à un résultat souvent très suffisamment approché.

Les formules précédentes, ainsi que celles relatives à une conduite formée seulement de deux tronçons, sont assez compliquées, mais s'il s'agit d'une fermeture en un temps notablement supérieur à celui d'une oscillation totale de l'eau et si on se propose de calculer seulement le coup de bélier maximum, on pourra, ainsi que je l'ai dit précédemment, s'il s'agit d'une conduite de diamètre constant mais où la vitesse de propagation est variable, lui substituer une conduite de même diamètre et de même longueur dans laquelle la vitesse de propagation aurait une valeur constante telle que la durée totale de l'oscillation de l'eau ne soit pas changée. Cette vitesse de propagation $a$ se calculerait par la formule

$$\frac{l}{a} = \Sigma \frac{l_i}{a^i}$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$l$ étant la longueur totale, $l_i$ celle des différents tronçons et $a_i$ les vitesses de propagation correspondantes.

S'il s'agit d'une conduite formée de tronçons de diamètres différents, on lui substituera une conduite de même longueur de diamètre tel que le débit soit égal à celui de la conduite donnée et la force vive totale possédée par l'eau de la conduite la même dans les deux cas, et où la vitesse de propagation constante soit telle que la durée de l'oscillation de l'eau soit la même pour les deux conduites; on aura alors $l$, $v$, $d$, $a$ étant la longueur, la vitesse de régime de l'eau, le diamètre et la vitesse de propagation, pour la conduite qu'il s'agit de substituer à la conduite donnée, $l_i$, $v_i$, $d_i$, $a_i$ les mêmes quantités pour l'un des tronçons de la conduite donnée

$$l = \Sigma l_i, \qquad \frac{l}{a} = \Sigma \frac{l_i}{a_i}, \qquad v d^2 = v_i d_i^2, \qquad l d^2 v^2 = \Sigma l_i d_i^2 v_i^2.$$

Mais la dernière équation s'écrira en tenant compte des précédentes

$$lv = \Sigma l_i r_i = v_1 \Sigma l_i \frac{d_1^2}{d_i^2}$$

d'où

$$\frac{v}{v_1} = \frac{d_1^2}{d^2} = \frac{\Sigma l_i \frac{d_1^2}{d_i^2}}{l}$$

on déduira de là $v$ et $d$
et on aura ensuite

$$a = \frac{l}{\Sigma \frac{l_i}{a_i}}.$$

On pourrait, si on désire une meilleure approximation, substituer à la conduite donnée, une conduite formée soit de deux tronçons, soit de trois tronçons pour lesquels la durée de propagation est la même. Le calcul se ferait d'une façon semblable, mais je n'insiste pas sur ces questions dont j'ai donné la solution dans le n° 2 du Bulletin spécial du Comité de la Société Hydrotechnique.

## VI

Dans ce qui précède, nous avons supposé que la conduite alimentait une turbine sans réaction ou, tout au moins, à faible réaction.

Pour ce cas, en effet, l'étude du coup de bélier est complètement indépendante du fonctionnement de la turbine; la vitesse dans la conduite donnée par les formules (8) ou (9) ne dépend que de l'ouverture du distributeur et nullement des conditions dans lesquelles la turbine fonctionne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'en est plus du tout de même si la conduite alimente une turbine à forte réaction. Dans ce cas, la vitesse de l'eau dans la conduite est donnée par la formule

$$v = \lambda v_1 \sqrt{\left(1 + \frac{\zeta}{H_0}\right)(1 - \varepsilon)}$$

$\varepsilon$ étant le degré de réaction.

Or, le degré de réaction varie considérablement d'une turbine à une autre, mais, de plus, il est loin d'être constant pour une turbine donnée : il diminue dans une très large mesure, lorsque le distributeur se ferme; de plus, il est également variable avec le coup de bélier $\zeta$. En un mot $\varepsilon$ est fonction de $\lambda$ et $\zeta$ d'une façon qui varie d'une turbine à une autre et qui dépend de sa construction.

Ce fait est mis en évidence par la remarque suivante.

Comme je l'ai dit, la vitesse de l'eau à la sortie du distributeur, dans une turbine à réaction, augmente à mesure que le distributeur se ferme; il résulte de là que l'angle de la vitesse relative avec la vitesse d'entraînement diminue à mesure que le distributeur se ferme; si, par suite, on veut qu'en aucun cas l'eau ne vienne frapper le dos de l'aube, il faudra que la vitesse relative soit tangente à l'aube pour le travail à pleine charge, lorsque le distributeur est complètement ouvert.

Le rendement sera dans ces conditions maximum pour le travail à pleine charge, mais alors, si la turbine est appelée à travailler souvent sous charge réduite, son rendement se trouvera dans ce cas notablement diminué.

Pour parer à cet inconvénient, on pourra être conduit à augmenter le degré de réaction pour le travail à pleine charge de façon que le rendement maximum ait lieu non dans ce cas mais pour une charge légèrement inférieure à la charge maxima[16]. On voit que la variation du degré de réaction et par suite celle de la vitesse de l'eau dans la conduite, ainsi que du coup de bélier qui en résulte, dépend complètement des conditions d'établissement de la turbine.

Voici les formules auxquelles je suis arrivé à ce sujet, $v_0$ étant la vitesse absolue de l'eau à la sortie du distributeur, $w$ la vitesse relative de l'eau à l'entrée de la roue, après la zone de tourbillonnement, si la vitesse relative initiale n'est pas tangente à l'aube, $w_1$ cette vitesse relative à la sortie de la roue.

J'admets alors que la perte de force vive par unité de masse est dans le distributeur égale à $av^2_0$[17] et dans la roue à $bw_1^2 + cw^2$, $a$, $b$, $c$ étant des constantes déterminées par l'expérience.

(16) Dans ce cas, pour le travail à pleine charge, l'eau vient frapper le dos de l'aube mais sous un angle assez faible.

(17) Pour éviter les confusions, je désignerai dans la suite, la vitesse de propagation dans la conduite par $a'$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J'admets de plus, avec Résal, que si la vitesse relative de la veine n'est pas à son entrée dans la roue tangente à l'aube ou si cette veine subit, par suite d'une fermeture partielle, un élargissement brusque, la force vive perdue par suite de ces deux circonstances, et qui s'ajoute aux pertes envisagées plus haut, est égale à la force vive due aux vitesses variées.

Je désigne de plus par $H = H_0(1 + \eta)$ la pression en hauteur d'eau non compris la pression atmosphérique, à la partie inférieure de la conduite, $H_0$ étant la pression normale et par suite $H_0\eta$ le coup de bélier (désigné aussi par $\zeta$), par $u_0$ et $u_1$ les vitesses d'un point des circonférences d'entrée et de sortie de la roue, par $r_0$ et $r_1$ leurs rayons, par $\alpha_0$ l'inclinaison finale des directrices pour le distributeur complètement ouvert, par $\alpha_0'$ cette inclinaison à un instant quelconque [18], par $\beta_0$ l'inclinaison initiale des aubes sur $u_0$, par $\beta_1$ leur inclinaison finale à la sortie de la roue sur le prolongement de $u_1$, compté par suite en sens contraire de $\beta_0$.

Je pose de plus

$$
(27)\quad \left\{
\begin{array}{ll}
\xi^2 = \dfrac{u_0^2}{2gH_0}, & q = (1+b)\dfrac{r_1^2}{r_0^2}, \qquad l = \dfrac{\sin\beta_0 \sin\alpha_0 \cos\alpha_0'}{\sin(\beta_0 - \alpha_0)\sin\alpha_0'}, \qquad l_0 = \dfrac{\sin\beta_0\cos\alpha_0}{\sin(\beta_0-\alpha_0)} \\
n = 1 - l_0 = -\dfrac{\sin\alpha_0\cos\beta_0}{\sin(\beta_0-\alpha_0)}. & m = \dfrac{1}{\xi^2} + \dfrac{r_1^2}{r_0^2} - 1, \qquad \lambda' = \dfrac{l_0}{l} = \dfrac{\operatorname{tg}\alpha_0}{\operatorname{tg}\alpha_0'} \\
f = n^2 + \sin^2\alpha_0 \dfrac{a\sin^2\beta_0 + c}{\sin^2(\beta_0-\alpha_0)}, & \mu = \dfrac{s_0 r_0 \sin\beta_0 \sin\alpha_0}{s_1 r_1 \sin\beta_1 \sin(\beta_0-\alpha_0)} \\
p = (1+a)l^2 + 2nl + f = \dfrac{(1+a)l_0^2 + 2nl_0\lambda' + f\lambda'^2}{\lambda'^2} &
\end{array}
\right.
$$

Dans ces formules, $s_0$ désigne la surface totale d'entrée de la roue, $s_1$ [19] sa surface de sortie, dans l'hypothèse où cette surface a été calculée de façon que la vitesse relative soit tangente à l'aube, dans le cas du travail à pleine charge; dans le cas où il n'en sera pas ainsi, cette surface de sortie sera représentée par $Ks_1$.

On peut remarquer que les angles $\alpha_0$ et $\alpha_0'$ étant toujours assez petits $\lambda'$ est sensiblement égal à la fraction dont le distributeur est ouvert, fraction désignée précédemment par $\lambda$.

Ceci posé, si $V_1'$ est ce que serait la vitesse de régime dans la conduite pour le distributeur complètement ouvert, en supposant dans ce cas la vitesse relative tangente à l'aube, à son entrée dans la roue, donc $K = 1$, V la vitesse de régime de l'eau dans la conduite pour une ouverture quelconque du distributeur et pour une hauteur de chute $H = H_0(1 + \eta)$, la surface de sortie de la roue étant d'ailleurs $Ks_1$, où K a une valeur quelconque, on a :

(18) Je suppose que le réglage se fait par directrices mobiles.

(19) Les valeurs de $s$ et de $s_1$ étant affectées de coefficients qui tiennent compte de la contraction.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$$\left(\frac{V}{V_1'}\right)^2\left(p+\frac{q\mu^2}{K^2}\right)-2n\frac{V}{V_1'}-m-\frac{\tau_1}{\xi^2}=0. \tag{28}$$

Si nous posons alors

$$y'=\frac{V}{\lambda' V_1'} \tag{29}$$

l'équation (28) deviendra en y remplaçant $p$ par sa valeur (27).

$$\left[(1+a)l_0^2+2nl_0\lambda'+\left(f+\frac{q\mu^2}{K^2}\right)\lambda'^2\right]y'^2-2n\lambda' y'-m-\frac{\tau_1}{\xi^2}=0. \tag{30}$$

Si alors $V_1$ est la vitesse de régime de l'eau dans la conduite pour le distributeur complètement ouvert et lorsque K a une valeur quelconque, on aura, puisque alors $\lambda'=1$ et $\tau_1=0$

$$\frac{m}{y_1'^2}+\frac{2n}{y_1'}-\left[(1+a)l_0^2+2nl_0+f+\frac{q\mu^2}{K^2}\right]=0 \tag{31}$$

où

$$\frac{1}{y_1'}=\frac{V_1'}{V_1}. \tag{32}$$

Si par suite on pose

$$y=\frac{V}{V_1\lambda'} \tag{33}$$

on aura

$$y=\frac{y'}{y_1'}. \tag{34}$$

Si on suppose qu'à l'instant où le mouvement de la vanne commence on a $\lambda'=\lambda_0'$ et que l'on désigne par $y_0'$ et $y_0$ les valeurs correspondantes de $y'$ et de $y$, comme à cet instant $\tau_1=0$ l'équation (30) donnera.

$$\left[(1+a)l_0^2+2nl_0\lambda_0'+\left(f+\frac{q\mu^2}{K^2}\right)\lambda_0'^2\right]y'^2_0-2n\lambda_0' y_0'-m=0. \tag{35}$$

On déduira donc de (35) la valeur de $y'_0$ et on en conclura la valeur $V_0$ de la vitesse de régime au moment où le mouvement de la vanne commence des formules (29) et (32) qui donnent

$$V_0=\lambda_0'\frac{y_0'}{y_1'}V_1. \tag{36}$$

Comme dans le cas actuel le coup de bélier est $H_0\tau_1$ on a, en vertu des formules (1) et (2),

$$H_0\tau_1=F(t)-F(t-\theta) \tag{37}$$

$$V=V_0-\frac{g}{a'}[F(t)+F(t-\theta)]. \tag{38}$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On en déduit

$$H_0\eta = \frac{a'}{g}(V_0 - V) - 2F(t-\theta) = \frac{a'V_1}{g}\left(\frac{V_0}{V_1} - \frac{V}{V_1}\right) - 2F(t-\theta)$$

ou, si nous posons

$$R = \frac{a'V_1}{2gH_0} \tag{39}$$

et tenant compte de (29) et (32).

$$H_0\eta = \frac{2RH_0}{y_1'}(\lambda' y_0' - \lambda' y') - 2F(t-\theta). \tag{40}$$

En portant cette valeur dans l'équation (30) on a

$$\left[(1+a)l_0^2 + 2nl_0\lambda' + \left(f + \frac{q_1\mu^2}{K^2}\right)\lambda'^2\right]y'^2 + 2\left(\frac{R\lambda'}{\xi^2 y_1'} - n\lambda'\right)y' - m - 2\frac{R\lambda_0'}{\xi^2 y_1'}y_0' + 2\frac{F(t-\theta)}{H_0\xi^2} = 0. \tag{41}$$

Comme $y_0'$ et $y_1'$ sont connus par les équations (35) et (31) et que $F(t-\theta)$ est nul pour la première période, l'équation (41) fournira la valeur de $y'$ pour la premisre période et l'équation (40) fera connaître le coup de bélier pendant cette période. On aura ensuite au moyen de (37)

$$F(t) = F(t-\theta) + H_0\eta \tag{42}$$

$F(t)$ étant connu pendant la première période (41), (40) et (42) donneront les valeurs de $y'$, $H_0\eta$ et $F(t)$ pendant la seconde période. De proche en proche, ces équations permettront d'avoir les valeurs de ces quantités à un instant quelconque.

Toutefois, cette méthode, qui exige la résolution d'une série d'équations du second degré, conduit à des calculs assez longs, mais on peut résoudre le même problème avec une approximation en général très suffisante par la méthode suivante.

On peut d'abord obtenir une valeur approchée de $\frac{1}{y_1'}$ comme il suit. Cette quantité étant assez voisine de 1 nous poserons

$$\frac{1}{y_1'} = 1 + \varepsilon, \tag{43}$$

en substituant cette valeur dans l'équation (31) et négligeant $\varepsilon^2$ nous aurons

$$\varepsilon = \frac{(1+a)l_0^2 + 2nl_0 + f + \frac{q_1\mu^2}{K^2} - 2n - m}{2(n+m)}. \tag{43'}$$

Pour $\lambda' = 0$ l'équation (30) donne

$$y' = \frac{1}{l_0}\sqrt{\frac{m + \frac{\gamma_1}{\xi^2}}{1+a}}$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ou, avec une approximation suffisante si on suppose $\eta_1 \leqslant \frac{1}{2}$

$$y' = \frac{1}{l_0}\sqrt{\frac{m}{1+a}}\left(1+\frac{\eta_1}{2m\xi^2}\right). \tag{44}$$

Si on suppose ensuite $\lambda' = 1$ l'équation (30) aura une racine voisine de $y_1'$.

Si nous posons alors

$$y' = y_1'(1+\varepsilon')$$

et si nous substituons cette valeur dans (30) nous aurons en négligeant les termes en $\varepsilon'^2$ et remarquant que $y_1'$ vérifie l'équation (31).

$$\varepsilon' = \frac{\eta_1}{2\xi^2(m+ny_1')}.$$

On a donc pour $\lambda' = 1$.

$$y = \frac{y'}{y_1'} = 1 + \frac{\eta_1}{2\xi^2(m+ny_1')}.$$

Nous considérerons alors la valeur de $y$ comme linéaire lorsque $y$ varie de 0 à 1 et nous prendrons par suite

$$y = A - B\lambda' + \frac{\eta_1}{2\xi^2}(A_1 - B_1\lambda') \tag{45}$$

ou, d'après ce qui précède

$$A = \frac{1}{l_0 y_1'}\sqrt{\frac{m}{1+a}}, \qquad B = A - 1 \tag{46}$$

$$A_1 = \frac{A}{m}, \qquad B_1 = \frac{B'}{m}, \qquad B' = A - \frac{1}{1+\frac{ny_1}{m}}. \tag{47}$$

Ou ensuite pour la vitesse de l'eau dans la conduite

$$V = \lambda' V_1 y \tag{48}$$

et les équations (1) et (2) donnent alors

$$H_0\eta_1 = F(t) - F(t-\theta) \tag{49}$$

$$F(t) + F(t-\theta) = \frac{a'V_1}{g}\left(\frac{V_0}{V_1} - \frac{V}{V_1}\right) = \frac{a'V_1}{g}(y_0\lambda_0' - y\lambda'). \tag{50}$$

Mais en tenant compte de la valeur (45) de $y$ l'équation (50) s'écrira

$$F(t) + F(t-\theta) = \frac{a'V_1}{g}\left\{(\lambda_0' - \lambda')\left[A - B(\lambda_0' + \lambda')\right] - \frac{\eta_1\lambda'}{2\xi^2}(A_1 - B_1\lambda')\right\} \tag{51}$$



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on tire alors des relations (49) et (51) en tenant compte de la valeur de R.

$$F(t)=\frac{a'V_1}{2g}(\lambda'_0-\lambda')\left[A-B(\lambda'_0+\lambda')\right]+\frac{H_0\tau_i}{2}\left[1-\frac{R\lambda'}{\xi^2}(A_1-B_1\lambda)\right]$$

$$F(t-\theta)=\frac{a'V_1}{2g}(\lambda'_0-\lambda')\left[A-B(\lambda'_0+\lambda')\right]-\frac{H_0\tau_i}{2}\left[1+\frac{R\lambda'}{\xi^2}(A_1-B_1\lambda')\right].$$

Si dans la première de ces relations on change $t$ en $t-\theta$, on aura en égalant les deux valeurs de $F(t-\theta)$ et désignant par $\tau_{in}$ et $\lambda'_n$ les valeurs de $\tau_i$ et de $\lambda'$ pendant la première période.

$$(52)\quad H_0\tau_{in}=\frac{a'V_1}{g}(\lambda'_{n-1}-\lambda'_n)\frac{A-B(\lambda'_i+\lambda'_{n-1})}{1+\frac{R\lambda'_n}{\xi^2}(A_1-B_1\lambda'_n)}-H_0\tau_{in-1}\frac{1-\frac{R\lambda'_{n-1}}{\xi^2}(A_1-B_1\lambda'_{n-1})}{1+\frac{R\lambda'_n}{\xi^2}(A_1-B_1\lambda'_n)}.$$

Cette formule permettra, quelle que soit la loi de fermeture ou d'ouverture, de calculer de proche en proche, le coup de bélier à un instant quelconque.

Si en particulier la loi de fermeture est linéaire, en désignant comme plus haut par T le temps total de fermeture pour le distributeur complètement ouvert, par L la longueur totale de la conduite, on aura

$$\lambda'_{n-1}-\lambda'_n=\frac{\theta}{T}=\frac{2L}{a'T}.$$

Dans le cas d'une vitesse de fermeture constante, on peut, en partant des formules précédentes, montrer que pour une vitesse de fermeture donnée, le coup de bélier maximum se produira, comme dans le cas d'une conduite alimentant une turbine sans réaction, si l'ouverture initiale est telle que la fermeture totale ait lieu en un temps $\theta=\frac{2L}{a'}$.

On a donc pour le coup de bélier maximum correspondant à une vitesse de fermeture donnée

$$(53)\qquad H_0\tau_m=\frac{2LV_1}{gT}\left(A-B\frac{2L}{a'T}\right).$$

On voit que le coup de bélier maximum est égal à celui correspondant à une conduite alimentant une turbine sans réaction multiplié par le facteur

$$A-B\frac{2L}{a'T}$$

où

$$A=\frac{1}{l_0y'_1}\sqrt{\frac{m}{1+a}}\qquad\text{et}\qquad B=A-1$$

$m$ et $l_0$ étant donnés par les formules (27) et $\frac{1}{y'_1}$ par les formules (43) et (43').

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au sujet de la formule (43′) on remarquera que la valeur de $\mu$ peut s'écrire

$$\frac{\mu}{K} = \frac{s_0 r_0 \sin\beta_0 \sin\alpha_0}{K s_1 r_1 \sin\beta_1 \sin(\beta_0 - \alpha_0)}$$

et alors $Ks_1$ est, d'après ce que nous avons dit, la surface de sortie de la roue, dans les conditions où elle est établie.

Si la turbine était établie de façon que pour le travail à pleine charge la vitesse relative soit tangente à l'aube à son entrée, on aurait d'après ce que nous avons dit $K = 1$ et $y'_1 = 1$; il en résulterait une diminution de la valeur du coup de bélier maximum, mais si on néglige dans cette formule le terme $B\frac{2L}{a'T}$, beaucoup plus petit en général que le premier, et si on néglige $a$ on aura une première approximation en général par défaut du coup de bélier donnée par la formule [20].

$$H_0\eta_m = \frac{2LV_1}{gT}\frac{\sqrt{m}}{l_0}. \tag{54}$$

Si, par exemple, on suppose une turbine pour laquelle $\alpha_0 = \beta_1 = 20°$, $r_1 = 0{,}8r_0$, $a = b = 0{,}06$, $c = 0{,}225$, $\xi = 0{,}6739$, $\beta_0 = 84° 3'$, $\mu = 0{,}9845$, $K = 0{,}7186$, $R = \xi^2$ et $T = 50$, on trouve par la formule (53) pour le coup de bélier maximum

$$H_0\eta_m = 1{,}38\frac{2LV_1}{gT}.$$

On a donc une majoration de 38 p. 100 sur ce qu'il serait pour une conduite alimentant une turbine sans réaction.

Cette majoration serait encore beaucoup sensible pour une turbine à plus forte réaction. Par exemple, pour une turbine pour laquelle $\alpha_0 = \beta_1 = 20°$, $\beta_0 = 156° 44'$, $\zeta^2 = R = 1$, $a = b = 0{,}06$ $c = 0{,}225$ $K_2 = 0{,}6704$, $\mu = 0{,}842$, $T = 50$, on trouverait pour le coup de bélier maximum par la formule (53).

$$H_0\eta_m = 1{,}66\frac{2LV_1}{gT}.$$

On aurait donc une majoration de 66 p. 100 sur ce que serait le coup de bélier si la conduite avait alimenté une turbine sans réaction.

Par la formule (54), on aurait trouvé une majoration de 31 p. 100 dans le premier cas et de 48 p. 100 dans le deuxième, valeurs notablement trop faibles, mais qui ont toutefois l'avantage de donner une première approximation que l'on peut obtenir en connaissant seulement $\alpha_0$, $\beta_0$, $\frac{r_1}{r_0}$ et $\xi$.

[20] Où $m = \frac{1}{\xi^2} + \frac{r_1^2}{r_0^2} - 1$, $\frac{1}{l_0} = \frac{\sin(\beta_0 - \alpha_0)}{\sin\beta_0 \cos\alpha_0}$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On doit remarquer de plus que, dans le cas actuel, le coup de bélier se produit dans des conditions très différentes de celles qui auraient lieu si la conduite alimentait une turbine sans réaction.

En effet, pour la première turbine considérée, si la fermeture avait lieu en un temps égal à 5θ, à partir de l'ouverture complète, le maximum du coup de bélier se produirait au moment de la fermeture complète et il serait égal à $0{,}16\,\frac{a\,V_1}{g}$ et le coup de bélier à la fin de la première période serait égal à $0{,}08\,\frac{a\,V_1}{g}$ ; au lieu de cela, si la conduite avait alimenté une turbine sans réaction, le coup de bélier maximum se serait produit à la fin de la première période ; il aurait été égal à $0{,}15\,\frac{a\,V_1}{g}$ et celui au moment de la fermeture complète ne serait que $0{,}11\,\frac{a\,V_1}{g}$.

M. DE SPARRE
*Doyen de la Faculté catholique des Sciences de Lyon.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTE RENDU DU CONCOURS DU CARBURANT NATIONAL

**(Béziers, 2-9 avril 1922.)**

Le Concours du Carburant national avait pour but, en vue de favoriser la consommation dans les moteurs à explosion de l'alcool d'industrie comme carburant, de récompenser les chimistes, ingénieurs, constructeurs, chercheurs qui présenteraient la meilleure formule ou le meilleur procédé susceptible d'être immédiatement utilisé.

Ce concours était donc un concours de formules ou procédés, mais de plus le Comice agricole de Béziers, organisateur de ce concours, avait prévu une Coupe automobile pour des véhicules actionnés par un mélange contenant 10 p. 100 d'alcool.

Nous rappellerons qu'alors que la consommation française annuelle en essence est de 6 millions d'hectolitres, notre production actuelle en alcool utilisable dans les moteurs ne dépasse pas 600.000 hectolitres c'est-à-dire 10 p. 100 de cette consommation.

Il a semblé pour diverses raisons d'opportunité que la meilleure solution à l'heure actuelle consisterait à incorporer 10 p. 100 d'alcool dans toutes les essences d'importation.

Or, si l'alcool absolu se dissout facilement dans l'essence, l'alcool fourni par l'industrie au degré maximum de 96°,5 G. L. ne se dissout pas et, pour assurer cette dissolution, on a cherché dans deux voies différentes une solution pratique.

Un premier groupe de procédés consiste en l'addition de substances intermédiaires ou solvants qui assurent la miscibilité.

Le deuxième groupe au contraire cherche à atteindre la solubilité par une augmentation de la déshydratation de l'alcool ou une modification de l'essence.

## Formules.

Le rapport de M. Baume, secrétaire général du Comité scientifique (1) chargé d'examiner les formules, ne dit pas quels furent les mélanges pré-

(1) Le Comité scientifique était composé comme suit : MM. D'Arsonval, Barbet, Baume, Daniel Berthelot, Gabriel Bertrand, Bordas, Breton, Charpy, Godchot, Guisclin, Hardel, Job,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sentés au concours mais il indique que le nombre de formules a dépassé 100 et, d'après ce que nous savons, nous pouvons supposer que les mélanges proposés étaient plus ou moins voisins des mélanges indiqués dans les catégories suivantes :

*Parmi les mélanges contenant moins de 20 p. 100 d'alcool*, les mélanges : alcool-benzol; alcool déshydraté-essence; alcool-benzol-essence; alcool-essence avec addition de solvants, par exemple, éther, crésol, naphtaline, cyclo-hexanol, huile de ricin, essence de térébenthine, alcools supérieurs, etc.

*Parmi les mélanges contenant 20 à 50 p. 100 d'alcool*, les mélanges : alcool-benzol, en particulier celui à 50 p. 100 expérimenté par la Société S. T. C. R. P. (1); alcool-éther; alcool-acétone; alcool-benzol-essence; alcool-benzol-éther; alcool-acétone-benzol; alcool-éther-huile de ricin ou autres carbures.

*Parmi les mélanges contenant plus de 50 p. 100 d'alcool*, on trouve à peu près tous les produits indiqués précédemment et aussi les mélanges : alcool-sulfure de carbone.

Étant donné que la difficulté de l'emploi de l'alcool peut résider dans les difficultés de démarrage à froid et la nécessité d'augmenter le réchauffage de l'air, il est généralement cherché un remède à ce défaut dans l'addition de divers produits à l'alcool.

Rappelons que la natalite, contenant 54 p. 100 d'alcool, 45 p. 100 d'éther, 0,5 p. 100 d'ammoniaque, et 0,2 p. 100 d'arsenic, est employée dans divers pays.

D'après le rapport de M. Baume, si aucune des formules présentées n'est définitive, malgré ce, des récompenses ont été données à titre d'encouragement pour la valeur technique des envois, et les résultats utiles du concours ont été de mettre en évidence les propriétés non connues de certains corps.

Tous les prix sont de 5.000 f et sont divisés en deux groupes :

1° Le premier groupe des récompenses a été donné à ceux qui ont trouvé des procédés pour fabriquer les produits permettant de mélanger l'essence et l'alcool.

2° Le deuxième groupe a été donné aux formules essayant de réaliser directement un mélange d'essence et d'alcool.

Dans le premier groupe quatre récompenses sont décernées :

M. Mailhe est primé en raison de ses études sur la production du cyclo-

Kœnigs, Le Chatelier, Lévy, Lindet, Lumet, Mariage, Moureu, Patart, Rateau, Ringelmann, Sabatier, Viala.

(1) Société des Transports en Commun de la Région Parisienne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

hexanol par hydrogénation catalytique du phénol et de l'alcool propylique par réduction de l'acétone. Personne n'a oublié également les travaux de M. Mailhe sur la préparation des carbures à partir des huiles végétales.

M. Ricard et M. Allenet des Distilleries des Deux-Sèvres reçoivent un prix mérité pour leurs études sur la production et l'emploi de l'alcool butylique. Cet alcool butylique est un excellent dissolvant des mélanges d'essence et d'alcool; il est produit par les distilleries des Deux-Sèvres par la fermentation de l'amidon ou des sucres suivant le procédé Ricard.

Le procédé présente en outre l'avantage de donner un alcool qui est comparable à l'alcool ordinaire et présente tous ses avantages, entre autres celui d'être tout à fait national.

Dans cette fabrication, on obtient pour 100 kg de maïs 20 kg d'un mélange contenant 70 p. 100 d'alcool butylique et 30 p. 100 d'acétone. Ce dernier produit peut être transformé en alcool propylique par le procédé Mailhe, ce qui permet de ne sortir finalement de l'usine que du stabilisant parfait.

MM. Vidal et Dessales obtiennent un prix pour leurs travaux sur l'emploi des phénols, en particulier des crésols et des dérivés hydroxylés.

Le crésol à une dose de 4 à 6 p. 100 suivant les essences, permet d'incorporer 10 p. 100 d'alcool et a par conséquent à peu près la même efficacité que l'alcool butylique.

On a cherché à employer le cyclo-hexanol par suite de la causticité constatée d'après le rapport Baume pour les phénols.

MM. Dupont et Vezes sont primés pour leurs travaux sur la stabilisation de l'essence par les huiles de résine; ces huiles, paraît-il, peuvent être produites en abondance et à bon marché en particulier dans les Landes.

Dans le deuxième groupe de récompenses, deux prix sont accordés.

Un prix est accordé au procédé Mariller-Granger d'incorporation directe de l'alcool à l'essence. Ce procédé consiste à mettre en contact méthodique l'alcool et l'essence, ce qui provoque, suivant la loi des phases, un partage de l'alcool entre les deux couches. On obtient ainsi une couche supérieure contenant 10 p. 100 ou plus d'alcool déshydraté et une couche inférieure qui peut être, soit redistillée, soit utilisée pour les emplois à l'éclairage ou au chauffage. Ce procédé, en déshydratant économiquement l'alcool, permet de réduire la dose de stabilisant, ce qui diminue le prix de revient du carburant.

Enfin un prix est accordé aux Établissements de Dion-Bouton qui ont préconisé l'extraction d'essence extra-légère ou la production de ces essences par cracking.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De telles essences, en raison de leur faible densité, sont solubles très facilement dans l'alcool.

Le rapport de M. Baume ajoute que parmi les autres formules, il s'en trouve d'intéressantes, mais qu'elles n'ont pu être primées étant donné qu'elles tombent dans des mélanges déjà indiqués précédemment.

La conclusion de M. Baume est que ces journées de Béziers constituent un progrès capital pour le problème de l'utilisation du carburant et le Comité scientifique a décidé de décerner au Comice agricole de Béziers, organisateur du concours, le Vase de Sèvres, grand prix du Président de la République.

D'autre part la Coupe de la Fédération nationale de l'Automobile, du Cycle et des Transports est remise à la S. T. C. R. P. en raison des efforts faits par cette Société pour vulgariser l'emploi des carburants à base d'alcool.

## Coupe Automobile.

La Coupe Automobile a été courue le 2 avril sur un circuit particulièrement difficile comportant une partie montagneuse et passant par Béziers, Saint-Pons, Le Poujol, Lamalou, Bédarieux, Lodève, Montpellier, Mèze, Montagnac, Pezenas, avec retour au point de départ, à Béziers.

Les voitures avaient été partagées en 7 catégories; voici ces catégories et le classement des concurrents avec indication du chiffre de pourcentage qui représente l'économie en carburant faite par les concurrents sur le total de carburant qui leur était alloué pour l'épreuve.

1° Catégorie des cycle-cars : (750 cm) 1 : Canton (Peugeot) 24,42 p. 100 en 6 heures 23 minutes; 2 Gremillon (Peugeot) 22,05 p. 100 en 5 heures 57 minutes; 3 : Villeneuve (Peugeot) 14,7 p. 100 en 5 heures 55 minutes.

La meilleure moyenne de vitesse horaire dans cette catégorie a été de 42 km : h.

2° Catégorie des voitures légères : (1.100 à 2.000 cm) 1 : Bocchi (Citroën) 51,09 en 5 heures 10 minutes; 2 : Barbier (Citroën) 48,41 p. 100 en 5 heures 11 minutes; 3 : Poulain (Citroën) 43,76 en 5 heures 12 minutes; 4 : Galzy (Citroën) 10,53 p. 100 en 4 heures 44 minutes; 5 : Blanchard (Doriot-Flandin-Parent) 19,39 p. 100 en 4 heures 29 minutes; 6 : Falcon (Citroën) 11,10 p. 100 en 4 heures; 7 : Turbias (Talbot-Darracq) 0,39 p. 100 en 4 heures 25 minutes; 8 Carles (Citroën) 0,25 p. 100 en 4 heures 52 minutes.

3° Catégorie de voitures lourdes : (3.000 cm) 1 : Grosson (Turcat-Méry) 0,01 p. 100 en 3 heures 45 minutes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette course, comme nous l'avons dit précédemment, ne peut évidemment ajouter un intérêt au point de vue de l'utilisation de l'alcool aux courses anciennement courues avec des mélanges à base d'alcool. Pour cette épreuve, on avait du reste imposé à tous les concurrents le même carburant ce qui certainement permettait d'établir des comparaisons entre des voitures de marques différentes ou de même marque conduites dans des conditions différentes, mais ce qui, par contre, n'apportait aucun renseignement au point de vue de la valeur du carburant lui-même.

Sans méconnaître les difficultés d'organisation d'une course dans laquelle les concurrents auraient pu employer diverses formules, nous pensons qu'il en serait résulté tout d'abord le départ d'un nombre beaucoup plus élevé de concurrents, d'autre part, une émulation utile à tous points de vue et l'épreuve pratique des diverses formules.

Le Comité du concours avait distribué pour cette épreuve un carburant établi comme suit :

| | |
|---|---|
| Essence tourisme. . . . . | 85,3 p. 100. |
| Alcool à 95° . . . . . | 9,48 p. 100. |
| Cyclo-hexanol . . . . . | 1,66 p. 100. |
| Phénol. . . . . | 3,55 p. 100. |

Cette formule avait été déterminée par M. Godchot, le savant professeur et doyen de la Faculté de Montpellier. Les meilleures consommations obtenues sont sensiblement voisines de celles qu'on observe avec l'essence pour un parcours semblable.

Il faut du reste observer que l'habileté du conducteur et aussi le réglage de la voiture jouent un très grand rôle et que par exemple la Citroën classée la première du Concours n'a dépensé que 5,228 l aux 100 km alors qu'elle avait droit à 10,67 l pendant que la dernière voiture de cette catégorie classée a dépensé à peu de chose près la quantité de carburant limite puisqu'elle atteignit cette limite à 30 cm³ près.

En un mot concluons simplement que pratiquement les dépenses constatées sont semblables à celles observées avec l'essence, bien entendu dans les conditions identiques d'utilisation, de réglage du moteur et de conduite des voitures.

En général, les conducteurs ont déclaré que le fonctionnement de leur moteur avait été irréprochable, que les reprises étaient faciles et qu'ils n'avaient pas observé de difficultés spéciales.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## Accord nord-midi.

Le Concours du Carburant national a présenté au point de vue technique un grand intérêt en montrant la possibilité d'établir des mélanges d'essence, d'alcool et des divers produits nationaux à condition toutefois qu'un statut légal assure un prix suffisamment bas de l'alcool pour que l'usager ne subisse pas une augmentation du prix du carburant. La question économique domine donc la question technique et, à ce point de vue, le Concours du Carburant national a été clôturé d'une façon fort heureuse par une réunion des distillateurs du Nord et du Midi et des représentants des diverses régions agricoles françaises, réunion qui, après une discussion approfondie, a abouti à un accord voté à l'unanimité des membres présents, accord dont nous donnons le texte ci-après :

« L'Assemblée, réunie à Béziers, 1er avril 1922, à l'occasion de la Semaine du Carburant national, sur l'initiative de la Confédération générale des Vignerons, C. G. V., et comprenant notamment :

« 1° Les représentants autorisés de la C. G. V. et des producteurs de vin du Midi;

« 2° Les représentants autorisés des distillateurs du Midi;

« 3° Les représentants autorisés des distillateurs industriels et des distillateurs agricoles du Nord,

« Après avoir enregistré l'adhésion des producteurs de cidres, manifestée par télégramme en date du 7 avril 1922, constate :

« 1° Le plein succès des épreuves organisées à Béziers en vue de l'utilisation de l'alcool comme carburant national et félicite le Comice agricole de Béziers qui a pris l'initiative de cette organisation; remercie les souscripteurs dont le concours pécuniaire a permis de la réaliser et d'apporter ainsi la preuve décisive et matérielle que l'emploi du carburant national à base d'alcool peut être obligatoirement utilisé par voie législative conformément à l'amendement Barthe sur le régime du pétrole;

« Prend acte de l'accord complet intervenu entre la production viticole, la distillerie du Midi, le Syndicat national des Vins et Spiritueux, la distillerie industrielle et la distillerie agricole du Nord, sur les bases suivantes :

« *a*) Le marché de la consommation de bouche à l'intérieur doit être entièrement réservé à l'alcool naturel, sauf dans les années où la production des vins de France serait inférieure, stocks à la propriété compris, à 40 millions d'hectolitres et où les stocks d'alcools naturels disponibles, ne dépasseraient pas le tiers de la consommation de l'année précédente, auxquels

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cas l'alcool d'industrie serait exceptionnellement admis à faire l'appoint au cours de l'alcool naturel majoré de 50 francs par hectolitre.

« *b*) Le marché de la consommation à l'exportation demeure ouvert aux alcools d'industrie;

« *c*) L'équilibre financier de l'Office sera assuré notamment par une contribution de 1 f par hectolitre sur la consommation taxée des vins et de 0,50 f par hectolitre sur la consommation taxée des cidres, et des taxes appropriées sur les rhums, tafias, spiritueux d'importation ainsi que par les bénéfices réalisés sur les cessions d'alcool aux industries privilégiées.

« Les ressources dont disposera ainsi l'Office seront employées à céder au-dessous du prix de revient, tant au chauffage qu'à l'éclairage et aux moteurs, l'alcool qui devra demeurer un élément essentiel du carburant national. L'assemblée unanimement, sur la demande des représentants du Nord, considérant leurs préoccupations d'assurer des ressources nécessaires à la marche de l'Office, demande qu'il soit fait mention dans l'exposé de la loi de la déclaration de M. le député Cassagnac appuyée par les parlementaires présents et délégués par diverses commissions de la Chambre des Députés et du Sénat, de les aider à obtenir des ressources complémentaires si les ressources actuelles venaient à être insuffisantes. »

Tous les membres présents et délégués à la réunion ont signé cette motion et ces procès-verbaux.

## Conclusion.

Espérons qu'enfin la France pourra dès maintenant réaliser partiellement sur son sol la production de son carburant et que, par une extension de nos cultures, une meilleure utilisation de nos ressources minérales, particulièrement des lignites, éventuellement la mise en œuvre des ressources coloniales, il sera possible d'augmenter peu à peu notre production nationale pour arriver au résultat souhaité de tous, au carburant entièrement français qui, seul, peut nous libérer de la tutelle étrangère, tutelle qui devient intolérable.

Notre pays ne peut avoir en vérité de politique ferme alors que le jour d'un conflit il faudrait compter avec l'étranger pour assurer le ravitaillement de nos moteurs à explosion dont chacun sait le rôle prépondérant dans le machinisme des armées modernes.

Souhaitons aussi que de nouvelles matières premières permettent de produire de l'alcool industriel à un prix de revient inférieur, alcool qui dégrèverait l'alcool provenant actuellement de nos produits agricoles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En particulier, le travail de la sciure de bois peut, dans un avenir prochain, présenter à ce sujet un très grand intérêt.

Les derniers procédés mis en œuvre donnent des rendements très intéressants et si une mise au point s'impose, si bien des détails sont à régler, il n'en est pas moins vrai qu'il y a là en germe une industrie nouvelle intéressante au plus haut point pour notre pays.

Enfin le carburant national présente pour notre agriculture un intérêt primordial car :

Pour le Midi, il assure par la distillation l'écoulement des excédents possibles, donc pour la viticulture la régularité et la prospérité.

Pour le Nord, il assure l'écoulement réglé de l'alcool industriel, l'extension de la culture betteravière, culture qui entraîne dans un assolement judicieux, celle des céréales et en particulier une production intense du blé.

Pour tous ces motifs la question du carburant national présente un intérêt vital pour notre pays.

C. MARILLER.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# TRAVAUX DE LA COMMISSION D'UTILISATION DU COMBUSTIBLE[1]

## Ministère des Travaux publics.

### Sixième Rapport (2).

Avant la guerre, les six grands réseaux de chemins de fer français possédaient 13.800 locomotives représentant une puissance de 8.300.000 kW. A la fin de 1920, ces six mêmes réseaux (nous laissons de côté les chemins de fer d'Alsace et de Lorraine pour l'homogénéité de la comparaison) avaient à leur disposition 17.900 locomotives, dont 14.600 d'une puissance globale de 9.800.000 kW leur appartenant, les autres louées ou empruntées. Malgré l'augmentation du nombre des machines, le service effectué en 1920 a été sensiblement moindre que celui de 1913. Les trains de marchandises ont accompli un parcours total de 134 millions de kilomètres au lieu de 154 millions, transportant 49 milliards de tonnes à un kilomètre au lieu de 52 milliards, et, si le mouvement des voyageurs a été, par lui-même, au moins aussi important (22 milliards de voyageurs transportés à un kilomètre au lieu de 19 milliards), il n'a été offert à ces voyageurs que des trains beaucoup moins nombreux, dont le parcours a atteint seulement 130 millions de kilomètres au lieu de 246 millions.

Or, ce moindre service a employé 10 p. 100 de plus de combustible. La consommation totale (services accessoires compris) qui, en 1913, avait été de 8.100.000 t de houille, briquettes et coke pour l'ensemble des six réseaux s'est élevée à 8.900.000 t en 1920.

En 1913, le chiffre moyen de consommation des locomotives par tonne kilométrique remorquée (tare des véhicules comprise) ne dépassait guère 65 g. En 1919, ce chiffre était monté à 80 g environ, soit une augmentation de 23 p. 100.

Les causes de cette augmentation ont été mises clairement en lumière. Rappelons les principales :

1° Baisse de la qualité des charbons, dont la teneur en cendres a doublé et dont ni la nature ni le calibrage n'ont pu être constamment appropriés aux dispositions des foyers et des grilles ;

2° Moins bon état des machines, fatiguées par le service du temps de guerre,

(1) *Journal officiel* du 23 avril 1922.

(2) Voir les cinq premiers rapports de cette commission dans les *Bulletins* de janvier 1921, p. 124 à 137; — mars 1921, p. 286 à 301; — mai 1921, p. 476 à 507; — octobre 1921, p. 1088 à 1124; — janvier 1922, p. 50 à 78.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

confiées en plus grand nombre qu'autrefois à des équipes non spécialisées et dont l'entretien incombait à des dépôts et à des ateliers aux prises avec des difficultés d'organisation et d'approvisionnement;

3° Moins de soin et d'habileté de la part d'un certain nombre de mécaniciens et de chauffeurs, comme conséquence :

*a*) De la moindre expérience d'une partie du personnel, formé rapidement en vue de l'application de la journée de huit heures;

*b*) De la mise à l'essai d'un mode de rémunération comportant un minimum de primes;

*c*) De l'extension donnée au système de la banalité des machines;

4° Importance prise, dans les nouveaux horaires, par les stationnements des machines en pression dans les dépôts.

Parmi ces causes, il en est qui provenaient de circonstances passagères, déjà totalement ou partiellement disparues, d'autres qui semblent destinées à durer et dont les efforts des compagnies ne peuvent tendre qu'à réduire progressivement l'influence.

Tant de ces efforts que des progrès nouveaux, le premier résultat à attendre est de ramener la consommation par tonne kilométrique au chiffre d'avant guerre. Ce résultat en vaut la peine. Supposons, pour fixer les idées, que l'on ait à envisager, sur l'ensemble des réseaux français, un parcours total annuel de 400 millions de kilomètres de train, chiffre réalisé en 1913, et que les trains (machine non comprise) aient une masse moyenne de 300 t, chiffre très modéré. Cela fait 120 milliards de tonnes kilométriques remorquées. A raison de 65 g, c'est une consommation de 7.800.000 t de charbon pour la traction des trains; à raison de 80 g, c'est 9.600.000. La différence, 1.800.000 t, représente 8 p. 100 de la production houillère de la France en 1919; c'est la production totale du bassin houiller du Gard.

Mais, ce premier et indispensable résultat obtenu, il ne suffira pas de s'y tenir.

Sans même rien changer d'essentiel dans le système actuel de traction par locomotives à vapeur chauffées au charbon, un certain nombre de perfectionnements en voie de réalisation ou à l'étude, sont à poursuivre pour améliorer de plus en plus la production et l'utilisation de la vapeur. Or, sur le pied supposé d'un service annuel de 120 milliards de tonnes kilométriques remorquées, chaque fois qu'un de ces perfectionnements abaissera seulement de 4 g, c'est-à-dire de 5 p. 100 de sa valeur de 1919, la consommation de charbon par tonne kilométrique remorquée, ce sera, par an, une économie de près d'un demi-million de tonnes de combustible.

La question de la production et de l'utilisaiion de la vapeur des locomotives fait l'objet de l'article 5 du questionnaire du neuvième Congrès de l'Association internationale des Chemins de fer. Pour y répondre, deux exposés ont été établis, l'un par M. Lacoin, traitant la question pour tous les pays autres que ceux de langue anglaise, et l'autre, pour les pays de langue anglaise, par M. G. J. Churchward. Ces exposés ont été publiés au *Bulletin de l'Association*, respectivement en octobre et en décembre 1921.

Les idées de perfectionnement qui se dégagent de ces deux études sont, dans leurs grandes lignes, tout à fait concordantes entre elles et avec celles que M. Loiret, après une enquête approfondie auprès des réseaux français, développe dans le rapport ci-après de la 1re sous-commission.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ainsi qu'on le verra à la lecture de ce rapport, les principales caractéristiques du progrès de la locomotive sont présentement les suivantes :

1° La surchauffe, après les tâtonnements assez longs de sa mise au point, a cause gagnée. La température de surchauffe adoptée est 350°. On évalue l'économie qu'elle procure à 10 ou 15 p. 100. M. Churchward indique 12,5 p. 100 comme moyenne des résultats constatés sur le Great Western Railway. Sa généralisation, sauf dans quelques cas spéciaux, paraît devoir être poussée le plus possible;

2° La double expansion est plus discutée qu'elle ne l'était il y a quelques années, à raison des complications de mécanisme et de service qu'elle entraîne et de l'augmentation des résistances intérieures. Il y a eu tendance, durant ces temps derniers, à préconiser la machine à surchauffe et à deux cylindres, comme réunissant les avantages d'une marche économique grâce au surchauffeur et d'une grande simplicité de construction, d'entretien et de conduite. Du point de vue où nous sommes placés, il est cependant souhaitable que l'on s'attache à réunir, en les perfectionnant s'il y a lieu, toutes les dispositions susceptibles de réduire la consommation et beaucoup d'ingénieurs estiment que, tout au moins lorsqu'il s'agit des locomotives puissantes et rapides, le type le meilleur, pour l'économie du charbon en même temps que pour l'équilibrage des forces d'inertie, est la compound à quatre cylindres et à surchauffe;

3° La machine locomotive conserve, d'une manière générale, l'échappement libre, utilisé pour le tirage; mais cette fonction est notablement améliorée et la contre-pression réduite par l'emploi de dispositifs nouveaux, tels que l'échappement à trèfle, et, d'autre part, on tend à prélever une partie de la vapeur sortant des cylindres, pour réchauffer l'eau d'alimentation, soit par l'emploi d'injecteurs à vapeur d'échappement, soit au moyen d'échangeurs de vapeur par surface ou de condenseurs par mélange, dont plusieurs systèmes sont à l'essai.

En ce qui touche le type de la chaudière, tout changement de quelque importance se heurte à des difficultés, à cause de la nature des eaux d'alimentation dont on dispose, ainsi que de l'outillage et des traditions des ateliers. Les essais tentés sans succès pour introduire dans la pratique des chemins de fer le système aquatubulaire n'ont pas été repris, du moins en France. M. Churchward mentionne, en Amérique, une chaudière avec tubes d'eau auxiliaires (système Riegel).

Pour le chauffage du foyer de la locomotive, les quelques essais d'emploi du charbon pulvérisé, auxquels il a été procédé, n'ont donné jusqu'ici que peu de résultats; toutefois il se peut que la question n'ait pas dit son dernier mot.

Quant à l'emploi des combustibles liquides, tels que le mazout ou d'autres huiles lourdes, c'est exclusivement une question de possibilité d'approvisionnement à un prix convenable. Du seul point de vue technique, ces combustibles sont commodes, peu encombrants, simplifient la main-d'œuvre, etc. Mais, en France, à l'heure actuelle, leur emploi sur les chemins de fer est en général hors de cause.

Dans l'ordre des applications des combustibles liquides, une solution intéressante, comme aboutissant à un rendement de transformation de la chaleur en travail particulièrement élevé, serait la mise au point d'une locomotive avec moteur à combustion interne. Le problème de la locomotive à benzol est à l'étude. Il comporte toutefois de sérieuses difficultés, ne serait-ce qu'à cause de la constance du couple des moteurs de cette classe.

Dans tout ce qui précède, il s'agit des progrès, actuels ou futurs, de la traction

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au moyen de locomotives dont chacune est une machine thermique complète, brûlant un combustible qu'elle emporte avec elle : d'où une indépendance des trains et une souplesse du service, précieuse non seulement pour le trafic du temps de paix, mais aussi et surtout pour les nécessités éventuelles de la mobilisation et du temps de guerre.

L'électrification des lignes sacrifie cet avantage. D'autre part, elle soulève, surtout dans la situation économique présente, de délicats problèmes financiers. Mais ce n'est pas ici le lieu d'envisager tous les aspects de la question. Bornons-nous, pour ce qui nous concerne, à en examiner les conséquences sous le rapport de la consommation de combustible pour la traction des trains.

Dans le cas où l'énergie électrique est fournie par des chutes d'eau, cette consommation se trouve totalement annulée. C'est la substitution de la houille blanche à la houille noire. A l'heure actuelle, nous n'avons en France que quelques chemins de fer de montagne qui soient ainsi exploités. Mais on sait que l'on projette d'électrifier et d'alimenter au moyen de centrales hydrauliques, sur les trois réseaux d'Orléans, du Midi et de Paris-Lyon-Méditerranée, les longueurs de lignes ci-après :

| RÉSEAUX | LIGNES | | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| | en exploitation. | en construction. | en projet. | |
| | kilomètres. | kilomètres. | kilomètres. | kilomètres. |
| Paris-Orléans. . . . . | 3.100 | 50 | 200 | 3.350 |
| Midi. . . . . | 2.700 | 250 | 200 | 3.150 |
| Paris-Lyon-Méditerranée . . . . . | 2.250 | 50 | » | 2.300 |
| Ensemble . . . . . | 8.050 | 350 | 400 | 8.800 |

D'après les prévisions, la réalisation complète de ce programme exigera vingt ans environ.

8.800 km c'est à peu près un cinquième de l'étendue totale des réseaux français. D'une manière très sommaire et uniquement pour se rendre compte de l'ordre de grandeur des chiffres, on peut donc prévoir que, une fois l'opération achevée, on économisera chaque année environ $\frac{1}{5}$ de la quantité de charbon qu'il faudrait consommer pour la traction sur les chemins de fer sans l'électricité. En supposant que cette quantité soit de 9 millions de tonnes, ce sera une réduction de 1.800.000 t dans la consommation annuelle de charbon.

Il est intéressant de remarquer que ce chiffre n'est ni plus ni moins que celui trouvé plus haut pour l'économie à attendre, dans l'exploitation actuelle par locomotives à vapeur, du retour à la consommation d'avant guerre sur l'ensemble des six grands réseaux.

Le cas où l'énergie est fournie par des chutes d'eau n'est pas le seul à envisager. La question de la traction électrique sur les chemins de fer prend toute son ampleur quand on considère l'électricité comme susceptible d'être demandée, non seulement à des usines hydrauliques, mais concurremment ou non avec celles-ci, à des centrales thermiques.

Comment s'établit la comparaison, sous le rapport de la consommation de com-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bustible, entre la traction électrique avec centrale thermique et l'exploitation au moyen de locomotives à vapeur?

On connaît, d'une part, la quantité de charbon, de plus en plus réduite à mesure que l'art progresse, dont les centrales thermiques se contentent pour fournir le kilowatt-heure. Tenant compte des pertes, faciles à calculer, qui se produisent le long des lignes de transport des courants primaires à haute tension, dans les sous-stations de transformation et dans la canalisation secondaire, on est donc à même de savoir à combien de charbon brûlé à la centrale correspondra l'unité d'énergie fournie à la prise de courant de la locomotive électrique. Soit dit uniquement pour fixer les idées, ce serait, par exemple, 2 kg ou 1,4 kg par kilowatt-heure, selon que la centrale brûlerait 1,5 kg ou 1 kg de charbon par kilowatt-heure, dans l'hypothèse où les pertes seraient de 10 p. 100 dans la canalisation primaire, de 10 p. 100 aux sous-stations et de 10 p. 100 encore dans la canalisation secondaire jusqu'aux pantographes ou autres frotteurs.

D'autre part, sur une ligne et pour un service déterminé, l'expérience des ingénieurs de chemins de fer permet de prévoir avec une approximation assez sûre combien, dans le cas de la traction à vapeur, on consommerait moyennement de charbon par tonne kilométrique remorquée.

Le nœud de la question est donc de savoir, dans le cas de la traction électrique, combien il faut d'énergie, à la prise de courant des tracteurs, par tonne kilométrique remorquée.

Ce chiffre ne dépendant évidemment pas du mode de production de l'énergie, on dispose, pour le fixer, de toute l'expérience acquise sur les lignes alimentées par usines hydro-électriques. Malgré cette source d'information, il semble encore difficile, à l'heure actuelle, de donner des moyennes sûres applicables au cas d'un réseau étendu, parce que les résultats constatés, sur des lignes dont la plupart sont d'un caractère assez spécial, diffèrent beaucoup selon le profil du chemin de fer, la nature du trafic et les conditions de l'exploitation.

C'est ainsi par exemple que, sur les chemins de fer à fortes et longues déclivités, les résultats de la traction électrique diffèrent grandement selon que des dispositions sont prises ou non pour freiner électriquement à la descente et pour récupérer dans la mesure du possible, par le moyen de ce freinage, le travail de la pesanteur.

On connaît les chiffres exceptionnellement favorables, cités dans le mémoire de MM. Japiot et Ferrand sur la traction électrique aux États-Unis (*Annales des Mines*, livraisons d'octobre 1920 à mars 1921) comme obtenus sur le Chicago, Milwaukee and Saint Paul Railroad, ligne traversant les Montagnes Rocheuses avec rampes de 20 mm. Dans cette exploitation, où le courant secondaire distribué aux tracteurs est du courant continu à 3.000 V et où il est fait usage de la récupération par freinage électrique, la consommation d'énergie, mesurée aux points de livraison des courants primaires à haute tension par la Montana Power Co (par conséquent avant les sous-stations) a été trouvée égale à 29 Wh par tonne kilométrique remorquée. Cette moyenne est relative à l'ensemble des trains de toute nature. Elle se réduit à environ 27 ou 27,5 Wh, si l'on considère les trains de marchandises seuls. Mais ce sont là des chiffres extrêmes et il faudrait se garder de généraliser.

Voici un exemple plus proche de nous. Sur la ligne Paris-Invalides à Versailles, en 1920, le trafic correspondant à la traction électrique a été de 125 millions de tonnes kilométriques totales. On ne peut, pour cette ligne, distinguer de la tonne



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

kilométrique totale la tonne kilométrique remorquée, parce que la traction y est faite par des voitures motrices portant des voyageurs. Le nombre de kilowatts-heure absorbés par les motrices s'est élevé à 4.800.000 et celui des kilowatts-heure fournis par les usines génératrices à 6.650.000, ce qui fait, soit dit en passant, 28 p. 100 de perte entre le départ des usines et la prise de courant des motrices. La consommation d'énergie par tonne kilométrique totale a donc été :

A la prise de courant des motrices, 38 Wh;

Au départ des usines génératrices, 53 Wh.

Un certain nombre d'autres exemples se trouvent cités dans l'intéressante suite de rapports sur la traction électrique, insérés de juillet 1921 à février 1922 au *Bulletin de l'Association internationale des Chemins de fer* pour répondre à l'article 8 du questionnaire du neuvième congrès.

Sans prétendre tirer de ces divers renseignements des moyennes d'une application générale, imaginons, à titre de simple hypothèse, une ligne où la traction à vapeur exigerait 80 g de charbon et la traction électrique, 40 Wh par tonne kilométrique remorquée, l'énergie étant mesurée à la prise de courant des motrices. Supposons, en outre, comme nous l'avons déjà fait, que, dans le cas de la traction électrique, il y ait 10 p. 100 de pertes dans chacune des canalisations primaire et secondaire et 10 p. 100 dans les sous-stations de transformation, de telle sorte que pour 40 Wh à la prise de courant des tracteurs électriques il en faille 53 au tableau de la centrale. Ces 53 Wh fournis par la centrale effectuant le même service que la combustion de 80 g de charbon dans le foyer de la locomotive à vapeur, il y a équivalence si la centrale consomme $\frac{80}{53}$ g de charbon par watt-heure, autrement dit 1,45 kg environ par kilowatt-heure. Il suffit que sa consommation soit moindre pour que, dans le cas supposé, l'électricité prime la vapeur sous le rapport de l'économie de combustible.

Mais il faut se garder de perdre de vue que ce n'est là qu'un des côtés de la question et que la comparaison entre les deux systèmes de traction, au point de vue financier, ne peut s'établir qu'en tenant compte de l'ensemble des frais d'établissement et des charges de toute nature, tant d'entretien que d'exploitation.

« Plus s'avère la compétence d'un homme de chemin de fer en fait de traction électrique, écrit M. Ernest Gérard, dans son exposé au 9e congrès, et moins il la considère comme susceptible de s'étendre économiquement à toute espèce de service sur toutes les lignes des grands réseaux. Le tracteur à vapeur gardera longtemps encore sa place dans l'exploitation des chemins de fer. » — C'est seulement après ce préambule que M. Gérard énumère les cas où l'électro-traction se montre avantageuse : régions où la houille blanche est abondante; lignes à profil accidenté, à grand trafic, sur lesquelles la traction à vapeur exigerait un nombre élevé de locomotives pour des charges relativement réduites : lignes à longues rampes sur lesquelles la locomotive à vapeur s'essouffle; cas des longs tunnels difficiles à ventiler; cas des gares terminales saturées de trains suburbains.

*Le vice-président de la Commission,*
WALCKENAER.

*Le secrétaire,*
LANCRENON.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## Utilisation des combustibles sur les chemins de fer.

(RAPPORT DE LA 1re SOUS-COMMISSION.)

Les chemins de fer comptent parmi les plus importants consommateurs de combustibles. Sur 60 millions de tonnes de charbon consommées en France en 1913, nos six grands réseaux figuraient à eux seuls pour plus de 8 millions ; leur consommation en 1919, malgré la réduction des parcours sur le réseau du Nord, s'élevait à 9 millions de tonnes. La moindre économie de combustible réalisée sur les locomotives présente donc au point de vue de l'approvisionnement général du pays un très grand intérêt. L'importance même de cette consommation a d'ailleurs amené de tous temps les compagnies de chemins de fer, en France et à l'étranger, à étudier de plus près que dans beaucoup d'industries les conditions d'emploi du charbon, et l'expérience ainsi acquise peut être profitable à tous. Aussi la Commission d'Utilisation des Combustibles a-t-elle estimé qu'une enquête sur l'utilisation des combustibles dans les chemins de fer pourrait être particulièrement utile, sa première Sous-Commission, chargée d'y procéder, a rencontré auprès des divers réseaux français et de leur Comité de Ceinture, qui ont bien voulu mettre à sa disposition leur documentation et lui donner les renseignements nécessaires, un accueil dont elle tient à les remercier, accueil qui a singulièrement facilité sa tâche.

### CARACTÈRE SPÉCIAL DE LA LOCOMOTIVE.

L'utilisation des combustibles sur les chemins de fer se fait dans des conditions très spéciales. La locomotive, avec un emplacement disponible des plus limités, doit fournir un effort de traction considérable, pouvant varier brusquement d'un point à un autre du parcours ; la puissance et la rapide adaptation à l'effort demandé sont pour elle deux qualités primordiales, si importantes qu'il est parfois préférable de les accroître au détriment du rendement.

Aussi l'activité de combustion des chaudières de locomotives est-elle très supérieure à celle des chaudières ordinaires ; au lieu de 60 à 150 kg de charbon par mètre carré de surface de grille et par heure, elles brûlent de 200 à 500, parfois 600 à 700 kg ; rapportée au mètre carré de surface de chauffe, surchauffeur non compris, la consommation horaire de charbon atteint couramment de 5 à 8 kg, au lieu de 1 à 2 kg pour les chaudières usuelles ; la marche à tirage forcé, rendue possible par l'emploi de l'échappement, est pour les locomotives une condition de marche normale. La vaporisation, facilitée par le large développement donné au faisceau tubulaire est ainsi très poussée et atteint de 40 à 65 kg par heure et par mètre carré de surface de chauffe. L'échappement assurant le tirage, la locomotive, sauf dans quelques essais encore tout récents, est d'ailleurs une machine sans condensation, n'utilisant la vapeur qu'au-dessus de la pression atmosphérique.

Cette nécessité de marcher à tirage forcé sans condensation, sans possibilité d'avoir de larges surfaces pour le refroidissement des gaz, devrait faire de la locomotive un outil très peu économique, se prêtant beaucoup moins bien qu'une chaudière ou une machine ordinaire à l'utilisation rationnelle du combustible ; les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

études détaillées auxquelles elle a donné lieu ont toutefois remédié en partie à cet état de choses et réduit plus qu'ailleurs la plupart des pertes de rendement qu'il était possible d'éviter.

### Rendement de la locomotive.

Les conditions d'emploi, extrêmement variables, des locomotives en service courant se prêtent mal à des déterminations précises et à des comparaisons de rendements. Ces déterminations ne peuvent guère se faire avec toute la rigueur désirable qu'en atelier, lorsqu'on dispose d'installations appropriées comme celles où se poursuivirent autrefois les recherches méthodiques de MM. Henry et Baudry, sur le Paris-Lyon-Méditerranée, ou mieux encore dans les stations d'essais comme il en existe plusieurs en Amérique.

Aussi les résultats des recherches effectuées depuis une vingtaine d'années dans ces stations américaines, à Altona, par le Pennsylvania Railroad; à Urbana, par l'Université de l'Illinois; à Lafayette (Indiana), par l'Université de Purdue, sont-ils particulièrement intéressants à consulter. Des essais poursuivis à Lafayette en 1906, sur une petite locomotive de 50 t (1) avaient déjà donné diverses indications sur la répartition des pertes à la chaudière; d'autres, plus complets, exécutés à Urbana sur une locomotive de 100 t de l'Illinois Central Railroad, et publiés en 1915 (2), se sont étendus à la fois à la chaudière et à la machine; quant à ceux d'Altona, dont le Pennsylvania Railroad s'est servi de 1906 à 1918 pour étudier et mettre au point successivement cinq types de locomotives, ils présentent un intérêt de tout premier ordre, d'autant plus grand que M. Lawford Fry, dans divers articles de l'*Engineering* (3), s'est attaché à faire ressortir les conclusions d'ordre général qui se dégagent de cette longue série d'expériences.

a) *Production de la vapeur.* — Lorsqu'on parle du rendement, de l'activité de la combustion ou de la puissance de vaporisation d'une chaudière, il est bon de préciser le sens exact de ces termes; faute d'être établis de la même manière, les chiffres cités sont souvent loin d'être comparables. La production de vapeur par mètre carré de surface de chauffe et par heure peut être exprimée par des chiffres fort différents suivant la température et la pression auxquelles cette vapeur est amenée et, lorsqu'on emploie de la vapeur surchauffée, suivant que l'on compte ou non dans la surface de chauffe celle du surchauffeur; le poids de charbon brûlé peut être pris sec ou humide; les calories disponibles peuvent être évaluées, soit d'après le pouvoir calorifique supérieur obtenu par l'essai à la bombe Malher, soit en ramenant les résultats de cet essai à la pression atmosphérique, eau non condensée. Le rendement thermique de la chaudière, rapport du nombre de calories fournies au fluide (eau-vapeur) au nombre de calories produites par la combustion du charbon, dépend en particulier de la définition du pouvoir calorifique; alors qu'en France nous rapportons le plus souvent dans l'établissement du bilan thermique d'une chaudière, le nombre de calories utiles au pouvoir calorifique inférieur du

(1) *The utilisation of fuel in locomotive practice*, Bulletin n° 35 du Bureau des mines de Washington.

(2) *Laboratory Tests of a Consolidation Locomotive*, Bulletin n° 32 de l'Université de l'Illinois.

(3) Voir notamment l'*Engineering* des 4, 18 et 25 février 1921, et la *Revue générale des Chemins de fer* de juin 1914, août 1919, mars 1920, mai 1921.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

combustible, en Amérique on parle du pouvoir calorifique supérieur laissant ainsi au compte des pertes ce qui en France n'apparaît généralement que comme une simple rectification de calcul.

La puissance de vaporisation d'une chaudière devrait toujours être évaluée en ramenant la production réelle à la production équivalente de vapeur saturée à 100 degrés centigrades obtenus en partant d'eau à 0 degré, c'est-à-dire en vapeur à 640 calories, et en rapportant cette production équivalente à la surface de chauffe de la chaudière, surchauffeur exclu, comme le propose M. Lawford Fry dans ses articles de l'*Engineering*. L'activité de la combustion doit correspondre au poids de charbon, humidité déduite, s'il y a lieu, après dessiccation à 105°, brûlé par heure et par mètre carré de surface de grille. Quant au rendement, il faudrait s'entendre sur son mode de calcul. La considération du pouvoir calorifique inférieur donne sans doute, surtout pour certains combustibles, une indication utile à connaître; toutefois le pouvoir calorifique supérieur, directement accessible à la mesure par le calorimètre, est la donnée vraiment scientifique, et c'est celle qui semble devoir être adoptée uniformément dans les calculs de rendement; même en Allemagne, où la considération du pouvoir calorifique inférieur, introduite il y a une vingtaine d'années, avait eu surtout pour but de faire ressortir des rendements plus avantageux, on commence à y renoncer; son abandon définitif serait d'autant plus logique qu'il y a des appareils usuels, de chauffage au gaz par exemple, où la condensation dans un serpentin permet de récupérer les calories de la vapeur d'eau et où l'on serait ainsi exposé à trouver, avec le pouvoir calorifique inférieur, des rendements plus grands que l'unité. La règle américaine semble donc la meilleure; il est à désirer qu'elle soit partout appliquée, quitte à mentionner, là où le renseignement peut présenter un intérêt réel, la proportion d'eau que la combustion dégagera. Tant que l'entente n'aura pas été complètement établie sur ce point, il faudra seulement retenir que les chiffres de pertes et de rendement cités en Amérique ne sont pas toujours comparables à ceux d'Europe et en diffèrent pour les charbons usuels, d'une quantité dont l'ordre de grandeur est d'environ 5 p. 100.

Pour une forte activité de combustion variant, suivant les essais, entre 400 et 600 kg de charbon par mètre carré de surface de grille, et correspondant à une vaporisation (à 100°) de 50 à 60 kg par mètre carré de surface de chauffe, les résultats des expériences américaines peuvent se grouper dans le tableau suivant :

| | LAFAYETTE | URBANA | ALTONA (machine de 1912). |
|---|---|---|---|
| Chaleur emportée par les fumées : | | | |
| Chaleur sensible | 14 p. 100 | 15 p. 100 | 16,5 p. 100 |
| Eau non condensée | 5 — | 6 — | 5 — |
| Pertes par imbrûlés | 16 — | 14 — | 27,5 — (1) |
| Pertes par rayonnement, combustion incomplète des gaz, etc. | 8 — | 10 — | 7,5 — |
| Total des pertes | 43 p. 100 | 45 p. 100 | 56,5 p. 100 |
| Rendement de la chaudière | 57 — | 55 — | 43,5 — |

(1) Cette proportion considérable des pertes par imbrûlés en 1917 à Altona tient aux dispositions de la locomotive employée, qui se prêtait mal à la forte activité de combustion de 600 kg par mètre carré réalisée aux essais.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A moins vive allure, les chiffres de rendement seraient très notablement supérieurs. Les anciennes expériences de MM. Henry et Baudry, sur le Paris-Lyon-Méditerranée, faites avec des dépressions de 25 à 75 mm, avaient fait ressortir des rendements qui, pour des locomotives normales à foyers ordinaires, étaient de l'ordre de grandeur de 70 à 75 p. 100.

Avec les chaudières fixes usuelles, le rapport de M. Kammerer sur l'utilisation des combustibles dans la moyenne industrie donne pour les pertes moyennes les chiffres suivants :

Pertes par la chaleur sensible des fumées, 18,2 p. 100.

Pertes par imbrûlés, 3,5 p. 100.

Pertes par rayonnement, combustion incomplète des gaz, etc., en marche normale, 9,6 p. 100.

La comparaison de ces deux tableaux fait de suite ressortir la différence essentielle qui existe, au point de vue du bilan thermique, entre les locomotives et les chaudières ordinaires. Alors que les pertes par chaleur sensible sont à peu près semblables, l'importance des pertes par imbrûlés y est, dès que le tirage augmente, beaucoup plus considérable.

Les pertes établies sont, en effet, étroitement liées, de même que dans les chaudières ordinaires, à l'activité plus ou moins grande de la combustion. M. Lawford Fry a montré que pour tous les essais d'Altona leur variation était exactement proportionnelle : la courbe du rendement en fonction du poids de charbon brûlé par mètre carré de surface de grille et par heure est une droite, d'inclinaison plus ou moins marquée suivant le type de locomotive. Avec la locomotive Mikado (L. I. S.), essayée à Altona, en 1914, le rendement de 80 p. 100 pour un taux de combustion de 100 kg par mètre carré de surface de grille, n'était plus que d'environ 70, 60 et 50 p. 100, lorsque ce taux de combustion s'élevait respectivement à 300, 500 et 700 kg, et descendait à 41,2 p. 100 pour le taux de 893 kg qui n'avait pas été dépassé.

Quand l'activité de la combustion s'accroît le poids d'eau vaporisée commence par croître, puis passe pour chaque type de machine par un maximum, au delà duquel il diminue très rapidement; cette vaporisation maxima une fois atteinte, il est inutile de charger du charbon sur la grille, la combustion de ce charbon se ferait en pure perte et n'aurait d'autre effet que de réduire le rendement. Dans les cinq machines essayées à Altona, le taux de combustion maximum a passé progressivent d'un type à l'autre de 450 à 900 kg par mètre carré de surface de grille, le rendement correspondant aux faibles tirages n'étant que peu différent d'une machine à l'autre (80 p. 100 environ), et le rendement correspondant au maximum de vaporisation étant pour toutes les machines à peu près égal à la moitié de ce chiffre, soit à 42-43 p. 100; pour un même taux de combustion, le rendement des machines les plus récentes s'était notablement amélioré, passant, pour 500 kg de charbon par exemple par mètre carré et par heure, de 42 p. 100 avec la première locomotive à 65 p. 100 avec la dernière.

Cette réduction du rendement lorsque l'activité de la combustion augmente ne tient que pour une faible part, contrairement à ce que l'on pourrait supposer, à l'accroissement des pertes par chaleur sensible des fumées. A Lafayette, les essais, compris entre des taux de combustion de 200 à 600 kg de charbon, ont presque tous donné de 13 à 15 p. 100 de pertes par chaleur sensible ; à Urbana où les varia-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tions du taux de combustion ont eu, comme à Altona, une bien plus grande amplitude (200 à 1.100 kg), cette sorte de pertes n'a dépassé qu'exceptionnellement 20 p. 100, la température des gaz évacués restant comprise entre 250° et 400°. Les pertes par imbrûlés augmentent au contraire rapidement; elles comprennent le charbon tombant à travers les barreaux de la grille ou enrobé dans les mâchefers, et celui qui, sous forme de fraisil retrouvé dans la boîte à fumée ou d'escarbilles sortant par la cheminée de la locomotive, a été entraîné par le tirage; les premières, dont le pourcentage relève surtout de la bonne conduite du feu, sont indépendantes de l'activité de la combustion et sont généralement restées, dans tous les essais des stations américaines, comprises entre 2 et 5 p. 100; mais les secondes en dépendent étroitement : les essais d'Urbana ont montré qu'elles pouvaient s'élever progressivement de 4 p. 100 pour un poids de charbon employé de 200 kg par mètre carré de surface de grille et par heure, à 14 p. 100 pour 500 kg et, pour 1.000 kg, à près de 28 p. 100.

b) *Utilisation de la vapeur.* — Dans la locomotive ordinaire, machine à vapeur sans condensation, la partie de l'énergie thermique transformable en travail est forcément faible, la température de sortie du fluide ne pouvant être inférieure à 100°. Avec des chaudières timbrées de 12 à 16 kg : cm², comme le sont généralement les chaudières de locomotives, la chaleur utilisable pour de la vapeur saturée sèche travaillant suivant le cycle de Rankine dans une machine parfaite, n'est que d'environ 105 à 115 cal, soit, si l'on part d'eau à 15° à 20° ayant absorbé pour se transformer en vapeur 650 cal, 16 à 18 p. 100 de la chaleur fournie. Même avec la surchauffe, le pourcentage ne pourrait s'élever, pour une température de 350° que la pratique actuelle ne dépasse guère qu'à 22 ou 24 p. 100 tout au plus. Les pertes inévitables dans l'hypothèse où nous nous sommes placés sont donc d'environ 75 à 80 p. 100 de la quantité totale d'énergie mise en œuvre; une part toutefois de la chaleur perdue sous forme de vapeur d'échappement peut être récupérée pour le réchauffage de l'eau d'alimentation.

Ce n'est pas tout. Les machines les plus perfectionnées sont loin d'être des machines parfaites; le « coefficient de mérite » de la machine, par rapport au cycle choisi, ou, pour employer le terme généralement admis, son rendement thermodynamique, par rapport à la machine parfaite, vient encore réduire le degré d'utilisation des calories incorporées à l'eau de la chaudière.

Pour une locomotive à simple expansion et sans surchauffe, fonctionnant dans des conditions normales, on ne peut guère compter sur une consommation de moins de 12 kg de vapeur par cheval-heure indiqué. De très bonnes machines utilisant avec compoundage de la vapeur surchauffée, descendent à des consommations sensiblement moindres; les essais effectués par le P.-L.-M. en 1913 sur des machines type « Pacific » ont donné 8 kg; la machine I. 1. S., la plus récente du Pennsylvania Railroad n'a même absorbé, dans les essais d'Altona, que 6 kg pour une puissance de 3.000 ch, mais ce dernier chiffre est très exceptionnel. Avec une consommation de 12 kg par cheval-heure le travail produit, compté en calories, ne dépasse pas 8 p. 100 de la chaleur incorporée au fluide de la chaudière; le rendement de la machine parfaite fonctionnant suivant le cycle de Rankine étant en pareil cas de 16-18 p. 100, le coefficient de mérite de la machine considérée par rapport à ce cycle est de $\frac{8}{16 \text{ à } 18}$ ou 45 à 50 p. 100.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le même calcul, appliqué à la consommation de 8 kg des Pacific P.-L.-M., ferait ressortir pour l'utilisation de la vapeur un rendement total de 105 p. 100, correspondant à 60 p. 100 pour le coefficient de mérite de la machine; avec la consommation exceptionnelle de 6 kg de la machine I. 1. S. d'Altona, le rendement total monterait à près de 14 p. 100 et le coefficient de mérite à 80-85 p. 100.

Les pertes, par rapport à une machine parfaite fonctionnant suivant le cycle de Rankine, seraient ainsi normalement de 45 à 50 p. 100; elles pourraient se réduire avec de très bonnes locomotives à 40 p. 100 et même exceptionnellement à un chiffre moindre.

Parmi les causes de pertes, les actions de parois sont généralement prépondérantes lorsqu'on emploie de la vapeur saturée; les condensations dans le cylindre peuvent faire disparaître jusqu'à 30-40 p. 100 (1) de l'énergie disponible. Mais les pertes par détente incomplète sont aussi, même avec de faibles admissions, loin d'être négligeables; la contre-pression à l'échappement, qui croît avec la vitesse, atteindrait vite pour de grandes vitesses et des sections trop étroites des chiffres inadmissibles : à 4 tours par seconde, cette contre-pression peut s'élever, pour des machines de type courant, jusqu'à 0,5 kg : cm² pour une section de 200 cm² et 1 kg : cm² pour une section moitié moindre (1); un tel accroissement de la contre-pression réduirait de 20 p. 100, avec de la vapeur saturée à 12-16 kg : cm², le nombre de calories utilisables. Les laminages à l'admission, les refroidissements extérieurs, augmentent eux aussi avec la vitesse. Aussi l'effort moteur diminue-t-il rapidement quand la vitesse augmente.

Le rendement est ainsi étroitement lié à la vitesse de marche de la machine; lorsque, en partant du démarrage, la vitesse s'accélère, la consommation de vapeur par cheval-heure indiqué, après avoir d'abord décru jusqu'à un minimum variable avec le degré d'admission, augmente ensuite, plus ou moins rapidement suivant le type de machine.

Le rendement varie également avec l'effort moteur exercé : dans les expériences d'Urbana, à une même vitesse de 35 milles (56 km) à l'heure, la consommation de vapeur, qui pour une puissance de 1.200 à 1.300 ch atteignait déjà le chiffre élevé de 13,5 kg, s'élevait à 16 kg pour un effort de 600; dans celles d'Altona, la consommation de la machine II$^e$, essayée en 1914, de 11,5 kg pour une marche normale de 1.000 ch. était de 13 kg à demi-charge.

Le degré d'admission de la vapeur a par suite une influence directe sur le rendement ; de trop faibles admissions, aggravant le rôle de l'espace nuisible et utilisant mal la longueur du cylindre, sont désavantageuses; de trop fortes admissions, augmentant les pertes par détente incomplète, le sont plus encore. A chaque vitesse correspond, pour une machine déterminée, un degré d'admission donnant l'effort maximum. En pratique, avec les machines à simple expansion, on ne descend guère au-dessous d'une admission de 15 p. 100 et on ne dépasse guère 50 p. 100, le degré d'admission le plus favorable étant généralement compris entre 20 et 30 p. 100.

Tous les chiffres de consommation donnés ci-dessus se rapportent au travail indiqué. Le travail effectif au crochet de traction du tender est notablement plus faible; son rapport au travail indiqué dépend, non seulement de la résistance du

(1) NADAL, *La locomotive à vapeur*.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mécanisme et du frottement des fusées, mais encore des résistances extérieures et de l'accélération de la machine; les essais d'Urbana, effectués à vitesse constante et indépendamment de toute résistance extérieure, ont montré que dans les conditions de ces expériences, faites à de faibles vitesses, ce rapport pouvait varier, suivant la charge et la vitesse, entre 75 et 90 p. 100; en service courant il descend bien au-dessous; aux essais de 1913 du P.-L.-M., il n'était que de 60 p. 100. Nous n'insisterons pas davantage sur ce côté purement mécanique de la question.

c) *Rendement d'ensemble de la locomotive.* — Le rendement d'ensemble de la locomotive est en somme extrêmement variable avec les conditions du service. Si, soit par l'importance des tonnages à remorquer, soit par la vitesse qu'on veut obtenir, on est conduit à s'écarter dans un sens ou dans l'autre des conditions de marche les plus économiques, le rendement de l'appareil moteur s'abaisse; si, pour fournir la vapeur nécessaire, on doit demander à la chaudière un trop gros effort en poussant plus qu'il ne conviendrait l'activité de la combustion, la perte par imbrûlés devient vite excessive. Il faudrait, pour avoir un bon rendement, proportionner le travail à fournir aux meilleures conditions de marches de la locomotive, et les nécessités du trafic ne le permettent pas toujours; aussi les consommations en service courant, même avec des machines maintenues en bon état d'entretien, risquent fort d'être supérieures aux consommations normales qu'un trafic régulier permettrait d'obtenir. A plus forte raison les dépenses de vapeur et de combustible s'accroîtront-elles si des défauts de réglage ou d'étanchéité interviennent. Ce n'est que sous réserve de ces observations qu'on peut parler du rendement normal d'une locomotive.

Prenons pour point de départ les conditions dans lesquelles ce rendement est le moindre. Il résulte de ce qui a été dit plus haut que le rendement normal pour une machine à simple expansion et sans surchauffe, est voisin de 50-60 p. 100 en ce qui concerne la chaudière et, en ce qui concerne la machine, de 8 p. 100, ce dernier chiffre étant le produit de deux autres, à savoir 14 ou 15 p. 100 correspondant à l'utilisation théorique de la vapeur suivant le cycle de Rankine, et 55 ou 60 p. 100 correspondant au coefficient de mérite de l'appareil moteur par rapport à ce cycle. Le rendement d'ensemble, en travail indiqué, n'est donc pour une telle locomotive que de 4 à 5 p. 100. Sur 1.000 calories dégagées par la combustion d'un poids donné de charbon, 500 ou 600 seulement sont incorporées à l'eau vaporisée de la chaudière, et il n'en reste que 40 à 50 utilisables après transformation en travail; le chiffre serait encore plus faible s'il s'agissait de travail effectif au crochet de traction du tender.

La consommation de vapeur par cheval-heure, pour une machine de ce type, étant évaluée à 12 kg, et la production de vapeur de la chaudière pouvant être estimée de 6 à 8 kg par kilogramme de charbon, on peut dire qu'il faut de 1,5 kg à 2 kg de charbon pour produire le cheval-heure indiqué sur une locomotive à simple expansion sans surchauffe.

Pour réduire ces consommations, on peut agir sur l'installation même des locomotives ou sur leur conduite et leur entretien. L'amélioration des types de locomotives et l'étude de leurs conditions de marche sont ainsi successivement à envisager.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

### Amélioration des types de locomotives.

A. — *Chaudières.* — Pour réduire les pertes par la chaleur sensible des fumées, on peut penser, soit à accroître la longueur des tubes, soit à utiliser les gaz chauds au réchauffage de l'eau d'alimentation. Mais l'expérience montre qu'au delà d'une certaine longueur l'accroissement des tubes n'entraîne qu'une faible amélioration des transmissions de chaleur, hors de proportion avec les inconvénients résultant de la plus grande résistance au tirage et avec les autres difficultés d'ordre pratique inhérentes à l'emploi des tubes très longs; en pratique, on ne dépasse guère, en Europe tout au moins, des longueurs de 6 m. Quant aux réchauffeurs d'eau d'alimentation, ces appareils sont trop encombrants pour pouvoir trouver une place dans la boîte à fumée de la locomotive, et le résultat cherché est plus facile à obtenir par l'utilisation de la vapeur d'échappement.

Les pertes par rayonnement peuvent se réduire par le calorifugeage de la chaudière. Dans les pays froids, ou pour des machines exposées à de longs stationnements, un calorifugeage particulièrement soigné s'impose. D'après des expériences faites autrefois en Russie (1), la simple interposition d'un matelas d'air entre la paroi de la chaudière et une enveloppe extérieure en tôle suffirait dans certains cas à diminuer de moitié les pertes par rayonnement, mais un bon isolant comme l'amiante les réduirait des deux tiers. En France, on s'en tient généralement au matelas d'air; l'adjonction d'une substance calorifuge a été essayée sur divers réseaux, mais les résultats obtenus n'ont pas paru décisifs à tout le monde; il y a eu économie de combustible, mais cet avantage a été contre-balancé par de plus grandes difficultés de surveillance et d'entretien.

C'est plutôt, d'ailleurs, du côté des pertes par imbrûlés, dont nous avons vu plus haut l'importance, qu'il y a lieu de rechercher des améliorations nouvelles.

Ces pertes sont surtout élevées quand s'accroît l'activité de la combustion, c'est-à-dire la quantité horaire de charbon brûlée par mètre carré de surface de grille; or le poids total de combustible à brûler par heure dépend de l'intensité de vaporisation nécessaire, et les puissances de plus en plus considérables demandées aux locomotives obligent à envisager de fortes augmentations, et non des diminutions, de la quantité de vapeur à produire. L'accroissement de la surface de grille, destiné plutôt à permettre ces augmentations de puissance qu'à réduire l'activité de la combustion, n'est donc qu'un moyen indirect d'avoir moins de pertes par imbrûlés; à égalité de puissance, il n'en joue pas moins ce rôle. En France, les machines les plus modernes ne dépassent pas 4 à 4,5 $m^2$ de surface de grille: c'est à peu près le maximum compatible avec la charge à la main du combustible; mais en Amérique, où l'emploi du chargement mécanique supprime cette limite, on atteint des dimensions très supérieures; le Pennsylvania Railroad, dont certaines machines avaient déjà en 1914 6.5 $m^2$ de surface de grille, emploie depuis peu, pour le service des rampes, une locomotive Mallet dont la grille à secousses, en quatre parties mobiles actionnées par un moteur, n'a pas moins de 10,4 $m^2$.

L'emploi de dispositifs divers destinés à obtenir une combustion plus complète constitue un autre moyen d'éviter les pertes par imbrûlés. Parmi ces dispositifs, les voûtes réfractaires sont depuis longtemps connues et appréciées; elles joignent

(1) Sauvage, *La locomotive.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à l'avantage d'assurer le brassage de l'air et des gaz de la combustion, celui d'emmagasiner la chaleur et de réduire, par suite, l'excès d'air nécessaire à la combustion complète, et protègent en même temps la plaque tubulaire; elles se sont beaucoup généralisées en France; nos administrations de chemins de fer n'évaluent toutefois qu'à un chiffre bien faible, de 2 à 3 p. 100, l'économie moyenne que leur emploi permet d'obtenir. A en juger par de récentes expériences du Pennsylvania Railroad, faites sur une locomotive à très grande grille avec un charbon riche en matières volatiles, l'économie réalisée serait dans certains cas beaucoup plus forte : au cours de ces expériences, on a reconnu que la présence d'une voûte réfractaire avait augmenté de 15 p. 100 la puissance de vaporisation de la chaudière et de 6 à 10 p. 100, suivant l'allure, le poids de vapeur produit par kilogramme de charbon; malgré l'obligation d'un tirage plus élevé, le rendement de la chaudière était accru de 7 à 8 p. 100 en service courant, et l'économie de charbon par cheval-heure, variable avec l'effort demandé, atteignait 12 p. 100 de la puissance maximum.

C'est plutôt toutefois vers l'accroissement du volume du foyer, avec ou sans l'intermédiaire d'une chambre de combustion spéciale, qu'on semble jusqu'ici s'être orienté en Amérique. La locomotive Mikado, essayée à Altona en 1914, avait un foyer de 10 m³, presque exactement le double du foyer du type précédent essayé en 1912, et le rapport de ce volume au nombre de mètres carrés de la surface de grille, qui en 1906 n'atteignait pas 0,9, était en 1914 de 1,5. Sur la locomotive Mallet, du même réseau, dont nous parlions tout à l'heure, une chambre de combustion a été établie, de plus de 3,50 m de longueur, séparée du foyer par une sorte d'autel formant lame d'eau; ce genre de dispositif, commun à un certain nombre de locomotives américaines, a été facilité par la grande longueur du faisceau tubulaire de ces locomotives, longueur sur laquelle il a été possible de prélever l'espace nécessaire à cette chambre.

Parfois enfin une meilleure adaptation des sections d'arrivée d'air sous le cendrier par rapport à la quantité du combustible a suffi pour atténuer les pertes et assurer une combustion meilleure; c'est par ce moyen qu'à Altona on a pu transformer le type de 1907, où la combustion était gênée par l'insuffisance de l'arrivée d'air, en une locomotive susceptible de brûler 700 kg au lieu de 450 kg par mètre carré de surface de grille, ce qui a permis d'augmenter du tiers la surface de chauffe et de presque doubler la puissance de vaporisation.

Malgré tous ces perfectionnements, la combustion d'un combustible solide comme le charbon ne peut se faire avec le même réglage précis et les pertes réduites au minimum que peut donner l'emploi de combustibles liquides ou gazeux. L'utilisation du pétrole ou de ses dérivés intéresse surtout les pays producteurs de ces combustibles; nous dirons toutefois quelques mots de l'intérêt que présenterait la substitution des huiles lourdes de pétrole au charbon sur nos locomotives si la question du rendement était seule à envisager. Les essais faits par le P.-O. en avril et juin 1920 sur 2 locomotives Pacific chauffées au mazout n'ont fait ressortir, dans le bilan thermique qui en a été dressé (1), que 1 p. 100 de pertes par combustion incomplète avec une proportion de chaleur perdue par les fumées très comparable aux chiffres habituels; on gagne donc, par le chauffage au pétrole, la presque

(1) *Revue générale des Chemins de fer*, janvier 1921.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

totalité des pertes par imbrûlés; les pertes à la mise en pression et aux arrêts étant moindres qu'avec le charbon, le gain réel en service courant est plus considérable encore; la consommation de combustible, qui lors des essais du P.-O. atteignait avec du charbon à 7.200-7.500 cal 4,2 kg par 100 tonnes kilométriques, n'était plus que de 2,16 kg avec de l'huile à 10.500 cal : la réduction, en calories par 100 tonnes kilométriques, était de 27 p. 100. Sur le P.-L.-M., où d'autres essais du même genre ont été effectués, on estime qu'une tonne de mazout équivaut à 1,71 t de charbon. Malheureusement le haut prix de ce combustible et les difficultés de son approvisionnement rendent son emploi beaucoup moins intéressant en France qu'ailleurs.

Mais, le charbon lui-même peut par la pulvérisation acquérir des propriétés analogues à celles des combustibles liquides ou gazeux; aussi, alors que l'emploi du charbon pulvérisé se développait ailleurs avec l'ampleur que l'on sait, a-t-on tout naturellement songé à l'adapter au chauffage des locomotives. Peut-être est-ce le mode de chauffage de l'avenir. Il ne semble pas toutefois que les essais tentés soient près d'aboutir. Ces essais, commencés en Suède, voilà 5 ou 6 ans, avec un combustible tourbeux assez spécial, ont été poursuivis depuis lors dans divers pays. Quelques résultats intéressants ont bien d'abord été obtenus : s'il faut en croire de premiers renseignements recueillis en 1919 aux États-Unis par M. Léonard C. Harvey (2), la pulvérisation d'un mélange de 60 p. 100 de fines d'anthracite et de 40 p. 100 de charbon bitumineux sur une locomotive du Delaware and Hudson Railroad, aurait donné de 20 à 40 p. 100 d'économie de charbon; quelques autres expériences du même ordre ont été publiées. Mais ces résultats n'ont pas été sanctionnés par la pratique; les difficultés rencontrées ont même été telles que l'emploi du charbon pulvérisé sur les locomotives, loin de se généraliser, paraît aujourd'hui, momentanément au moins abandonné. Aux dernières nouvelles les États-Unis, qui cependant multiplient ailleurs les installations de ce genre, y avaient complètement renoncé sur les chemins de fer, et des essais commencés en Italie avaient été arrêtés comme ne présentant plus aucun intérêt. Le Brésil lui-même, qui avait cru trouver dans ce mode de chauffage le moyen d'utiliser les très mauvais charbons dont il dispose, et qui n'avait pas craint de commander 250 de ces machines avant d'avoir mis la question suffisamment au point, se préoccupe aujourd'hui, paraît-il, de retirer de ces mauvais charbons un combustible meilleur par un traitement approprié; les résultats obtenus n'ont donc pas dû être beaucoup plus satisfaisants qu'en Italie et que dans l'Amérique du Nord. Malgré ses incontestable avantages, le charbon pulvérisé présente en effet, pour les locomotives, de très sérieux inconvénients; les mauvais charbons avec lesquels on a surtout intérêt à l'essayer forment, par la fusion de leurs cendres, des dépôts vitrifiés ou « nids d'hirondelles » sur la plaque tubulaire de la chaudière et provoquent des obstructions de tubes; il faudrait, pour y remédier, avoir de vastes chambres de combustion et des séparateurs de cendres, que le faible espace dont on dispose sur les locomotives rend difficiles à installer; les appareils auxiliaires qu'il faut établir entraînent une assez grande complication, qui accroît les difficultés d'entretien et les chances de détresse; enfin les dangers d'explosion sont plus graves que dans une installation fixe où l'on

(1) *Revue générale des Chemins de fer*, septembre 1919.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

peut plus facilement prendre les précautions nécessaires. On conçoit qu'avant d'entreprendre l'organisation extrêmement coûteuse qu'il faudrait, non seulement pour changer l'équipement des locomotives existantes, mais aussi pour en préparer l'approvisionnement en multipliant les stations de pulvérisation et d'alimentation des machines, les compagnies intéressées préfèrent attendre que ces problèmes délicats aient reçu une solution suffisamment mûrie.

Il existe encore un moyen accessoire de réduire les pertes par imbrûlés, c'est, lorsqu'on n'a pas pu les empêcher, de récupérer tout au moins le coke des mâchefers ou le fraisil de la boîte à fumée et de les utiliser ailleurs. Le fraisil de boîte à fumée, formant en moyenne 0,8-0,9 p. 100 du poids du charbon brûlé, est ainsi recueilli en totalité pour être consommé dans des foyers divers ou vendu à l'industrie privée. Quant aux mâchefers, le triage à la main permet d'en extraire du coke et du charbon pour le chauffage des locaux; cette récupération, là où elle est effectuée, est de l'ordre de grandeur de 2 à 3 p. 100 de la consommation de charbon; l'emploi, dans les grands dépôts tout au moins, de laveurs actuellement à l'étude serait de nature à l'améliorer.

B. — *Appareil moteur.* — Les mesures prises pour obtenir dans l'appareil moteur une meilleure utilisation des calories produites peuvent viser l'amélioration du cycle et du « coefficient de mérite » de la machine.

Le rendement du cycle est le rapport de la chaleur transformable en travail aux calories absorbées par la transformation du fluide; pour l'améliorer, on peut augmenter le premier terme ou réduire le second. L'augmentation de la chaleur transformable peut s'obtenir, du côté de la chaudière en élevant la pression de la vapeur ou en la surchauffant; du côté de l'échappement en cherchant à adapter le principe de la condensation à la locomotive; l'utilisation de la vapeur d'échappement au réchauffage de l'eau d'alimentation permet, d'autre part, de diminuer le nombre des calories employées à la production de la vapeur.

Quant au « coefficient de mérite » de la machine, on cherchera à le perfectionner en réduisant, par un meilleur échappement ou par le compoundage, les pertes par détente incomplète et, par la surchauffe, les pertes par refroidissement des parois.

Ces diverses améliorations sont d'ailleurs solidaires les unes des autres; l'élévation de la pression par exemple se lie à la question du compoundage, et la surchauffe, qui accroît le rendement du cycle, a surtout le grand avantage de diminuer les pertes. Aussi les étudierons-nous successivement sans les rapporter plus spécialement à l'une ou à l'autre des parties du problème envisagé.

*a*) Surchauffe. — De toutes les améliorations apportées ces dernières années aux types de locomotives, le développement de la surchauffe, dont sont munies aujourd'hui toutes les nouvelles machines et dont la généralisation n'est limitée que par la difficulté de modifier les anciennes, est sans contredit la plus importante. La surchauffe améliore déjà dans des proportions très appréciables le cycle de Rankine, puisque avec des chaudières timbrées de 12 à 16 kg : $cm^2$ le rendement du cycle passe de 16-18 à 22-24 p. 100 pour une surchauffe à 350°, mais son principal avantage est de réduire et, si elle est suffisamment poussée, de supprimer complètement les pertes par action des parois, diminuant ainsi dans de très fortes proportions les consommations de vapeur.

Comme la vapeur produite a absorbé un nombre de calories plus considérable,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'économie réelle est, il est vrai, un peu moins forte que les chiffres de consommation cités dans les résultats d'essais ne les feraient apparaître; la vapeur saturée ayant emmagasiné, à partir de l'état d'eau à la température de 15 ou 20°, 650 cal environ et la vapeur surchauffée vers 300° en ayant absorbé 700 à 710, il faudrait, pour avoir des chiffres comparables, réduire d'un peu moins d'un dixième les économies de vapeur constatées.

Sous réserve de cette observation, c'est parfois par des économies atteignant et dépassant 20 p. 100 que les avantages de la surchauffe peuvent se chiffrer. Des essais effectués par le P.-O. en 1906 avaient donné 20,8 p. 100 de diminution de consommation de vapeur, 16,6 p. 100 de diminution de consommation de charbon; à Altona, où la locomotive à vapeur saturée de 1908 consommait, suivant la puissance demandée, de 11,5 à 13 kg de vapeur par cheval-heure indiqué, l'adjonction de la surchauffe avait fait descendre en 1912 ces consommations jusqu'à 8 à 9,5 kg; l'économie était de 25 p. 100; le fait est d'autant plus caractéristique que cette transformation avait nécessité une réduction de la surface de chauffe proprement dite, entraînant une diminution de 19 p. 100 ou 14 p. 100 en vapeur à 640 cal, de la quantité d'eau évaporée; mais l'addition d'une surface de surchauffe à peine supérieure à la surface de chauffe disparue avait permis de regagner amplement, par le meilleur rendement de la machine, la réduction de la vaporisation et d'accroître de 30 p. 100 la puissance unitaire par tonne.

La mise en service toute récente, sur les locomotives 2.500 du P.-L.-M., de nouveaux surchauffeurs a donné des résultats analogues; des essais en service courant portant sur des tonnages remorqués d'environ 300 t et sur des parcours totaux de plus de 150.000 km ont donné pendant les trois mois de février, mars et avril 1921, des consommations par 100 tonnes kilométriques remorquées, de 5,31 kg de charbon avec les locomotives non transformées et de 4,28 kg seulement avec celles munies de la surchauffe; l'économie en charbon était de 22 p. 100.

L'intérêt de la surchauffe n'est évidemment pas le même avec toutes les machines et varie avec la nature du service qui leur est demandé. Des locomotives de trains sujets à des arrêts fréquents, comme les trains de banlieue, ou celles qui, circulant sur des profils accidentés, peuvent avoir à faire face à un travail extrêmement variable d'un point à l'autre du parcours, nécessitent, pour bénéficier complètement de tous les avantages à en attendre, une surchauffe très rapide que les dispositifs actuels ne permettent pas toujours d'obtenir. S'il s'agit d'une ancienne machine à transformer, les résultats dépendent aussi beaucoup de l'état initial dans lequel elle se trouve.

Le degré auquel la surchauffe est portée a également une large part d'influence; dans les essais effectués au Pennsylvania Railroad une élévation de température de 167 degrés au-dessus du point de saturation était nécessaire pour obtenir, avec une admission de 50 p. 100, les réductions de consommation que donnait, à 15 p. 100 d'admission, une simple élévation de 39 degrés. C'est sans doute à cause de ces différences de régime et des variations qu'elles entraînent que les compagnies de chemins de fer françaises n'évaluent qu'à 12 p. 100 l'économie moyenne due à la surchauffe.

Même ainsi réduit, ce chiffre montre tout l'intérêt que présente l'emploi de la vapeur surchauffée, intérêt d'autant plus grand que l'adjonction d'un surchauffeur à d'anciennes machines ne semble pas soulever, dans bien des cas tout au moins,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des difficultés insurmontables. Sur les anciennes machines, on ne peut guère, il est vrai, changer les dimensions des cylindres et tirer le même parti de l'élévation de température que dans les machines neuves, et l'augmentation du poids par essieu et la distribution par tiroir plan, qui se prête mal au graissage, ne permettent pas toujours les modifications nécessaires; mais l'amélioration obtenue, partout où la transformation est possible, est toujours notable. L'adjonction de surchauffeurs tels que le nouveau surchauffeur genre Schmidt des machines 2.500 du P.-L.-M. qui ne nécessite aucune modification du faisceau tubulaire, est en particulier facile à réaliser; le P.-L.-M. va l'appliquer à plusieurs autres séries de ses locomotives.

Si la transformation des anciennes machines se poursuit de plus en plus activement, l'accroissement de la surchauffe dans les machines neuves est également à noter; la proportion de la surface de surchauffe par rapport à la surface de chauffe proprement dite, de 20 à 25 p. 100 qu'elle était au plus, voilà huit à dix ans atteint aujourd'hui 32 p. 100 sur les Pacific P.-L.-M. et sur certaines machines du réseau italien, 34 p. 100 sur la locomotive Decapod du Pennsylvania Railroad essayée en 1918 à Altona, et jusqu'à 47 p. 100 sur la locomotive Mallet de ce même réseau spécialement établie pour un service de rampes; et la température obtenue, qui d'abord ne dépassait guère 300°, est aujourd'hui généralement comprise entre 300° et 350° et a atteint jusqu'à 364° dans les essais d'Altona de 1918.

*b*) Compoundage. — Le compoundage, qui permet d'aborder utilement de plus hautes pressions et atténue les pertes par espaces morts, par fuites intérieures et par effet de parois, présente sur la simple expansion, au moins en vapeur saturée d'incontestables avantages. Malgré les laminages supplémentaires qu'entraîne la présence du réservoir entre la haute et la basse pression, laminages qui s'accroissent rapidement avec la vitesse, et malgré l'augmentation des surfaces refroidissantes des cylindres, l'économie est importante; d'après M. Nadal[1], on peut compter avec le compoundage, pour les consommations de vapeur que, avec la simple expansion sans surchauffe, nous avons évaluées à 12 kg par cheval heure indiqué, sur des chiffres de 9 à 10 kg jusqu'à trois tours par seconde, de 10 à 11 kg pour trois à cinq tours; ce serait une réduction de 15 à 20 p. 100 à faible vitesse, 10 à 15 p. 100 pour les vitesses supérieures. Les administrations de chemins de fer français évaluent à 10 p. 100 cette économie; c'est certainement une estimation modérée.

Le compoundage appliqué aux locomotives, cependant, ne rallie pas en sa faveur l'unanimité comme la surchauffe. On lui reproche les difficultés de construction qu'il entraîne, l'entretien supplémentaire qu'il exige; les ingénieurs de traction ne sont même pas d'accord sur l'importance des réductions de consommation qu'il permet d'obtenir, et plus d'un préfère demander à la surchauffe seule des avantages que l'adjonction du compoundage ne lui paraît pas accroître pratiquement. Un bon nombre des grandes locomotives européennes, en France particulièrement, sont actuellement à double expansion; mais plusieurs pays, les États-Unis notamment, sont restés jusqu'ici hostiles au compoundage; en France même, plusieurs de nos compagnies de chemins de fer sont nettement opposées à son extension, et les deux types qu'étudie en ce moment l'Office central d'Études du Matériel de Chemins

(1) NADAL, *La locomotive à vapeur.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de fer, formé par l'union de la plupart de nos grands réseaux, ne comportent que deux cylindres à simple expansion et surchauffe.

La longueur plus grande et la stabilité plus complète des machines rendent aujourd'hui moins utile qu'autrefois la régularisation des forces d'inertie par le doublement des cylindres; en fait, on ne construit guère aujourd'hui de locomotives à 4 cylindres qui soient à simple expansion, ni de machines compound à 2 cylindres; la comparaison n'est donc utile qu'entre le type à 2 cylindres à simple expansion et le type à 4 cylindres compound, tous deux également munis de la surchauffe.

Le P.-L.-M., dans des essais dont il a été rendu compte à l'exposition de Turin en 1911 et à celle de Gand en 1913, a abouti à des conclusions tout à fait en faveur du compoundage.

De premiers essais avaient eu pour but de comparer séparément, en partant de la simple expansion sans surchauffe, les avantages respectifs de la surchauffe et du compoundage. Deux machines Pacific, l'une compound à vapeur saturée, l'autre à simple expansion et surchauffe, faisant toutes deux le même service sur la même ligne, entre Laroche et Dijon, avaient été mises en parallèle; elles avaient l'une et l'autre même surface de grille, et la surface totale de chauffe et de surchauffe de la seconde était à peu près équivalente à la surface de chauffe de la première; le timbre de la chaudière était de 16 kg : cm² pour la machine compound, de 12 kg : cm² seulement pour la machine à simple expansion. L'avantage était nettement resté à la locomotive à surchauffe, qui avait réalisé une puissance supérieure de 16 p. 100 à la locomotive compound; les consommations par cheval-heure indiqué avaient été, en vapeur de 9,57 kg pour la première au lieu de 11,27 kg pour la seconde, et en charbon de 1,35 kg au lieu de 1,55 kg; malgré l'abaissement du timbre l'économie en faveur de la surchauffe était de 15 p. 100 en vapeur ou de 13 p. 100 en charbon.

On transforma alors, par addition d'un surchauffeur, la seconde des deux locomotives en une compound à surchauffe, et l'on reprit, sur la même ligne, avec la locomotive ainsi transformée, les mêmes expériences; les consommations par cheval-heure indiqué descendirent à 8 kg de vapeur et 1,10 kg de charbon, soit mesurée en charbon, une réduction de 18 p. 100 sur la seule surchauffe et de 20 p. 100 sur le seul compoundage. Les résultats obtenus depuis lors en service courant, de 1915 à 1919, sur l'ensemble des locomotives Pacific P.-L.-M., toutes à vapeur surchauffée, ont confirmé, bien qu'avec une légère atténuation, cette conclusion sur l'avantage de la combinaison du compoundage et de la surchauffe : la consommation de charbon par 100 t kilométriques remorquées, qui pendant ces cinq années a été en moyenne de 4,752 kg avec les locomotives à simple expansion timbrées à 12 kg : cm² et de 4,678 kg avec les locomotives à simple expansion timbrées à 14 kg : cm², est descendu à 4,090 kg avec les machines compound timbrées à 16 kg : cm²; la consommation des compound à 16 kg : cm² a donc été de 12,5 p. 100 inférieure à celle des machines à simple expansion timbrées à 14 kg : cm², et de 41 p. 100 à celle des machines à simple expansion timbrées à 12 kg : cm².

Mais il s'agit là de machines puissantes, et c'est pour cette catégorie surtout que le compoundage offre de l'intérêt. Avec de petites locomotives le supplément des résistances intérieures et les défauts d'étanchéité qui résultent de la complexité d'un organisme à 4 cylindres font plus que compenser l'avantage théorique de la double

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

expansion et se traduisent, dans la pratique courante, par des dépenses plus élevées de combustible.

Même pour de fortes machines les conclusions qui sembleraient se dégager des essais des Pacific P.-L.-M., ne sont pas partout admises. D'autres essais effectués en Amérique sur de puissantes locomotives à 2 cylindres ont donné des chiffres de consommation très comparables à celles des 4 cylindres compounds, et la comparaison faite tout récemment (septembre 1921) par la compagnie d'Orléans entre les locomotives compound à surchauffe et des Pacific américaines à simple expansion assurant les mêmes services, a donné dans l'ensemble des chiffres de consommation sensiblement identiques; les partisans de la seule surchauffe estiment en tout cas trop faible l'économie de charbon à attendre du compoundage pour que cette économie puisse être mise en parallèle avec l'accroissement des frais d'entretien et les risques de rupture d'essieux coudés qu'entraîne le doublement des cylindres.

Tant que des essais comparatifs plus complets n'auront pas permis de départager partisans et adversaires du compoundage, les deux tendances continueront sans doute à coexister, le compoundage paraissant toutefois abandonné, quant à présent du moins, pour les locomotives de faible puissance. Les avantages sont certainement moindres sur les locomotives que sur des machines fixes, la détente s'arrêtant à la pression atmosphérique et la variabilité d'allure imposant souvent une marche à puissance réduite où le grand cylindre n'introduit guère que des frottements. La solution du problème est liée en tout cas à des questions de meilleur entretien et de facilités de construction qui relèvent de la technique générale des chemins de fer et ne concernent qu'indirectement l'utilisation des combustibles. Sur ce dernier point, le seul que nous ayons à envisager, l'avantage semble bien acquis au compoundage pour les grandes machines; c'est seulement la valeur du taux des économies à attendre du compoundage sur une locomotive déjà munie de la surchauffe qui peut prêter à contestation : très minime pour les uns, voisin de 15 p. 100 pour les autres, ce taux a été estimé en moyenne par nos administrations de chemins de fer à 6 p. 100 (18 p. 100 pour le compoundage avec surchauffe, au lieu de 12 p. 100 pour la surchauffe seule, par rapport à la simple expansion).

*c*) Amélioration de la distribution. — Les autres améliorations apportées aux locomotives sont pour la plupart loin d'avoir au point de vue rendement une aussi grande importance que la surchauffe et que, au moins dans certains cas, le compoundage; plusieurs d'entre elles n'en présentent pas moins un réel intérêt.

Nous avons vu l'influence que peut avoir un degré d'admission de vapeur plus ou moins étendue; les essais effectués à Altona avec la locomotive Mikado de 1914 l'ont mis particulièrement en évidence; les consommations de vapeur, de 7 kg à 7,5 kg par cheval-heure indiqué pour les admissions de 15 à 35 p. 100, devenaient pour des admissions dépassant 50 p. 100, tout à fait excessives; l'inconvénient était surtout grave pour la montée des rampes, lorsque pour fournir la puissance nécessaire il fallait mettre la marche à fond de course. Pour des machines ayant à donner de fortes puissances pendant une part notable de leur parcours il y a donc grand avantage à accroître le diamètre des cylindres et à limiter à 50 p. 100

(1) *Bulletin du Congrès des Chemins de fer*, janvier 1914.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'admission maxima de la vapeur; la locomotive Decapod de 1918, construite sur ces bases, a donné, à égalité d'effort moteur, une économie de vapeur de 38 p. 100 sur la Mikado de 1914 ayant sa marche à fond de course; aux faibles vitesses, la puissance fournie par la nouvelle machine était de plus de 40 p. 100 supérieure à celle de l'ancienne (1). Avec des locomotives de grande vitesse, de grandes dimensions des cylindres auraient l'inconvénient de trop accroître les forces d'inertie, mais pour les locomotives à marchandises munies de la surchauffe elles n'ont que des avantages.

L'étanchéité des tiroirs, particulièrement nécessaire si l'on a recours à la vapeur surchauffée, était autrefois difficile à obtenir avec les tiroirs plans; aussi l'application des tiroirs cylindriques, qui, sans entraîner d'économie directe de combustible, a rendu possible l'emploi des timbres élevés et de la surchauffe, doit également être notée parmi les améliorations apportées à la distribution de la vapeur dans les locomotives.

*d*) Amélioration des échappements. — Le problème qui consiste à assurer dans les meilleures conditions possibles, par l'échappement de la vapeur, le tirage de la chaudière est spécial aux locomotives. Une section resserrée active la combustion, mais a pour conséquence une contre-pression plus forte dans les cylindres; la nécessité de marcher normalement avec une activité de combustion qui pour des chaudières fixes serait excessive entraîne l'obligation d'obtenir sans contre-pression exagérée un tirage aussi élevé que possible, et la variabilité des efforts demandés à la locomotive exige dans le réglage de cette activité de combustion, une souplesse permettant de se plier rapidement à tous les besoins.

L'échappement fixe, tel qu'il est encore employé sur la plupart des locomotives anglaises et américaines, ne satisfait pas à cette dernières condition; il est surprenant que l'on y ait encore recours. Les difficultés qu'entraînait pour la régularité du tirage l'ancien échappement à valves, le premier type mobile qui ait été employé, ont depuis longtemps été solutionnées en France par la mise en service de l'échappement annulaire, type Nord, comportant une tuyère qu'on peut abaisser pour augmenter la section d'écoulement; l'axe vertical de la tuyère ne se décentrant pas, l'appel d'air reste également réparti des deux côtés du foyer; ce système a donné d'excellents résultats. Les réseaux français ont appliqué une disposition de ce genre à toutes leurs machines et l'ont substituée à l'échappement fixe sur les machines étrangères qu'ils ont reçues ces dernières années.

Mais si la mobilité de l'échappement est définitivement acquise, de nouveaux progrès peuvent être recherchés en ce qui concerne l'efficacité du tirage; diverses tentatives ont été faites récemment dans cette voie. Sur le réseau du Nord, quelques essais effectués sur une locomotive munie d'un nouveau type de soupapes à valves équilibrées avaient donné des premiers résultats encourageants; la crainte du déréglage des valves est sans doute la principale cause qui a empêché de les poursuivre. Sur le P.-L.-M. au contraire, le perfectionnement, connu sous le nom d'échappement à trèfle, tout récemment apporté à l'échappement Nord pour assurer une vaporisation suffisante aux locomotives Pacific de ce réseau, est aujourd'hui bien connu; trois ailettes, montées sur l'axe de la partie mobile, dont les sections horizontales ont la forme de secteurs circulaires d'angle au centre croissant de 0 à 60°,

(1) *Revue générale des Chemins de fer*, mars 1920.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

assurent la division du flux et accroissent ainsi la force d'entraînement de la vapeur. Comparé à l'échappement Nord, ce type d'échappement sur les locomotives P.-L.-M. auxquelles il a été appliqué, a donné, pour une même valeur de la contre-pression, une dépression de 25 p. 100 plus forte, et pour une même valeur de la dépression une contre-pression réduite de 25 à 30 p. 100; avec un vide de 100 millimètres, dans les conditions des essais, la contre-pression passait de 300 à 220 mm de mercure; les économies de vapeur ou de charbon correspondantes n'ont pas été relevées, mais il n'est pas douteux que cette réduction de la contre-pression conduise à des économies sensibles; le P.-L.-M., qui a déjà muni de l'échappement à trèfle ses locomotives les plus nouvelles, l'étend aujourd'hui à toutes ses machines de ligne.

*e*) Réchauffeurs d'eau d'alimentation. — L'installation de réchauffeurs d'eau d'alimentation sur les locomotives constitue l'un des récents progrès les plus intéressants à signaler. Si les gaz chauds sortant de la cheminée ne sont pas utilisables ici comme dans beaucoup d'installations fixes, la vapeur d'échappement constitue au contraire un agent extrêmement pratique pour le réchauffage de l'eau d'alimentation de la chaudière, et on l'emploie de plus en plus.

Ces réchauffeurs, dont le nombre s'accroit rapidement sur certains réseaux comme le Nord et le P.-L.-M., sont généralement en France du type de condenseur par surface; l'eau du tender se rend dans une caisse en tôle contenant un faisceau tubulaire qui reçoit une partie de la vapeur d'échappement; l'injecteur ne pouvant plus à cause de la température de l'eau assurer l'alimentation de la chaudière, le refoulement se fait au moyen d'une pompe d'alimentation. La température obtenue à l'entrée de la chaudière est d'environ 90° à 95°, et l'adjonction de cet appareil permet de réaliser en marche courante une économie d'au moins 8 à 10 p. 100; les résultats d'essais en service normal effectués d'avril à décembre 1920 par le P.-L.-M. sur 10 locomotives 4.700, dont 5 avec réchauffeurs et 5 avec injecteurs ordinaires, ont même abouti à des conclusions plus favorables, puisque l'économie réalisée a atteint près de 15 p. 100.

Les réchauffeurs d'eau usités en Amérique sont généralement à condenseur par mélange; d'après M. Milner, ingénieur de la traction du New York Central, ils permettraient de réchauffer l'eau de 80 degrés et d'atteindre 12 p. 100 d'économie de charbon. Des essais comparatifs de ces deux types de réchauffeur doivent être prochainement effectués sur les nouvelles locomotives américaines du P.-O.

Les injecteurs à vapeur d'échappement employés en Angleterre constituent une autre solution du problème; ils donneraient également environ 10 p. 100 d'économie.

f) Essais de locomotives à condensation. — La vapeur d'échappement servant à assurer le tirage, la locomotive a été jusqu'à présent considérée comme ne pouvant bénéficier de l'avantage considérable que l'on obtient, dans le domaine de la machine fixe, en poussant la détente jusqu'à la faible pression d'un condenseur. Mais si les essais fort intéressants qui se poursuivent en ce moment en Suisse venaient à être couronnés de succès, l'adaptation du condenseur à la locomotive pourrait devenir pratique et accroître considérablement le rendement. En abaissant de 1 à 0,1 kg : cm² la pression finale, on peut porter de 17 à 28 p. 100, c'est-à-dire accroître des deux tiers de sa valeur primitive, le rendement théorique de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

machine parfaite fonctionnant dans les conditions que nous avons envisagées plus haut.

Ces essais auraient pu être tentés sur des locomotives ordinaires. En fait, ils se sont trouvés liés à des recherches commencées dans un autre but par des constructeurs de turbines; la substitution, sur les locomotives, de la turbine à la machine alternative exige, en effet, que le problème de la condensation soit simultanément résolu.

La locomotive à condensation essayée à Zurich est actionnée par une turbine Zoelly, attaquant par engrenage un arbre intermédiaire d'où les bielles transmettent la force aux anciennes manivelles; le condenseur est à surface, le refroidissement de l'eau de circulation est obtenu en utilisant le courant d'air produit par la marche de la locomotive, courant qui traverse l'eau tombant en pluie fine dans le tender; la pompe de circulation, la pompe à air et les pompes d'alimentation sont actionnées par de petites turbines auxiliaires, dont la vapeur d'échappement est employée à réchauffer l'eau sortant à 45° du condenseur.

D'après les renseignements donnés par le constructeur, la condensation se fait dans de bonnes conditions, et l'emploi des vapeurs d'échappement des turbines auxiliaires permet de porter à 120° l'eau envoyée à la chaudière; mais le fonctionnement des pompes d'alimentation, et surtout la conduite de la chauffe, ont donné lieu à diverses difficultés. La vapeur d'échappement n'assurant plus l'appel des gaz à la cheminée, il faut, avec la condensation, y substituer un tirage artificiel, par soufflage ou par aspiration; le soufflage ne paraît pas avoir donné de bons résultats; on conçoit d'ailleurs les inconvénients qu'il peut entraîner, ne fût-ce qu'au point de vue de la surveillance du feu et de la sécurité du chauffeur. De nouveaux essais, avec des pompes d'alimentation perfectionnées et un ventilateur aspirant placé au bout de la chaudière, vont être effectués d'ici peu.

C. — *Comparaison d'ensemble.* — Les perfectionnements apportés ces dernières années à la locomotive, et ceux dont la réalisation se poursuit, amèneront, au fur et à mesure de la transformation ou de la mise hors service des anciennes machines, des réductions considérables dans les consommations moyennes par cheval-heure ou par tonne kilométrique remorquée. Mais ces améliorations ne pourront être obtenues que peu à peu. Même sur de nouvelles locomotives, leur réalisation se heurte à des difficultés d'exécution qu'on est loin de rencontrer au même degré avec des machines fixes; la place manque en effet, et comme toutes les parties de la locomotive ont entre elles d'étroites relations, on ne peut améliorer l'une d'elles sans risquer le plus souvent de nuire à une autre; les chambres de combustion réduisent la longueur des tubes, le compoundage rend pratiquement nécessaire l'emploi d'essieux coudés dont la durée est notamment inférieure à celle des essieux ordinaires, la condensation supprime le tirage normal; lorsque le Pennsylvania Railroad essaya en 1912 son premier type à surchauffe, il se trouva que l'adjonction d'un surchauffeur, pris sur la surface de chauffe du type précédemment étudié, avait, en diminuant la quantité de vapeur d'échappement, réduit le tirage et notablement abaissé le poids de charbon pouvant être utilement brûlé sur la grille; il fallut, pour y remédier, modifier l'échappement et accroître la chambre de combustion dans le type suivant de 1914. Avec des machines anciennes, difficilement transformables, les difficultés à résoudre sont plus grandes encore.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On ne saurait donc, pour évaluer le degré d'amélioration dont est susceptible une machine donnée, ajouter les uns aux autres les chiffres d'accroissement de rendement correspondant aux diverses améliorations à lui apporter; le problème est plus complexe, et d'ailleurs, même pour des machines fixes qui n'ont pas les mêmes sujétions, tout perfectionnement rend moins grande la marge des économies ultérieures réalisables.

Les locomotives modernes munies des derniers perfectionnements dont la mise au point soit à l'heure actuelle achevée, n'arrivent guère à consommer en charbon de bonne qualité moins de 1 à 1,2 kg par cheval-heure; c'est à peu près à ce chiffre 1,1 kg qu'est descendue la consommation de la locomotive Pacific compound à surchauffe, essayée sur le P.-L.-M.; des consommations de moins de 1 kg doivent être considérées comme tout à fait exceptionnelles. Si on les compare aux consommations normales de 1,5 à 2 kg des anciennes bonnes machines, on voit cependant l'importance des progrès réalisés.

### Conduite et entretien des locomotives.

La manière dont sont assurés la conduite et l'entretien d'une locomotive n'a pas moins d'importance, au point de vue des consommations de combustibles, que les dispositions suivant lesquelles elle est établie : la qualité des charbons, l'entretien de la machine, le rôle personnel des mécaniciens et chauffeurs, l'action de la surveillance, l'organisation générale du travail dans les services de traction, sont à cet égard successivement à examiner.

a) *Qualité des combustibles.* — De tous ces éléments, la qualité des charbons est celui qui a sur le rendement l'influence la plus directe. La marche intensive des chaudières de locomotives exige plus qu'ailleurs de bons combustibles; l'emploi dans ces chaudières de charbons trop maigres et surtout trop cendreux entraîne des pertes considérables que des charbons mieux appropriés au travail à fournir permettraient d'éviter.

Les essais de l'Université de Purdue ont montré que le passage d'une houille contenant 30 p. 100 de matières volatiles à une houille maigre à 15 p. 100 peut suffire pour porter de 26 à 30 p. 100 le chiffre des pertes à la chaudière avec un taux de combustion de 250 kg par heure, et de 31 à 42 p. 100 avec un taux de combustion de 500 kg; le fraisil et les escarbilles entraînées par le tirage passaient de 2 à 6 p. 100 dans le premier cas, de 6 à 14 p. 100 dans le second. Encore s'agissait-il, dans l'un comme dans l'autre cas, de bons combustibles n'ayant pas plus de 8 à 10 p. 100 de cendres.

On dispose si facilement de bonnes houilles aux États-Unis que les stations américaines ont peu fait d'essais de ce genre; il ne semble pas qu'elles les aient étendus à des charbons cendreux; mais il n'est pas douteux que la pureté du combustible importe plus encore que sa teneur en matières volatiles, et qu'avec des houilles médiocres on arrive vite à des consommations tout à fait anormales. Non seulement les matières inertes doivent être déduites du poids réellement utilisable, mais il faut les porter à la température du foyer, et les nettoyages de feu, qui occasionnent toujours une perte de charbon, deviennent beaucoup plus fréquents. La fusibilité des cendres, en rendant difficile le travail du foyer,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

arrêtant le tirage et forçant souvent à jeter le feu, est surtout nuisible; les rentrées d'air froid qui en résultent provoquent des fuites à la plaque tubulaire, et l'effort demandé aux mécaniciens et chauffeurs les décourage et les empêche d'apporter à la conduite du feu le soin qu'on peut exiger d'eux avec un combustible meilleur. Avant 1914, sur les réseaux français, la teneur moyenne en cendres ne dépassait pas 10 p. 100; les difficultés d'approvisionnement ont élevé cette moyenne, pendant la guerre, à 15-20 p. 100, et parfois il a fallu assurer le service avec des combustibles atteignant 30 p. 100 de cendres.

Le calibrage, sans avoir sur le rendement une action aussi marquée que la teneur en matières volatiles et la pureté du charbon, est loin aussi d'être sans importance; le chargement sur la grille de tout-venants contenant une trop forte proportion de menus conduit à des pertes d'autant plus marquées qu'il s'agit de menus plus maigres et que le travail à fournir nécessite une plus grande intensité du tirage.

A chaque espèce de foyer et à chaque sorte de service correspond une nature de combustible qui donne les meilleurs résultats économiques. La difficulté de se procurer de bons charbons et, faute d'approvisionnements suffisants, de faire des mélanges appropriés de houilles de diverses provenances est certainement l'une des principales causes, sinon la plus importante, de l'accroissement qui s'est produit depuis 1914 dans la consommation des chemins de fer français. Lorsque l'approvisionnement d'un réseau se trouve réduit, comme cela s'est vu, à moins de trois jours de sa consommation totale, et qu'il faut transporter le charbon des dépôts qui en possèdent vers ceux qui n'en ont pas, à employer, là où l'on se trouve, les combustibles, de quelque qualité qu'ils soient, dont on peut se servir, les rendements deviennent infimes et les consommations excessives.

D'après l'estimation de nos compagnies de chemins de fer l'insuffisance de nos approvisionnements et surtout la mauvaise qualité du combustible fourni auraient donné, ces dernières années, une augmentation d'au moins 15 p. 100 de moyenne, atteignant parfois jusqu'à 59 p. 100 de leurs consommations normales.

Pour marcher dans de bonnes conditions, il ne faudrait jamais descendre, à leur avis, au-dessous de 15 p. 100 de matières volatiles, ni dépasser des teneurs en cendres dont les maxima, dépendant naturellement du prix de chaque catégorie, pourraient être fixés à 8 à 10 p. 100 pour les criblés, les briquettes ou les menus lavés, 14 p. 100 pour les tout-venants, 16 p. 100 tout au plus pour les menus bruts; la teneur en matières volatiles la plus favorable, au moins avec les locomotives actuellement en service sur leurs réseaux, serait de 20 à 24 p. 100, et elles s'estimeraient satisfaites si, les charbons à cendres fusibles étant écartés et l'approvisionnement ne tombant jamais au-dessous de cinq à six semaines de consommation, la proportion moyenne de cendres ne s'élevait pas au-dessus de 7 p. 100 pour les criblés, 8 à 10 p. 100 pour les menus lavés et les briquettes, 13 p. 100 pour les tout-venants, 14 p. 100 pour les menus bruts.

Le retour, qui n'est pas encore réalisé sur tous les réseaux, à des marchés librement débattus, comportant des primes et des pénalités suivant la teneur en cendres, serait le meilleur moyen d'assurer aux chemins de fer les qualités de charbon qui leur conviennent.

b) *Entretien de la machine.* — L'état d'entretien des locomotives a sur la consommation du charbon une influence comparable à celle de la qualité du combus-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tible : avec une locomotive mal entretenue, les dépôts de tartre à l'intérieur de la chaudière et surtout la suie des tubes à fumée réduisent la vaporisation, les jeux et les frottements des pièces mobiles s'accroissent, les fuites se multiplient; aussi y a-t-il le plus grand intérêt à ce que l'ajustage des pièces et la propreté des tôles soient l'objet d'un soin minutieux et à ce que les réparations nécessaires soient faites à temps. Un atelier bien organisé, où chacun sait ce qu'il a à faire et est apte à le faire, où les fausses manœuvres sont évitées, où les réparations ne traînent pas, rend d'inappréciables services.

Pendant la guerre, faute de personnel formé, de temps en temps pour les réparations et d'un nombre suffisant de pièces de rechange, il était impossible de procéder ainsi; l'entretien était d'autant plus difficile à assurer que l'emploi de combustibles inférieurs multipliait les fuites aux plaques tubulaires et que l'intensité du trafic obligeait à développer la banalité dans le service des machines; au 1er août 1919, la proportion sur nos réseaux des locomotives immobilisées pour réparations, proportion qui, en temps normal, atteignait à peine 10 p. 100, s'élevait à 20,5 p. 100, soit à plus du double et parmi celles qui avaient pu être maintenues en service beaucoup étaient poussées jusqu'à l'extrême limite du surmenage. La situation est bien différente aujourd'hui. Toutefois, le bon état du matériel laisse encore parfois à désirer, il importe d'y veiller de près; les réductions de consommations sont trop intimement liées à l'état des machines pour qu'on ne s'efforce pas, partout où ce n'est pas encore fait, de reprendre une organisation tout à fait méthodique de l'entretien.

Les lavages à l'eau chaude, qui évitent le refroidissement trop brusque des tôles, et des nettoyages complets, fréquemment répétés, sont de pratique courante sur tous les réseaux; certains d'entre eux, comme l'Est, soumettent en outre les machines, à chaque rentrée au dépôt, à un ramonage des tubes; l'opération prend 10 à 15 minutes seulement.

En réduisant autant qu'on le peut la banalité des locomotives, on cherche de même à intéresser les mécaniciens et chauffeurs au maintien en bon état de celles dont ils ont charge; sur l'Est, des primes d'entretien leur sont allouées, proportionnelles, avec un taux progressivement croissant, aux parcours effectués au delà d'un certain minimum depuis la dernière grosse réparation de la machine (1).

c) *Rôle du personnel de conduite.* — Le travail essentiellement variable demandé à la locomotive exige de la part des mécaniciens et des chauffeurs des connaissances plus complètes et une attention plus soutenue que ne le demande la conduite d'une chaudière ou d'une machine ordinaire; aussi la formation d'un personnel bien entraîné et intéressé aux économies est-elle, ici plus qu'ailleurs, une condition nécessaire d'une bonne utilisation du charbon.

Les chauffeurs sont recrutés parmi les ouvriers et les manœuvres des dépôts; après un stage sur les machines de manœuvres, les candidats à cet emploi passent un examen théorique et pratique comportant des notions élémentaires sur la conduite du feu et l'alimentation de la chaudière. L'agent ayant satisfait à ces épreuves est utilisé successivement comme chauffeur aux manœuvres de gare, puis sur les machines de route en commençant par les services les plus faciles. Son instruction professionnelle est continuée par son mécanicien ainsi que par les chefs mécani-

(1) *Revue générale des Chemins de fer*, juin 1914.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ciens, contrôleurs et inspecteurs au cours de leurs accompagnements. Les mécaniciens se recrutent de même parmi les chauffeurs; il n'y a là rien de bien spécial aux chemins de fer.

Au contraire, l'organisation des primes à l'économie de combustible constitue une particularité de leur exploitation, dont l'industrie pourrait utilement s'inspirer. Les difficultés auxquelles se heurte ailleurs l'établissement de ces primes, pour ne pas être partout identiques à celles que les réseaux de chemins de fer ont eu à surmonter, ne sont généralement pas plus grandes; la solution à laquelle l'expérience de ceux-ci les a menés n'en est que plus intéressante à faire connaître.

Elle consiste en la fixation, par dépôt et par série de machines, d'allocations de combustibles, variables suivant le travail à fournir, et en l'attribution de primes calculées à un taux forfaitaire par tonne économisée sur ces allocations; les mécaniciens reçoivent la prime complète, les chauffeurs une prime réduite, fixée à la moitié ou aux deux tiers de celle des mécaniciens.

Les allocations pour service de route comportent à la fois une allocation kilométrique normale et des allocations complémentaires tenant compte de la surcharge, des manœvres effectuées, etc... Malgré le soin apporté à l'étude de ces allocations il peut se faire qu'elles ne laissent pas à certains roulements une marge d'économies suffisante; on y obvie sur certains réseaux tout au moins, en allouant un minimum de prime kilométrique pour l'ensemble des agents d'un même roulement, minimum d'autant plus élevé que le roulement est plus dur; si pendant un mois donné ce minimum n'est pas atteint, toutes les allocations du roulement sont proportionnellement relevées.

En 1913, la valeur de la prime, sur le réseau de l'Est par exemple, était par tonne économisée de 4 f pour le mécanicien et de 2 f pour le chauffeur; le total des primes partagées cette même année entre les mécaniciens et les chauffeurs du P.-L.-M. dépassait 40 p. 100 de leurs traitements fixes.

Du fait de l'irrégularité des arrivages et de la qualité inférieure des combustibles on a dû depuis la guerre, pour maintenir aux agents un gain suffisant, apporter de fréquentes variations aux allocations précédemment adoptées; il a même fallu instituer, à partir du 1er juillet 1918, un minimum de prime, non plus par roulement, mais individuel, dépendant seulement de la nature du service: le taux de ces minima est actuellement compris entre 110 et 150 f par mois suivant les catégories de roulement pour les mécaniciens du service de route. Les avantages de la prime s'en sont trouvés partiellement atténués : moins intéressé aux économies de charbon, le personnel a fait moins d'efforts pour réduire les dépenses de combustibles, et la consommation unitaire de charbon a augmenté; l'influence des divers facteurs qui interviennent est toutefois trop complexe pour que des chiffres précis puissent être donnés à ce sujet.

L'attribution des primes n'en continue pas moins à stimuler encore, mais d'une manière insuffisante, l'effort des agents; la consultation des bulletins de dépôt fait ressortir d'une équipe à l'autre des différences de consommation variant couramment de 10 à 15 p. 100. Le retour à une situation plus normale pour les approvisionnements de charbon et pour l'état d'entretien des machines devrait aujourd'hui permettre, sinon de supprimer le minimum individuel dont le bénéfice est aujourd'hui assuré aux agents par leur statut, du moins d'éviter, par la fixation plus précise du taux des allocations et une surveillance plus attentive des résultats

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

obtenus, qu'il ne joue trop souvent; il en résulterait certainement pour les consommations de combustibles des économies notables.

Plus encore que le système des primes, le recrutement des mécaniciens et des chauffeurs a été profondément troublé par les événements de ces dernières années. L'obligation de former rapidement ces agents a conduit à réduire depuis la guerre la durée des stages et des instructions. On se rendra compte de l'influence qu'ont pu avoir le recrutement trop hâtif du personnel et son insuffisante formation, si l'on remarque que l'effectif des services de traction, pour les cinq grands réseaux de l'Est, du Paris-Lyon-Méditerranée, du Midi, du Paris-Orléans et de l'État a passé de 9.400 ouvriers en 1917 à plus de 15.000 en 1920, et que le nombre d'ouvriers par million de tonnes kilométriques remorquées a exactement doublé pendant la même période (1,04 en 1917, 2,08 en 1920).

d) *Action de la surveillance.* — Il n'a pas paru jusqu'à présent, aux divers réseaux, qu'un contrôle puisse s'exercer en service courant au moyen d'appareils pratiques permettant, comme sur les machines fixes, de relever les valeurs de la dépression, de la teneur en acide carbonique et des pertes en escarbilles. Mais, pour l'amélioration des dispositifs adoptés, on procède par voie d'essais sur chaque type, en recherchant, notamment, à obtenir par un échappement approprié le maximum de rendement de la chaudière et en contrôlant par des prises de diagrammes l'utilisation de la vapeur dans les cylindres; un fois mis au point un type de locomotive, on s'assure, par une surveillance effective, que les mécaniciens et chauffeurs tirent le meilleur parti de l'outil mis à leur disposition.

Cette surveillance est exercée par les chefs mécaniciens, les contrôleurs et les inspecteurs de la traction dans leurs accompagnements; de plus, les consommations de machine sont suivies et contrôlées chaque mois et, sans parler de l'encouragement des primes, des sanctions administratives peuvent intervenir. Toute machine signalée comme présentant une consommation anormale est prise en visite.

Certaines compagnies intéressent en outre par l'octroi de primes spéciales les chefs mécaniciens et le personnel dirigeant d'un même dépôt aux économies réalisées par les mécaniciens et les chauffeurs sous leurs ordres.

L'efficacité de cette méthode, suivie depuis de nombreuses années, peut être mise en évidence par les chiffres pris sur les relevés de consommations annuelles par type de machines :

Sur le Nord, en 1892, des locomotives à grande vitesse à deux essieux couplés à simple expansion, remorquant des trains rapides de 150 à 180 t à une vitesse moyenne de marche de 72 km : h, consommaient en moyenne, par kilomètre, 10 kg. En 1913, les locomotives à grande vitesse à deux essieux couplés compound à surchauffe, remorquant sur le même réseau des trains rapides de 350 t à une vitesse moyenne de marche de 93 km : h consommaient en moyenne 12,6 kg. La consommation par tonne kilométrique est ainsi tombée de 60 g à 36 g, pendant que la vitesse montait de 72 à 93 km : h. L'économie réalisée a été de 40 p. 100; si l'on admet que le compoundage et la surchauffe ont, conformément à l'estimation déjà vue, donné 18 p. 100 d'économie, on peut évaluer à près de 25 p. 100 le résultat des autres améliorations, dans lesquelles l'exercice de la surveillance en service courant a certainement joué un très grand rôle.

Quelque bons résultats qu'ait donnés le système actuel, il semble possible de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'améliorer sur certains points. L'usage, par exemple, des bilans thermiques pour la comparaison des types de chaudières est resté jusqu'à ce jour trop exceptionnel; à peine en trouve-t-on un dressé de loin en loin dans la collection de la *Revue générale des Chemins de fer* (1); il serait à désirer que, pour l'utilisation comme pour la production de la vapeur, la mise au point des nouveaux types de locomotives puisse donner lieu, dans les premiers temps de leur emploi, à des déterminations de pertes et de rendements plus précises qu'elles ne le sont généralement aujourd'hui.

Les appareils de mesure qui faciliteraient ces déterminations, et dont certains pourraient être employés pour la surveillance en service courant, sont malheureusement encore mal adaptés aux conditions spéciales des locomotives; il faut souhaiter que des progrès soient bientôt réalisés dans cette voie. De bons pyromètres enregistreurs rendraient en particulier de grands services en renseignant sur le degré de surchauffe de la vapeur; l'abaissement de la surchauffe indiquerait, sur la machine où elle aurait été constatée, une défectuosité dont on rechercherait la cause. Si l'on pouvait également arriver, grâce à des appareils appropriés, à enregistrer le travail au crochet de traction et proportionner les allocations de combustibles des mécaniciens, non au tonnage kilométrique, mais aux kilogrammètres effectués, l'attribution des primes en deviendrait plus efficace et la surveillance des consommations plus facile.

Peut-être aussi, surtout en ce moment où, le nombre des agents s'étant considérablement accru, il est à craindre que leur formation par les voies ordinaires soit insuffisante, pourrait-on développer leur instruction professionnelle en s'inspirant de ce qu'a fait le P.-O. pour l'organisation méthodique de l'apprentissage dans ses ateliers (2), ou de ce qu'a tenté le P.-L.-M. par l'établissement de cours professionnels dans ses services d'exploitation. La formation des agents subalternes ne donnera d'ailleurs tout le profit qu'on peut en attendre que dans la mesure où, à tous les degrés de la hiérarchie, celle du personnel appelé à les diriger sera elle-même plus complète.

e) *Organisation générale du travail.* — La régularisation de la marche des trains, tant au point de vue de l'observation des horaires que de la réduction du service facultatif non prévu à l'avance, peut avoir une influence notable sur les consommations; elle diminue en effet les parcours haut-le-pied et les stationnements anormaux de machines et évite de maintenir inutilement en feu, dans les dépôts, des machines en prévision de trains facultatifs. La formation de rames complètes pour une destination déterminée, en permettant de réduire les manœuvres en cours de trajet, joue un rôle analogue.

Ces consommations accessoires sont loin d'être sans importance. On a évalué en Amérique (3) à un taux atteignant jusqu'à 20 p. 100 du tonnage total la quantité de combustible, brûlée par les chemins de fer, qui n'est pas directement employée à la traction des trains. Ce chiffre semble bien un peu élevé, au moins sur nos réseaux; il est toutefois certain que les tonnages en cause ne sont nullement négligeables et que la régularité du service, dont l'influence sur le rendement du

(1) Voir par exemple *Revue générale des Chemins de fer*, janvier 1921.
(2) *Revue générale des Chemins de fer*, août 1920. Voir aussi le *Bulletin* de la Société d'Encouragement d'avril 1922, p. 294 à 300.
(3) *The Utilisation of Fuel in locomotive Practice* (*Bulletin* 35 du Bureau of Mines de Washington).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

travail et sur la bonne utilisation du matériel n'est pas à démontrer, peut aussi notablement réduire la dépense du combustible.

Elle le peut d'autant plus qu'elle permet une meilleure utilisation de la puissance des locomotives. Il y a intérêt à employer, pour la traction des trains, de puissantes machines; elles effectuent le même travail avec un personnel moins nombreux et de moindres dépenses de charbon que ne le feraient de plus petites locomotives, dont le nombre devrait être multiplié. En fait, la force des locomotives en service s'est partout considérablement accrue depuis vingt ans; c'est ainsi que de 1904 à 1918, celle des machines soumises aux essais d'Altona a triplé, pendant que son rapport à la surface de grille doublait et que la puissance par tonne s'accroissait de 60 p. 100. Mais une forte machine marchant à demi-charge peut avoir un rendement moins élevé qu'une autre plus faible marchant à charge complète; la puissance la meilleure à prévoir, pour les locomotives, dépend du trafic qu'elles auront à desservir; en France, par exemple, où ce trafic est plus restreint, on ne saurait atteindre la force des machines américaines. Seule la régularité du service permet de proportionner la puissance des machines à l'intensité du trafic et de les faire travailler aussi près que possible de la pleine charge.

Seule également, elle permet d'établir convenablement les prévisions pour les roulements du personnel et de réduire la banalité au minimum.

La réglementation actuelle du travail des mécaniciens et des chauffeurs, telle que l'ont fixée les arrêtés ministériels du 8 novembre 1919, rend malheureusement aujourd'hui cette régularité plus difficile à assurer qu'autrefois : l'amplitude de la journée de travail pour les mécaniciens, qui pouvait auparavant atteindre, en cas de besoin, 17 heures, est aujourd'hui réduite à 12 heures au maximum et à 10 heures en moyenne, et le nombre maximum des repos consécutifs hors résidence a été notablement diminué; les sujétions qui en résultent pour l'établissement des roulements ont obligé à beaucoup accroître le nombre des agents et à augmenter la banalité des machines, au lieu de la réduire. Aux États-Unis, où la journée de 8 heures est également assurée au personnel, l'interprétation de la loi a été faite d'une manière plus large; bien que ce soient surtout l'utilisation du matériel et le rendement du personnel qui aient à souffrir d'une réglementation trop étroite, il n'est pas douteux que les mesures restrictives imposées aux chemins de fer français ont leur répercussion sur l'économie du charbon (1).

(1) Il est bien difficile d'évaluer d'une manière précise cette répercussion; on peut toutefois, s'en faire une idée en comparant le parcours moyen des locomotives avant et après la loi de 8 heures. Sur le réseau de l'État, par exemple, il avait fallu, en 1913, pour faire 80.554.000 trains-kilomètres, 1.921 machines en service, ce qui correspondait à un parcours par machine de 41.933 km; or, en 1920, pour 50.534.000 trains-kilomètres, il en a fallu 1.722, ce qui ne correspond plus qu'à 29.346 km par machine; avec le même parcours par locomotive qu'en 1913, il eût suffi de 1.213 machines en service; le nombre de locomotives en excédent a donc été de 509. Si l'on admet qu'une locomotive maintenue en feu consomme environ 40 kg par heure, ou 1 t par jour, la consommation supplémentaire des 509 machines en excédent peut être évaluée à 185.000 t, soit à plus de 10 p. 100 de la consommation totale du réseau. La loi de 8 heures n'est sans doute pas seule responsable de cette réduction du parcours moyen des machines; d'autres causes, telles que l'irrégularité du trafic ou les retards de trains l'ayant, avant 1919 date de la mise en vigueur de la nouvelle réglementation, déjà notablement abaissé; mais on pouvait espérer que la disparition des conditions anormales de l'exploitation du temps de guerre permettrait de revenir aux parcours antérieurs et aux consommations correspondantes, et c'est le contraire qui s'est produit.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## Conclusions.

Les consommations des six grands réseaux de chemins de fer français qui, en 1900, étaient d'un peu plus de 5 millions de tonnes et atteignaient en chiffres ronds 8 millions de tonnes avant la guerre, se sont accrues de 900.000 t de 1913 à 1919, comme l'indique le tableau suivant :

| RÉSEAUX | ANNÉE 1913 | | | ANNÉE 1919 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Locomotives. | Autres consommations (1). | Total. | Locomotives. | Autres consommations (1). | Total. |
| | tonnes. | tonnes. | tonnes. | tonnes. | tonnes. | tonnes. |
| Nord | 1.477.003 | 120.935 | 1.597.938 | 1.427.110 | 101.634 | 1.528.744 |
| Est | 1.153.563 | 78.975 | 1.232.538 | 1.198.928 | 88.987 | 1.287.915 |
| P.-L.-M. | 1.840.631 | 101.662 | 1.942.293 | 2.299.395 | 107.929 | 2.407.324 |
| Midi | 530.470 | 17.667 | 548.137 | 480.507 | 21 366 | 501.873 |
| P.-O. | 1.223.766 | 69.353 | 1.293.119 | 1.526.795 | 82.619 | 1.609.414 |
| État | 1.398.036 | 101.420 | 1.499.456 | 1.587.582 | 68.790 | 1.656.372 |
| Total | 7.623.469 | 490.012 | 8.113.481 | 8.520.317 | 471.325 | 8.991.642 |

(1) Les consommations autres que celles des locomotives comprennent les consommations des ateliers et des divers services annexes, le chauffage des gares, le chauffage des trains autrement que par la vapeur, etc.

Si l'on divise par le tonnage remorqué, poids des véhicules compris, la consommation des locomotives, on obtient pour la moyenne des années 1910, 1913 et 1919 les chiffres suivants, en grammes par tonne kilométrique, pour chaque réseau (1) :

| RÉSEAUX | CONSOMMATIONS PAR TONNE KILOMÉTRIQUE | | | OBSERVATIONS |
|---|---|---|---|---|
| | 1900 | 1913 | 1919 | |
| | grammes. | grammes. | grammes. | |
| Est | (*a*) | 67,1 | 83,9 | (*a*) Pas de renseignement. |
| P.-L.-M. | (*b*) 66 | 55,4 | 75,8 | (*b*) Chiffre approximatif. |
| Midi | (*c*) 76,8 | 69,0 | 75,5 | (*c*) Chiffre de 1902. |
| P.-O. | (*a*) | 70,4 | 80,7 | |
| État | 89,0 | 78,0 | 92,0 | |
| Moyenne | . . . . . | 66,1 | 81,4 | |

Les chiffres de 1920 n'indiquent pas dans l'ensemble une variation très notable par rapport à ceux de 1919 (2).

(1) Le réseau du Nord, dont la situation spéciale au lendemain de la guerre permet difficilement une comparaison avec la période précédente, n'a pas été compris dans le tableau.

(2) Depuis quelques mois la situation s'est améliorée, en raison surtout de la meilleure qualité du charbon fourni; l'été de 1921 marque à cet égard, sur ceux de 1919 et de 1920, un progrès notable; pour les douze mois de novembre 1920 à octobre 1921, la moyenne des consommations par tonne kilométrique a diminué par rapport à 1919 de 3 à 4 p. 100.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces chiffres appellent une double observation.

Comparés aux consommations en service courant de très bonnes machines (40 à 50 g par tonne kilométrique pour les Pacific P.-L.-M.), ils semblent faire ressortir un écart supérieur à ce qu'il est réellement ; le tonnage brûlé sur les locomotives comprend en effet, non seulement le charbon employé à la traction des trains, mais encore celui qui sert aux manœuvres de gare, et cette dernière quantité n'est pas négligeable : sur le P.-L.-M. par exemple, les manœuvres de gare ont absorbé, en chiffres ronds 100.000 t en 1913, 200.000 en 1919, soit de 5 à 10 p. 100 de la consommation des locomotives ; en en faisant abstraction on descendrait pour ce réseau à 52,5 g au lieu de 55,4 g en 1913 et à 69,2 g au lieu de 75,8 g en 1919. Les consommations par tonne kilométrique, étroitement liées au profil des lignes et à la composition des trains, sont d'ailleurs essentiellement variables d'une ligne à l'autre et seront toujours beaucoup plus fortes sur des parcours accidentés et à faible intensité de trafic que sur les voies principales, où de puissantes machines peuvent être utilisées ; le seul rapprochement des chiffres de consommation, soit d'un réseau à l'autre, soit à l'intérieur d'un même réseau entre diverses séries de machines, ne suffit donc pas à donner une idée même approchée de la marge des économies réalisables.

Les variations d'année en année, des consommations moyennes sur l'ensemble d'un même réseau sont plus intéressantes à suivre, les conditions générales de l'exploitation ne pouvant être que peu différentes. Le tableau précédent est, à cet égard, très suggestif : il montre, de 1900 à 1913, une amélioration très notable, de 10 à 15 p. 100, plus que compensée depuis lors par l'accroissement des consommations, de 10 à 30 p. 100 suivant les réseaux et de plus de 20 p. 100 en moyenne, que la guerre a occasionné. Le retour aux rendements de 1914 se serait traduit, en 1919, par une économie de 1.500.000 t ; encore convient-il de remarquer qu'en 1919 la proportion du trafic marchandises par rapport au trafic voyageurs était notablement plus élevée qu'en 1913 et que cette circonstance aurait dû amener, toutes choses égales d'ailleurs, une diminution de la consommation.

Le charbon livré est généralement aujourd'hui de meilleure qualité ; si l'on pouvait du jour au lendemain revenir pour la formation et l'emploi du personnel et pour l'état d'entretien du matériel aux mêmes conditions qu'autrefois, on ferait immédiatement, sans autre modification au matériel ni aux méthodes, redescendre aux mêmes chiffres les consommations par tonne kilométrique. C'est là une première remarque sur laquelle il convient d'insister. Mais il y a, en outre, pour l'avenir, d'autres perfectionnements à poursuivre, et qui peuvent conduire à des résultats fort importants.

Parmi les améliorations que nous avons passées en revue pour les types de locomotives, certaines peuvent s'appliquer sans peine aux nouvelles machines, et seule la difficulté de transformer les anciennes retarde la généralisation de ces progrès : c'est le cas, notamment, de la surchauffe et du réchauffage de l'eau d'alimentation. D'autres, comme le compoundage, étudiées cependant de longue date, donnent lieu à des divergences de vues. Il en est, enfin, comme l'application de la condensation aux locomotives, qui sont encore à peine connues. Pour achever la mise au point de ces divers problèmes, la création en France d'une station d'essais serait des plus utiles : il est impossible, en service courant, d'isoler, au milieu des nombreux éléments qui interviennent, celui dont on veut poursuivre l'étude ; on ne peut, dans ces conditions, apporter aux recherches

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la méthode et la précision d'une expérimentation systématique sans laquelle les progrès à obtenir ne se réaliseront que lentement. Les grandes compagnies françaises de chemins de fer se sont déjà entendues pour établir un office central d'études du matériel; elles n'auraient qu'un pas de plus à franchir pour organiser sur les mêmes bases pour l'ensemble de leurs réseaux une station d'essais; il faut souhaiter que ce soit bientôt chose faite.

D'autre part, quelle que soit la perfection des dispositifs auxquels pourront conduire ces études, il restera toujours comme autre condition indispensable à remplir, le parfait emploi des appareils. Nous avons vu toute l'influence que pouvaient avoir à cet entretien des machines, l'action personnelle des mécaniciens et des chauffeurs, la surveillance des consommations, la régularité du service liée à une plus grande souplesse des roulements de travail, et quelles améliorations pouvaient à ces divers points de vue être progressivement apportées à l'état de choses actuel. C'est surtout en surveillant toujours de plus près les chiffres de consommation qu'on pourra obtenir des réductions nouvelles : le nombre des agents exercés à cette surveillance devait être accru et la recherche d'appareils de contrôle convenablement adaptés aux locomotives être activement poursuivie. Il y aurait également un grand avantage à intéresser le personnel d'une manière de plus en plus efficace aux économies réalisées.

L'importance des économies possibles du fait de ces améliorations dans les dix ou vingt années qui vont suivre est bien difficile à chiffrer; elle peut être considérable; s'il est peu probable, en raison de l'accroissement continu du trafic, qu'elle se traduise dans l'ensemble par de fortes diminutions de tonnages, elle devrait entraîner tout au moins, à égalité de prix du charbon, une réduction notable des frais à la tonne transportée.

L'économie pourrait évidemment être tout autre le jour où, grâce à l'électrification des lignes et à l'emploi tout au moins partiel de la houille blanche, on ne s'adresserait plus au charbon pour assurer la traction des trains. L'exploitation hydroélectrique de 10.000 km réduirait du tiers la consommation des chemins de fer français (1). Nous ne pouvons ici que l'indiquer, mais les forces hydrauliques dont nous disposons en France sont assez importantes pour que ce côté de la question ne puisse être omis.

Quelque grande que soit pour les réseaux l'économie à prévoir, ce n'est pas, du reste, dans une étude comme celle-ci, le seul point à considérer. D'autres que les chemins de fer peuvent profiter de leur expérience. Les résultats, par exemple, qu'ils ont obtenus par l'emploi de la surchauffe et le mode d'établissement de leurs primes d'économie sont d'une utilité très générale. Il n'y a pas de cloisons étanches entre les diverses branches de l'industrie : les recherches qu'une nouvelle station d'essais permettrait aux compagnies de chemins de fer d'entreprendre aideraient à résoudre plus d'un problème qui se pose ailleurs, de même que les travaux de la station du Comité des Houillères leur éviteront à elles-mêmes bien des tâtonnements le jour où les lois de la combustion, dont on se propose à Montluçon de poursuivre l'étude, seront enfin mieux connues.

Pour rester sur le terrain plus spécial de l'emploi du charbon sur les chemins de fer, nous retiendrons seulement, pour terminer, des diverses suggestions contenues

(1) *Génie civil*, 26 avril 1919.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans ce rapport, celles qui, d'un intérêt plus immédiat, nous paraissent devoir attirer particulièrement l'attention : de ce nombre sont, en ce qui concerne l'amélioration des types de machines, la surchauffe et le réchauffage de l'eau d'alimentation, et, pour ce qui est de leur emploi, l'amélioration de la qualité des charbons, l'organisation méthodique de l'entretien, la surveillance des consommations de combustible et l'efficacité des primes d'économie; en y joignant la création d'une station d'essais, dont nous avons signalé l'importance, nous conclurons en demandant :

1° Que l'emploi de la surchauffe et du réchauffage de l'eau d'alimentation soit promptement étendu à un nombre croissant de locomotives;

2° Que les approvisionnements de combustibles soient de plus en plus assurés par des marchés donnant toute garantie sur la qualité;

3° Que les consommations, aussi bien en service courant que pour la mise au point de nouveaux types de machines, donnent lieu à des vérifications aussi précises que possible, confiées à des agents exercés à en tirer les conclusions utiles, et que, par la recherche d'appareils de contrôle convenablement adaptés aux locomotives, on s'efforce de rendre cette surveillance plus efficace;

4° Que le bon état des machines soit l'objet d'un redoublement de vigilance, et que les plus grands efforts soient apportés à la reprise d'une organisation tout à fait méthodique de l'entretien;

5° Que le personnel soit intéressé d'une manière de plus en plus efficace aux économies de combustible;

6° Que les compagnies de chemins de fer s'entendent entre elles pour créer une station centrale d'essais où pourrait être poursuivie méthodiquement l'étude de toutes les améliorations à apporter aux types de locomotives. Les questions relatives aux rendements de la combustion, au tirage du foyer, à l'emploi éventuel du charbon pulvérisé, à la généralisation de la surchauffe, au compoundage, à la condensation, etc., auraient ainsi un maximum de chances de progresser utilement.

*Le président de la 1re sous-commission,*

J. LOIRET.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

## ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE

## ET SÉANCE PUBLIQUE DU CONSEIL

DU 13 MAI 1922

Présidence de M. BACLÉ, *président.*

La séance est ouverte à 16 h. 30 m.

M. LE PRÉSIDENT. — Ainsi que vous l'avez vu par la lecture de la convocation que vous avez reçue pour la séance d'aujourd'hui, le Conseil de la Société a adopté le projet de certaines modifications, d'ailleurs peu impor-

(1) Voici le texte de la lettre de convocation qui a été adressée le 10 avril 1922 à tous les Sociétaires.

MONSIEUR ET CHER COLLÈGUE,

Dans sa séance du 28 janvier 1922, le Conseil d'Administration de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a adopté, après discussion, pour être soumis au vote de l'assemblée générale, le projet de certaines modifications qui seraient apportées aux statuts de notre Société après que nous aurons obtenu du Conseil d'État l'autorisation nécessaire, et, dans cette situation, je viens vous communiquer ci-joint le texte des modifications ainsi projetées rapprochées de la rédaction actuelle des articles visés. Je vous demanderai de vouloir bien en prendre connaissance en prévision du vote que vous aurez à émettre à ce sujet dans cette assemblée.

Ainsi que vous le reconnaîtrez par l'examen de cette note, ces modifications portent sur les points suivants :

1° Faculté pour l'Assemblée générale de fixer à l'avenir le montant de la cotisation annuelle ainsi que des versements demandés aux diverses catégories de membres, sans être tenue à conserver les chiffres actuels inscrits dans les statuts en 1801, lors de la fondation de la Société;

2° Augmentation du nombre des vice-présidents, qui, de quatre, serait porté à cinq, de manière que chacun des comités soit toujours représenté au Bureau, soit par le président, soit par un des vice-présidents;

3° Augmentation du nombre des membres du Comité de Commerce, qui, porté à 16,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tantes, qu'il lui a paru désirable d'apporter à nos statuts pour les mieux adapter à la situation générale présente, et nous sommes donc réunis pour constituer l'Assemblée générale extraordinaire qui devra statuer sur ces

serait le même que pour les autres comités techniques, ce qui porterait le nombre total des membres du Conseil à 106 au lieu de 100;

4° Adoption du vote par correspondance pour l'élection des membres du Bureau et la ratification de la nomination de nouveaux membres du conseil.

Vous voyez, par cette énumération, qu'il s'agit de simples retouches ne modifiant pas l'économie générale de nos statuts ou tendant seulement à supprimer les limitations actuelles sur certains points pour lesquelles les prescriptions de ces statuts ne répondent plus aux nécessités présentes; elles auront ainsi pour effet de faire rentrer ces questions dans le cadre de notre règlement intérieur, et, dans l'avenir, elles permettront à l'Assemblée générale de trancher celles-ci en toute liberté, sans être obligée, comme elle l'est présentement, de solliciter à cet effet l'approbation gouvernementale pour laquelle il faut engager une procédure longue et compliquée.

En ce qui concerne en particulier l'augmentation du nombre des membres du Comité de Commerce, elle a paru tout à fait justifiée en raison de l'importance que prennent aujourd'hui les questions économiques et sociales dans l'industrie.

Je viens donc vous informer que l'assemblée générale appelée à statuer sur ces modifications se tiendra dans la salle habituelle de nos réunions, 44, rue de Rennes, Paris (6e), le samedi 13 mai 1922, à 17 heures, et je vous demanderai de vouloir bien y assister.

Agréez, Monsieur et cher Collègue, l'expression de mes sentiments très distingués.

*Le Président,*
Signé : L. BAGLÉ.

## MODIFICATIONS DES STATUTS PROPOSÉES A L'ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

(*Les parties du texte sur lesquelles portent les modifications proposées sont imprimées en italiques.*)

| TEXTE ANCIEN | TEXTE NOUVEAU PROPOSÉ |
|---|---|
| ARTICLE 7. | ARTICLE 7. |
| *Chaque* membre de la Société s'engage à payer une cotisation de 36 francs par année. | *Tout* membre de la Société s'engage à payer une cotisation annuelle de 36 francs. *Le taux de cette cotisation pourra être modifié par décision de l'Assemblée générale.* |
| ARTICLE 9. | ARTICLE 9. |
| Les *souscriptions* sont payables d'avance. | Les *cotisations annuelles* sont payables d'avance. |
| ARTICLE 10. | ARTICLE 10. |
| Les membres à vie sont ceux qui *ont été* autorisés, par une délibération du Conseil, *à verser* un capital unique *de 500 francs pour remplacer leur cotisation pendant leur vie entière.* | Les membres à vie sont ceux qui, autorisés par une délibération du Conseil, *auront versé* un capital unique *égal à 15 fois le montant de la cotisation annuelle à l'époque de leur versement.* |
| ARTICLE 11. | ARTICLE 11. |
| Les membres perpétuels-donateurs sont *les membres* qui *ont été* autorisés, par une | Les membres perpétuels-donateurs sont *ceux* qui, autorisés par une délibération |



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

propositions dans les conditions prévues à nos statuts, pourvu toutefois qu'elle comprenne le nombre de 200 membres sociétaires présents exigé par l'article 37 pour qu'elle puisse se tenir valablement.

délibération *spéciale* du Conseil, *à verser une somme de 1.000 francs* pour représenter leur cotisation à perpétuité et obtenir la faculté de transmettre leur droit de membre de la Société à ceux de leurs héritiers qui rempliraient les conditions nécessaires pour être éligibles ou *bien* à un établissement d'intérêt public.

ARTICLE 23.

*Il* (le Conseil d'administration) est composé de *cent* membres, savoir :

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'amélioration des branches d'industrie qui dépendent des Arts mécaniques;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'amélioration des branches d'industrie qui dépendent des Arts chimiques;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'amélioration de l'Agriculture;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe des Arts économiques et des applications de la Physique;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'Art des Constructions et des Beaux-Arts appliqués à l'industrie;

Un Comité de *dix* membres, qui s'occupe du Commerce;

Une Commission des Fonds, composée de dix membres.

ARTICLE 24.

L'Assemblée générale nomme le Bureau, à la majorité absolue, parmi les membres du Conseil, savoir :

Un Président;
*Quatre* Vice-présidents;
Deux Secrétaires;
Un Trésorier;
Deux Censeurs.

ARTICLE 31.

Les Assemblées générales ont lieu au moins deux fois par an. La première est consacrée :

du Conseil, *auront versé un capital unique égal à 50 fois la cotisation annuelle à l'époque de leur versement*, pour représenter leur cotisation à perpétuité et obtenir la faculté de transmettre leur droit de membre de la Société à ceux de leurs héritiers qui rempliraient les conditions nécessaires pour être éligibles ou à un établissement d'intérêt public.

ARTICLE 23.

*Le Conseil d'administration* est composé de *cent six* membres, savoir :

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'amélioration des branches d'industrie qui dépendent des Arts mécaniques;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'amélioration des branches d'industrie qui dépendent des Arts chimiques;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'amélioration de l'Agriculture;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe des Arts économiques et des applications de la Physique;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'Art des Constructions et des Beaux-Arts appliqués à l'industrie;

Un Comité de *seize* membres, qui s'occupe du Commerce;

Une Commission des Fonds, composée de dix membres.

ARTICLE 24.

L'Assemblée générale nomme le Bureau, à la majorité absolue, parmi les membres du Conseil, savoir :

Un Président;
*Cinq* Vice-Présidents;
Deux Secrétaires *généraux*;
Un Trésorier;
Deux Censeurs.

ARTICLE 31.

Les Assemblées générales ont lieu au moins deux fois par an. La première est consacrée :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Afin de permettre aux membres retardataires d'y participer, nous reporterons la tenue de cette assemblée après la conférence qui va nous être donnée par M. Appert, et je demanderai donc à nos membres sociétaires de vouloir bien rester dans la salle à l'issue de cette conférence, après le départ des invités étrangers.

Si alors nous reconnaissons que le nombre de 200 sociétaires présents n'est pas atteint, nous établirons le procès-verbal constatant que l'Assemblée n'a pu se tenir valablement et nous convoquerons aussitôt, par application des dispositions des statuts, pour le 17 juin prochain, une seconde assemblée extraordinaire qui pourra d'ailleurs délibérer et statuer valablement quel que soit le nombre des membres présents.

En attendant les retardataires nous allons donc tenir une séance publique ordinaire de notre Conseil jusqu'à la fin de la conférence de M. Appert.

Le procès-verbal de la séance du 25 mars 1922 est adopté.

A entendre le rapport des travaux du Conseil d'administration;

A entendre le rapport de la Commission des Fonds et celui des censeurs;

A décerner les médailles d'encouragement et les prix mis au concours de la Société;

A proposer les prix que la Société croit devoir mettre au concours pour l'encouragement de l'industrie.

La deuxième Assemblée générale est principalement consacrée :

A nommer le Bureau de la Société;

A ratifier la nomination des membres du Conseil élus pendant l'année;

A décider les questions réglementaires proposées par le Conseil d'administration.

ARTICLE 34.

Lors de l'Assemblée générale pour les élections, il est dressé des listes de candidats, sur des feuilles portant la désignation des membres du Bureau à élire et celle des membres du Conseil élus dans l'année, dont l'Assemblée est appelée à ratifier la nomination. *Les membres présents y inscrivent leur vote.*

A entendre le rapport des travaux du Conseil d'administration;

A entendre le rapport de la Commission des Fonds et celui des censeurs;

A décerner les médailles d'encouragement et les prix mis au concours par la Société;

A proposer les prix que la Société croit devoir mettre au concours pour l'encouragement de l'industrie.

La deuxième Assemblée générale est principalement consacrée :

A nommer le Bureau de la Société;

A ratifier la nomination des membres du Conseil élus pendant l'année :

*A fixer, le cas échéant, le montant de la cotisation annuelle;*

A décider les questions réglementaires proposées par le Conseil d'administration.

ARTICLE 34.

Lors de l'Assemblée générale pour les élections, il est dressé des listes de candidats sur des feuilles portant la désignation des membres du Bureau à élire et celle des membres du Conseil élus dans l'année, dont l'Assemblée est appelée à ratifier la nomination. *Ces feuilles seront adressées à l'avance à tous les membres de la Société qui pourront, pour ces élections, voter par correspondance.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

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

M. PLUMET (Charles), architecte, 49, avenue Victor-Hugo, Paris (16e), présenté par MM. Larivière et Magne;

M. AUBERT (Laurent), pharmacien, président du Tribunal de Commerce d'Issoire, président du Conseil d'administration de la Société des Établissements L. Aubert de Clermont-Ferrand, 1, rue de Billom, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), présenté par MM. Chassevent et Gaston Poulenc (membre à vie);

M. MAZURE (Marcel-Pierre), Ingénieur des Arts et Métiers, 121, rue de la Convention, Paris (15e), présenté par M. le Colonel Renard et M. Androuin;

M. BERTHELOT (Charles), ingénieur-conseil-expert, 112 *ter*, avenue de Suffren, Paris (15e), présenté par M. Trillat;

M. VAN EECKE (Charles-François-Joseph), ingénieur diplômé de l'École des hautes Études industrielles de la Faculté catholique de Lille, ingénieur civil, 12, boulevard de la Gare, Étrechy (Seine-et-Oise), présenté par M. Dunod;

M. GARNIER (Maurice), Ingénieur en chef d'Artillerie navale, 7, place de Breteuil, Paris (7e), présenté par M. G. Lyon et le Colonel Renard;

M. VOGT (Pierre-Jean), Ingénieur des Arts et Manufactures, 59, rue de Provence, Paris (9e), présenté par M. Delaporte et M. Lemaire;

M. BASSET (Ernest-Charles), directeur de la Compagnie de Dégraissage de Cuirs et Peaux et des Glacières de Saint-Denis, 139, rue de Paris, Saint-Denis (Seine), présenté par M. Ernest Cahen;

M. BOURSIN (Jules-Alexandre), ingénieur, membre du Conseil d'administration et président de commission du Syndicat des Inventeurs français, 22, rue Lhérillier, à Ermont-Cernay (Seine-et-Oise), présenté par M. Toulon et M. Rateau;

M. PONSIN (Pierre-Lucien), constructeur-mécanicien à Buzancy (Ardennes), présenté par l'Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène;

Le COMPTOIR CENTRAL D'ACHATS INDUSTRIELS POUR LES RÉGIONS ENVAHIES, 40, rue du Colisée, Paris (8e), présenté par M. Lindet et M. Gruner.

M. LE PRÉSIDENT. — J'ai le plaisir de vous signaler que parmi ces nouveaux membres, il s'en trouve trois qui sont des lauréats que notre Société a récompensés pour leurs travaux et qui ont tenu à devenir des nôtres.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous venons d'être informés que M. Emmanuel

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Farcot, de son vivant, industriel, demeurant à la Plaine-Saint-Denis, avenue du Président-Wilson, nº 163, décédé en 1921, a légué à la Société d'Encouragement une somme de 5.000 f nette de tous frais et droits, en vue de décerner un prix à l'*inventeur d'une machine à voler à ailes battantes, sans hélice, se tenant suspendue en l'air comme les insectes, libellules et abeilles.*

M. Emmanuel Farcot était membre de notre Société depuis fort longtemps. Nous sommes heureux qu'il ait songé à nous confier le soin de décerner ce prix qui portera le nom de Prix Emmanuel Farcot. Nous souhaitons le voir décerner prochainement. Il ne semble pas cependant que la solution du problème qu'il pose soit facile mais l'aviation a fait des progrès si rapides en ces dernières années que nous devons, comme notre généreux donateur, avoir confiance dans l'avenir.

Le Lieutenant-Colonel P. RENARD, membre du Comité des Arts économiques fait une communication sur une brochure de M. CHARLES MAURAIN, intitulée : *Répertoire des Laboratoires français* (1).

Ce travail a paru par livraisons dans le *Bulletin de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions*. C'est un exposé des laboratoires qui existent en France avec l'indication de leur fonctionnement et de la nature des recherches qu'on peut y poursuivre. Il est appelé à rendre les plus grands services aux chercheurs car les laboratoires français sont très nombreux et très variés. L'auteur s'est abstenu de toute appréciation; il expose seulement ce qui existe en vue de la meilleure utilisation possible.

M. LE PRÉSIDENT remercie le Colonel Renard de son intéressante communication, dont le texte paraîtra dans un de nos prochains bulletins.

M. LE PRÉSIDENT. — La conférence que M. Léon Appert va nous donner aujourd'hui avait été prévue pour le 14 janvier dernier mais notre collègue s'est trouvé souffrant à ce moment et son grand âge lui interdisait toute imprudence. Nous sommes heureux de le retrouver parmi nous en bonne santé et de le voir faire aujourd'hui sa conférence si longtemps attendue.

Je n'ai pas besoin de vous présenter M. Léon Appert, qui veut bien nous entretenir ce soir des progrès récents de l'industrie du verre. Depuis trente-six ans déjà, il est membre du Conseil de notre Société dont il a été vice-président et devant laquelle il a fait de nombreuses communications; il a été également président de la Société des Ingénieurs civils, et, comme maître-verrier, il occupe dans cette industrie une place à part; il jouit d'une autorité exceptionnelle tenant à la haute situation de la maison qu'il

(1) Voir à la page 521 du présent numéro le texte *in extenso* de ce rapport.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dirige, aux études scientifiques qu'il a poursuivies, aux progrès de toute nature dont il a été ainsi l'initiateur et qu'il a réalisés dans la technique de la verrerie.

La liste en est si longue que je ne saurais vous la donner ici tout entière, et je manquerais du reste de la compétence nécessaire pour pouvoir vous faire apprécier, comme il conviendrait, la haute valeur de ces recherches, mais vous me permettrez toutefois de rappeler ici les plus importantes parmi les études et les procédés auxquels est attaché le nom de M. Léon Appert, comme le soufflage du verre par l'air comprimé qu'il abordait déjà en 1880, puis le moulage méthodique du verre, la fabrication du verre perforé, celle du verre armé, celle des verres spéciaux employés dans la médecine, comme les verres neutres pour sérums, les verres pour la protection contre les rayons X, ou encore, en physique, les verres à faible dilatation et les verres à grande portée lumineuse.

Je rappellerai encore que M. Léon Appert a porté également ses investigations sur les verres des vitraux anciens, et dans une savante étude qui intéresse à la fois les archéologues, les techniciens et les artistes décorateurs, il a exposé les procédés employés au Moyen Age pour la fabrication des vitraux qui font l'ornement de nos grandes cathédrales et de nos vieilles églises et il a fourni l'explication de ces teintes merveilleuses qui ont traversé les âges et excitent encore aujourd'hui notre admiration; il a montré en particulier le rôle que jouait à ce point de vue l'alumine dans la constitution de ces verres généralement moins fusibles et beaucoup moins altérables que les nôtres.

Ce résumé trop bref des beaux travaux de M. Appert nous montre immédiatement l'intérêt des résultats qu'il a su obtenir, et vous comprenez aussitôt qu'il se soit acquis dans cette grande industrie de la verrerie une autorité hors de pair : d'un côté, en effet, il a contribué par l'installation du soufflage mécanique à affranchir le travail du verrier d'une des opérations les plus fatigantes et les plus malsaines; d'un autre côté, il a contribué dans une large mesure aux améliorations apportées aux méthodes de fabrication et même à la création de nouveaux procédés applicables à la préparation des verres de types spéciaux répondant à des besoins bien déterminés.

Vous voyez par là tout l'intérêt qui s'attache à cette conférence dans laquelle M. Appert va résumer devant nous les progrès de l'industrie du verre en les exposant avec l'autorité et la compétence qu'il s'est acquises au cours d'une carrière industrielle remontant à 65 années déjà, qui s'est révélée particulièrement féconde, et nous ne saurions trop le remercier du témoignage de bienveillant intérêt qu'il donne ainsi à notre Société. Je lui donne la parole.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Léon Appert, membre du Conseil d'Administration, fait une conférence sur *Les progrès de l'industrie du verre* (1).

M. L. Appert limite son exposé aux progrès réalisés depuis un demi-siècle.

Une conséquence importante des premières recherches sur la connaissance de la composition et des propriétés du verre, est que l'on peut dire d'avance aujourd'hui s'il sera possible d'obtenir un verre qui possède telles et telles propriétés données. Il existe déjà de nombreux verres spéciaux fabriqués expressément pour des usages bien déterminés; tels sont le verre silichromé, le verre durax, le verre sérax, le verre radiox, le verre nextra, le verre boro-mica, le verre pyrex, etc.

C'est la substitution de la houille au bois pour le chauffage des fours de fusion et d'affinage du verre qui conduisit à l'emploi de la gazéification du combustible, de la récupération de la chaleur et des fours à bassin. Les premiers fours de ce genre construits en France datent de 1862 (Glacerie de Saint-Gobain et Cristallerie de Clichy). Le système de gazogène qui représente les dernières tendances consiste en un véritable cubilot avec cuve, étalages et creuset, dans lequel l'air introduit est chauffé à très haute température, ce qui permet la fusion des cendres, en composant judicieusement des lits de fusion.

Les fours à bassin, d'une très grande capacité (jusqu'à 200 $m^3$, soit 600.000 kg de verrre fondu), sont toujours à fonctionnement continu; le verre peut y être travaillé dans les conditions de température les plus favorables; la consommation de houille peut s'y abaisser jusqu'à 600 g par kilogramme de verre marchand. L'avenir paraît être aux fours à bassin chauffés par des gaz de pyrogénation.

La caractéristique nouvelle des opérations de mise en œuvre, est l'introduction du machinisme sous les formes les plus diverses. C'est aux États-Unis surtout que ces applications du machinisme ont pris un grand développement.

La gobeleterie s'obtient en majeure partie par soufflage. Le soufflage, toujours au moyen de la canne du verrier, peut se pratiquer avec l'air comprimé. Les dispositifs imaginés à cet effet par M. Appert, il y a plus de quarante ans, permettent d'obtenir toutes les pressions nécessaires au soufflage depuis le maximum, 180 g : $cm^2$ jusqu'à 1 à 2 g : $cm^2$ (soufflage des bulles de savon).

La très haute pression dont on dispose avec l'air comprimé permet de souffler des pièces beaucoup plus volumineuses qu'avec la bouche; c'est ainsi qu'on peut obtenir avec la plus grande facilité des sphères de 1,50 m de diamètre, dans lesquelles sont pris les verres de montres et de pendules. Le moulage permet de fabriquer des objets très épais et de très grand volume qu'il était impossible d'obtenir autrefois (bacs d'accumulateurs de 100 l, réservoirs de 200 l, tuyaux de verre de longueur théoriquement indéfinie, pratiquement jusqu'à 3 m) ou encore certaines pièces, comme des baignoires et les bouteilles.

C'est avec la machine à fabriquer mécaniquement les bouteilles de M. Boucher, de Cognac, la première qui ait donné satisfaction, que sont obtenues 50 p. 100 des bouteilles consommées en France. Il existe d'autres machines de ce genre, plus récentes, semi-automatiques ou entièrement automatiques, comme la machine Owen-Graham, qui fabrique 15 à 16 bouteilles par minute.

(1) Le texte de la conférence de M. Léon Appert paraîtra *in extenso* dans le numéro triple du Bulletin d'août-septembre-octobre 1922.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le verre à vitres peut s'obtenir mécaniquement par deux procédés.

Le procédé Lubby, de l'Empire American Window Glass C°, exploité à Pittsburgh, aux États-Unis et à Chalon-sur-Saône, en France, consiste à tremper une couronne de fer chauffée à 800° dans le verre fondu, qui s'y soude; en élevant régulièrement la couronne, on enlève du verre et on étire un manchon cylindrique de 70 cm de diamètre, pouvant atteindre 12 m de longueur.

Dans le procédé de M. Fourcault, de Charleroi, on obtient directement une nappe plane en enfonçant dans le verre fondu un flotteur en terre réfractaire pourvu d'une fente par laquelle le verre jaillit et est immédiatement soudé à une bande de verre armé, préalablement chauffée. Ce procédé, un peu modifié, est exploité à Charleston (États-Unis) : l'étirage commence de même mais, à une certaine hauteur, la nappe de verre, déjà complètement solidifiée, est ramollie par une rampe de gaz, ce qui permet de coucher la nappe horizontalement et de la diriger dans l'arche à recuire.

Tous ces procédés mécaniques supposent des frais d'installation considérables; ils ne donnent de bons résultats que si tout est parfaitement réglé.

Les glaces s'obtiennent toujours par laminage. Les principaux perfectionnements apportés à leur fabrication consistent dans l'emploi : de tables refroidies, ce qui permet une fabrication continue; de dispositifs mécaniques pour exécuter toutes les phases de l'opération; de modes de recuisson continue. Le procédé de laminage des glaces a été étendu à la fabrication de verres beaucoup plus minces ne devant pas subir le polissage; verre cathédrale pour vitraux; verres imprimés; verre prismatique, qui renvoie la lumière incidente dans une direction déterminée; verre perforé de trous tronconiques destiné à la ventilation par aspiration; verre armé.

Les perfectionnements apportés aux verres d'optique ont accru la variété des types et des qualités optiques, la constance de leur composition; leur affinage s'opère aujourd'hui en partie mécaniquement. Deux verreries françaises, justement renommées, exportent des verres d'optique dans le monde entier.

La plupart des travaux récents sur les verres et des nouveaux procédés de fabrication sont dus à des Français. Nos ingénieurs ont eu surtout en vue une meilleure hygiène du travail. Les ingénieurs américains ont joué un rôle important dans les derniers progrès de la verrerie en mettant en pratique des procédés inventés par d'autres, mais il ne faut pas méconnaître leur mérite car ils ont été des adaptateurs ingénieux et persévérants.

E. L.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Léon Appert de son intéressante conférence si documentée, si pleine de faits et de souvenirs personnels qui montrent, bien qu'il se soit effacé trop modestement, le rôle important qu'il a joué pour faire progresser l'industrie du verre, ainsi que les grands services qu'il a rendus pendant la guerre, en étudiant et en fabriquant les verres spéciaux qui étaient demandés pour les besoins de la défense nationale.

M. LE PRÉSIDENT prie M. Appert de vouloir bien nous remettre un texte détaillé de sa conférence, qui paraîtra dans notre *Bulletin*.

M. LE PRÉSIDENT annonce que le quorum statutaire de 200 membres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

présents n'ayant pas été atteint, l'assemblée générale ne peut être tenue. En conséquence, il donne lecture du procès-verbal de la séance, qui a été rédigé comme suit :

*Procès-verbal de la réunion des Membres sociétaires*
*de la Société d'Encouragement*
*pour l'Industrie nationale, tenue le 13 mai 1922*
*pour former l'Assemblée générale extraordinaire*
*qui devait délibérer sur le projet de modification des statuts de la Société.*

L'an mil neuf cent vingt-deux, le 13 mai, à 18 heures, les membres de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, se sont réunis sous la présidence de M. Baclé, président de la Société, sur convocation individuelle, en date du 10 avril 1922, adressée à chacun d'eux par le Président, au nom du Conseil d'administration, pour constituer l'Assemblée générale extraordinaire ayant pour objet de délibérer, dans les formes prévues aux articles 36 et 37 des statuts, sur le projet de modification des statuts de la Société, adopté par le Conseil d'administration, réuni en Comité secret, dans la séance du 28 janvier 1922; toutefois, l'Assemblée n'a pas pu délibérer valablement, le nombre minimum de deux cents membres présents exigé par l'article 37 des statuts n'ayant pas été atteint, ainsi qu'il appert de la feuille de présence annexée au présent procès-verbal, montrant que ce nombre des présents était seulement de trente-six.

M. le Président a donc levé la séance en informant la réunion que les membres de la Société allaient être convoqués à nouveau dans les formes prévues aux articles 36 et 37 des statuts, pour la tenue d'une seconde Assemblée générale extraordinaire, qui se réunira le 17 juin 1922, laquelle pourra délibérer valablement, quel que soit le nombre des membres présents.

En foi de quoi a été dressé le présent procès-verbal signé par M. Baclé, président : MM. Hitier et Toulon, scrutateurs, et M. Lemaire, agent général, faisant fonction de secrétaire de la réunion.

Ont signé :

| *Le président,* | *Les scrutateurs,* | *Le secrétaire,* |
|---|---|---|
| L. BACLÉ. | P. TOULON Henri HITIER. | E. LEMAIRE. |

La séance est levée à 18 h. 15 m.

---

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# BIBLIOGRAPHIE

**Essais effectués à l'École française de Papeterie de Grenoble avec diverses plantes d'Indochine**, par MM. L. VIDAL et M. ARIBERT, professeurs à cette École (*Publication de l'Agence économique de l'Indochine*). Étude imprimée entièrement sur du papier pur bambou, fabriqué par la Société des Papeteries de l'Indochine. Une brochure (25 × 16 cm), de 36 p., III pl. et 3 échantillons. Paris, Agence économique de l'Indochine, 41, avenue de l'Opéra, 1921.

L'Agence économique de l'Indochine a pensé que le moment était propice pour signaler à l'industrie française les ressources que nous offre l'Indochine pour la fourniture des fibres papetières.

Celles-ci sont de trois sortes, la paille de riz, le tranh ou herbe à paillottes, et le bambou.

Ces trois matières premières ont été étudiées à l'École française de Papeterie par MM. L. Vidal et Aribert, et ceux-ci ont consigné leurs études dans un fascicule d'une quarantaine de pages, contenant trois planches de fibres et divers échantillons de papier obtenu.

Pour décreuser de telles matières, il a fallu de 13 à 15 p. 100 de soude, une concentration de 5° à 6° B., une pression de 3 à 4,5 kg : cm² et une durée d'opération de sept heures. La pâte épurée, blanchie au chlorure de chaux, a été transformée en feuille, et celle-ci, étudiée au dynamomètre dans les deux sens, à la perforatrice, etc.

La paille de riz possède des fibres trop courtes et trop ténues pour se prêter à la fabrication des papiers d'emballage; elle répond plutôt à celle de papiers à écrire, genre papier d'alfa. Son rendement est de 30 p. 100.

L'herbe à paillottes ou tranh donne de bons papiers registre; il conviendrait de l'associer à d'autres fibres plus tenaces, comme le bois chimique, ou mieux encore le bambou. Le rendement est à peu près le même, 31 p. 100.

Enfin le bambou, Nuà day, Nuà bay, Nuà tep, fournit une excellente pâte qui peut remplacer la cellulose de bois blancs, et dont l'arrivée dans nos papeteries d'Europe sera certainement remarquée. Le rendement est de 40 p. 100.

La Société des Papeteries de l'Indochine possède déjà une usine à Vietry (Tonkin), qui fabrique, par an, 2.500 t de pâte, que l'usine de Dap-Can transforme en papier, dont la brochure ci-dessus présentée fait valoir les belles qualités typographiques.

L. LINDET.

**Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France. Annuaire 1922.** Un vol. (16 × 24.5 cm) de 691 p., 94, rue d'Amsterdam, Paris (9e). Prix : broché, 18 f; cartonné 20 f.

Cet annuaire contient la liste des adhérents du Syndicat, au nombre de près d'un millier, leur répartition par localités et par professions ainsi que la liste

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

détaillée de leurs fabrications. Cette dernière rubrique, qui comprend près de 2.000 articles, est appelée à rendre de grands services aux personnes qui désirent savoir quels sont les constructeurs de la machine ou de l'instrument qu'ils recherchent.

**Chambre syndicale des Mines de Fer de France. Annuaire 1922.** Un vol. broché (13,5 × 22 cm) de 706 p., 7, rue de Madrid, Paris (8e). Prix : 25 f.

Cet annuaire contient la liste de tous les adhérents de la Chambre syndicale, la date et le lieu des concessions, la production, la nature des produits et des données générales sur les travaux. On y trouve également des renseignements sur l'Union des Industries métallurgiques et minières, de la Construction mécanique, électrique et métallique et des Industries qui s'y rattachent et sur la Caisse syndicale d'Assurance mutuelle des Forges de France contre les accidents du travail.

Il contient l'état des concessions de minerai de fer au 1er janvier 1922, la législation des mines et de leur personnel, et un répertoire technique des fournisseurs des mines de fer.

**Dictionnaire anglais-français-allemand de mots et locutions intéressant la physique et la chimie**, par M. R. CORNUBERT, ingénieur-chimiste, docteur ès sciences physiques. Un vol. (16 × 25 cm) de XXXII + 300 p. Dunod, édit. Paris, 1922. Prix : broché, 42 f; relié, 47 f.

L'auteur a déjà publié en 1913, chez le même éditeur, un dictionnaire analogue, allemand-français et français-allemand, des termes et locutions scientifiques. Ce dictionnaire était à double entrée par ordre alphabétique des mots soit français, soit allemands. Le nouvel ouvrage complète le précédent par l'adjonction de la langue anglaise et par l'introduction systématique de tous les termes ou locutions intéressant la physique et la chimie physique. Si on avait adopté le même système que dans l'ancien dictionnaire bilingue, une place considérable aurait éte occupée et on se fût exposé forcément à de nombreuses redites; l'auteur a évité ces inconvénients en adoptant une disposition ingénieuse, déjà employée par feu Hospitalier dans son excellent petit *Vocabulaire technique industriel et commercial* trilingue, mais il l'a améliorée. Il a adopté un système à un seul ordre alphabétique général et à trois colonnes, une par langue, dans lequel sont classés les mots des trois langues, les mots directeurs étant imprimés en caractère gras. Ainsi par exemple :

| | | |
|---|---|---|
| flask (s.). | **flacon** (s. m.). | Flasche (s. f.). |
| **flake** (s.). | flocon (s. m.). | Flocke (s. f.). |
| **flaky** (adj.). | floconneux. | flockig. |
| **flame** (s.). | **flamme** (s. f.). | **Flamme** (s. f.). |
| *Loc.*, flaming electrie arc. | *Loc.*, arc électrique à flamme. | **Flammenbogen** (s. m.). *Loc.*, *elektrischer* —. |
| **flame-tube** (s.). | rampe (s. f.). | **Flammenrohr** (s. m.). |
| flask (s.). | bouteille (s. f.), flacon (s. m.). | **Flasche** (s. f.). |
| **flash** (s.). | flamme subite (s. m.), éclair (s. m.). | Blitz (s. m.). |
| **flashing** (s.). | éclair (s. m.). (*phénomène de l'* —). | Silberblick (s. m.). |
| **flask** (s.). | bouteille (s. f.), flacon (s. m.). | Flasche (s. f.). |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'ordre alphabétique se trouve ainsi rétabli pour chaque langue dans sa colonne si on ne tient compte que des seuls mots imprimés en caractères gras; le vocabulaire scientifique étant quasi international, les mots qui ne comportent que de très faibles modifications d'une langue à l'autre viennent tout naturellement se placer au même endroit, ou à peu près, dans l'ordre alphabétique; un grand nombre de redites sont ainsi évitées. Le mot flame, flamme, Flamme en est un exemple.

Pour éviter les redites, car il en subsiste encore, des exceptions sont quelquefois faites à cette règle; elles sont indiquées par un astérisque. Quelques essais nous ont appris que cette manière de faire ne retarde en rien les recherches, surtout si, comme on doit le supposer, le chercheur possède assez bien la langue étrangère.

Le dictionnaire proprement dit est précédé de plusieurs notes très utiles et fort bien faites; ce sont :

Considérations générales et remarques sur le vocabulaire allemand (chimie minérale, chimie organique, minéralogie);

Principales abréviations allemandes;

Liste des particules allemandes;

Verbes irréguliers allemands et verbes irréguliers anglais qui se rencontrent le plus fréquemment dans les textes chimiques;

Principales abréviations anglaises;

Unités anglaises;

Lecture, dans les trois langues, des principaux signes mathématiques.

Il eût été impossible d'introduire dans le dictionnaire tous les noms des composés minéraux ou organiques; quelques-unes de ces notes y suppléent.

Ces notes sont rédigées en français, l'ouvrage s'adressant à des Français. Il suffirait d'y adjoindre quelques notes analogues rédigées en anglais et en allemand, et d'apporter quelques modifications légères aux abréviations employées dans le dictionnaire pour que l'ouvrage pût s'adresser aux Anglais et aux Allemands comme aux Français. Il posséderait ainsi un caractère tout à fait international.

Le dur travail du lexicographe est fort ingrat : on ne le loue jamais et on lui reproche toujours les omissions et les inexactitudes; M. Cornubert se défend bien d'avoir atteint la perfection : son ouvrage, dit-il, n'est pas un véritable dictionnaire, mais un supplément aux dictionnaires usuels; et il sollicite la collaboration, en vue d'une nouvelle édition, de tous ceux qui lui signaleront des améliorations à apporter à son œuvre.

E. L.

**Tables annuelles de Constantes et Données numériques de chimie, de physique et de technologie,** publiées sous le patronage de l'Union de Chimie pure et appliquée par le Comité international institué par le VII[e] Congrès de Chimie appliquée (Londres, 2 juin 1909). Secrétaire général : Ch. MARIE, docteur ès sciences. **Volume IV, Années 1913-1914-1915-1916. Première Partie.** Un vol. broché (23 × 29 cm) de XXXII + 626 p. Gauthier-Villars et C[ie], édit. Paris, 1921. Prix : broché, 100. f; relié, 120 f.

Ce volume fait suite aux trois volumes analogues parus avant la guerre. Il est appelé, comme les précédents, à rendre les plus grands services non seulement aux hommes de laboratoire mais aussi aux techniciens car les tables renferment de nombreuses données qui les intéressent, par exemple : les densités des solutions des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nitrocelluloses, la viscosité des lubrifiants et des scories de haut fourneau, les constantes des alliages.

La reprise de cette publication a souffert de difficultés presque insurmontables : périodiques parus pendant la guerre devenus introuvables; prix élevés des travaux d'impression, etc. Heureusement, les événements qui ont bouleversé le monde ayant fait ressentir à tous le besoin de la documentation, les concours et les sympathies sont allés assez aisément, quoique insuffisamment encore, à l'œuvre de M. Marie, œuvre de bénédictin qu'avant la guerre on croyait les Allemands seuls capables de mener à bien, œuvre qu'aujourd'hui d'ailleurs les Allemands nous envient mais qui, espérons-le, restera interalliée et surtout française. Le dévouement et la foi de M. Marie et de ses collaborateurs ont fait le reste. Il ne faut pas oublier cependant qu'il s'agit là d'une œuvre formidable, qu'il faudra faire paraître la deuxième partie du volume IV, puis les volumes qui correspondent aux travaux parus de 1917 à 1922 pour que la mise à jour soit atteinte. Sans doute quelques-unes des difficultés qui ont retardé la reprise ont déjà diminué, ou diminueront, mais, dans l'ensemble, elles subsistent et subsisteront encore longtemps. Il convient donc de faire connaître ces tables à tous ceux à qui elles peuvent rendre service pour en diffuser l'emploi et pour provoquer les subventions qui seront nécessaires à leur publication pendant de nombreuses années encore (1).

Rappelons que ces tables renferment toutes les constantes physiques, tous les résultats d'essais de mesure, ou d'analyses, trouvés ou déterminés par les savants et les techniciens du monde entier. L'origine des nombres ainsi présentés est toujours indiquée; quelquefois des explications complémentaires, notamment sur la méthode opératoire, sont ajoutées, ce qui dispense presque toujours de remonter à la source et constitue une véritable bibliographie. Grâce à un classement méthodique et à un mode excellent de présentation, l'ouvrage peut être consulté indifféremment, et avec tout autant de facilité, par les Français, les Anglais, les Italiens et les Allemands. Dans ce quatrième volume, par raison d'économie et pour tenir compte de certaines critiques, on n'a plus inséré les nombreuses données qui dépendent des conditions expérimentales ou qui se rapportent à des systèmes mal définis.

E. L.

**Annuaire financier et économique du Japon 1920**, publié par le Ministère des Finances, Imprimerie impériale, Tôkyô (Japon). Un vol. broché de 200 p. avec carte et diagrammes en couleurs.

Cet annuaire, destiné aux non Japonais, a pour objet de les renseigner sur la situation économique du Japon. Comme les précédents, — celui-ci est le vingtième de cette sorte mais les premiers étaient publiés exclusivement en anglais —, il renferme de nombreux chiffres statistiques, remontant quelquefois très loin en arrière, qui permettent, grâce à la clarté de la présentation, de se rendre compte exactement de l'évolution économique du Japon. Des exposés d'ensemble font aussi l'objet de nombreux chapitres.

L'ouvrage, outre la carte, les diagrammes et les tableaux préliminaires,

(1) En 1919, la subvention de l'Académie des Sciences a été de 10.000 f; celle de la Société d'Encouragement, en 1920, a été de 1.000 f.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comprend sept parties : Finances; — Agriculture, industrie et commerce; — Commerce extérieur; — Banques et marché monétaire; — Communications; — Chôsen (Corée); — Taïwan (Formose); Karafuto (Sakhaline japonaise) et Kwantung.

L'exercice 1919 a été caractérisé par ce fait que la balance du commerce extérieur, qui avait été favorable au Japon depuis 1915, a changé de signe. Cet avertissement n'a point été mis à profit par les hommes d'affaires; la spéculation, le luxe, la multiplication des nouvelles entreprises continuèrent tandis que le prix de toutes choses montait toujours. Il en est résulté une crise, surtout en ce qui concerne les denrées alimentaires et en particulier le riz, toujours produit en quantités insuffisantes pour les besoins de la consommation. Des mesures furent prises pour abaisser son prix, faciliter son entrée et sa circulation. Une autre mesure, tendant aussi à l'abaissement du prix du riz, mais à plus longue échéance, a été prise : la promulgation d'une loi sur le défrichement des terrains incultes, entrée en vigueur en juin 1919. De plus, le Gouvernement a encouragé les administrations départementales et communales à créer des marchés publics, à construire des maisons d'habitation, à multiplier les coopératives d'achat, etc.

Les cas de grève et de sabotage s'étant multipliés — on en a compté 497 en 1919 contre 417 en 1918 — le Gouvernement comprit la nécessité de résoudre les problèmes du travail et c'est ainsi que fut créée une « Société pour harmoniser le travail et le capital » dans le but de rapprocher patrons et ouvriers, d'améliorer leurs relations et de les amener à coopérer pacifiquement pour leur avantage mutuel.

Quoi qu'il en soit, le prix des denrées et les salaires se sont élevés au Japon comme ailleurs et le contribuable japonais voit aussi venir les lourds impôts. Les dépenses annuelles de l'État, qui étaient de 465 millions de yen en 1906-07 (recettes 580 millions), sont passées au budget prévu pour 1920-21, à 1 335 millions de yen, en augmentation de 271 millions de yen sur l'exercice précédent. (Le yen qui valait 2,58 f en moyenne avant la guerre, est monté jusqu'à 4,84 f en 1919.) Il ne faudrait pas en conclure cependant que le bien-être matériel de la population diminue : de 1910 à 1919, le nombre de ceux qui ont des dépôts à la Caisse d'épargne postale a doublé (20 millions de déposants en 1919) et le total des sommes qui y ont été déposées a quintuplé (605 millions de yen en 1919).

E. L.

---

## OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

### EN MAI 1922

CABAUD (R.). — **Installations électriques industrielles. Choix du matériel.** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 316 p., 129 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16386**

CABAUD (R.). — **Installations électriques industrielles. Installation. Entretien. Contrôle** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 333 p., 70 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16387**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LAZENNEC (I.). — **Manuel de parfumerie** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 281 p., 83 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16388**

COFFIGNIER (CH.). — **Manuel du peintre. II : Peintures, enduits, mastics et divers** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 276 p., 32 fig. **Bibliographie**, p. 269-270. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16389**

KEGHEL (MAURICE DE). — **Les encres, les cirages, les colles et leur préparation** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 384 p., 47 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16390**

RUBIGNY (F.). — **Manuel de filature** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 366 p., 173 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16391**

RISLER (E.) et WERY (G.). — **Drainage et assainissement des terres** (*Encyclopédie agricole*). 4e édition. In-12 (18 × 12) de 384 p., 129 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16392**

CHALLÉAT (Général J.) et THOMAS (A.). — **Mécanique des affûts.** 2e édition. Tome I (*Encyclopédie scientifique*). In-12 (18 × 12) de 356 p., 97 fig. **Bibliographie**, p. 351-2. Paris, Gaston Doin, 1922. **16393**

FABRE (LÉONCE). — **La séparation industrielle des solides en milieu liquide.** In-8 (25 × 16) de III + 227 p., 78 fig. Paris, Gaston Doin, 1922. **16394**

ROUX-BRAHIC (J.). — **Ateliers modernes de préparation mécanique des minerais.** Technologie des minerais complexes. In-8 (25 × 16) de XII + 895 p., 425 fig., I pl. Paris, Dunod, 1922. **16395**

CAIN (JOHN CANNELL) et THORPE (JOCELYN FIELD). — **Les matières colorantes de synthèse et les produits intermédiaires servant à leur fabrication.** Traduit d'après la 4e édition anglaise par G. DELMARCEL et M. DRAPIER. In-8 (25 × 16) de XXIV + 640 p. Paris, Dunod, 1922. **16396**

FRITSCH (J.). — **Fabrication et raffinage des huiles végétales.** Manuel à l'usage des fabricants, raffineurs, courtiers et négociants en huiles. 3e édition. In-8 (25 × 16) de XIII + 723 p., 99 fig. Paris, Desforges, 1922. **16397**

MAURETTE (FERNAND). — **Les grands marchés des matières premières** (*Collection Armand Colin, n° 18. Section de géographie*). In-16 (17 × 11) de VI + 198 p. **Bibliographies**, p. 29-30, 64, 90, 112, 132, 149, 168-9, 188, 192-3. Paris, Librairie Armand Colin, 1922. **16398**

GIRARD (A.-CH.). — **Les engrais.** Emploi raisonné et lucratif (*Nouvelle bibliothèque du cultivateur*). In-12 (19 × 12) de 163 p. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1922. (*Don de M. A.-Ch. Girard, Membre du Conseil d'Administration*). **16399**

GRAFFIGNY (H. DE). — **Les électro-aimants et les bobines d'induction.** Leurs principes. Pièces constitutives. Construction et applications des appareils. In-12 (19 × 12) de VIII + 199 p., 116 fig. Paris, Desforges, 1922. **16400**

OCAGNE (MAURICE D'). — **Vue d'ensemble sur les machines à calculer.** In-8 (20 × 13) de 69 p., 11 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **16401**

CAVALLIER (CAMILLE). — **Notes économiques d'un métallurgiste** (1915-1921). In-8 (23 × 14) de IX + 153 p. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1921. **16402**

ROYAUME DE BELGIQUE. MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DU RAVITAILLEMENT. Service médical du travail. — **Le travail industriel des peaux, des poils et des crins.** Étude d'hygiène professionnelle. Rapport d'enquête présenté par le Docteur D. GLIBERT. In-8 (25 × 16) de 448 p., XXII pl. Bruxelles, Imp. A. Lesigne, 1921. **16403**

***

FREMONT (CH.). — **Unification des méthodes d'essai des métaux.** Études expérimentales de technologie industrielle. 62e Mémoire. In-4 (27 × 22) de 55 p., 25 fig. Paris,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chez l'auteur, 25, rue de Simplon (18e), 1922 (*Don de M. Ch. Fremont, membre de la Secte*). **Pièce 12707**

**La centrale de Gennevilliers** (*Publications de « Chaleur et Industrie »*). In-4 (27 × 22) de 50 p., 29 fig. Paris, Chaleur et Industrie, 5, rue Michel-Ange, 1922. **Pièce 12708**

COPIN (LOUIS). — **L'impôt sur le revenu.** Les grandes lignes de la réforme fiscale. Esquisse d'une politique fiscale démocratique. In-12 (19 × 12) de 36 p. Paris, G. et M. Ravisse, 1922. **Pièce 12709**

DELAPORTE (PAUL). — **La réforme économique du calendrier par le calendrier auxiliaire universel. Système « Chronos »** (*Bulletin officiel de la Direction des recherches scientifiques et industrielles et des inventions*). In-8 (24 × 16) de 16 p., 5 fig. **Pièce 12710**

VACUUM OIL COMPANY (Société anonyme française). — **Les turbines à vapeur horizontales pour installations fixes.** In-4 (28 × 22) de 16 p., 11 fig., I pl. Paris, 34, rue du Louvre. **Pièce 12711**

TCHERKINSKY (M.). — **Les Landschaften et leurs opérations de crédit hypothécaire en Allemagne (1770-1920)** (*Institut international d'agriculture. Bureau des Institutions économiques et sociales*). In-8 (23 × 15) de 94 p.; **Bibliographie**, p. 91-94. Rome, 1922. **Pièce 12712**

***

ASSOCIATION FRANCO-BELGE POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX. — **6e procès-verbal, séance du 10 décembre 1921.** Paris, Éditions de la *Revue de Métallurgie*, 5, cité Pigalle (9e). **Pér. 343**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TRAVAUX PUBLICS. — **Bulletin n° 17** (1er trimestre **1922**). Paris, 19, rue Blanche (9e). **Pér. 408**

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE. — **Annuaire de 1922.** Paris, 19, rue Blanche (9e). **Pér. 313**

COLONIE DE MADAGASCAR ET DÉPENDANCES. — **Bulletin économique** publié par les soins du Gouvernement général. 18e année, n° 31, **1921** (3e trimestre). Tananarive, Imp. officielle, 1921. **Pér. 446**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS. — **Annales.** Fascicule 50 : *Documents officiels, jurisprudence*; Annexe : *Rapports et notes techniques* (France et étranger). Paris, Imprimerie nationale, 1919. **Pér. 9**

BUREAU OF STANDARDS. — **Circular n° 13** : *Standard specifications for large incandescent electric lamps (tungsten und carbon)*. 9th ed. 20 p. Washington, 1921. **Pér 61**

SMITHSONIAN MISCELLANEOUS COLLECTION. — Vol. 72, n° 13 (publ. 2662); n° 14 (publ. 2663). — Vol. 73, n° 1 (publ. 2657). Washington, 1922. **Pér. 27**

*L'agent général, gérant,*
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

121e ANNÉE. JUILLET 1922.

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

## COMITÉ D'AGRICULTURE

Rapport présenté par M. Henri Hitier, au nom du Comité d'Agriculture, sur l'*œuvre du Syndicat central d'exportation de la race bovine charolaise.*

Au point de vue de ses finances et de l'amélioration de son change, exporter est, pour la France, une nécessité, et, dès lors, que dans ces exportations, l'agriculture doive prendre sa part, cela est évident, étant donnée la place de première importance tenue par l'agriculture dans l'ensemble de la production nationale.

A côté des vins et des eaux-de-vie, des légumes et des fruits, des beurres et fromages, des graines et des céréales de semences, l'agriculture française doit surtout chercher à développer les exportations de ses animaux reproducteurs.

Nous possédons, en effet, quelques-unes des plus belles races de bétail qui existent dans le monde. Mieux connues et par conséquent mieux appréciées dans les pays étrangers, celles-ci doivent y trouver des débouchés qui soient pour notre élevage une source de grands profits et la possibilité de nouvelles améliorations.

La sélection du bétail, quelle qu'en soit l'espèce, l'élevage d'animaux reproducteurs d'élite chez lesquels on a obtenu tout un ensemble de qualités qu'il s'agit de maintenir en cherchant encore à les accroître, exigent non seulement du temps, du travail, des connaissances, des soins et une organisation toute spéciale, mais en même



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

temps, des dépenses considérables; aussi de larges débouchés, des ventes à des prix très élevés sont nécessaires pour couvrir les frais généraux des exploitations qui se livrent à cette sélection.

Toutefois, lorsqu'ils se sont créé des débouchés pour leurs animaux reproducteurs, les éleveurs peuvent faire les sacrifices exigés pour pousser davantage encore la sélection et c'est naturellement le pays même où se trouvent leurs écuries, étables et bergeries, qui est le premier à en profiter. C'est le cas pour l'Angleterre. La vente en République Argentine, en Uruguay, au Brésil, aux États-Unis, au Cap, en Australie, à des prix qui peuvent paraître fabuleux (le taureau Collynie Prince 100.000 piastres en 1919 soit au cours de l'époque près de 400.000 francs), d'étalons, de taureaux, de béliers, couvre les dépenses d'un élevage toujours onéreux, comportant de gros aléas, des pertes nombreuses, et procure aux éleveurs anglais des bénéfices suffisants pour leur permettre de nouveaux sacrifices en vue d'améliorer encore leurs animaux; tout l'élevage de l'Angleterre en tire grand profit.

Comment les éleveurs anglais ont-ils conquis les marchés étrangers? En faisant connaître les belles races qu'ils exploitent, en donnant partout et en toute occasion l'impression que l'Angleterre est un grand pays d'élevage, en offrant à l'acheteur, par la tenue régulière de livres généalogiques, des garanties que cet acheteur est en droit d'exiger sur l'origine des animaux qu'il importe.

Si, aujourd'hui, la France veut créer un mouvement important de vente d'animaux reproducteurs à l'étranger, l'envoi isolé de quelques têtes de bétail, par quelques éleveurs, individuellement, ne pourrait avoir une grande portée; des groupements, des syndicats qui prennent en mains l'organisation de ces exportations sont nécessaires.

C'est ce qu'ont compris entre autres les éleveurs charolais.

Les éleveurs de la race bovine charolaise, répartie principalement dans les départements de l'Allier, du Cher, de l'Indre, de la Loire, de la Nièvre, de Saône-et-Loire, ayant toutes raisons de croire à la supériorité de leurs reproducteurs, avaient étudié déjà depuis longtemps la manière la plus avantageuse de faire connaître leurs produits à l'étranger et d'amener les pays à élevage extensif à faire appel à cette race pour améliorer leurs propres troupeaux.

Des envois isolés, provoqués par des achats directs de représentants

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de l'Amérique du Sud, avaient donné de bons résultats. Il fallait développer le mouvement et transformer ces essais d'intérêt particulier en une mesure d'ordre général. Aussi, dès la fin de la guerre, les éleveurs se groupèrent-ils pour décider de quelques principes en vue de cette exportation.

Une fédération fut constituée entre les diverses Sociétés d'Agriculture et les Syndicats des départements précités. Son premier soin fut de choisir définitivement le nom unique à donner à la race, puis de reviser et concentrer en un Herd Book unique les livres généalogiques qui, bien que régis d'après les mêmes règles et la même définition du type, restaient propres à chaque département.

Le nom de *race charolaise* fut adopté; le « Herd Book de la race charolaise, pour la Nièvre, Saône-et-Loire et départements limitrophes » résulta de la fusion des livres généalogiques divers dont l'origine remontait à 1887.

La fédération créa alors un organe pour étudier les moyens de faire naître les relations avec les acheteurs des pays étrangers et pour organiser la vente des reproducteurs charolais. Le « Syndicat d'Exportation de la Race bovine charolaise » vit le jour (1).

Tout d'abord, le Syndicat prépara une action de propagande en faisant imprimer une brochure où le texte, avec des mensurations officielles, s'allie à de nombreuses photographies. Le tract fut édité d'une façon luxueuse, traduit en plusieurs langues de manière à toucher directement les sociétés agricoles, les grandes associations, les éleveurs des divers pays.

La seconde décision du Syndicat d'exportation fut d'envoyer dans les pays avec lesquels il voulait entrer en relations, un lot sérieux de reproducteurs de choix présentant les meilleurs types de la race charolaise et s'imposant à l'attention des éleveurs du pays par la qualité et la quantité. Une grande difficulté se présentait ici.

Si, dans certains pays, les conditions climatériques sont assez semblables aux nôtres ou si l'état sanitaire se rapproche de celui de l'Europe, en revanche certaines régions sont infestées de maladies spéciales qui déterminent une telle mortalité que toute tentative d'importation doit fatalement échouer si des précautions préventives ne sont pas prises.

(1) Communication du général de Laguiche à l'assemblée générale de la Société des Agriculteurs de France, le 24 février 1922.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En particulier, la maladie « Tristeza » du Brésil et de presque toute l'Amérique du Sud, est la cause de pertes considérables allant jusqu'à 70 p. 100 si les animaux ne sont pas immunisés contre ses effets.

De l'avis de tous les éleveurs, des autorités sanitaires et professionnelles, la vaccinalion s'impose. Le Syndicat eut la bonne fortune d'être mis en rapport avec le professeur Piettre, d'une part, professeur à l'Ecole vétérinaire et à l'Institut biologique de Rio de Janeiro, et le professeur Brumpt, d'autre part, membre de l'Académie de Médecine de Paris, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, qui voulut bien accepter d'être son conseiller sanitaire.

Le Syndicat se constitua alors un troupeau de reproducteurs, les uns pour les pays non sujets à la « Tristeza », les autres pour les régions infestées, notamment pour le Brésil.

La question financière était à résoudre, question difficile car il s'agissait de réunir environ 45 reproducteurs mâles ou femelles.

Au prix actuel des bons animaux et des prix de transport, la dépense à couvrir approchait de 500.000 f. C'était trop pour un début, mais une solution fut trouvée grâce au dévouement à la cause générale, à la haute intelligence des éleveurs dont beaucoup sont de petits fermiers : les animaux n'ont pas été achetés par le Syndicat mais offerts gracieusement par les éleveurs qui ont accepté de se contenter du produit de la vente à l'étranger, toutes dépenses de transport, nourriture d'abord déduites. Bien plus, cette déduction faite, 15 p. 100 du restant reviendront au Syndicat pour organiser de nouvelles expéditions.

En somme, les éleveurs ont pris à leur compte les risques complets.

Pour trouver les capitaux nécessaires afin de couvrir les frais de l'expédition : immunisation des animaux, soins et nourriture en France puis à l'étranger, transport, frais des convoyeurs, des représentants du Syndicat, des commissionnaires, un emprunt de 200.000 f fut émis.

La bonne volonté des éleveurs permit de constituer un très bon lot de reproducteurs de la façon suivante : les éleveurs disposés à offrir leurs animaux furent invités à se faire connaître, à présenter leurs produits à une commission chargée de les examiner, de choisir les plus beaux sujets et de leur donner une note d'estimation, toute appréciation de valeur vénale en argent ayant été interdite. Les ani-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

maux non destinés au Brésil sont restés entre les mains des éleveurs jusqu'au moment de leur départ; ceux destinés au Brésil ont été réunis dans les écuries de M. de Valence, près Cluny, pour y être vaccinés.

Nous nous trouvons ainsi en présence non de projets d'organisation d'exportation d'animaux reproducteurs, mais en face d'une réalisation se poursuivant d'une façon régulière et méthodique malgré toutes les difficultés qui se sont rencontrées.

Il y a là un exemple de solidarité entre agriculteurs et un exemple d'initiative privée qui méritent hautement d'être signalés. Le Syndicat central d'Exportation de la Race charolaise (1), dont le président est le général de Laguiche, ne saurait être trop encouragé dans l'œuvre qu'il a entreprise : de simples intérêts particuliers ne sont pas seulement ici en jeu, mais un intérêt vraiment national.

Votre Comité d'Agriculture a l'honneur de vous demander :

1° d'adresser au Syndicat central d'Exportation de la Race charolaise et à son président, le général de Laguiche, les félicitations de la Société;

2° d'insérer dans notre bulletin le présent rapport.

*Lu et approuvé en séance publique le 17 juin 1922.*

*Le Rapporteur*,
HENRI HITIER.

(1) Le siège du Syndicat central d'Exportation de la Race charolaise est à Nevers (Nièvre), 17, rue Gambetta.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# PROGRÈS RÉCENTS DU MOTEUR LÉGER A EXPLOSIONS[1].

Je définirai tout d'abord l'objet de cette causerie dont le titre n'est peut-être pas suffisamment explicite. On est contraint de se localiser très étroitement quand il s'agit du moteur à explosions, parce que son domaine d'emploi est devenu considérable.

Dans ce qui va suivre, il sera uniquement question du moteur d'automobile fonctionnant suivant le cycle à 4 temps de Beau de Rochas et employant comme combustible l'essence de pétrole; nous ne parlerons ni des deux temps, ni des moteurs industriels, ni des moteurs d'aviation. Au surplus, ces derniers ont fait l'objet tout récemment, devant nous, d'une conférence de tous points remarquable due à M. le commandant Martinot-Lagarde (2).

Avant toute chose, il convient de définir les termes, et ceci pour éviter toute ambiguïté.

Nous appelons rendement d'un moteur le rapport du travail produit par ce moteur au travail fourni sous forme de combustible; ainsi, un moteur qui a une puissance effective de 5 ch et qui consomme 1 kg d'essence par heure, donne comme travail effectif

$$75 \times 5 \times 3.600 = 1.350.000 \text{ kgm par seconde.}$$

Comme l'essence a un pouvoir calorifique de 10.000 cal. environ, le kilogramme d'essence représente 4.250.000 kgm. Le quotient des deux chiffres représente le rendement.

Il faut distinguer entre le *rendement global* défini ci-dessus et les *deux rendements* : *thermique* et *mécanique* dont il est le produit. Le *rendement thermique indiqué* est le rapport du travail disponible sur le piston au travail fourni sous forme de calories, et le *rendement mécanique* est le rapport du travail réellement utilisable sur l'arbre du moteur au travail disponible sur le piston.

Tous les progrès de la construction consisteront à augmenter la valeur du rendement global en agissant successivement sur le rendement thermique et sur le rendement mécanique.

(1) Conférence faite par l'auteur le 11 mars 1922.
(2) Voir le *Bulletin* de mars 1922, p. 187 à 222.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RENDEMENT THERMIQUE. — Si on étudie le fonctionnement d'un moteur, on constate que l'énergie fournie au moteur qui ne se retrouve pas à l'utilisation se dissipe un peu partout sous forme de chaleur.

Pendant la course de détente, il y a échange de chaleur entre des gaz dont la température est d'environ 2.000°, et les parois qui les renferment; celles-ci sont à 100° environ (puisqu'on emploie de l'eau pour la réfrigération).

Cet échange de chaleur sera d'autant plus important :

1° que l'écart de température est plus considérable;

2° que la durée du contact est plus longue;

3° que la surface des parois est plus étendue.

On voit de suite que, pour améliorer le rendement pendant la course de détente, il faudra que :

1° *les cylindres soient maintenus à la plus haute température compatible avec un bon fonctionnement*;

2° *la détente soit courte dans le temps*;

3° *la chambre de combustion présente la surface minima.*

Sur le premier point, on est limité, puisqu'on emploie l'eau qui bout à 100° et que, au delà de cette température, il se formerait des poches de vapeur où la température s'élèverait rapidement, ce qui pourrait avoir pour conséquence un grippage.

Ceci amène à considérer que dans l'avenir, un moteur à grand rendement devrait être un moteur refroidi par l'air, et il est symptomatique de constater que ce type de moteur revient actuellement en Amérique très en faveur.

La durée de la courbe de détente est fonction de la vitesse de piston; sur des moteurs destinés au Grand Prix de 1922, on a pu pousser cette vitesse de piston jusqu'à 19 m : s; il s'agit ici de vitesse moyenne, et ce chiffre de 19 m : s comme vitesse moyenne correspond à une vitesse maxima d'environ 30 m : s, ce qui est tout à fait remarquable.

Pour réduire la surface de parois, on a recours pour la culasse à la forme hémisphérique qui est la meilleure compatible avec les exigences de la construction.

Durant la course d'échappement, nous constaterons une cause importante de perte venant de ce que les gaz qui s'échappent possèdent encore une température élevée. On diminuera cette température en prolongeant la course de détente, d'où une quatrième condition :

4° *la course de détente doit être longue.*

Sur ce point spécial, on ne peut cependant pas gagner grand'chose, au moins en ce qui regarde le moteur léger. En effet, la hauteur totale d'un moteur construit est d'environ cinq à six fois la course de piston, et comme il n'est guère possible de dépasser 1 m comme hauteur totale du moteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'automobile, on voit qu'il n'est pas courant de rencontrer des courses de piston supérieures à 180 ou 200 mm. Avec les règlements actuels basés sur la cylindrée maxima, on se tient très loin de cette limite.

D'ailleurs, dès qu'on s'occupe de réaliser des machines, il est fréquent de se heurter ainsi à des exigences contradictoires, et il n'est jamais possible de réaliser sur tous les points les conditions optima. L'ingénieur devra se déterminer d'après celles des considérations générales qui lui paraîtront avoir le plus de poids pour le but particulier qu'il vise. Par exemple, à conditions de résistance égales, il devra poursuivre dans un moteur d'aviation la légèreté, dans un moteur d'automobile, la souplesse, dans un moteur industriel, l'économie, etc.

Une autre cause de perte d'énergie pendant la course de détente, vient de la diminution d'énergie cinétique du piston puisque celui-ci a à vaincre la contre-pression qui règne dans le cylindre et les tuyauteries d'échappement, d'où cette cinquième condition :

5° *Réduire au minimum, la contre-pression à l'échappement.*

L'étude des courses d'aspiration et de compression nous amènerait de même à formuler les conditions suivantes :

6° *réduire au minimum la dépression à l'aspiration*;

7° *réchauffer les gaz avant leur introduction*;

8° *adopter un taux élevé de compression.*

Cette dernière considération est d'importance essentielle. La thermodynamique, en effet, permet de démontrer que si $\rho$ est le taux de compression volumétrique, le rendement du moteur a pour expression

$$R = 1 - \frac{1}{\rho^{0,3}}.$$

On constate ainsi que pour une compression de 4, le rendement thermique a pour valeur 0,34; pour 5, 0,38; pour 6, 0,42; pour 7, 0,45, etc... Pratiquement, on n'a pas encore dépassé ce dernier chiffre, et on est limité dans cette augmentation surtout par l'organe bougies d'allumage. Nous appelons compression volumétrique le rapport $\rho = \frac{V + v}{v}$ où V est le volume de la cylindrée, $v$ le volume de la chambre d'explosion.

A partir de ce taux de 7 environ, il se produit de l'auto-allumage ce qui donne à l'explosion un caractère brisant très préjudiciable à la durée comme au bon fonctionnement du moteur.

Enfin, dernière condition, l'expérience l'a montré, il y avait intérêt à

9° *réaliser un allumage intensif.*

Un procédé couramment employé consiste à avoir plusieurs points

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'allumage dans la chambre d'explosion. On peut citer ainsi un moteur Delage, vainqueur du Grand Prix des voiturettes, dans lequel la chambre d'explosion avait quatre bougies.

Les grandes vitesses angulaires des moteurs modernes posent d'ailleurs des problèmes délicats pour l'allumage; sous la pression du besoin, les fabricants de magnétos ont été conduits à travailler énergiquement la question, et il m'a été donné récemment de voir, en Suisse, fonctionner de façon très satisfaisante une magnéto Scintilla fort bien construite qui tournait à 8.000 tours : minute. Signalons que depuis quelques années, un appareillage concurrent a surgi à côté de la classique magnéto, c'est le système Delco qui a donné d'excellents résultats sur les moteurs polycylindriques tournant à grande vitesse, et qui présente accessoirement l'avantage de donner une belle étincelle même aux bas régimes, ce qui facilite le lancement du moteur.

Rendement mécanique. — Le travail perdu dans la transmission depuis le piston jusqu'à l'arbre du moteur est employé soit à vaincre des frottements, soit à assurer une fonction accessoire du moteur. C'est ainsi que la magnéto, les pompes à eau et à huile, le ventilateur, absorbent une partie importante de l'énergie. Néanmoins, ce sont les frottements qui ont le plus d'influence sur le rendement mécanique.

Pour réduire le frottement contre les parois du cylindre, des segments et du piston, il convient d'abord d'assurer une bonne lubrification, puis d'employer des bielles longues, de faible obliquité, ce qui diminue la réaction latérale; dans le même but, on a recours au désaxement du moteur. Enfin, pour diminuer les frottements aux paliers, on emploie les roulements à billes.

Les résistances passives varient d'ailleurs beaucoup avec la vitesse. Sur un même moteur, on a relevé, par exemple, les rendements mécaniques suivants :

| | | | |
|---|---|---|---|
| à | 200 tours par minute | . . . . . | 0,87 |
| à | 300 — | . . . . . | 0,86 |
| à | 600 — | . . . . . | 0,84 |
| | 800 — | . . . . . | 0,80 |
| à | 1.000 — | . . . . . | 0,78, etc. |

*
* *

On ne saurait, à propos de la question qui nous occupe, omettre la très importante contribution au progrès qu'ont apportée les fabricants de carburateurs, et spécialement les fabricants français. Ceux-ci, qui fournissent le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

monde entier, sont devenus de véritables collaborateurs pour le technicien du moteur : leur œuvre, qui est considérable, sera développée ultérieurement.

L'ACTION DES PAROIS. — L'action des parois influe sur le rendement indiqué de plusieurs manières, et en général défavorablement : pendant l'admission, en réchauffant le mélange, ce qui diminue le poids de la cylindrée; pendant le troisième temps, en soustrayant du calorique au mélange, et en abaissant la ligne de détente. C'est l'influence la plus fâcheuse.

M. Aimé Witz, un grand maître en matière de moteurs, avait un des premiers signalé cette action des parois en énonçant les deux lois qui portent son nom et qui peuvent se résumer ainsi :

Il importe d'opérer les détentes dans le moins de temps possible en maintenant les parois du cylindre à la température la plus élevée compatible avec une bonne marche du moteur. Ceci est à rapprocher de la formule lapidaire due à Hugo Güldner : la détente doit être brève dans le temps, et longue dans l'espace.

Cette affirmation de Witz a cependant été discutée, en particulier par Slaby, un professeur allemand. Slaby paraît avoir conclu un peu vite, et il semble qu'il ait dans la discussion, apporté une certaine mauvaise foi ; le procédé est familier aux savants d'Outre-Rhin dès qu'ils se trouvent devancés par un savant français dans l'étude d'un phénomène. Rapprochons les différends Witz-Slaby des procédés employés par le professeur allemand Riedler qui comparait, au point de vue des rendements, un moteur allemand de course à l'état de neuf avec un moteur français de tourisme ayant fonctionné déjà depuis plus de trois ans. Riedler concluait ainsi à la supériorité mécanique allemande. Mais on conviendra qu'il n'avait pas soumis à son expérimentation des moteurs comparables, et qu'en somme, il avait manqué de l'impartialité qui doit être la première vertu de l'expérimentateur.

Au surplus, quelques années plus tard, M. Witz a trouvé dans la comparaison entre le canon, considéré comme machine thermique, et le moteur à combustion interne, un nouvel argument en faveur de l'influence prépondérante des parois sur le rendement.

Le rendement d'un canon moderne, envisagé comme moteur thermique, atteint 50 p. 100; on a mesuré d'autre part la quantité de chaleur empruntée par la paroi du canon à la réaction; elle n'atteint pas 4 p. 100, soit dix fois moins que dans un moteur à explosions.

On sent ici l'influence dominante de l'action des parois sur le rendement due au fait que les gaz avant leur échappement, disposent d'une très grande course de détente.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lors d'une détente courte, au contraire, et c'est le cas de nos moteurs, il peut exister une compensation plus ou moins complète entre les pertes par les parois et les pertes par l'échappement, les unes augmentant quand les autres diminuent, et *vice versa*, de manière que leur somme et, par suite, le rendement indiqué, demeurent constants.

M. Letombe, un regretté technicien, avait même pu considérer que, dans ces moteurs, la somme de la chaleur perdue par la paroi et de la chaleur perdue par l'échappement est pratiquement une constante qui ne dépend que de la nature du cycle adopté. Je ne crois pas qu'il serait prudent de se rallier aveuglément à cette conclusion; d'ailleurs un inventeur français, M. Boursin, a refroidi un même moteur successivement avec de l'eau et avec un alliage qui permet au moteur de fonctionner à une température sensiblement plus élevée. Les résultats qu'il a enregistrés prouvent une très nette amélioration du rendement dans le second cas.

La distribution et les soupapes. — Les considérables vitesses mises en jeu sur les moteurs de course posent en problème la sécurité offerte par les distributions courantes du type cames et soupapes. Songez qu'à 5.000 tours : minute et en tenant compte du réglage, une soupape d'admission a une durée d'ouverture qui n'est guère supérieure à 1/200 de seconde. Pendant ce temps, qui n'est que celui d'un éclair, il faut que la soupape s'ouvre, que la cylindrée de gaz frais soit introduite, et que la soupape se ferme.

On avait constaté depuis longtemps que jamais, dès qu'on dépasse 2.000 tours : minute, le galet de commande ne suit le profil de la came. Il saute à la montée, et retombe ensuite au hasard suivant la vitesse angulaire et suivant la puissance du ressort. On a naturellement essayé les soupapes extra-légères, à tige creuse, et plateau rapporté, avec des ressorts très puissants, atteignant jusqu'à 60 kg pour certains moteurs récents de 70 à 75 mm d'alésage.

On a varié quasi à l'infini le profil des cames et leur diamètre, et le résultat a toujours été le même : le galet quitte la came à la sortie de la ligne droite, tangente au profil de repos qui lui sert de tremplin. Galet, poussoir et soupape sautent, bondissant à une hauteur souvent bien supérieure à la levée prévue.

Si on entre dans le détail du calcul, on est stupéfait de constater la valeur atteinte par certaines accélérations de soupapes. Je pourrais citer tel exemple de moteur où la diminution de vitesse est de l'ordre 100 m : s, ce qui, dans un autre ordre, ne pourrait se produire qu'à la rencontre de deux trains lancés l'un contre l'autre en possédant chacun une très grande vitesse. Cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comparaison permet de saisir à quelles exigences est soumis le mécanisme de distribution par cames. On conçoit par là, comment le bruit des soupapes se produit malgré les précautions prises pour l'amortir, et aussi pourquoi il faut déplorer la rapide usure des cames et des tiges de soupapes.

Un autre grave défaut des soupapes, c'est leur vibration continuelle dès que l'arbre à cames est commandé par engrenages droits.

En somme, les distributions par cames qui donnent toute satisfaction, quand il s'agit de mouvements relativement lents ne mettant en jeu que des forces peu considérables, devront être proscrites dans les machines à grande vitesse angulaire. Elles ne peuvent plus remplir leur rôle dans ces moteurs ou, du moins, le remplissent trop imparfaitement, et on est fatalement amené à chercher autre chose si on veut continuer à progresser dans la voie si féconde de l'augmentation des puissances par l'augmentation de la vitesse moyenne de pistons.

Si on considère une distribution à cames commandée par engrenages, le mouvement de rotation de l'engrenage démultiplicateur est alternativement retardé et accéléré.

Ces variations sont beaucoup plus considérables avec les cames non désaxées. L'effort passant d'une valeur négative à une valeur positive huit fois par tour dans un quatre-cylindres tandis qu'il est presque constamment négatif ou retardataire avec des cames désaxées. Or, dans le premier cas, chaque fois que l'effort change de sens, il se produit un choc entre les dents et les engrenages en prise. Ce choc est naturellement d'autant plus grand qu'il y a de jeu entre les engrenages, que les ressorts sont plus durs, et que le profil a été moins bien étudié.

Avec les cames désaxées, ces chocs sont très atténués; on peut même les annuler complètement, car les variations de grandeur de l'effort n'ont aucune importance pourvu que celui-ci ne change pas de signe.

Lorsqu'il n'y a qu'un seul arbre à came, c'est-à-dire quand les cames d'aspiration et d'échappement sont du même côté, des efforts de même signe s'ajoutent et les chocs augmentent d'intensité.

Cependant, au point de vue du silence, un seul arbre à came est préférable, car dans le cas de deux arbres les chocs doublent en nombre.

Sans doute, on pourra objecter que la voiture elle-même par sa grande masse tient lieu de volant quand le moteur entraîne la voiture; mais dans les voitures à cardan, ce qui est le cas général, suivant l'inclinaison des arbres de transmission, par conséquent suivant les flexions des ressorts de suspension, la vitesse angulaire du moteur est elle-même alternativement accélérée et retardée. Elle est donc, de toute façon, très irrégulière.

Dans la commande de la distribution par chaîne, on évite le choc des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dents et les vibrations qui en résultent et qui se répercutent jusqu'aux soupapes. On a constaté avec la distribution par chaîne une levée plus régulière des soupapes. Celles-ci ne vibrent plus. Malheureusement, elles sautent toujours. Ainsi la commande par chaîne de la distribution est plus silencieuse que la commande par engrenages droits; on a atténué une cause de bruit, mais on n'obtient pas une grande amélioration de la distribution elle-même.

L'esprit serait infiniment satisfait si on pouvait réaliser une commande de soupapes effective pendant tout le mouvement aussi bien à la fermeture qu'à l'ouverture. C'est ce que les Anglais nomment le *real drive* et les Allemands, la *commande positive*. La véritable épithète qui convient à de tels mécanismes est celle de *desmodromique*, dont la signification est claire pour qui se souvient du grec.

Il existe depuis une quinzaine d'années un excellent moteur pourvu d'un tel mécanisme, c'est le sans-soupapes Knight qui a d'ailleurs fait l'objet devant vous d'une remarquable conférence de M. de Fréminville.

De nombreux constructeurs se sont toutefois efforcés de réaliser une commande desmodromique des soupapes. Avant la guerre, le constructeur Delage avait réalisé un tel système mais n'eut pas le temps de le mettre complètement au point avant le Grand Prix de 1914 où l'on put néanmoins constater son bon fonctionnement.

Actuellement, une étude du même ordre est poursuivie par plusieurs maisons qui ne désespèrent pas de la mener à bien. Cependant, on se rend bien compte de toute la délicatesse du problème si on songe que, lors de la marche d'un moteur, la distribution et ses divers organes connaissent des écarts de température considérables.

Un tel mécanisme réglé à froid pour l'étanchéité se trouvera déréglé lorsque la température se sera élevée en fonctionnant. On a déjà pensé à employer les aciers Invar de M. Guillaume; malheureusement, ils ne conviennent pas pour la soupape elle-même, en sorte qu'on n'a fait que diminuer la difficulté sans cependant la supprimer. D'une façon générale, pour les commandes desmodromiques de soupapes, on a eu recours à deux familles de solutions : l'une emploie deux cames dont la première assure le mouvement de levée, tandis que la seconde conduit la fermeture par une tige de rappel.

La seconde famille se rattache à l'emploi de cames à rainures ou de cames à rebords. La came à rainures doit cependant être proscrite à raison de ce que le galet se trouve à certains moments soumis à un frottement de glissement, lequel est préjudiciable à sa durée.

En dehors des questions de pure cinématique, de liaison des mécanismes,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la résistance propre des soupapes qui doivent fonctionner à très haute température a amené de multiples travaux sidérurgiques.

On a signalé récemment, et de source sérieuse, que l'acier au nickel doit être travaillé entre 880° et 900°, aucun autre traitement n'étant nécessaire. Les aciers au tungstène, de 13 à 18 p. 100, doivent être chauffés jusqu'à 950°, refroidis à l'air, réchauffés ensuite jusqu'à 800° et refroidis encore à l'air avant d'être usinés. Les aciers au chrome à 13 p. 100 doivent être chauffés à 900°, trempés à l'huile, réchauffés ensuite jusqu'à 700°, puis refroidis à l'air avant d'être usinés.

Toutes ces données ne concernent évidemment que des moteurs très poussés, des moteurs de course; pour un moteur courant d'automobile, il n'est pas nécessaire d'employer des aciers si coûteux, car en général, un acier au nickel à 3,5 p. 100 satisfait à toutes les conditions courantes. Pour celui-ci, le traitement se fait entre 830° et 850°.

*Nature des soupapes.* — Les opinions sont assez diverses en ce qui concerne le meilleur acier convenable pour les soupapes des moteurs à haut rendement. Comme toujours, les recherches étaient menées sans grand esprit de méthode, mais, fort heureusement, la guerre a nécessité des travaux sérieux. On a ainsi reconnu que pour des moteurs au type « aviation », les soupapes d'échappement devaient être en acier au nickel à 25 p. 100, ou en acier au tungstène, tandis que pour les soupapes d'aspiration, il convenait de prendre de l'acier au nickel à 3,5 p. 100. Il convient toutefois de remarquer que ces moteurs avaient des régimes angulaires généralement inférieurs à 2.000 tours : minute, ce qui, par suite, n'entraîne pas de grands effets d'inertie.

Pour le moteur d'automobile, dont certains types tournent aujourd'hui à 5.000 tours : minute et davantage, il fallait trouver une nuance d'acier capable de résister aux grands efforts d'inertie qui sont la conséquence de ces vitesses, sans que puissent se produire ni crevasses, ni déformations.

On a utilisé avec succès l'acier au tungstène à 11 p. 100, l'acier au chrome à 13 p. 100, mais l'obtention par estampage des soupapes ainsi constituées a soulevé pas mal de difficultés. Dans beaucoup de cas, les têtes de soupapes se brisaient en fonctionnement pour les deux causes suivantes :

1° l'acier avait été surchauffé pour faciliter l'usinage;

2° l'usinage s'était effectué à une température trop basse.

Dans l'estampage d'une soupape, la première opération consiste à faire la tige, et la dernière à faire la tête. La tige se refroidit plus vite que la partie supérieure, et comme celle-ci doit demeurer à un état plastique, il y a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

production d'une zone froide dans le voisinage du congé de raccordement, ce qui amène les ennuis signalés.

L'ÉQUILIBRAGE DES ARBRES EN ROTATION. — Les très grandes vitesses mises en jeu par les moteurs modernes placent au premier plan les questions d'équilibrage. Expliquons-nous là-dessus.

Quand un arbre, ou plus généralement un solide de forme quelconque, tournant autour d'un axe qui lui est invariablement lié, n'a pas son centre de gravité sur cet axe, la force centrifuge donne naissance à des pressions sur les paliers de l'arbre, et ces pressions se trouvent toujours dans la direction du centre de gravité de la masse en rotation.

Dans ce cas, on dit qu'il y a défaut d'équilibrage. Pour nos moteurs à grande vitesse, le moindre défaut d'équilibrage peut avoir des conséquences désastreuses; les vilebrequins amènent des vibrations pendant la marche du moteur, un échauffement excessif des paliers, une usure rapide de toutes les portées, etc... L'équilibrage satisfaisant de la machine consistera à faire en sorte que *son axe de rotation soit un axe permanent*; dans ce but, on ajoutera de nouvelles masses ou on répartira les masses existantes dans des positions telles que les forces centrifuges dues à leur rotation équilibrent exactement les forces agissant sur les divers arbres de la machine et qui n'étaient pas équilibrés.

L'étude d'un cas concret comme celui du vilebrequin va nous familiariser avec la méthode qu'il convient de suivre.

Considérons un vilebrequin; si son centre de gravité est sur l'axe de rotation, on dit que l'arbre est équilibré statiquement, parce que, quelle que soit l'orientation qu'on lui donne sur deux supports, il la garde sans oscillation. Cet équilibrage statique qui est nécessaire, n'est cependant pas suffisant; en voici la raison.

Considérons d'abord pour simplifier les choses, un arbre cylindrique que nous divisons en tranches élémentaires par des plans parallèles très peu distants les uns des autres (fig. 1). Le centre de gravité de l'ensemble peut être sur l'axe sans que la même condition soit réalisée pour chacune des tranches élémentaires. Chacune de celles-ci est ainsi sollicitée par une force centrifuge $f$ appliquée en son centre de gravité G. L'arbre en rotation sera équilibré (il s'agit alors de ce qu'on nomme l'équilibrage dynamique) si toutes les forces $f$ ont une résultante nulle. Il n'en sera pas ainsi en général, et il faudra disposer en certains points des masses additionnelles ou enlever

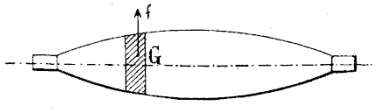


Fig. 1.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de la matière en certains autres points pour arriver à équilibrer exactement l'effet de la résultante des forces $f$. Or, cette résultante, d'après un théorème connu de mécanique, n'est pas une force unique. Elle est constituée par l'ensemble d'une force et d'un couple.

On va au surplus le comprendre de suite. Sur la figure 2, la tranche élémentaire hachurée a son centre de gravité G hors de l'axe à une distance $r$, son poids étant $p$. Cette tranche est donc soumise à une force centrifuge $f$ appliquée en G et dont l'intensité a pour valeur $f = \frac{p}{g}\omega^2 r$, où $\omega$ est la vitesse angulaire estimée en radians par seconde.

En vue de l'équilibrage statique, cette forme a été équilibrée par une masse placée, par exemple en A, à une distance R de l'axe, et dont le poids P est tel que $PR = pr$.

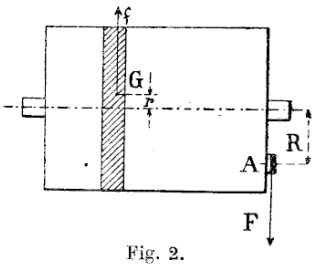


Fig. 2.

Quand l'ensemble va tourner à la vitesse $\omega$, cette masse donnera lieu à une force centrifuge F égale à $f$ mais qui ne lui est pas directement opposée; par suite, l'équilibrage dynamique n'est pas réalisé puisqu'un couple est apparu; nous nommerons ce couple *couple de déséquilibrage*, et le plan qui le contient *plan de déséquilibrage*.

Pour réaliser du même coup l'équilibre statique et l'équilibrage dynamique, il aurait fallu que la masse additionnelle A fût ajoutée précisément dans le plan de la tranche élémentaire, ce qui est particulièrement impossible dans un vilebrequin.

Ainsi, un vilebrequin statiquement équilibré va être, en rotation, soumis à un couple. Pour l'équilibrer dynamiquement, nous nous souviendrons qu'un couple ne peut être annulé que par un autre couple d'égal moment agissant dans le même plan en sens contraire.

Ainsi, une machine à équilibrer dynamiquement un arbre en rotation doit :

1° *déceler le défaut d'équilibrage*;

2° *déterminer ce que nous avons appelé le plan de déséquilibrage qui contient le couple perturbateur*;

3° *permettre de mesurer la grandeur et la direction de ce couple perturbateur*.

La plupart des machines employées jusqu'à ces derniers temps se rattachaient au type dit à « roulements flottants »; la plus connue d'entre elles est la machine Norton.

Il y a deux ans environ, une nouvelle et curieuse machine est apparue

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui, non seulement, détermine le plan du couple perturbateur, mais encore sa grandeur et sa direction; cette machine due à l'ingénieur américain Akimoff, n'existe encore qu'à deux exemplaires en Europe; le schéma de la figure 3 donne une idée très claire de son fonctionnement.

La machine comporte une table articulée A, supportée en B par un ressort. La pièce à équilibrer est montée sur deux paliers PP et peut recevoir son mouvement de rotation grâce à un moteur électrique M, placé au-dessous de la table. Tout l'ensemble, solidaire de la table, ne peut vibrer que dans une seule direction autour d'un axe horizontal passant par A et perpendiculaire au plan de la figure. Aucune force ne saurait ainsi apparaître du fait de la transmission; en outre, on fait disparaître tout

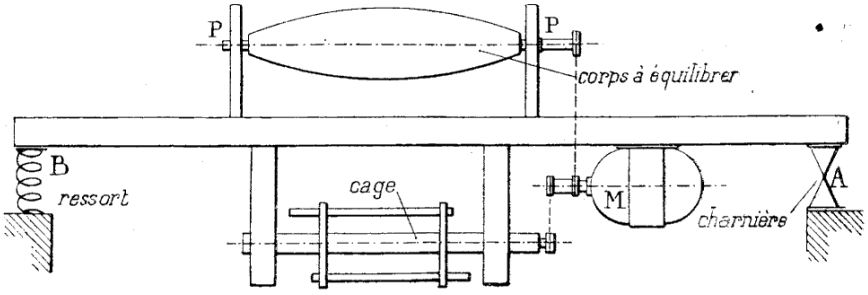



Fig. 3.

frottement qui pourrait tendre à empêcher la vibration grâce à une réduction des surfaces en contact à la charnière A. En fait, la sensibilité du dispositif est extrême.

Le couple dû au défaut d'équilibrage dynamique est mesuré par l'introduction d'un couple contraire, de grandeur connue, capable d'annuler le premier. Dans ce but, la machine est pourvue d'une cage placée sous la table et tournant à la même vitesse que le solide à équilibrer. Cette cage comporte deux disques ou davantage, traversés par des tiges (généralement six ou huit), soigneusement établies et identiques, diamétralement opposées l'une à l'autre. Chaque tige peut être déplacée suivant son axe pendant l'opération.

Pour le raisonnement qui va suivre, nous supposerons qu'il y a deux tiges seulement, diamétralement opposées et qui constituent ainsi, avec la cage tournante, un solide parfaitement équilibré. Quand une des tiges est déplacée suivant son axe par rapport à l'autre, l'équilibrage statique n'est pas altéré, mais on introduit un couple centrifuge dont l'intensité dépend de la grandeur du déplacement relatif des deux tiges. Quant au plan du



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

couple centrifuge provenant du non-équilibrage du corps solide en expérience, il occupe par rapport au premier une position bien définie.

Or, par construction, le solide et la cage tournent à la même vitesse; par suite, le plan des deux tiges a une position bien définie par rapport au plan du couple de déséquilibrage. Si on imagine à présent que la cage peut recevoir un déplacement angulaire autour de son axe de rotation, le plan du couple centrifuge résultant du déplacement relatif des deux tiges pourra être amené dans n'importe quel azimut, et on pourra ainsi, par tâtonnements, faire en sorte que le couple introduit artificiellement contre-balance exactement le couple de déséquilibrage.

Voici comment on conduit l'opération.

Le solide à équilibrer, un vilebrequin par exemple, est monté sur la machine; dès que la rotation commence, les vibrations se produisent par suite du défaut d'équilibrage. Les tiges de la cage sont alors déplacées axialement, et la cage elle-même, déplacée angulairement jusqu'à ce que les vibrations disparaissent; à ce moment, le couple artificiellement introduit est égal et opposé au couple centrifuge du vilebrequin. Le plan de déséquilibre sera alors un plan passant par l'axe de l'arbre et parallèle au plan contenant les deux tiges de réglage. Pour marquer la position de ce plan vis-à-vis du vilebrequin, nous actionnons à la main la transmission jusqu'à ce que les deux tiges soient dans un même plan vertical, et le plan de déséquilibrage est alors vertical pour la position qu'occupe à ce moment le vilebrequin. Quant à la direction du couple centrifuge relatif au vilebrequin, elle est évidemment opposée à celle du couple introduit. Enfin, la grandeur du couple centrifuge est déterminée par le déplacement relatif des deux tiges, et par le fait qu'on connaît le poids de ces tiges par unité de longueur.

Cette méthode est d'une exactitude rigoureuse; on comprend d'ailleurs que la machine Akimoff permet de vérifier qu'on a réalisé préalablement un bon équilibrage statique, et voici comment : la cage est d'abord réglée de telle façon que le solide à équilibrer tourne sans vibration; ensuite, ce solide est déplacé parallèlement à lui-même, de 25 à 30 mm par exemple par rapport à la charnière, sans altérer sa position relative vis-à-vis de la cage, et on remet le tout en rotation. Si l'équilibrage statique est réalisé, aucune vibration ne doit apparaître. Dans le cas contraire, une force centrifuge naît en plus du couple. Le changement de position n'a pas affecté le couple qui peut, comme on sait, être déplacé parallèlement à lui-même, mais il n'en est pas de même de la force dont le moment par rapport à la charnière a varié.

Enfin, un point extrêmement intéressant de la machine Akimoff est qu'elle permet d'équilibrer un vilebrequin, non seulement avec ses propres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

roulements, mais encore dans son carter. On voit ainsi combien sont étendues les merveilleuses possibilités de cette machine qui peut recevoir sur son bâti un moteur complet grâce à quoi il va être possible d'étudier directement les vibrations provoquées par les pièces en mouvement alternatif.

Une telle expérience n'a cependant pas encore été faite.

*
* *

Je ne me suis un peu étendu sur cette question de l'équilibrage que pour faire saisir la complexité des multiples problèmes posés par la réalisation convenable des moteurs à grande puissance spécifique. Dans l'esquisse générale que nous avons tracée, nous avons pu constater combien les efforts des grands constructeurs, si méritoires qu'ils fussent, étaient cependant dépourvus de toute liaison méthodique. Ceci est malheureusement la conséquence de l'âpre concurrence industrielle et commerciale.

Il serait cependant souhaitable que nos grandes maisons de construction puissent disposer de laboratoires, de centres communs de recherches convenablement outillés, où des techniciens choisis pourraient travailler dans l'intérêt commun. De tels organismes existent en Angleterre, en Allemagne et en Amérique. Jusqu'à présent, la supériorité technique française en matière de moteurs légers a pu se maintenir grâce à la culture supérieure de nos ingénieurs, mais il ne serait peut-être pas très prudent de s'y fier aveuglément dans l'avenir. A ce point de vue spécial, l'action si fréquemment heureuse de la Société d'Encouragement pourrait avoir les conséquences les plus fécondes.

CHARLES FAROUX.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'INSTITUT D'OPTIQUE THÉORIQUE ET APPLIQUÉE

Dès les premières années de la grande guerre, le rôle joué par les instruments d'optique aux armées s'est révélé comme un rôle de première importance; les besoins en jumelles, télémètres, goniomètres, périscopes, instruments de pointage et de topographie ont été très supérieurs aux prévisions (presque autant que les besoins en munitions et en artillerie lourde). Sur mer, l'importance de bons instruments d'optique ne fut pas moins capitale : pas de sous-marins sans périscope, pas de cuirassé ou de croiseur sans de bons télémètres et autres instruments d'optique indispensables pour exécuter des tirs précis aux énormes distances (10 à 18 km), qui ont été presque exclusivement pratiquées dans la seule grande bataille navale de cette guerre, la bataille du Jutland. Or, en 1914, l'industrie française de l'optique n'était pas en mesure de satisfaire aux besoins de la défense nationale; nous avions laissé cette industrie émigrer en Allemagne; nous étions devenus tributaires de l'étranger, et l'Allemagne nous fournissait 70 p. 100 des appareils d'optique que nous ne fabriquions pas nous-mêmes.

Poussés par une impérieuse nécessité, nous sommes arrivés à organiser en pleine guerre, une production intensive d'instruments de précision. Le Service géographique de l'Armée, sous l'habile direction du Général Bourgeois, a centralisé les demandes des armées, passé les commandes et coordonné, de la façon la plus heureuse, les efforts des industriels français; c'est ainsi que la production mensuelle des verres d'optique est passée de 4.000 kg en 1914 à 12.000 kg en 1918, soit environ 80 p. 100 de la production totale des Alliés; la production mensuelle des jumelles à prismes, qui était de 1.500 en 1914, atteignait 15.000 en 1918 (1).

On doit admirer un tel résultat, mais il serait imprudent de compter renouveler, avec un égal succès, une improvisation aussi hardie. Il faut que la France soit, dès le temps de paix, en état de satisfaire à ses besoins de temps de guerre. Il faut aussi que la France soit en état de produire les instruments nécessaires à sa consommation du temps de paix, et qu'elle fabrique elle-même les appareils de précision employés dans ses laboratoires,

(1) Voir, au sujet des efforts de l'industrie française de l'optique et de la photographie, le *Bulletin de la Société d'Encouragement* de mai-juin 1919, p. 607 à 614, et p. 614 à 627.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans ses usines, dans ses ateliers. Frappés de cette nécessité, diverses personnalités de la science et de l'industrie, groupées sur l'initiative de M. de Guiche, s'attachèrent à provoquer la création d'un institut d'optique, propre à fournir à l'industrie de l'optique des ingénieurs et des ouvriers d'art, et capable d'offrir aux industriels le concours éventuel de ses savants et l'aide de ses laboratoires. L'idée fit rapidement son chemin, aussi bien dans les milieux industriels qu'auprès des grandes administrations; M. Paul Painlevé, ministre de l'Instruction publique et M. Clémentel, ministre du Commerce, s'intéressèrent particulièrement à la création projetée, et, le 14 novembre 1916, ils signèrent un arrêté ministériel créant, sous la présidence du général Bourgeois, une commission chargée d'étudier la question. Cet arrêté, que nous reproduisons ci-après, était accompagné d'un rapport signé de MM. L. Poincaré, directeur de l'Enseignement supérieur, et H. Ténot, directeur de l'Enseignement technique. Ce rapport, que nous reproduisons également ci-après, résume très clairement les raisons de la création d'un institut d'optique.

*Rapport à M. le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Inventions intéressant la Défense Nationale et à M. le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.*

Au premier rang des industries, pour lesquelles les plus grands efforts de rénovation doivent être faits après la guerre, figurent celle de l'optique instrumentale, et corrélativement celle de la verrerie d'optique, qui en est inséparable.

L'optique instrumentale est, en effet, parmi les industries essentiellement françaises, celle qui, au cours de la seconde moitié du siècle dernier, a le plus complètement émigré en Allemagne.

L'étude de cette émigration révèle les mêmes causes que pour les autres industries, causes agissant ici avec une acuité plus grande encore; à l'origine se trouve l'insuffisante graduation des compétences entre le savant et l'ouvrier, autrement dit, l'absence d'une hiérarchie intellectuelle bien continue; de ce fait, les résultats scientifiques acquis dans le laboratoire ne sont pas connus des artisans et sont ainsi perdus au point de vue pratique.

L'optique instrumentale souffre de cette lacune plus vivement que les autres industries, car ses besoins découlent plus immédiatement de la science pure : c'est la science pure qui, seule, peut lui ouvrir des débouchés nouveaux; seule, elle peut ensuite lui indiquer les moyens d'y pourvoir.

On se retrouve ainsi en face du conflit apparent de la théorie et de la pratique; mais, en optique, la solution n'est pas douteuse; l'histoire l'indique d'une façon péremptoire; si, sans la pratique, on ne peut rien faire, il est certain qu'on ne peut rien faire du tout, hors de la théorie.

L'extension rapide que l'industrie de l'optique a prise en Allemagne est la démonstration la plus banale, mais aussi, malheureusement, la plus convaincante de cette thèse; c'est parce que l'optique instrumentale théorique a été délaissée en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

France, que nos constructeurs, non seulement ont été devancés par les Allemands dans la création de débouchés nouveaux, mais se sont encore trouvés dans l'impuissance de concurrencer nos voisins une fois les marchés ouverts, faute de source où puiser les données théoriques indispensables.

La gravité de la situation a été comprise quelques années avant la guerre et des efforts intéressants ont été faits pour y remédier.

Pour coordonner ces efforts, pour donner à l'optique française une vigueur nouvelle, la nécessité s'impose de créer un institut d'optique appliquée.

Cet institut comprendrait ensemble trois sections qu'il y a intérêt, pour réduire les frais, à réunir dans un même lieu :

1° Enseignement théorique général supérieur;

2° Laboratoire central d'examen et d'essais de verres et d'instruments;

3° Enseignement professionnel.

Pour élaborer le statut et le programme de cet institut d'optique appliquée, nous avons l'honneur de vous proposer la constitution d'une commission spéciale, composée de savants et industriels, outre les représentants des administrations intéressées, et de vous soumettre à cet effet le projet d'arrêté ci-joint.

Paris, le 14 novembre 1916.

*Le Directeur de l'Enseignement supérieur*,
L. POINCARÉ.

*Le Directeur de l'Enseignement technique*,
H. TÉNOT.

ARRÊTÉ

Le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Inventions intéressant la Défense Nationale et le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes,

Sur la proposition du Directeur de l'Enseignement supérieur au Ministère de l'Instruction publique et du Directeur de l'Enseignement technique au Ministère du Commerce et de l'Industrie.

Arrêtent :

ARTICLE 1er. — Il est créé une commission chargée d'élaborer le statut et le programme d'un Institut d'Optique appliquée, à Paris.

ARTICLE 2. — Sont nommés membres de cette commission :

MM. le Général BOURGEOIS, Chef du Service géographique de l'Armée représentant le Ministre de la Guerre, *président*;

LIPPMANN, membre de l'Institut, *vice-président*;

COUESNON, député de l'Aisne;

LE PRÉSIDENT DU CONSEIL MUNICIPAL DE PARIS ou son délégué;

le Général SEBERT, membre de l'Institut, président de la Société de Photographie;

DESPRET, maître-verrier, chef de la troisième Section technique au Ministère du Commerce;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DE GRAMONT DE GUICHE, docteur ès sciences;
JOBIN, ingénieur-constructeur;
POINCARÉ, Directeur de l'Enseignement supérieur au Ministère de l'Instruction publique;
TÉNOT, Directeur de l'Enseignement technique au Ministère du Commerce et de l'Industrie;
REY, lieutenant de vaisseau, représentant le Ministre de la Marine;
HAMY, membre de l'Institut, astronome à l'Observatoire de Paris;
MATIGNON, professeur au Collège de France;
COTTON, professeur adjoint à l'Université de Paris;
WALLON, professeur de Physique au Lycée Janson-de-Sailly:
CHAUMAT, secrétaire général de la Commission des Inventions;
FABRY, professeur de Physique industrielle à l'Université de Marseille, *secrétaire.*

Paris, le 14 novembre 1916.

*Le Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes,*
CLÉMENTEL.

*Le Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Inventions intéressant la Défense Nationale,*
PAUL PAINLEVÉ.

On retrouve dans la liste ci-dessus, les noms de ceux qui furent, avec les premiers instigateurs, les pionniers de l'œuvre réalisée par la création de l'Institut d'Optique. Il convient pourtant d'y ajouter celui de M. P. Corbin, qui, dès la première heure, a offert 100.000 francs pour aider à la création de l'Institut d'Optique.

La Commission entra immédiatement en fonctions; elle établit un programme des questions à étudier (30 novembre 1916) et se subdivisa en sous-commissions chargées d'approfondir chacune, une des questions du programme.

Au mois de mars 1917, les administrateurs désignés par la Commission (MM. de Gramont de Guiche, Jobin et Violle) firent la déclaration d'ouverture d'un établissement libre d'enseignement supérieur de l'optique. La Commission, en remettant au Ministre de l'Instruction publique et à celui du Commerce un rapport sur ses travaux, proposa une liste de 40 membres, qui pourraient constituer le Conseil de l'Institut d'Optique, chargé d'élaborer les statuts de l'Institut d'Optique, en utilisant les travaux de la Commission et considéra sa mission comme terminée. Les propositions de la Commission furent approuvées par dépêche du 5 avril 1917 du Ministre du Commerce.

Le nouvel Institut ne pouvant recevoir des legs et compter sur une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

subvention de l'État qu'à partir du jour où il aurait été reconnu, par une loi, comme établissement d'utilité publique, le premier travail du Conseil fut d'arrêter un projet de statuts pour être déposé à l'appui d'une demande de reconnaissance d'utilité publique. Ce projet de statuts fut adopté par le Conseil, dans sa séance du 16 février 1918 et transmis pour approbation au Ministre de l'Instruction publique, avec demande de présenter au Parlement un projet de loi reconnaissant l'Institut d'Optique comme *établissement d'utilité publique*. Le projet de loi a été déposé à la Chambre des Députés le 20 novembre 1918.

Dans cette même année, le Conseil répartit ses membres entre quatre commissions :

Commission de l'École supérieure d'Optique ;

Commission des Laboratoires;

Commission de l'École professionnelle;

Commission des Finances.

Le 6 février 1919, M. Charles Fabry, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille, fut nommé par le Conseil, directeur de l'Institut d'Optique. Mais, comme la chaire qu'il occupait, le retenait à Marseille, la nécessité s'imposait de nommer un directeur adjoint habitant Paris, pour régler les nombreuses questions que soulève la création d'un établissement. Le colonel Dévé, qui, vingt ans auparavant, avait organisé l'atelier d'optique de l'artillerie à Puteaux, fut désigné comme directeur adjoint. Peu de temps après, le Conseil nomma un Comité de direction chargé de prendre, en son lieu et place, toutes décisions urgentes et de statuer sur les affaires trop peu importantes pour motiver une réunion du Conseil. Ce Comité se composait du Directeur, du Directeur adjoint et des trois Administrateurs légaux.

Le 30 mai 1919, fut signé le bail du local, qu'occupe actuellement l'Institut d'Optique, 140, boulevard du Montparnasse, à Paris (14e). C'est là qu'était installée, avant la guerre, l'École d'Application du Génie maritime.

Une souscription publique fut ouverte avec l'appui de quelques grands journaux. Les listes de souscriptions furent publiées dans *Les Débats* et dans *La Journée Industrielle*.

Grâce aux actives démarches de M. de Gramont de Guiche, président actuel du Conseil de l'Institut d'Optique, et de plusieurs de ses collègues, le total des souscriptions des particuliers et des sociétés dépassa le chiffre de 600.000 f.

Cependant, ce brillant résultat ne pouvait suffire pour assurer le fonctionnement normal de l'Institut d'Optique. Le concours financier de l'État était indispensable, et une demande de subvention était justifiée par l'importance des services que l'Institut d'Optique devait rendre dans l'avenir à la Défense

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nationale et à l'industrie française. Plusieurs départements ministériels étaient directement intéressés au développement de l'Institut d'Optique; dans un but de simplification administrative, le Ministère du Commerce présenta, en son nom et au nom des divers ministères intéressés, une demande globale de subvention annuelle s'élevant à 302.800 f.

La ville de Paris faisait en même temps savoir au Conseil de l'Institut d'Optique, qu'une subvention annuelle d'environ 20.000 f serait proposée au Conseil municipal. De son côté, le président de la Chambre de Commerce de Paris indiquait que la Chambre de Commerce apporterait probablement à l'établissement projeté, un concours financier du même ordre que celui de la ville.

Ainsi, dès la fin de l'année 1919, l'Institut d'Optique était assuré d'un local et d'un capital de premier établissement suffisants; il lui fallait encore attendre le vote des subventions annoncées, pour être en possession de tous ses moyens matériels d'existence; il l'attendit malheureusement dix-huit mois.

Le Conseil de l'Institut d'Optique décida cependant de ne pas surseoir à l'inauguration de l'établissement et de commencer à fonctionner sur les fonds de la souscription publique. Des professeurs éminents ayant consenti à prêter leur concours, l'École supérieure d'Optique fut ouverte au printemps 1920. Le Service de Documentation fonctionnait déjà depuis le commencement de l'année.

Un matériel important avait été acheté à la liquidation des stocks. Une centaine de modèles d'instruments d'optique avaient été cédés à des prix avantageux par le Service géographique de l'Armée. D'autres services de la Guerre et de la Marine, ainsi qu'un certain nombre de constructeurs, avaient consenti à prêter un nombreux outillage et des spécimens d'instruments; en sorte que les laboratoires furent, dès le début, dotés de collections variées et intéressantes; elles étaient suffisantes pour illustrer les cours de l'École supérieure d'Optique. Cependant, dans l'attente du vote de la subvention, le Conseil jugea prudent de n'engager que peu de dépenses pour les laboratoires et d'ajourner l'ouverture de l'École professionnelle.

Cette marche réduite de l'établissement se prolongea plus longtemps qu'on ne le pensait. Le Parlement ne pouvait voter la subvention attendue que si l'Institut d'Optique était reconnu d'utilité publique; or, la loi, qui a déclaré cette reconnaissance, n'a été promulguée que le 10 août 1920. A cette loi étaient annexés les statuts de l'Institut d'Optique, mais ces statuts n'étaient plus exactement ceux qu'avait votés le Conseil et qu'avait approuvés le Ministre de l'Instruction Publique. La Chambre des Députés les avait modifiés de façon à assurer à l'État un avis prépondérant dans le Conseil et un contrôle plus complet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est au commencement de l'année scolaire 1921-22 que l'Institut d'Optique est entré en plein fonctionnement. Le budget de 1921 est le premier qui ait contenu une subvention (300.000 f) en faveur de l'Institut d'Optique. M. Charles Fabry, nommé professeur à la Faculté des Sciences de Paris, prit ses fonctions à l'Institut d'Optique, le 1er octobre 1921, avec le titre de directeur général, que lui attribuait le Conseil, en même temps que le titre de directeur était attribué au Colonel Dévé.

Il va sans dire que les programmes de l'année scolaire 1921-22 seront sujets à être modifiés d'après les enseignements de l'expérience; il ne sera cependant pas inutile d'indiquer rapidement ce qui a été fait pendant cette première année.

L'enseignement de l'École Supérieure a débuté par un cours de onze leçons, « d'introduction à l'étude de l'optique appliquée », professé par M. Ch. Fabry.

Les deux cours principaux ont été, comme l'année précédente, ceux de M. Dunoyer et de M. Chrétien, comprenant chacun environ 60 leçons. Le premier est consacré aux instruments d'optique, le second au calcul des combinaisons optiques.

Un certain nombre de leçons sur des sujets spéciaux ont été faites par divers professeurs :

M. Broca a fait 13 leçons sur l'optique physiologique;

M. Nicolardot a fait 13 leçons sur la physico-chimie du verre.

Dans le deuxième semestre, M. Fabry a fait 12 leçons sur les appareils spectroscopiques, la photométrie et les propriétés des plaques photographiques.

M. de Broglie a fait une conférence sur la technique de la spectrographie des rayons X, et a bien voulu faire visiter à ses auditeurs son laboratoire personnel.

M. Arnaud de Gramont a fait deux conférences sur la spectrographie;

M. Cotton, trois leçons sur la polarimétrie;

M. de la Baume-Pluvinel, une conférence sur les appareils employés pour l'observation des éclipses de soleil.

M. Yvon, a fait trois conférences sur le contrôle des surfaces optiques.

D'autre part, un enseignement de dessin d'instruments industriels a été confié à M. Mesnard, chef de l'Atelier de Précision de la Section technique de l'Artillerie; il comprend 32 leçons.

Les travaux pratiques, ont pu prendre, cette année, l'importance qu'ils doivent avoir. Les séances de travaux pratiques ont lieu deux fois par semaine, mais, en dehors de ces séances régulières, les élèves sont admis en permanence au laboratoire pour répéter les expériences faites et se familia-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

riser réellement avec les instruments et les méthodes de mesures. De plus, quelques séances dans les ateliers de l'École professionnelle ont permis aux élèves de l'École supérieure de se faire une idée concrète de ce qu'est le travail du verre.

Le nombre des élèves inscrits au commencement de l'année scolaire pour suivre tous les cours ou certains cours seulement, a été de 33, en augmentation de 10 sur le nombre des inscrits de l'année précédente; dans ce nombre figurent 11 officiers ou ingénieurs de la Guerre et de la Marine, 6 ingénieurs de maisons d'optique, 2 professeurs français et un professeur d'école industrielle espagnole.

Comme sanction de l'enseignement, un Diplôme d'ingénieur opticien est délivré aux auditeurs qui ont subi avec succès les examens de fin d'année, comprenant : le calcul d'un système optique, un projet d'instrument, des travaux de laboratoire, et des épreuves orales. Un Certificat spécial est délivré aux auditeurs qui ont suivi seulement une partie des cours.

Enfin, un Certificat d'optique appliquée, valable pour la licence ès sciences, a été créé comme consécration de l'enseignement supérieur de l'Institut d'Optique. L'établissement est, en effet, en tant qu'établissement d'enseignement supérieur, en liaison étroite avec l'Université de Paris : des emplois universitaires ont été créés pour rattacher à la Sorbonne deux professeurs de l'Institut d'Optique, MM. Dunoyer et Chrétien, et un préparateur.

En même temps que s'établissait l'enseignement de l'École supérieure, un grand effort était fait pour la mise en train des services destinés à être utilisés directement par les industriels : d'une part la bibliothèque, et d'autre part les laboratoires.

La *Bibliothèque* reçoit maintenant la plupart des périodiques français ou étrangers consacrés, en totalité ou en partie, à l'optique. La valeur de la Bibliothèque a, à peu près doublé pendant l'année 1921.

Le répertoire bibliographique, sur fiches, de toutes les publications intéressant l'optique a été continué sous la direction de M. Guadet; dans quelques années, il formera un important moyen de documentation.

A la fin de 1921 a été créé, en accord avec le Syndicat patronal des Constructeurs en Instruments d'Optique et de Précision, un organe mensuel, la *Revue d'Optique théorique et instrumentale*. La gestion financière de cette revue est indépendante de l'établissement qui, cependant, lui donne son appui par la collaboration de son personnel et l'usage de sa bibliothèque. L'Institut d'Optique tirera avantage de cette collaboration pour la publication de ses travaux, et par les échanges avec diverses publications qui feront retour à sa bibliothèque. Les industriels de l'optique ont apporté à la fon-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dation de la *Revue d'Optique* une aide efficace par une dépense importante de frais de publicité. Le premier numéro à paru en janvier 1922.

Quant aux *laboratoires*, il ont fonctionné pour les travaux pratiques des élèves, pour les études entreprises par le personnel de l'établissement et pour les mesures ou vérifications demandées par des industriels.

Les mesures et vérifications exécutées en 1921 par les laboratoires se rapportent aux opérations suivantes :

mesure d'indices, de dispersion, d'absorption et de densité des verres;
vérification d'objectifs;
mesure des différentes aberrations;
vérification de lunettes et de jumelles;
analyse spectrographique de lumière;
mesure d'intensité de radiations ultra-violettes.

L'outillage des laboratoires est encore incomplet, et la place dont ils disposent est insuffisante. C'est surtout de ce côté qu'un effort important reste nécessaire. On a pu cependant satisfaire à toutes les demandes qui ont été faites, mais souvent au prix de grandes difficultés.

Enfin, la troisième section de l'établissement, l'*École professionnelle*, a ouvert ses ateliers au mois d'octobre, sous la direction technique de M. Jarret, opticien-constructeur, avec l'aide d'un moniteur choisi au concours par une commission spéciale. Trois professeurs d'enseignement primaire complémentaire ont été agréés par le Sous-Secrétaire d'État de l'Enseignement technique; ils se répartissent onze leçons par semaine pour la première année d'étude.

L'enseignement est gratuit pour les apprentis français; ils ne touchent aucun salaire. La durée normale des études sera de trois ans.

Tel est, dans ses grandes lignes, l'état actuel de l'Institut d'Optique.

Le développement qu'il prit dans ses deux premières années d'existence oblige à prévoir l'extension de ses services. Son local actuel, ancienne maison d'habitation louée faute de mieux, est trop exigu et mal approprié à sa destination. Aussi, le Conseil envisage-t-il la construction de bâtiments neufs.

Déjà, certains industriels de l'optique font exécuter des recherches et la plupart des analyses dont ils ont besoin, par l'Institut d'Optique; si plusieurs autres industriels suivent ces exemples, il faudra créer un service spécial pour les recherches et mesures industrielles, et accroître considérablement l'outillage des laboratoires,

Les travaux pratiques ne s'exécutent encore qu'avec un nombre insuffisant d'instruments. Quand les laboratoires seront plus complètement dotés, les travaux pratiques se multiplieront et il faudra leur attribuer une partie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du temps actuellement consacré aux cours. A ce moment, d'ailleurs, les professeurs, ayant fixé et mis au point leur enseignement, pourront publier leurs leçons et se contenter de donner, à l'amphithéâtre, des développements et des explications sur les points les plus délicats.

L'École professionnelle va aussi s'étendre, car son enseignement durant trois années, elle comprendra bientôt deux divisions d'apprentis, puis trois divisions, l'année suivante.

A ce moment, on organisera les cours de perfectionnement, pour les anciens élèves de l'Institut d'Optique et pour les ouvriers d'art qui voudront compléter leur instruction professionnelle.

LA DIRECTION DE L'INSTITUT D'OPTIQUE
THÉORIQUE ET APPLIQUÉE.

---

## RÉSULTATS DES EXAMENS PASSÉS EN 1922 A L'INSTITUT D'OPTIQUE THÉORIQUE ET APPLIQUÉE

1° Ont obtenu le diplôme d'ingénieur opticien :

M. ARNULF;
M. BAROT;
Mme LÉVY-BLOCH;
M. le Capitaine de corvette VIVIEN.

2° Ont obtenu le certificat d'optique appliquée, valable pour la licence ès sciences :

M. ARNULF;
M. BAROT.

3° Ont obtenu le certificat spécial d'études de calcul des combinaisons optiques :

M. BOGÉ;
M. NECTOUX;
M. PERRIN.

---

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# DÉTERMINATION RAPIDE DE L'ALLONGEMENT ET DE LA RÉSISTANCE AU CHOC DES ACIERS, PAR PLIAGE D'UN BARREAU ENTAILLÉ

La connaissance des caractéristiques mécaniques des matériaux de construction, et principalement des aciers, est actuellement absolument indispensable dans la construction mécanique, car cette connaissance permet de déterminer d'une façon raisonnée, les composition et traitement des aciers à employer dans chaque cas particulier.

En effet, selon que l'organe doit supporter des efforts continus, des chocs, ou des efforts vibratoires, suivant, d'autre part, qu'il doit résister à l'usure par frottement ou par roulement, il devra avoir des caractéristiques mécaniques bien déterminées; surtout si, comme c'est le cas général, l'organe doit, de plus, présenter le minimum de poids, soit que cette obligation se rapporte à une question d'économie, soit qu'elle se rapporte à une question de légèreté.

Les caractéristiques mécaniques des aciers dont la connaissance est indispensable pour en déterminer l'emploi judicieux, sont :

la résistance à la traction;
la limite élastique;
l'allongement pour cent;
la dureté « Brinell ».
la résilience.

La détermination de ces caractéristiques ne peut se faire que dans des laboratoires; elle exige des machines assez compliquées et d'un prix élevé, principalement la machine d'essai à la traction, déterminant la résistance à la traction, la limite élastique et l'allongement, et les divers moutons permettant de déterminer la résilience.

Seule, la détermination de la dureté « Brinell », qui se fait en mesurant l'empreinte produite dans le métal par une bille de 10 mm sous une charge de 3.000 kg est simple et n'exige pas de machines coûteuses.

C'est justement la simplicité de cette détermination, et la possibilité de la faire à l'atelier, qui a permis de vulgariser cette méthode d'essais qui rend de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

très grands services dans la construction mécanique, car elle peut servir à la fois de vérification de qualité d'acier, et de contrôle de traitement.

Pendant la guerre, l'essai à la bille s'est fait dans tous les ateliers fabriquant les obus; grâce à cet essai, fait avant et après traitement, le contrôle des fabrications a été rendu extrêmement simple et entièrement efficace.

L'essai à la bille qui donne la dureté, chiffre abstrait, peut donner aussi, avec une approximation très rapprochée, la valeur de la résistance des aciers à la traction en multipliant le chiffre de dureté par des coefficients spéciaux (0,34 en moyenne).

Aussi, il est maintenant de pratique courante dans les ateliers qui emploient d'une façon suivie l'essai à la bille de remplacer le chiffre de dureté par la résistance calculée d'après l'empreinte. On ne dit pas : tel acier a une dureté de tant, mais : tel acier a une résistance de tant à la bille.

Malheureusement la résistance n'est pas la seule caractéristique intéressante à connaître, la valeur de l'allongement est aussi très importante, et même cette qualité prime la résistance dans tous les organes qui ont à subir des charges anormales ou des chocs importants.

Il nous a donc semblé que pour compléter l'essai à la bille, il serait intéressant de pouvoir déterminer l'allongement, sans appareils spéciaux, et cela d'une façon simple, pouvant être faite dans l'atelier sans passer par le laboratoire; c'est dans ce but que nous avons imaginé la méthode ci-après.

Il est bien évident qu'une telle méthode ne doit pas être envisagée comme pouvant remplacer les essais classiques d'allongement, pas plus que l'essai à la bille ne remplace les essais de traction. Au contraire, les résultats pratiques déterminés par cette méthode rapide devront être vérifiés par les essais classiques.

Le principe de cette nouvelle méthode est le suivant :

Plier une éprouvette du métal essayé en localisant la flexion dans une entaille de forme spéciale, de façon à obtenir des résultats toujours *absolument comparables*.

Après plusieurs tâtonnements, l'éprouvette a été déterminée dans les dimensions et forme suivantes :

Barreau carré de $10 \times 10$ mm de 50 à 60 mm de longueur, portant en son milieu une entaille de 5 mm de rayon, de façon à laisser 5 mm de métal (fig. 1).

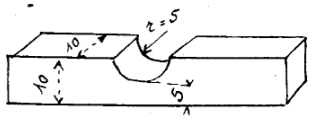



Fig. 1.

L'essai se fait très simplement comme suit :

L'une des extrémités du barreau est prise dans l'étau, l'entaille étant face à l'opérateur. A l'aide d'un marteau à main, ce dernier frappe sur l'extrémité libre jusqu'à ce qu'il aperçoive une crique dans le fond de l'entaille (fig. 2).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A ce moment, l'opération est terminée et le barreau se présente sous la forme indiquée par la figure 2.

Une très grande quantité d'essais sur des aciers différents et traités différemment nous ont montré que l'angle de pliage $\alpha$ est fonction de l'allongement déterminé par les méthodes ordinaires, et il a été constaté que, pour des aciers de même qualité, traités de la même façon, l'angle $\alpha$ était constant à quelques degrés près.

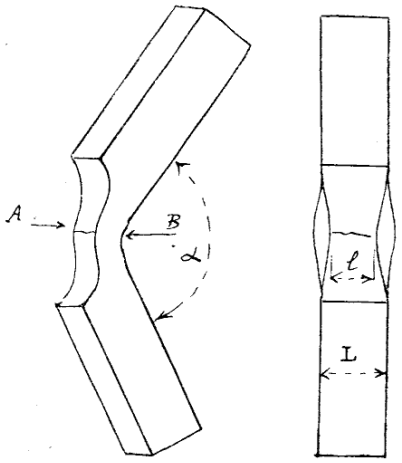


Fig. 2.

Cet angle peut donc caractériser l'allongement du métal essayé.

De plus, il a été constaté qu'après pliage, la largeur du barreau située dans le fond de l'entaille, en A (fig. 2) se restreint, tandis que cette largeur s'augmente en B.

La largeur $l$ après pliage, mesurée dans le fond de l'entaille, est également fonction de l'allongement du métal essayé et, constatation tout à fait remarquable et fortuite, l'allongement pour 100 est donné très exactement par le rapport

$$\frac{L - l}{L}.$$

Or, comme $L = 10$, la valeur de l'allongement pour 100 est donnée en prenant la différence $L - l$ en dixièmes de millimètres.

Exemple : si après pliage la largeur $l$ mesurée sur le fond de l'entaille est de : 7,2 mm, on en déduit que l'allongement du métal essayé est :

$$10 - 7{,}2 = 2{,}8 \text{ soit } 28 \text{ p. } 100.$$

Ceci, en supposant que la largeur du barreau est de 10 mm. Si cette largeur est légèrement supérieure : 10,2 mm par exemple, l'allongement serait :

$$10{,}2 - 7{,}2 = 3 \text{ soit } 30 \text{ p. } 100.$$

Au contraire, si cette largeur était inférieure : 9,9 par exemple, l'allongement serait :

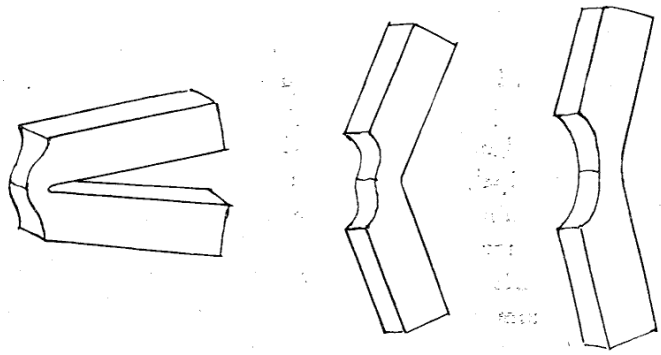
$$9{,}9 - 7{,}2 = 2{,}7 \text{ soit } 27 \text{ p. } 100.$$

Ces explications sont données pour dire qu'il *n'est pas absolument nécessaire* d'avoir des éprouvettes ayant exactement 10 mm de largeur; une tolérance de 0,2 mm en plus ou en moins peut être acceptée, à condition d'en tenir compte en faisant la différence $L - l$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bien que l'allongement ainsi déterminé donne une valeur très voisine de celle obtenue par la méthode classique, elle ne peut lui être substituée et il convient de différencier les deux valeurs. C'est pour cela que nous proposons d'appeler « allongement de flexion », la valeur ainsi obtenue, pour bien indiquer qu'elle est obtenue par la méthode de pliage, et non par la méthode de traction. Pour passer d'une valeur à l'autre, il pourra être établi un tableau de concordance.

Nous donnons ci-après une série de tableaux indiquant les allongements de flexion qui ont été trouvés sur les différentes qualités d'acier employées dans la construction mécanique, et à divers états de traitement. On peut



Acier doux. Acier demi-dur. Acier dur.

Fig. 3.

ainsi constater que ces allongements sont sensiblement les mêmes que ceux qui auraient été trouvés par la méthode de traction.

En effectuant nos essais de pliage, il a été constaté que le travail de choc nécessaire pour arriver à produire la crique sur le fond de l'entaille était d'autant plus grand que l'angle de pliage, était plus petit, et qu'il variait également avec la résistance de l'acier.

Or, la résistance d'un acier est à peu près proportionnelle à sa dureté Brinell. Nous avons donc eu l'idée de multiplier le chiffre de dureté de l'éprouvette par le supplément de l'angle de pliage, ce qui représente une valeur proportionnelle au chemin parcouru par les efforts de pliage. Le produit ainsi trouvé divisé par 1.000 nous a donné un nombre que nous proposons de désigner par *coefficient de choc*.

Ce coefficient de choc représente très bien la résistance au choc de l'acier essayé; il est donc comparable à la résilience.

La valeur du coefficient de choc ainsi obtenue est assez voisine du chiffre de résilience, et elle varie sensiblement comme ce dernier, ainsi que le montrent les tableaux ci-après.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il convient de remarquer que ce coefficient de choc est un nombre abstrait, et qu'il ne représente pas un travail de choc rapporté au centimètre carré comme la résilience, puisqu'il est le produit de la dureté Brinell par un angle.

En établissant un tableau de concordance entre la résilience et le coefficient de choc, il sera donc possible de déterminer la résilience en même temps que l'allongement.

Sur la même éprouvette où il aura été fait une empreinte à la bille, il est donc possible de conserver d'une manière indélébile, les valeurs de la dureté, de la résistance par calcul, de l'allongement, et de la résilience.

Cette possibilité de conserver traces sur une éprouvette des principales caractéristiques mécaniques d'un acier peut être très intéressante dans certains cas, pour régler des différends entre clients et fournisseurs.

Les tableaux 1, 2, 3, 4, 5 et 6 ci-après donnent les résultats des essais de pliage de barreaux taillés sur différentes qualités d'acier.

L'examen de ces tableaux montre la facilité avec laquelle il est possible de déterminer les principales caractéristiques des aciers, puisque l'opération, qui dure moins d'une minute, ne demande aucune machine nouvelle et peut être faite par un manœuvre intelligent.

Cette méthode est très économique puisqu'elle n'exige que de très petites éprouvettes (50 à 60 mm de longueur et même 35 à 40 mm peuvent être suffisants).

Elle peut être employée dans tous les ateliers qui ne possèdent pas de laboratoire, ce qui leur permettra de contrôler leurs fabrications, et aidera par cela, à vulgariser l'emploi des traitements thermiques des aciers.

Elle pourra être employée très avantageusement pour les réceptions d'aciers, et être indiquée comme telle dans les cahiers des charges au lieu et place des épreuves de pliage.

Cette méthode possède encore l'avantage de pouvoir étudier les effets de trempe et revenu à différentes profondeurs, sur l'allongement.

En effet, l'allongement de flexion étant déterminé par la mesure de la largeur du fond de l'empreinte après pliage, il correspond aux fibres situées dans le fond de l'entaille.

Si donc on traite une éprouvette à essayer en laissant : 1, 2, 3 ou 4 mm à enlever dans le fond de l'entaille, et que l'on enlève ce métal après traitement, on aura l'allongement correspondant à une profondeur de : 1, 2, 3 ou 4 mm.

On pourra même déterminer l'influence des traitements à plus grande profondeur, en traitant un bloc d'acier et en y découpant après traitement une éprouvette, de façon que le fond de l'entaille soit à une distance donnée de l'extérieur du bloc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, elle permet encore de déterminer les allongements par le travers dans les deux sens.

En effet, considérons un barreau pris en travers; il y a lieu de considérer deux cas si ce barreau travaille à la flexion :

1° La direction des efforts de flexion est parallèle aux fibres (fig. 4).

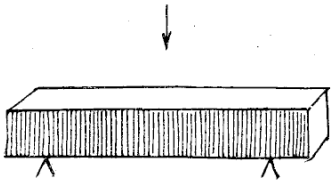


Fig. 4.

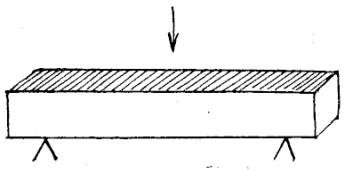


Fig. 5.

2° La direction des efforts de flexion est perpendiculaire aux fibres (fig. 5).

Dans ces deux cas, le barreau travaille d'une façon différente, et suivant que l'entaille est faite en 1 ou en 2 (fig. 6), les résultats obtenus dans l'essai de pliage sont différents.

Les essais faits sur éprouvettes entaillées comme 1 seront appelés « essais en travers parallèles »; ceux faits sur éprouvettes entaillées comme 2 seront appelés « essais en travers perpendiculaires ».

Ces essais permettent de déterminer l'importance des opérations de corroyage ou de forgeage des aciers, car il est évident que plus l'acier aura été travaillé à la forge dans tous les sens, plus les trois résultats : en long, en travers parallèle, et en travers perpendiculaire, se rapprocheront.

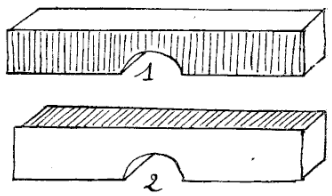



Fig. 6.

Les tableaux 7, 8 et 9 ci-joints indiquent des résultats d'essais en long et en travers sur trois qualités d'acier, les barreaux étant pris dans des billettes n'ayant subi aucun autre forgeage.

## Essai des métaux coulés.

La même méthode peut être appliquée à l'étude des métaux coulés (acier moulé, fonte malléable, bronzes, laitons, etc.) pour le contrôle rapide des coulées.

Pour cela, les barreaux d'essais sont coulés directement avec l'entaille et il ne reste donc plus qu'à faire le pliage du barreau après démoulage.

Dans ce dernier cas, nous avons changé les dimensions du barreau d'épreuve; nous en avons établi deux types géométriquement semblables :

Un de 20 × 20 mm avec entaille de 10 mm et un de 12 × 12 mm avec entaille de 6 mm (fig. 7).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En raison des dimensions imprécises des largeurs (puisque les barreaux sont essayés bruts de coulée) il n'est relevé que l'angle de pliage, valeur qui caractérise suffisamment l'allongement.

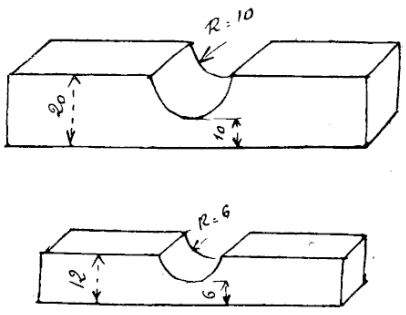


Fig. 7.

Le tableau 10 indique les résultats d'essais de pliage sur quelques métaux coulés.

Nous croyons que cette méthode, qui est extrêmement simple, peut rendre de grands services aux fondeurs, car elle leur permet, à peu de frais, de suivre leur fabrication et de produire ainsi des coulées toujours semblables à elles-mêmes.

## RÉSULTATS D'ESSAIS DE PLIAGE

| | Largeur après pliage (mm) | Angle de pliage | Diamètre d'empreinte (en 1/10 mm) bille de 5 mm sous 1.000 kg | Dureté Brinell | Résistance correspondante (kg : mm²) | Allongement de flexion p. 100 | Coefficient de choc |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Tableau 1. — Acier extra-doux.** | | | | | | | |
| *Éprouvettes dégrossies à 14 × 14 mm, traitées puis finies.* | | | | | | | |
| Trempe à l'air. . . . . | 6,7 | 0° pas cassée. | 33 | 98 | 34 | 33 | 17,64 |
| Trempe à l'eau à 900° . . . . . | 6,8 | 4° | 29 | 138 | 47 | 32 | 24,30 |
| Trempe à l'eau à 900°, et revenu à 400°. | 6,7 | 0° pas cassée. | 30,2 | 125 | 43 | 33 | 22,50 |
| Trempe à l'eau à 900°, et revenu à 600°. | 6,7 | 0° pas cassée. | 31,4 | 112 | 38 | 33 | 20,16 |
| **Tableau 2. — Acier extra-doux a 2 p. 100 de nickel.** | | | | | | | |
| 1° *Éprouvettes traitées après finition.* | | | | | | | |
| Trempe à l'air à 900°. . . . . | 7 | 30° | 30 | 127 | 43 | 30 | 19,05 |
| Trempe à l'eau à 900° . . . . . | 7,8 | 94° | 19 | 340 | 116 | 22 | 29,24 |
| Trempe à l'eau à 900°, et revenu à 600°. | 6,6 | 12° | 26 | 173 | 59 | 34 | 29,06 |
| 2° *Éprouvettes dégrossies à 14 × 14 mm, traitées puis finies.* | | | | | | | |
| Trempe à l'air à 900°. . . . . | 7 | 7° | 31 | 118 | 41 | 30 | 20,41 |
| Trempe à l'eau à 900° . . . . . | 7,1 | 52° | 22 | 250 | 85 | 29 | 32,00 |
| Trempe à l'eau à 900°, et revenu à 600°. | 6,9 | 40° | 23,2 | 187 | 64 | 31 | 26,18 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| | LARGEUR APRÈS PLIAGE (mm) | ANGLE DE PLIAGE | DIAMÈTRE D'EMPREINTE (EN 1/10 MM) BILLE DE 10 MM SOUS 3.000 KG | DURETÉ BRINELL | RÉSISTANCE CORRESPONDANTE (kg : mm²) | ALLONGEMENT DE FLEXION P. 100 | COEFFICIENT DE CHOC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TABLEAU 3. — ACIER DEMI-DUR. | | | | | | | |
| 1° *Éprouvettes traitées après finition.* | | | | | | | |
| Sans traitement | 8,5 | 122° | 47 | 163 | 56 | 15 | 9,45 |
| Acier étiré | 8,4 | 120° | 45 | 179 | 61 | 16 | 10,74 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 600° | 8,1 | 115° | 38 | 255 | 67 | 19 | 16,57 |
| Trempe à l'air, et revenu à 500° | 8,3 | 117° | 34 | 321 | 110 | 17 | 20,22 |
| Trempe à l'air | 8,2 | 105° | 47 | 163 | 56 | 18 | 12,22 |
| 2° *Éprouvettes dégrossies à 14×14 mm, traitées puis finies.* | | | | | | | |
| Trempe à l'air | 8,10 | 90° | 57 | 137 | 48 | 19 | 12,33 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 600° | 8,0 | 97° | 44 | 187 | 64 | 20 | 15,52 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 400° | 9,3 | 169° | 32 | 364 | 124 | 7 | 4,00 |
| TABLEAU 4. — ACIER CHROME-NICKEL DEMI-DUR. | | | | | | | |
| *Éprouvettes traitées après finition.* | | | | | | | |
| Trempe à l'air | 8,6 | 127° | 42,5 | 202 | 68 | 14 | 10,70 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 700° | 8,0 | 97° | 43 | 196 | 67 | 20 | 16,26 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 600° | 8,4 | 125° | 37 | 269 | 92 | 16 | 14,79 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 500° | 9 | 137° | 35 | 302 | 103 | 10 | 12,98 |
| *Éprouvettes dégrossies à 14 × 14 mm, traitées, puis finies.* | | | | | | | |
| Trempe à l'air | 8,2 | 106° | 44 | 187 | 64 | 18 | 13,83 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 700° | 8,2 | 100° | 43 | 196 | 67 | 18 | 15,68 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 600° | 8,2 | 120° | 38,5 | 248 | 85 | 18 | 14,88 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 500° | 8,9 | 137° | 35 | 302 | 103 | 11 | 12,98 |
| TABLEAU 5. — ACIER MANGANO-SILICEUX POUR CONSTRUCTIONS. | | | | | | | |
| 1° *Éprouvettes traitées après finition.* | | | | | | | |
| Trempe à l'air | 8,3 | 109° | 37,2 | 265 | 90 | 17 | 18,815 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 750° | 8,2 | 108° | 38,5 | 248 | 85 | 18 | 17,856 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 700° | 8,4 | 121° | 36,5 | 277 | 95 | 16 | 16,343 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 600° | 8,8 | 133° | 32,3 | 355 | 121 | 12 | 16,685 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 500° | 9,2 | 155° | 29,9 | 420 | 143 | 8 | 10,500 |
| 2° *Éprouvettes dégrossies à 14×14 mm, traitées, puis finies.* | | | | | | | |
| Trempe à l'air | 8,9 | 140° | 38,3 | 250 | 85 | 11 | 10,000 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 750° | 8,5 | 132° | 39 | 240 | 82 | 15 | 11,560 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 700° | 8,6 | 125° | 36 | 286 | 97 | 14 | 15,73 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 600° | 9,3 | 161° | 32,2 | 358 | 122 | 7 | 10,38 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 500° | 9,4 | 156° | 30 | 418 | 142 | 6 | 10,03 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU 6. — ACIER MANGANO-SILICEUX POUR RESSORTS.

| | LARGEUR DE PLIAGE (mm) | ANGLE DE PLIAGE | DIAMÈTRE D'EMPREINTE, (EN 1/10 MM) BILLE DE 10 MM SOUS 3.000 KG | DURETÉ BRINELL | RÉSISTANCE CORRESPONDANTE (kg : mm²) | ALLONGEMENT DE FLEXION P. 100 | COEFFICIENT DE CHOC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Éprouvettes traitées après finition.* | | | | | | | |
| Trempe à l'air. . . . . | 8,6 | 126° | 40 | 228 | 78 | 14 | 12,31 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 600°. . . . | 9,2 | 164° | 34 | 321 | 110 | 8 | 5,14 |
| Trempe à l'eau, et revenu à 400°. . . . | 9,5 | 178° | 28 | 477 | 162 | 5 | 0,95 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## COMPARAISON D'ESSAIS DE PLIAGE EN LONG ET EN TRAVERS

| | LARGEUR APRÈS PLIAGE (mm) | ANGLE DE PLIAGE | DIAMÈTRE D'EMPREINTE, (EN 1/10 MM) BILLE DE 5 MM SOUS 1.000 KG | DURETÉ BRINELL | RÉSISTANCE DÉTERMINÉE D'APRÈS DURETÉ (kg : mm²) | ALLONGEMENT P. 100 | COEFFICIENT DE CHOC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TABLEAU 7. — ACIER EXTRA-DOUX A 2 P. 100 DE NICKEL. | | | | | | | |
| 1° *Éprouvettes trempées à l'air.* | | | | | | | |
| Essai en long | 7 | 7° | 31 | 118 | 40 | 30 | 20,41 |
| Essai en travers parallèle | 3 | 23° | 30,1 | 126 | 43 | 30 | 19,78 |
| Essai en travers perpendiculaire | 6,9 | 26° | 31 | 118 | 40 | 31 | 18,17 |
| 2° *Éprouvettes trempées à l'eau à 900° et revenues à 600°.* | | | | | | | |
| Essai en long | 6,7 | 4° | 28,2 | 146 | 50 | 33 | 25,70 |
| Essai en travers parallèle | 7 | 28° | 28 | 148 | 51 | 30 | 22,30 |
| Essai en travers perpendiculaire | 7 | 25° | 28 | 148 | 51 | 30 | 22,94 |
| 3° *Éprouvettes trempées à l'eau à 900°.* | | | | | | | |
| Essai en long | 7 | 38° | 26 | 173 | 59 | 30 | 25,57 |
| Essai en travers parallèle | 7,5 | 65° | 26,9 | 162 | 55 | 25 | 18,63 |
| Essai en travers perpendiculaire | 7,5 | 63° | 27 | 161 | 55 | 25 | 18,83 |

| | LARGEUR APRÈS PLIAGE (mm) | ANGLE DE PLIAGE | DIAMÈTRE D'EMPREINTE, (EN 1/10 MM) BILLE DE 10 MM SOUS 3.000 KG | DURETÉ BRINELL | RÉSISTANCE CORRESPONDANTE (kg : mm²) | ALLONGEMENT P. 100 | COEFFICIENT DE CHOC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TABLEAU 8. — ACIER DEMI-DUR. | | | | | | | |
| 1° *Éprouvettes trempées à l'air.* | | | | | | | |
| Essai en long | 7,5 | 89° | 50 | 143 | 49 | 25 | 13,01 |
| Essai en travers parallèle | 8,3 | 112° | 46 | 170 | 58 | 17 | 11,56 |
| Essai en travers perpendiculaire | 8,7 | 132° | 49 | 148 | 50 | 13 | 7,10 |
| 2° *Éprouvettes trempées à l'eau et revenues à 600°.* | | | | | | | |
| Essai en long | 8,3 | 108° | 39 | 241 | 82 | 17 | 17,35 |
| Essai en travers parallèle | 8,7 | 137° | 39 | 241 | 82 | 13 | 10,36 |
| Essai en travers perpendiculaire | 9,4 | 166° | 40 | 228 | 78 | 6 | 3,19 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| | LARGEUR APRÈS PLIAGE (mm.) | ANGLE DE PLIAGE | DIAMÈTRE D'EMPREINTE, (EN 1/10 MM) BILLE DE 10 MM SOUS 3.000 KG | DURETÉ BRINELL | RÉSISTANCE CORRESPONDANTE (kg : mm²) | ALLONGEMENT P. 100 | COEFFICIENT DE CHOC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TABLEAU 9. — ACIER CHROME-NICKEL MI-DUR. | | | | | | | |
| 1° *Éprouvettes trempées à l'air.* | | | | | | | |
| Essai en long . . . . . | 8,7 | 136° | 39,5 | 235 | 80 | 13 | 10,34 |
| Essai en travers parallèle . . . . . | 9,2 | 153° | 39 | 241 | 82 | 8 | 6,51 |
| Essai en travers perpendiculaire . . . . | 9,2 | 154° | 39 | 241 | 82 | 8 | 6,27 |
| 2° *Éprouvettes trempées à l'eau, revenues à 600°.* | | | | | | | |
| Essai en long . . . . . | 8,2 | 111° | 37,5 | 262 | 89 | 18 | 18,08 |
| Essai en travers parallèle . . . . . | 9,6 | 157° | 37,5 | 262 | 89 | 4 | 6,02 |
| Essai en travers perpendiculaire. . . . | 9,1 | 148° | 37,5 | 262 | 89 | 9 | 8,38 |
| 3° *Éprouvettes trempées à l'eau, revenues à 400°.* | | | | | | | |
| Essai en long . . . . . | 8,8 | 130° | 33,9 | 323 | 110 | 12 | 16,15 |
| Essai en travers parallèle . . . . . | 9,6 | 163° | 33 | 340 | 119 | 4 | 5,78 |
| Essai en travers perpendiculaire. . . . | cassées sans pliage. | | 32,6 | 348 | 119 | » | » |

## MÉTAUX COULÉS DIVERS (TABLEAU 10).

| DÉSIGNATION DES MÉTAUX | ANGLE DE PLIAGE | DIAMÈTRE D'EMPREINTE, A LA BILLE (EN 1/10 MM) | DURETÉ BRINELL |
|---|---|---|---|
| Acier coulé recuit, barreau de 20 × 20 mm. . | de 108° à 138° | de 48 à 52 | de 131 à 155 |
| Acier coulé non recuit, barreau de 20 × 20 mm. | de 135° à 145° | de 48 à 51 | de 137 à 155 |
| Fonte malléable, barreau de 20 × 20 mm. . . | de 168° à 175° | de 45 à 52 | de 131 à 179 |
| Fonte malléable, barreau de 12 × 12 mm. . . | de 152° à 167° | de 45 à 52 | de 131 à 179 |

## MÉTAUX DOUX (TABLEAU 11).

| DÉSIGNATION DES MÉTAUX | ANGLE DE PLIAGE | DIAMÈTRE D'EMPREINTE (EN 1/10 MM) BILLE DE 10 MM SOUS 500 KG | DURETÉ BRINELL |
|---|---|---|---|
| Bronze phosphoreux, barreau de 12 × 12 mm. | 174° | 26 | 93 |
| Bronze ordinaire, barreau de 12 × 12 mm . . | 156° | 31 | 65 |
| Bronze au plomb, barreau de 12 × 12 mm . . | 168° | 40 | 38 |

L. JANNIN,
*Ingénieur A. et M.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LA LUTTE POUR L'ABOLITION DE LA SYPHILIS, SA PORTÉE INDUSTRIELLE ET SOCIALE [1]

Mesdames,

Soucieux d'aborder une très grave question sociale, j'ai fait choix d'un titre sans réticence et je suis infiniment touché de trouver dans votre présence un encouragement à une hardiesse qui, récemment encore, eût été jugée d'une suprême inconvenance.

Je m'attendais à l'honneur de parler devant vous; au cours des années de guerre vous avez toutes fait beaucoup pour que l'âme française ne fléchisse pas et maintenant qu'il s'agit d'assurer au pays un sort digne de ses mérites, ce n'est pas entre hommes seulement qu'il convient de parler de ce qui peut influer sur ses destinées.

Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs,

La syphilis est le plus effroyable des fléaux qui menacent notre race. Elle en jugule la natalité. Des travaux récents, poursuivis dans tous les pays, établissent d'une façon péremptoire que l'immense majorité des fœtus non venus à terme a péri de son fait et il me paraît hors de doute que la menace, qui pèse sur l'enfant de syphilitique venu à terme, de n'être qu'un rebut d'humanité a été pour beaucoup dans la récente diffusion chez nous de la restriction volontaire et de la criminelle pratique de l'avortement.

Sur 100 enfants de syphilitiques, 50 au moins meurent dans les premières années. Ceux qui deviennent adultes subissent une diminution dans leurs facultés de produire, manuellement ou intellectuellement, qui persiste toute leur vie; les hygiénistes américains, qui ont creusé la question, arrivent à des conclusions tellement graves au sujet du taux de cette diminution, qu'il est permis de conclure que la France, en présence du dilemme d'aujourd'hui, — produire ou mourir — se voit, du fait de la syphilis, réduite dans ses facultés de produire beaucoup plus qu'elle ne l'a été du fait des morts et des blessures causées par la guerre.

(1) Conférence faite en séance publique par l'auteur le 17 juin 1922. Voir à la page 708 du présent numéro le compte rendu de cette séance.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Toute leur vie les syphilitiques demeurent des contagionnants possibles ; ils demeurent aussi plus accessibles que d'autres à diverses maladies, la tuberculose notamment, le cancer peut-être, les affections nerveuses et cérébrales indiscutablement; ils constituent l'immense majorité de la population des asiles d'aliénés.

Je viens de donner en quelques mots le dépouillement de statistiques dont je vous épargne le détail. Je voudrais néanmoins me conformer à notre habitude industrielle de consolider les aperçus généraux par un peu d'arithmétique et voici quelques résultats de calculs vraiment suggestifs.

Une comparaison de prix de revient d'abord.

Le coût moyen par année de l'hospitalisation d'un aliéné par l'Assistance Publique est exactement égal au prix de revient de la guérison définitive de 200 syphilitiques, dans l' « usine à guérir » dont je vous parlerai tout à l'heure.

Une comparaison de devis ensuite.

Il est infiniment probable qu'une industrie, qui se mettrait à même de soigner rigoureusement ses ouvriers syphilitiques et parviendrait à les guérir tous en quelques années, dépenserait de ce fait moins qu'elle n'économiserait sur les dépenses qu'entraînent pour elle les accidents du travail, car ils sont plus fréquents, plus graves et plus lourds de suites pour les syphilitiques.

Un rapprochement enfin.

En admettant que la proportion de syphilitiques parmi les ouvriers d'industrie soit celle du pays dans son ensemble, c'est-à-dire 25 p. 100, et que leur infériorité de production par rapport à l'homme indemne soit de 20 p. 100, on constate que la disparition de la maladie chez eux entraînerait un gain de production représentant 5 p. 100 des salaires qui leur sont payés.

Or, ces salaires se totalisent actuellement en France à une trentaine de milliards, et par conséquent le gain dû à la guérison des ouvriers atteints de la syphilis serait de l'ordre de 1.500 millions *par an*. Eh bien, il en coûterait pour traiter jusqu'à guérison complète, non pas les *seuls* ouvriers mais *tous* les Français atteints de la maladie, un milliard *une fois pour toutes*.

En ce qui concerne le prix de revient de la guérison que je viens d'énoncer, je suis très ferme, car j'attends de l'usine à guérir, dont j'ai à vous entretenir, 10.000 guérisons dans la présente année avec un budget qui n'atteindra pas un million. Veuillez voir dans les autres chiffres le simple énoncé de grandeurs plausibles, que j'utilise pour donner plus de clarté à l'exposé; mais laissez-moi vous convier à faire vôtre la conclusion que voici : il y a une disproportion formidable entre ce que ferait gagner au pays l'abolition de la syphilis et ce qu'il en coûterait pour la réaliser.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a un mois, je serrais la main, lors de son départ, à un médecin uruguayen qui travaillait depuis un an à l'Institut prophylactique, où le Docteur VERNES, après 11 ans de labeur obstiné, débite actuellement la guérison. Ce médecin rentrait dans son pays pour organiser l'abolition méthodique mais implacable de la syphilis, avec un budget illimité, assis sur une taxe foncière spéciale, variable selon les besoins, et votée d'enthousiasme par le Congrès de Montevideo, conjointement avec des mesures propres à corser de contrainte la suggestion aux malades de recourir au traitement.

En lui souhaitant prompt succès, j'émettais à part moi le vœu que nos 10 millions de syphilitiques ne soient pas trop distancés au point de vue de l'amélioration de leur sort par les 500.000 Uruguayens qui vont, toute affaire cessante, bénéficier d'un immense progrès français.

*
* *

A l'heure présente, l'abolition de la syphilis est pour notre pays une simple question de volonté.

En affirmant cela, je me place sous l'égide des sommités médicales qui sont la gloire de notre pays et dont j'ai l'honneur d'être le collègue dans le Conseil d'Administration de l'Institut prophylactique, sous la présidence d'honneur du docteur ROUX et la présidence effective de M. PAINLEVÉ.

Mais je dois constater que cette conviction est neuve et beaucoup de médecins, il y a un an encore, presque tous il y a quelques années, tenaient la syphilis pour un mal inguérissable.

Il me faut donc étayer mon affirmation de quelques explications.

La syphilis est véhiculée d'un individu à l'autre par un micro-organisme, le tréponème, qui, vivant sur une plaie extérieure d'un malade, passe chez un autre sujet, s'il y a contact d'une muqueuse avariée chez le second avec la plaie du premier; qui peut aussi être véhiculé par un objet quelconque, un verre à boire, un rasoir, etc...

Se diffusant rapidement et pullulant dans l'organisme, il fait élection capricieuse de telle ou telle de ses régions profondes et y forme des colonies, susceptibles à leur tour de contaminer le liquide qui en baigne le siège, le sang dans la plupart des cas, le liquide céphalo-rachidien dans les autres.

Entre le moment où un tréponème a pénétré chez un sujet et le moment où il en peut exister dans toutes les parties de l'organisme, il s'écoule un délai de moins de 8 mois.

Le traitement consiste à détruire le tréponème au moyen d'un poison, mercure ou arsenic; introduit dans l'organisme, ce poison atteint aisément

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les tréponèmes véhiculés par le sang, mais s'il n'a pas cheminé jusqu'à la dernière colonie, celle-ci peut encore proliférer et, au bout de quelques mois, l'organisme entier se trouve envahi de nouveau.

Lorsque les villes ont été menacées par les avions boches, on leur a opposé l'artillerie. Mais le tir au jugé sur une escadrille, égaillée dans le ciel, était une entreprise à rendement bien médiocre et il a fallu des prodiges d'ingéniosité pour instituer les méthodes de repérage qui ont donné au tir de l'efficacité.

De même, on traitait naguère la syphilis au jugé, nettoyant vite chez le sujet les manifestations extérieures, mais sans que rien pût garantir qu'il ne restât plus de besogne à accomplir. Aussi bien, les clients dociles étaient conviés par les médecins à réitérer le traitement souvent, parfois jusqu'à la fin de leur existence. Traité pendant ses fiançailles, un jeune marié pouvait procréer un enfant sain, mais il devait s'interdire une seconde procréation sans avoir récidivé le traitement. Syphilitique elle-même ou contagionnée par le mariage, la femme, en se soumettant au traitement pendant la grossesse, mettait de même des atouts dans le jeu de l'enfant. Mais de pareils errements, fort intéressants pour le médecin traitant, ne pouvaient offrir qu'une efficacité sociale infime et, nonobstant la science des grands syphiligraphes qui ont illustré notre pays, Ricord d'abord, puis Fournier, et de leurs élèves, la syphilis n'a pas cessé de s'étendre chez nous.

En 1905, le docteur Bordet, actuellement Directeur de l'Institut Pasteur de Bruxelles, a imaginé un très ingénieux procédé de repérage des maladies et montré qu'il y a une corrélation entre l'existence de certaines maladies chez un sujet et la manière dont le sérum de son sang se comporte devant un traitement physico-chimique. Après lui, Wassermann a tenté de dériver de cette méthode un procédé applicable à la syphilis; son formulaire opératoire, qui est actuellement l'objet d'une assez large exploitation commerciale, donne des indications qui ne sont pas toujours sûres, mais que l'on peut interpréter comme fournissant un certain pourcentage de chances d'existence ou de non-existence de la maladie.

Le docteur Vernes reprit la question en 1910 et, depuis lors, consacra toute sa vie, d'abord à définir une méthode de repérage d'une minutie prodigieuse et ensuite à l'appliquer à grande échelle aux sujets soignés dans plusieurs dispensaires, créés à cet effet par les soins de l'Institut prophylactique, établissement public créé en 1916 pour amplifier, comme elle le méritait, l'œuvre personnelle du docteur Vernes.

En soi, la méthode Vernes est une merveille de rigueur. Mais sa minutie, que je vais essayer de vous faire toucher du doigt, est telle qu'il est absolument chimérique de songer à l'utiliser autrement qu'en grandes séries, au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moyen d'appareils industriels garants d'une précision indépendante de l'opérateur.

Ce caractère particulier n'a pas plu dans tous les milieux médicaux; certains praticiens émérites ont pour le travail de laboratoire le goût d'Ingres pour le violon; d'autres sont effrayés par la comparaison entre le coût du travail par voie industrielle et celui du travail exécuté isolément par leurs propres soins : *inde iræ*.

Je vais donc vous apporter mon témoignage d'ingénieur.

J'ai eu plus d'une fois à organiser des laboratoires d'usine et je me suis soigneusement gardé de les confier à des ingénieurs. J'ai pris comme chef un bon élève d'une école de physique et de chimie et je lui ai donné pour consigne :

1° D'observer scrupuleusement certaines règles opératoires;

2° De réitérer les contre-épreuves;

3° De subir le contrôle et les vérifications d'un professionnel autorisé.

Eh bien, si quelque part en France, on veut appliquer sérieusement, sans fantaisie, la méthode Vernes, il est un moyen sûr d'obtenir des résultats sûrs, c'est de prendre le matériel créé et utilisé par le docteur Vernes, depuis A jusqu'à Z, d'imposer à l'opérateur les consignes en vigueur au laboratoire de l'Institut prophylactique et de demander de temps à autre à ce laboratoire de vérifier s'il n'y a pas de défaillance dans le fonctionnement de son succédané. C'est faute de l'avoir fait que certains médecins parlent avec condescendance ou dédain d'une méthode, qu'ils se figurent pratiquer pour avoir fait acheter par leur laboratoire un appareil, ou avoir fait lire à leurs collaborateurs quelques articles de la presse médicale.

Cela dit, j'arrive à la description de la méthode Vernes.

Sanctionnée par l'application réitérée à plus de 36.000 sujets différents, elle consiste essentiellement à mesurer l'effet produit sur le sérum sanguin, ou sur le sérum céphalo-rachidien, selon les cas, par un liquide propre à donner lieu au phénomène de la *floculation*.

Ce terme désigne l'apparition dans un liquide d'un trouble offrant plus ou moins d'opacité, selon la grosseur et le nombre des grains en suspension qui en sont la cause, grosseur et nombre variables sous l'influence de causes ténues.

Prenons un liquide contenant en dissolution une matière propre à produire la floculation; si l'on mélange 1 volume de ce liquide à 39 volumes d'eau, en versant le liquide dans l'eau, le mélange offre une certaine opacité. Si l'on répète l'expérience à rebours, c'est-à-dire en versant l'eau dans le liquide, le trouble qui se produit cette fois offre une apparence absolument dissemblable de la première.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici une autre expérience.

Dans une série de tubes d'analyse, on a ajouté à des quantités décroissantes de sérum d'un sujet sain, une même quantité de liquide floculant; on constate que l'opacité des tubes consécutifs varie, croît d'abord, passe par un maximum et décroît ensuite (fig. 1).

Dans une autre série de tubes, on a traité de même le sérum d'un syphilitique; les positions du maximum de trouble diffèrent sensiblement d'un cas à l'autre (fig. 1).

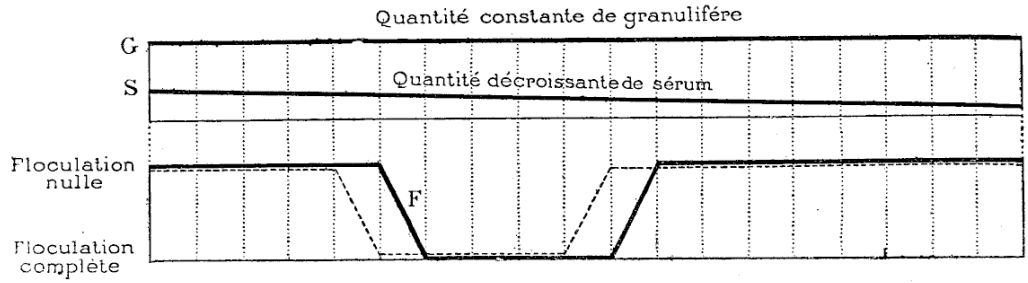



Fig. 1. — On a introduit dans une série de tubes (représentés sur la figure par les traits verticaux): une dose constante de granulifère (figurée par la droite horizontale G) et du sérum humain à doses régulièrement et progressivement décroissantes de gauche à droite (droite descendante S):
On observe l'apparition, la croissance, la décroissance et la disparition de la floculation, suivant un rythme figuré par la ligne brisée F.
La syphilis confère au sérum de celui qui en est atteint la propriété de modifier le dessin de la sinuosité F, qui devient celle qui est tracée en pointillé.

Il existe par conséquent, et c'est là un des points qui ont été mis en lumière par le docteur Vernes, un certain dosage de mélange du sérum et du liquide floculant qui donne lieu à un trouble faible pour le sujet sain, et à un trouble important pour le sujet malade.

C'est à ce dosage que sont uniformément préparés les échantillons dont il faut apprécier le degré de floculation.

Le docteur Vernes a institué plusieurs procédés de mesure de la floculation et s'est arrêté en dernier lieu à une méthode simple et précise à la fois; il l'a mise au point avec le concours de M. Bricq, qui veut bien m'assister dans cette conférence. Cette méthode utilise l'appareil optique dont la figure 2 donne le schéma. Cet appareil engendre un faisceau lumineux monochromatique, de couleur rouge, qui se trifurque. Les deux pinceaux latéraux traversent l'échantillon dont il s'agit de mesurer la floculation; le pinceau central rencontre sur son trajet un coin de verre fumé et selon l'épaisseur sous laquelle il le traverse, subit une atténuation d'éclat plus ou moins grande. Finalement les trois pinceaux sont ramenés au contact et donnent sur un écran une image formée de trois bandes verticales, affaiblies dans leur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éclat, celles des bords par l'opacité de l'échantillon à examiner et celle du centre par l'épaisseur de coin fumé interposée. L'observateur fait, au moyen d'une vis micrométrique, varier l'épaisseur interposée du coin fumé et obtient ainsi l'égalité d'éclat des trois bandes. Le maniement de l'appareil est assez sûr pour que plusieurs opérateurs, examinant l'un après l'autre le même échantillon de sérum, amènent à la même division la vis micrométrique. La figure 3 représente cet appareil.

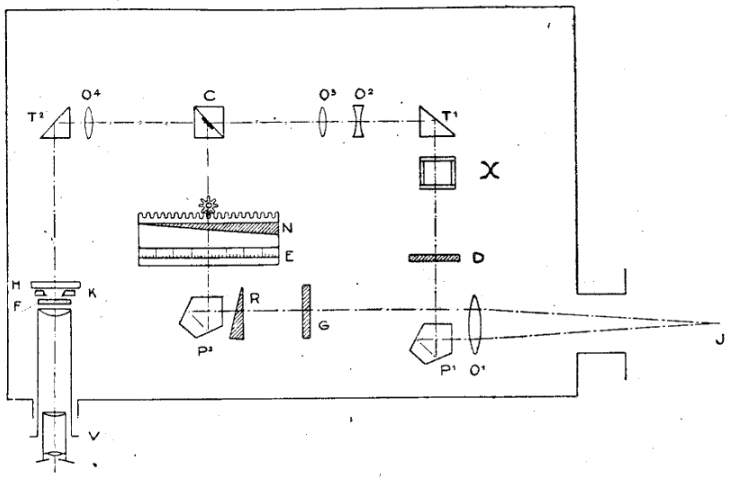



Fig. 2. — Schéma du photomètre Vernes, Bricq et Yvon.

C, cube photométrique de Lummer et Brodhun; — D, verre fumé amovible; — E, échelle divisée solidaire de N; — F, écran rouge (filtre monochromatique); — G, verre fumé amovible; — H, glace; — J, source lumineuse; — K, diaphragme; — N, coin en substance neutre (verre noir); — $O_1$, objectif collimateur; — $O_2$, objectif divergent; — $O_3$, objectif convergent ($O_2$ et $O_3$ forment un système afocal); — $O_4$, objectif collecteur; — $P_1$, $P_2$, prismes pentagonaux (équerres optiques); — R, contre-coin; — $T_1$, $T_2$, prismes à réflexion totale; — V, viseur de plages; — X, cuve à faces parallèles contenant le liquide à examiner.

Au dosage de mélange adopté, le poids de la matière solide en suspension dans un échantillon peut atteindre au maximum 1,2 g par litre. Or, la précision des lectures est de l'ordre de 0,03 g. La méthode Vernes fournit donc avec sûreté une mesure quantitative du *critérium de maladie*, et c'est là un fait capital à son actif.

En effet, l'accumulation de plusieurs centaines de milliers de déterminations a montré que la diminution continue du critérium est l'indice d'un acheminement vers la guérison; d'où la possibilité de contrôler pas à pas les effets du traitement.

La subtilité du phénomène de la floculation oblige à observer des précautions rigoureuses dans la préparation des échantillons. Voici comment

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'on procède. On utilise, après beaucoup d'essais, un produit qui consiste dans un extrait alcoolique, à la dose de 15 g par litre, du cœur de cheval desséché, puis lavé à fond au perchlorure d'éthylène.

On commence par diluer cet extrait dans 5,5 fois son volume d'eau bi-distillée, mais le rythme du mélange pouvant influer sur les résultats finaux, on le pratique au moyen de l'appareil que je vous présente (fig. 4). Son fonctionnement consiste à projeter dans un volume d'eau bi-distillée des gouttes d'extrait alcoolique, de volume constant, qui se succèdent à un intervalle déterminé, tandis que le mélange est agité au moyen d'une hélice dont la vitesse est réglée.

La dilution aqueuse ainsi obtenue est ensuite ajoutée à chaque échan-

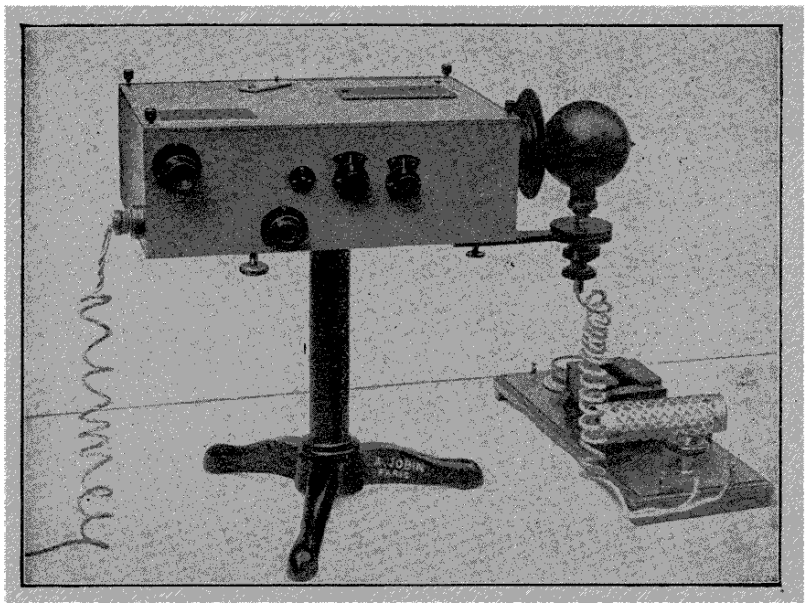


Fig. 3. — Photomètre Vernes, Bricq et Yvon.

tillon de sérum, à raison de 1 volume pour 2 volumes de sérum. Après un repos de 4 heures dans une étuve à 25°, les échantillons peuvent être soumis à l'observation optique.

Vous voyez, Messieurs, que je n'exagérais pas en prononçant le mot de minutie et en appelant votre attention sur la nécessité, pour avoir des résultats sûrs, d'opérer en conformité d'une consigne rigoureuse.

L'Institut prophylactique s'est conformé à la règle de la double épreuve dont je parlais tout à l'heure.

Dans le mois de mai dernier, il a eu à faire 2.350 examens de sang ou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de liquide céphalo-rachidien. Tous les échantillons ont été examinés en double dans des pièces différentes, par des opérateurs différents; pour 138 seulement, on a relevé une discordance supérieure à la précision des mesures et fait une troisième épreuve.

Voilà n'est-ce pas des conditions irréprochables de sécurité opératoire.

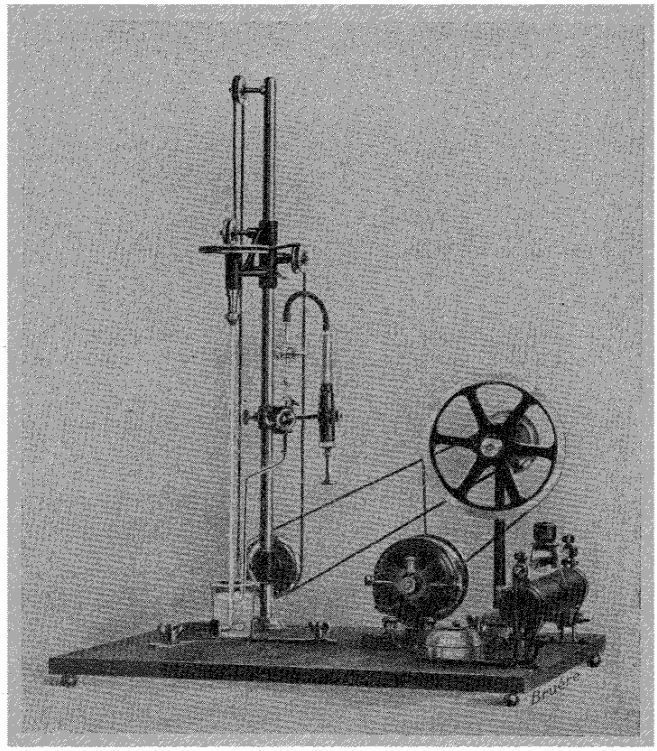


Fig. 4. — Vue de l'appareil mélangeur.

Il me faut maintenant vous dire quelques mots de ce qui se passe dans les dispensaires desservis par le laboratoire dont je viens de vous parler.

Ceux de l'Institut prophylactique, d'importance très variable, ont donné lieu dans le mois de mai dernier à 9.730 interventions. Le mot intervention correspond à un simple examen médical, à une injection, à une prise de sang ou à une ponction lombaire, pour prise de liquide céphalo-rachidien.

Parmi les examens médicaux, il y en a eu 179 offrant un caractère de spécialité, car l'Institut prophylactique, en raison de sa très nombreuse clientèle, doit tenir plusieurs fois par semaine des consultations de spécialistes en neurologie, radiologie, otolaryngologie, ophtalmologie, etc., dont l'intervention est réclamée par le chef de service lorsqu'il le juge utile.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici quelques projections qui vous montreront comment on procède au dispensaire pour les opérations courantes, prises de sang d'abord (fig. 5), injections de médicaments (fig. 6 et 7), les uns arsenicaux, les autres mercuriels, suivant les circonstances.

Je me permets d'appeler votre attention d'abord sur la judicieuse qualité du matériel opératoire. Vous avez sans doute entendu dire que les injections intraveineuses, celles de 606 notamment, offrent certains risques; pour les limiter il faut que l'injection soit pratiquée rigoureusement à l'abri de l'air.

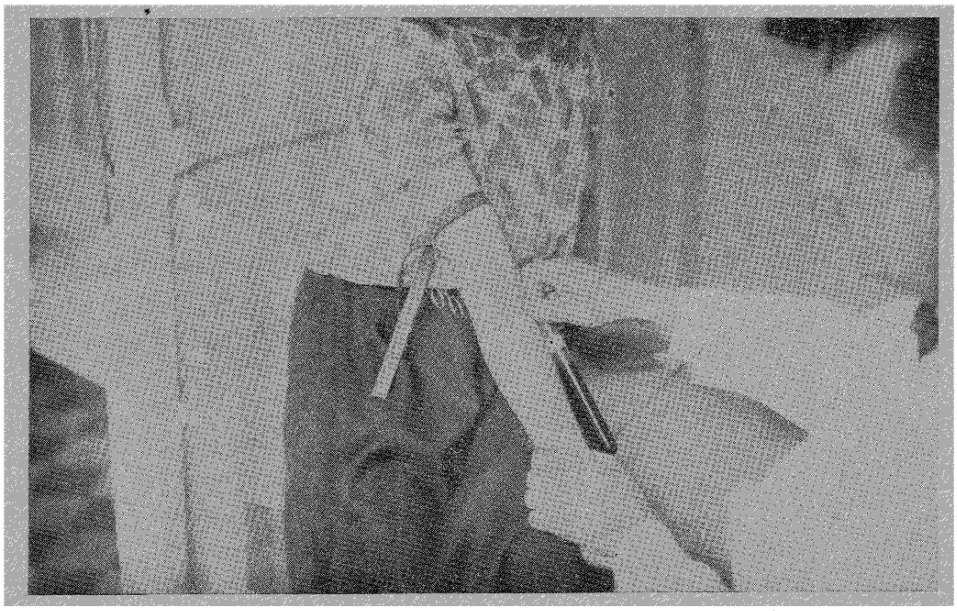


Fig. 5. — Prise de sang.

Le dispositif que vous avez sous les yeux, permet de faire l'injection sous pression d'azote (fig. 7).

Des précautions minutieuses sont prises au point de vue de l'antisepsie du matériel; il va de soi que l'on utilise sur chaque sujet une aiguille d'injection qui sort de l'autoclave de stérilisation et qui y retourne avant d'être utilisée à nouveau.

Vous remarquerez également une disposition binaire (fig. 7 et 8) qui est fort intéressante. Le personnel opératoire pratique soit la prise de sang, soit l'injection, alternativement sur un homme et sur une femme, qui stationnent dans des salles d'attente distinctes et s'introduisent dans des locaux séparés par une cloison et situés l'un à droite, l'autre à gauche de l'opérateur; cette disposition permet de réaliser un grand débit et l'on peut ainsi, certains jours,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à un même poste opératoire, pratiquer jusqu'à 140 prises de sang, ou 60 injections intraveineuses, au cours d'une séance de trois heures.

Ne me sentant pas le droit de retenir plus longtemps votre attention sur ces détails, je passe tout de suite aux résultats et je vais vous montrer des spécimens des diagrammes qui sont tenus à jour pour chaque malade (fig. 9 à 12).

Le diagramme est divisé en mois et chaque mois l'est en jours par des

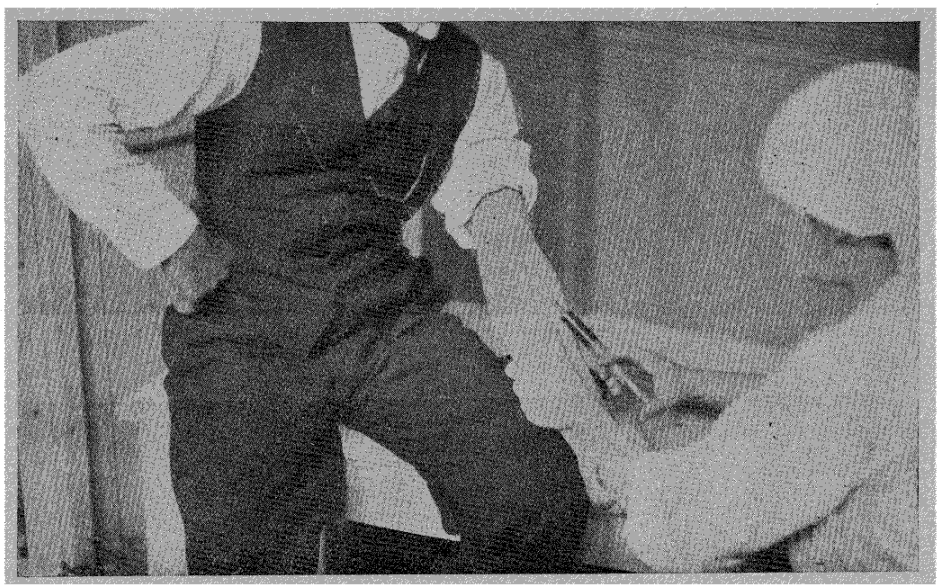


Fig. 6. — Injection.

traits verticaux. Au jour d'une injection, on trace un trait vertical dont la hauteur indique son importance volumétrique ou pondérale. Les points noirs que vous voyez sur le diagramme et qui sont réunis par un trait continu correspondent, comme position sur un des traits verticaux, à la date d'une prise de sang, et la hauteur d'un point au-dessus de la ligne de base correspond à la grandeur du critérium que le laboratoire a déterminée ; les cercles étoilés correspondent aux déterminations sur le liquide céphalo-rachidien. Vous voyez par conséquent qu'un semblable graphique donne toute l'histoire du traitement.

Voici d'abord des cas simples.

1° (fig. 9). Il s'agit d'un sujet qui ignorait complètement son état et est venu consulter à tout hasard en raison de l'apparition de taches sur le corps. C'est un exemple de guérison rapide, mais on obtient parfois plus de rapi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

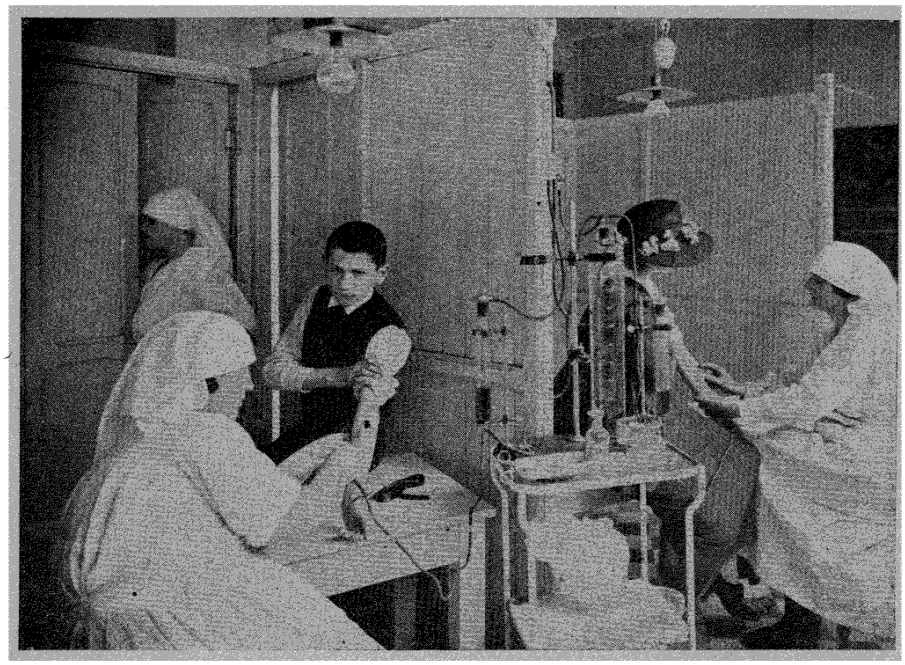


Fig. 7. — Dispensaire : Poste opératoire binaire.

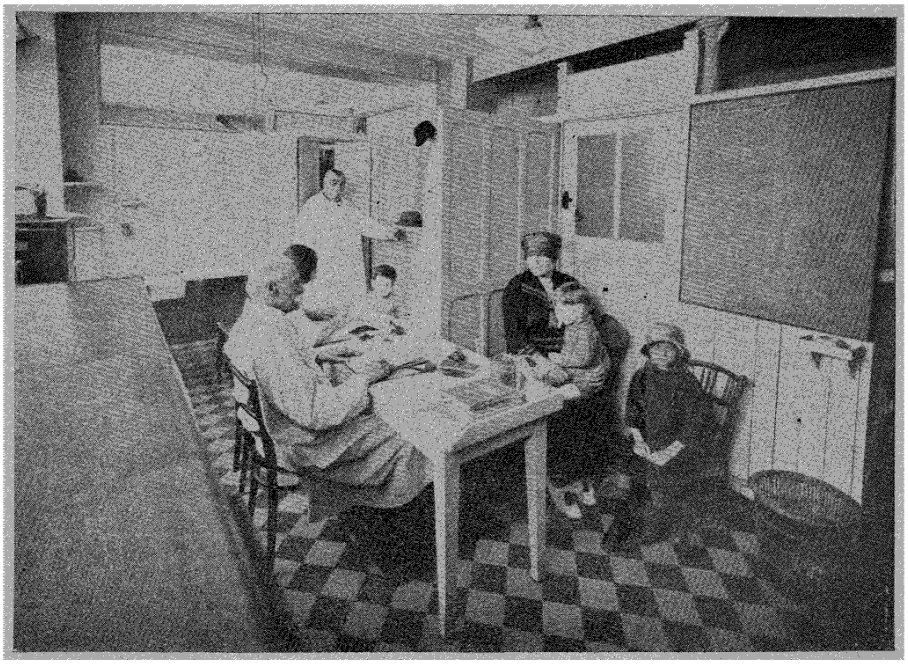


Fig. 8. — Dispensaire : salle de contrôle binaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dité encore lorsque le traitement a été commencé presque aussitôt après l'infection.

2° (fig. 10). C'est à une contagionnée récente que le graphique se rapporte. Elle a cessé le traitement sans motif connu, a fait une fausse couche et s'est présentée de nouveau dans un état de pleine infection. Le nouveau traitement a, comme on le voit, été bref et, pendant la période de contrôle, est survenue la naissance d'une petite fille tout à fait normale.

3° (fig. 11). Voici maintenant des cas difficiles et longs. Le sujet, avant de se présenter à l'Institut prophylactique, avait reçu 49 injections. Il a fallu interrompre le traitement, peu après son début, en raison d'un ictère. On l'a repris sans résultat et l'on s'est alors astreint, avec plein succès cette fois, à une méthode consistant à réduire la masse de chaque injection, mais à en accroître considérablement le nombre. 9 mois de traitement consécutifs avec injections hebdomadaires ont eu raison de la maladie.

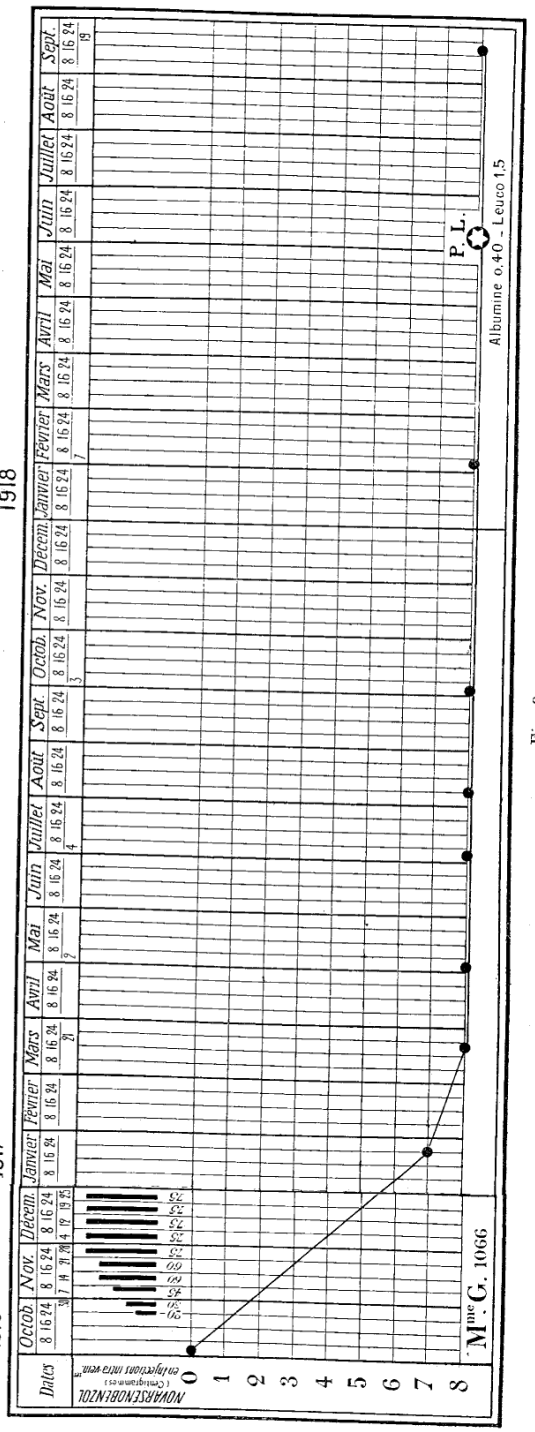



Fig. 9.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



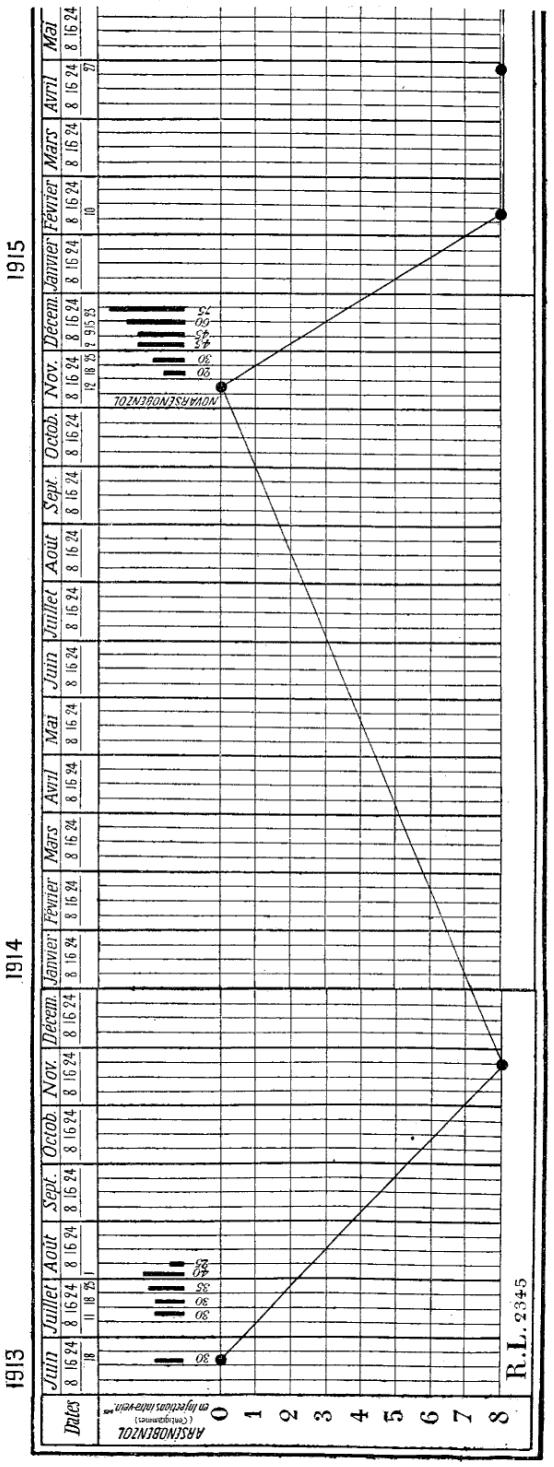



Fig. 10.

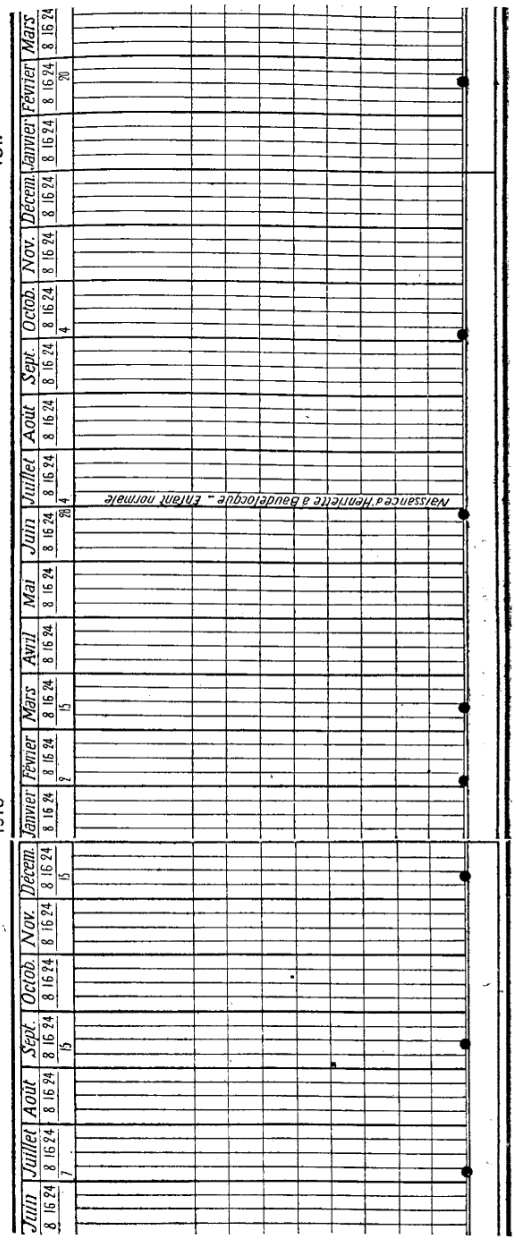



Fig. 10 (*suite*).

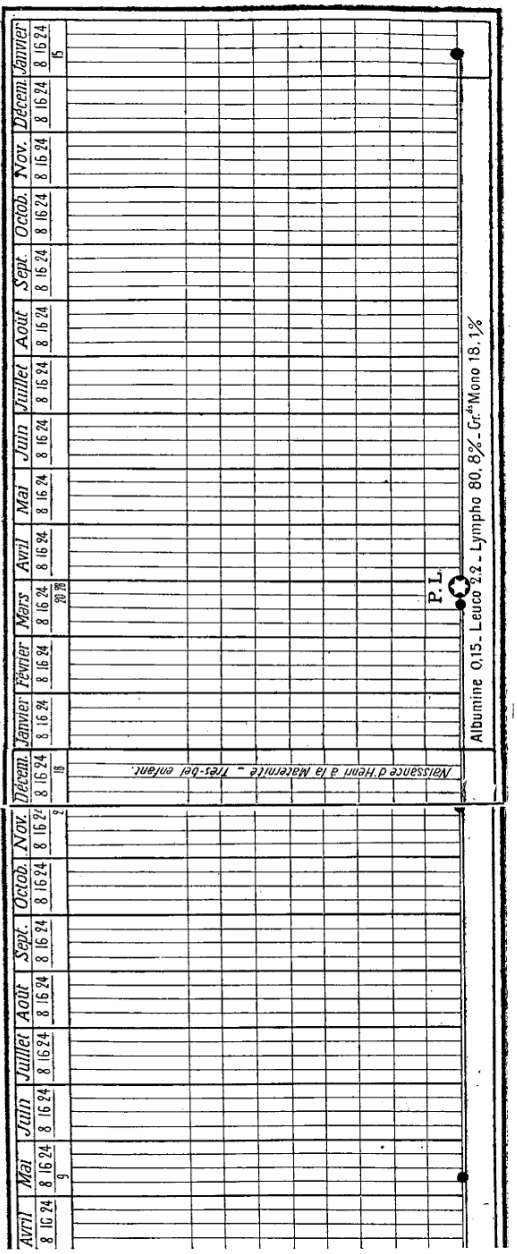



Fig. 10 (*fin*).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

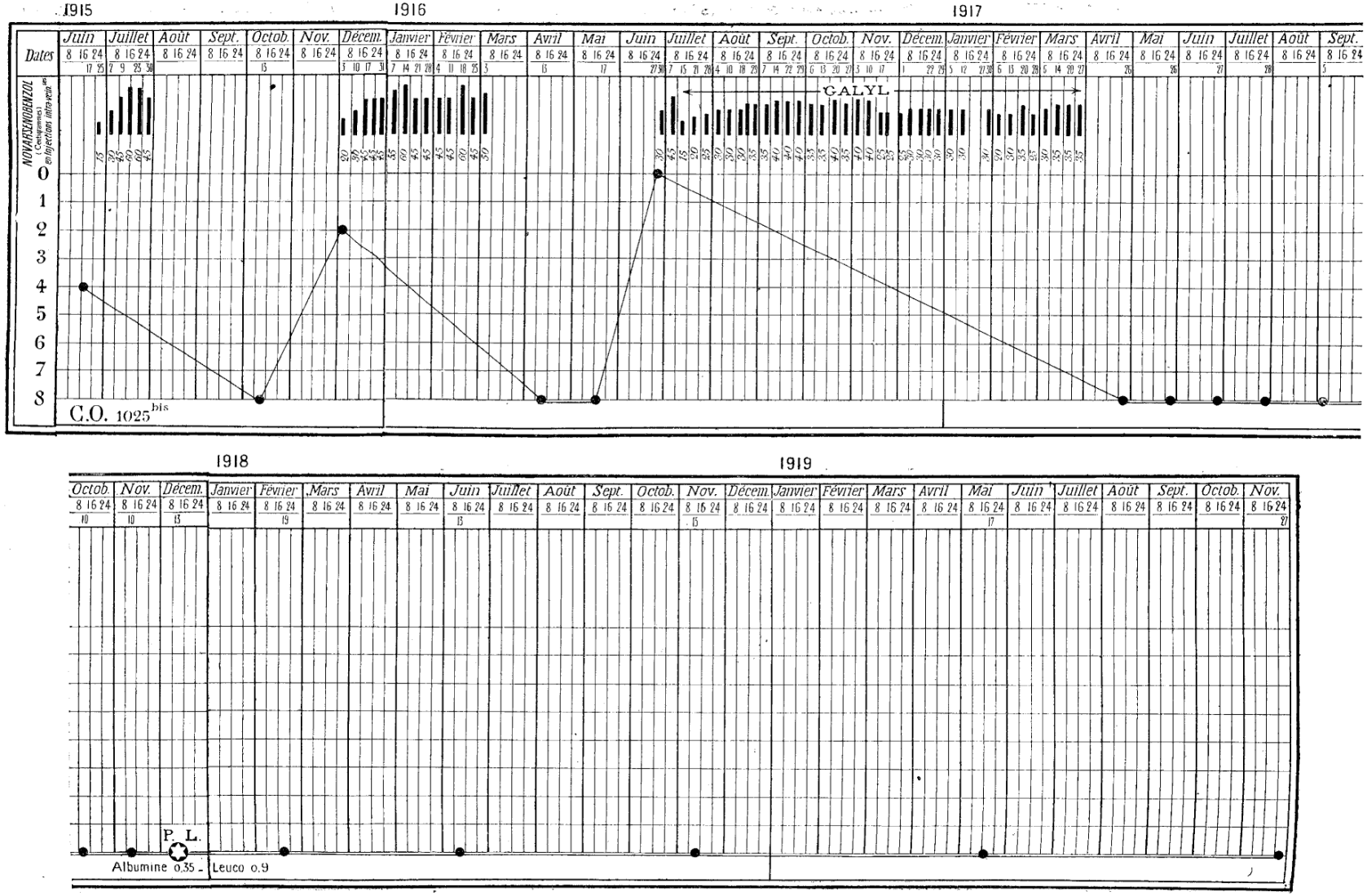
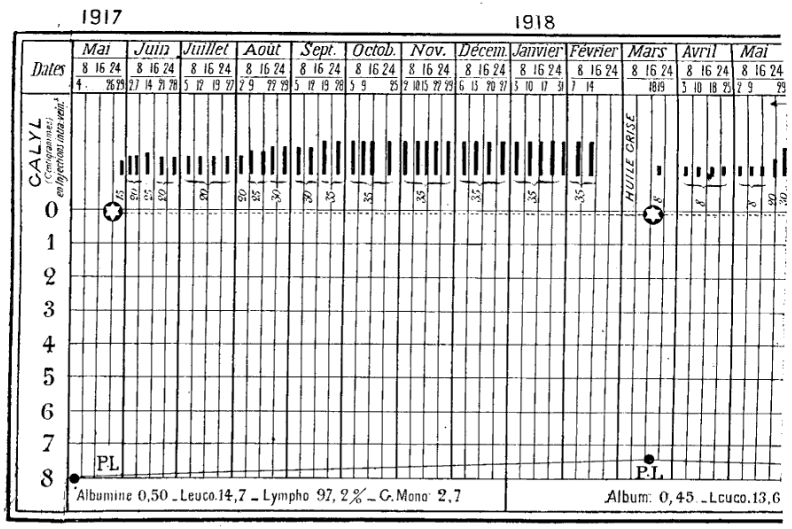



Fig. 11.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires




F.L. 5672

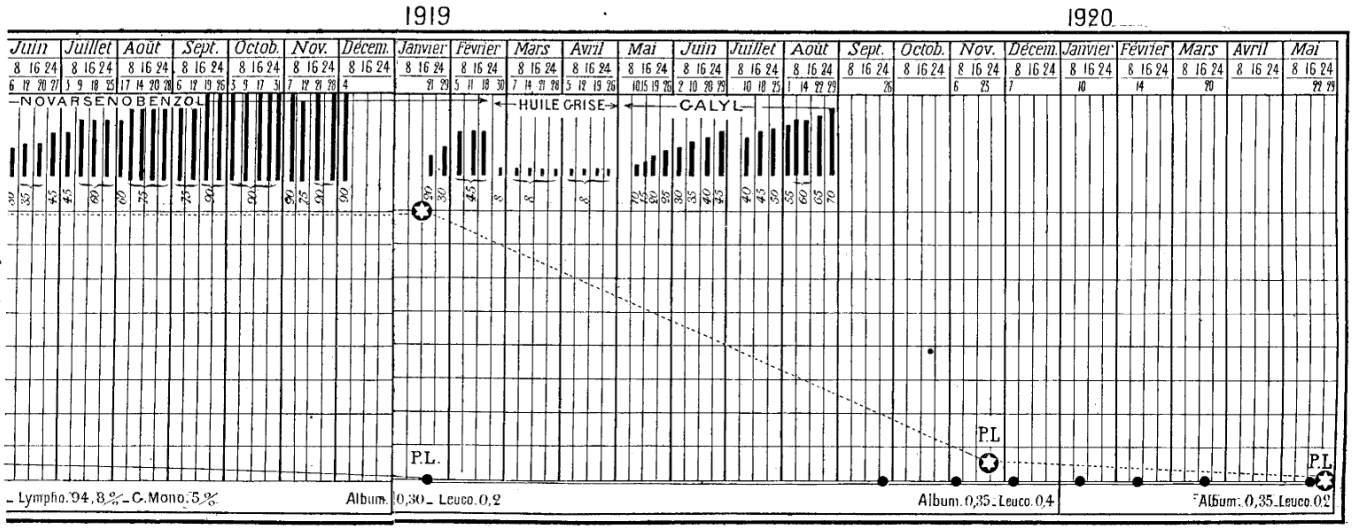



Fig. 12.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

4° (fig. 12). Voici enfin le cas d'un homme qui avait pris la maladie au régiment 10 ans avant de se présenter à l'Institut prophylactique et qui offrait une grande variété d'affections réduisant considérablement ses capacités. Il a fallu varier et réitérer le traitement pendant deux ans et trois mois pour obtenir le résultat décisif.

De l'examen des 36.000 graphiques qui constituent les archives de l'Institut prophylactique, il résulte une loi magnifique que voici.

*Si l'on juge d'après l'allure du diagramme qu'un malade peut être arrivé à la guérison, on pratique sur lui une certaine injection arsenicale qui, pratiquée sur un sujet malade, ferait remonter son critérium. Cela fait, on met le malade en observation, renouvelant les prises de sang tous les mois si l'on peut. Si pendant huit mois les examens de sang ont fourni un critérium nul et si, à ce terme, le liquide céphalo-rachidien fournit également un critérium nul, la guérison est un fait absolument indiscutable.*

Aucune exception n'a été relevée sur les 36.000 cas envisagés, et cela constitue somme toute une probabilité que dans la vie courante on considère comme équivalente à la certitude, puisque chacun de nous a une chance sur 10.000 de ne plus être vivant demain.

L'examen des dossiers est par surcroît fort suggestif.

En effet, il y a pas mal de clients du dispensaire qui, guéris, ont contracté, sur frais nouveaux, la maladie, chose qui jusqu'à ces dernières années était considérée comme une impossibilité médicale.

D'autre part, un assez grand nombre de femmes guéries ont été suivies suffisamment pour que l'on puisse constater que les enfants nés d'elles, après leur guérison, étaient tous indemnes, alors que ceux nés avant, qui avaient survécu, étaient syphilitiques.

Ce sont là, vous le voyez, de très grands résultats et je ne crois pas que l'affection que je porte au docteur Vernes m'entraîne à exagérer en vous disant que son nom est destiné à figurer sur la liste des bienfaiteurs de l'humanité.

L'ensemble formé par le laboratoire et par les dispensaires de l'Institut Prophylactique a été très justement qualifié par un de nos collègues d' « usine à guérir ». Il constitue un très beau spécimen d'industrialisation de l'administration des soins. Et, de fait, l'usine est admirablement achalandée; les malades qui y viennent sont dès l'abord tellement mis en confiance dans le résultat par le sérieux, la précision de ce qui s'y passe, qu'ils s'astreignent à revenir exactement aux dates fixées et font autour d'eux une propagande, dont les résultats sont un accroissement de la clientèle tellement rapide qu'il menace de déborder les installations actuelles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai souvent entendu soutenir que cette clientèle est rebelle à l'aveu de ses besoins. C'était vrai peut-être il y a peu de temps encore, quand la syphilis était taxée de honte : mais les progrès dans le traitement ont fait évoluer les idées et maintenant la tenue des malades dans les salles d'attente et les cabinets opératoires du dispensaire ne diffère en rien de celle qu'on observe dans les plus anodins des établissements thermaux.

Tout cela ne vaut pas à l'Institut prophylactique une très bonne presse dans les milieux médicaux. Je ne connais pas un médecin de Paris, de France ou d'un pays étranger quelconque, dont une visite à l'Institut n'ait pas fait un fervent de la méthode; mais la plupart des nôtres nourrissent des préventions et ne désirent pas courir le risque de les perdre en venant voir. Il faut de l'insistance pour les y décider.

Certains sont choqués du terme d'usine à guérir que j'emploie volontiers et qui, pour eux, contrasterait trop avec le caractère quasi sacerdotal du rôle du médecin. Cela a été dit dans une grande association médicale.

D'autres, fort nombreux, s'offusquent de la gratuité du dispensaire, rappelant que l'Assistance publique vient de l'abolir à ses consultations. Je leur répondrais volontiers, à titre d'opinion toute personnelle, que je comprendrais mal que l'Institut, qui a créé des dispensaires dans le seul but de mettre au point une méthode, leur eût demandé de faire des recettes tant que la méthode est demeurée sujette à des contestations.

L'opposition ne vient pas seulement des bas-fonds de la médecine où la clientèle est racolée par une publicité scandaleuse et saccagée à deniers comptants. Certaines organisations, où un laboratoire se juxtapose à un cabinet de consultation, et dont le fonctionnement est parfaitement correct, se sentent menacées parce que le prix des soins y est vraiment hors de proportion avec le prix de revient d'une marche industrielle.

Je touche là un point fort délicat. Il faut que la maladie nourrisse le médecin, disent volontiers ceux des praticiens qui voient plus dans leur art un métier qu'un sacerdoce. Or, la vie est présentement chère et convient-il que la maladie mette le médecin à même de ne point s'en soucier, moyennant que le client soit contraint de se serrer la ceinture? Et faut-il envisager comme désirable la permanence d'un état de choses où le syphilitique que l'usine gratuite guérirait en y dépensant moins de cent francs, ne puisse pas recourir à son médecin sans risque de décaisser au moins un millier de francs par an, pendant plusieurs années, sinon beaucoup.

Évidemment, lorsque ceux qui attaquent en ce moment la méthode Vernes en seront venus à se demander comment ils la pourraient utiliser pour leurs clients, il se posera une question fort intéressante pour tout le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

monde, et elle sera réglée par voie d'accommodation comme cela arrive toutes les fois qu'on cesse de contester de parti pris un progrès.

Si certains médecins, d'esprit mercantile, en venaient à se déclarer lésés par ce nouveau régime, je leur rappellerai que la découverte de Gutenberg a fait fermer les ateliers de calligraphie. Mais nous possédons, Dieu merci, une élite médicale, dont la science et la haute tenue morale sont une gloire pour le pays; elle tient une large place dans le Comité de l'Institut prophylactique, et c'est d'elle que j'attends une réforme d'errements, permettant aux malades payants d'être soignés avec plus de sûreté, à moins de frais.

Tout cela d'ailleurs est subsidiaire au point de vue social. Ce qui importe pour l'avenir du pays, c'est que la syphilis soit au plus vite abolie chez le plus grand nombre de sujets. Or, l'énorme majorité se compose de non payants, soit qu'il existe pour eux une impossibilité de fait, soit que la gratuité des soins, en ce qui les concerne, résulte d'errements établis.

C'est là le cas des ouvriers d'industrie. Il n'est guère d'industrie importante qui ne mette aujourd'hui un service médical et pharmaceutique à la disposition de ses ouvriers. Et même les agents de tous rangs d'une grande compagnie de chemins de fer, d'une banque, d'un magasin de nouveautés, etc., sont presque toujours à même d'obtenir, s'ils le désirent, la gratuité ou la semi-gratuité des soins.

C'est là que doit commencer la campagne d'abolition, et bien des motifs que je vais indiquer militent pour que le premier acte en soit l'ouverture d'usines à guérir dans des milieux industriels. Que dans n'importe lequel on crée un laboratoire et des dispensaires desservis par lui, on y verra venir de suite les sujets, assez nombreux, chez qui la maladie restreint la faculté de produire au point de menacer leur gain et ils seront suivis par leurs proches, moins avancés dans la maladie, mais avertis de ses conséquences possibles. L'afflux des nouveaux contagionnés suivra.

Une tache d'huile sera ainsi créée, qui gagnera; le surplus de la population contractera le désir, la volonté d'être aussi soigné et le mouvement d'opinion déclenché aura raison des objections qui s'opposeraient à la création de pied ferme d'une organisation ayant pour but de soigner tous les citoyens, que ces objections aient à leur base les idées particularistes des médecins ou bien des errements administratifs.

Tenant à être clair, je vais essayer de m'expliquer jusqu'au bout sans trop braver l'honnêteté. Étant donnés les liens étroits de la syphilis et de la prostitution, s'attaquer à la syphilis dans l'ensemble de la population, c'est toucher à la police des mœurs, c'est affronter des arcanes, c'est heurter des préjugés solides et des situations acquises. Or, l'expérience de l'Institut pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

phylactique montre que le personnel de la prostitution, — je veux dire les professionnelles, qui sont soumises administrativement à des soins illusoires sinon incohérents, et leurs exploiteurs — mettent de l'empressement à réclamer des soins efficaces, parce que, pour elles et pour eux, la guérison est éminemment favorable à leurs intérêts.

C'est cela et bien d'autres perspectives que j'englobe dans ma suggestion de recourir à la méthode de la tache d'huile et c'est parce qu'il faut, pour l'appliquer, de la décision et de la netteté de vue que je m'adresse aux chefs d'industrie, leur disant : voyez la grande tâche sociale qu'il est possible d'accomplir; donnez l'exemple d'une initiative qui sera féconde, car vous savez créer; groupez-vous régionalement pour administrer les soins nécessaires à vos ouvriers, à leurs femmes, à leurs enfants. Le budget des dépenses annuelles que vous faites pour améliorer l'ambiance matérielle et morale de votre personnel y pourvoira et l'amélioration obtenue vous compensera largement un surcroît momentané de charges. Admettez que ce que vous aurez créé deviendra — vite probablement — l'embryon d'une institution locale propre à réaliser l'assainissement complet de la région et déterminez, en vue de cette évolution, les dispositions que vous réaliserez vous-mêmes.

J'ai eu la bonne fortune, dans les mois derniers, de faire cet exposé devant de grandes notabilités industrielles et de rencontrer chez elles de sérieuses velléités d'aborder dans un esprit d'affaires le problème médical qui nous vaut tant d'angoisses.

Il y a un précédent, celui de l'ankylostomiase. On ne sait pas suffisamment que cette maladie, qui affaiblissait un grand nombre de mineurs et réduisait leur production, a été pratiquement abolie en quelques années sous l'effort du Comité des Houillères. A sa demande, en 1908, l'Institut Pasteur a étudié la maladie et les conditions de lutte efficace; il a documenté les médecins attachés aux exploitations sur les mesures, cliniques ou prophylactiques, qu'ils auraient à appliquer chacun dans son rayon d'action. Ainsi fut fait et, en 1914, la maladie avait pratiquement disparu.

Je suis certain que le Comité des Houillères, d'autres grands groupements professionnels ou régionaux, plusieurs des grands chefs d'industrie dont les noms forment une part du patrimoine national, agiront dans le même sens pour la syphilis lorsqu'ils auront sous la main des moyens pratiques d'agir.

Malheureusement, le moment n'est pas encore tout à fait venu.

Vis-à-vis de ces initiatives l'Institut prophylactique doit être à même de jouer le rôle rempli dans le cas de l'ankylostomiase par l'Institut Pasteur. Il est présentement en mesure de fournir toute documentation utile, mais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'insuffisance et l'encombrement de ses locaux actuels l'empêcheraient, même au prix d'une restriction dans le nombre des guérisons annuelles, d'accueillir les médecins désignés pour appliquer la méthode, d'instruire les infirmières choisies pour les assister, de former les opérateurs des laboratoires. Il a résolu de devenir une École de Syphilimétrie et vient, dans ce but, d'utiliser toutes ses ressources disponibles à l'achat d'un terrain sis avenue Pasteur; il compte y édifier un dispensaire aménagé pour assurer 5.000 guérisons par an ainsi qu'un laboratoire capable de desservir ce nouveau dispensaire concurremment avec ceux qui existent actuellement et dont l'ensemble possède une capacité de guérison double. Ce nouveau dispensaire et ce laboratoire constitueront le prototype de l'installation centrale dont il faudra, pour que le pays soit bien armé pour la lutte, munir chaque région contenant une population de 500.000 à 1 million d'habitants; on lui adjoindra des locaux affectés au rôle pédagogique que l'Institut devra remplir.

Mais, pour aborder cette construction, il faut que l'Institut obtienne de nouvelles libéralités. L'autorité des encouragements qui lui sont donnés lui confère d'ailleurs le droit d'espérer à bref délai une issue favorable aux démarches qu'il a entreprises.

Au cours de mes entretiens des mois précédents, j'ai discerné la possibilité de solliciter dans ce but des libéralités industrielles. Je n'ai pas cru devoir le faire; les charges d'exploitation que la lutte pratiquement organisée fera peser sur l'industrie sont assez élevées pour que la charge de premier établissement dont il s'agit doive logiquement être supportée par d'autres éléments de l'activité nationale, les éléments financiers et commerciaux, à qui l'abolition de la maladie vaudra un surcroît de bénéfices, sans leur imposer de charges annuelles.

Bref, je limite mon espoir, mais un espoir très ferme, à la possibilité d'ouvrir avant la fin de l'année courante le chantier de l'avenue Pasteur, ce qui permettra à l'École normale de Syphilimétrie d'entrer en plein fonctionnement au cours de l'année 1923.

Je ne crois pas qu'on puisse d'ici là rien réaliser de vraiment important dans le domaine industriel, mais on peut préparer; et je vous demanderai, pour finir, la permission de résumer les entretiens que je viens d'avoir à ce sujet avec le Président de la Société d'Encouragement, avec M. Gruner, en sa qualité de vice-président du Comité des Houillères, et avec plusieurs personnalités industrielles.

Considérant que les initiatives industrielles qui seront prises sur divers points du territoire seront les embryons d'organisations locales affectées à un service national et qu'elles doivent d'ailleurs offrir de l'homogénéité, il convient que les études nécessaires pour dégager, dans chaque cas, une solu-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tion en harmonie avec les conditions locales, en ce qui concerne notamment l'utilisation des ressources médicales disponibles, soit faite d'ensemble; il convient qu'un bureau commun soit créé par les industries susceptibles de prendre ces initiatives, qu'il soit alimenté budgétairement par elles et que la gestion en soit confiée à un homme d'industrie, rompu aux affaires, avec l'assistance consultative du docteur Vernes, que je sais toujours prêt à se dévouer sous quelque forme que ce soit.

Rien, Messieurs, ne caractérisera mieux l'intention de tous ceux avec qui mes fonctions de vice-président de l'Institut prophylactique et mes antécédents industriels m'ont amené à discuter les questions que je viens de traiter devant vous que la création d'un lien entre ce bureau d'études et la Société d'Encouragement.

Je conclus donc en vous demandant de bien vouloir prendre en considération ce desideratum.

Louis Le Chatelier,
*Président honoraire de la Société française de Constructions mécaniques, (Anciens Établissements Cail);*
*Vice-président de l'Institut prophylactique.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMITÉ POUR L'ABOLITION DE LA SYPHILIS (C. A. S.)[1]

En terminant sa communication du 17 juin 1922 sur la lutte pour l'abolition de la syphilis (2), M. Louis Le Chatelier prévoyait la création d'un Comité spécial, sorte de bureau d'études, où devaient être rassemblés tous les renseignements propres à faciliter la lutte contre la syphilis dans les centres industriels, sur tout le territoire français. Ce comité devait préparer l'organisation de la lutte telle que M. L. Le Chatelier la conçoit, c'est-à-dire par le moyen de laboratoires et de dispensaires, utilisant, autant que possible, les diverses ressources locales, ces laboratoires et ces dispensaires devant être établis, entretenus et administrés à frais communs par les industriels eux-mêmes.

Au moment où il faisait sa communication, M. L. Le Chatelier savait déjà qu'il pouvait compter sur le concours de plusieurs groupements industriels importants. De nouvelles adhésions ayant été données à son programme, il a semblé que le Comité prévu pouvait se constituer sans perte de temps. Quelques jours après, la Société des Ingénieurs civils de France et la Société d'Encouragement accordèrent leur patronage au Comité. Pour pouvoir le constituer définitivement, il convenait cependant de faire appel à de nouveaux concours et d'échanger des vues au sujet de son organisation. A cet effet, des lettres, dont on trouvera plus loin le texte, furent adressées à tous les membres de la Société d'Encouragement.

La lecture des réponses provoquées par l'envoi de ces lettres conduisit à une conclusion bien intéressante. Leurs signataires, non seulement donnaient leur adhésion, souvent fort chaleureuse, au programme du Comité, mais la plupart demandaient que ce programme fût étendu : le Comité ne devait pas se borner à étudier et à préparer la tâche à venir; il devait aussi entreprendre tout ce qui peut hâter l'abolition de la syphilis, par exemple, favoriser la création des laboratoires ou dispensaires régionaux, les aider matériellement, le cas échéant. Et pour cela, il ne semblait pas que les concours financiers pussent manquer : quelques-uns s'offraient spontanément.

(1) Siège social : Hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes, Paris (6e). Tél. Ségur. 29-75.

(2) Voir le texte de cette communication dans le présent numéro, p. 656 à 679.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ces conditions, l'organisation d'une réunion des signataires et des premiers adhérents fut décidée pour le 10 juillet 1922 ; elle devait avoir lieu au siège de la Société d'Encouragement ; les uns et les autres y furent convoqués.

M. L. Le Chatelier présenta à cette réunion un programme d'organisation du Comité ; ce programme tenait compte des désirs exprimés. Il a reçu l'approbation de toutes les personnes présentes. En conséquence, le titre du comité fut changé en celui de *Comité pour l'abolition de la syphilis*. Tout fait espérer qu'il pourra se constituer définitivement en octobre prochain et commencer aussitôt à fonctionner.

On trouvera plus loin le procès-verbal de la réunion du 10 juillet 1922 (1). Le but, l'organisation et le fonctionnement du Comité pour l'abolition de la syphilis y sont indiqués.

Les membres de la Société d'Encouragement disposés à en faire partie sont priés de se faire connaître au Secrétariat de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes, Paris (6e), et d'indiquer à quelle catégorie de membres ils désirent appartenir. Une convocation à la séance de constitution définitive du Comité leur sera adressée en temps utile. Cette séance se tiendra très vraisemblablement dans la première quinzaine d'octobre.

---

LETTRE ADRESSÉE PAR M. L. BACLÉ, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT AUX MEMBRES DE CETTE SOCIÉTÉ.

*Paris, le 30 juin 1922.*

MONSIEUR ET CHER COLLÈGUE,

Notre collègue M. Louis Le Chatelier nous a fait le 17 juin, en séance publique, une communication sur la lutte pour l'abolition de la syphilis dont vous avez lu certainement le trop court résumé dans le compte rendu de cette séance qui vous a été adressé récemment. Le texte de cette communication paraîtra *in extenso* dans un prochain numéro de notre Bulletin.

M. Louis Le Chatelier, au cours de sa communication, a envisagé la création d'un bureau d'études pour l'abolition de la syphilis, bureau créé à frais communs par les industriels disposés à intervenir dans cette lutte ; dans ce bureau seraient centralisés tous les renseignements nécessaires à la création, dans les centres industriels, de laboratoires et de dispensaires gratuits à l'usage des ouvriers, ces dispensaires et ces laboratoires devant être les embryons d'organisations régionales affectées à un service national de lutte contre la syphilis sur tout le territoire. Dans

(1) Ce procès-verbal a été adressé à tous ceux qui ont donné leur adhésion au Comité.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'esprit de M. Le Chatelier, un lien devait nécessairement exister entre la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et ce bureau d'études.

J'ai le plaisir de vous faire savoir que ce bureau d'études peut dès maintenant se constituer, que la Société d'Encouragement et la Société des Ingénieurs civils lui ont accordé leur patronage, ainsi qu'il ressort de la lettre ci-après, et que ce bureau aura son siège social dans l'hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 44, rue de Rennes, Paris (6e).

Je viens donc vous prier, Monsieur et Cher Collègue, de bien vouloir me faire savoir si vous approuvez le programme de cette lutte et si le bureau d'études peut compter sur votre concours et dans quelle mesure.

Agréez, Monsieur et Cher Collègue, l'expression de mes sentiments très distingués.

*Le Président*,
Signé : L. BACLÉ.

---

INSTITUT PROPHYLACTIQUE, SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS,
SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

*Paris, le 30 juin 1922.*

MONSIEUR,

Le programme de lutte pour l'abolition de la syphilis avec des concours industriels que M. L. Le Chatelier a soumis d'abord à l'assemblée générale de l'Institut prophylactique puis a développé dans des conférences le 24 février dernier devant la Société des Ingénieurs civils et le 17 juin devant la Société d'Encouragement, a obtenu de chaleureuses adhésions.

Grâce à des concours exceptionnellement autorisés, il est à présumer que des libéralités vont fournir incessamment les fonds nécessaires à la création, à Paris, avenue Pasteur, d'un laboratoire-dispensaire à la fois prototype de ce qu'il faut créer en maints endroits pour que la lutte soit efficace, et École normale de Syphilimétrie, où les médecins pourront se documenter et faire instruire les opérateurs et les infirmières qu'ils utiliseront dans les laboratoires et les dispensaires.

Le moment est venu d'organiser le *Comité d'Études pour l'Abolition de la syphilis* où seront mis au point, avec l'homogénéité nécessaire, les projets de solutions locales rendues possibles par les concours industriels.

Le rôle de ce comité consistera d'une part, à grouper les concours industriels par régions et, d'autre part, à préparer dans chaque cas l'utilisation, aux conditions les plus favorables, des ressources médicales locales, ressources pouvant consister soit uniquement dans les organisations médicales dépendant des entreprises, soit dans les services locaux d'hygiène antivénérienne que le Département de l'Hygiène a commencé de créer dans certaines localités, soit enfin, pour les grandes villes, dans les facultés de médecine ou des sciences, leurs laboratoires et leurs services hospitaliers.

Il est désirable que ce comité puisse fonctionner avant la fin de la présente année.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'on peut concevoir pour lui diverses bases d'organisation. Il serait donc intéressant que les principales entreprises industrielles ou leurs groupements syndicaux se réunissent avant le 14 juillet pour un échange de vues à ce sujet.

Le lieu de la réunion pourrait être la Société d'Encouragement.

Vous êtes prié de vouloir bien faire savoir à M. L. Le Chatelier, 37, rue des Mathurins, si vous êtes disposé à y participer.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les plus distingués.

*Le Président*
*de l'Institut prophylactique,*
Signé : P. PAINLEVÉ,
*membre de l'Académie des Sciences.*

*Le Président*
*de la Société des Ingénieurs civils.*
Signé : M. LAUBEUF.

*Le Président de la Société d'Encouragement*
*pour l'Industrie nationale.*
Signé : L. BACLÉ.

---

## COMITÉ POUR L'ABOLITION DE LA SYPHILIS (C. A. S.)
(En formation.)

(PROCÈS-VERBAL DE LA RÉUNION DU 10 JUILLET 1922).

La séance est ouverte à 17 h. 15 m.

M. LOUIS LE CHATELIER prononce l'allocution suivante :

MESSIEURS,

J'aurais désiré que notre réunion d'aujourd'hui, pour avoir toute sa signification, fût présidée par M. Baclé. Des obligations impérieuses l'ont contraint à s'absenter de Paris.

C'est lui qui, à l'issue d'une conférence que j'avais faite à la Société des Ingénieurs civils, m'a demandé de la renouveler, avec moins de timidité, devant la Société d'Encouragement.

Nos entretiens ont vite mis en évidence le fait que l'abolition de la syphilis constituerait un progrès social d'une immense importance industrielle et que, encourager la lutte tendant à ce but, ce serait, pour la Société d'Encouragement, accomplir de toute évidence son objet social.

C'est le même esprit qui a conduit la Société d'Encouragement à consentir son patronage à l'organisation que nous allons créer : patronage initial, revêtant la forme d'un chaleureux appel aux membres de la Société pour la réunion d'aujourd'hui; patronage permanent, consistant dans l'autorisation de mentionner au titre de l'association la protection de la Société d'Encouragement et d'en utiliser ensuite les locaux et le personnel dans une mesure propre à résoudre bien des difficultés, de début surtout.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ayant eu la très bonnne fortune de voir prendre en considération les vues que je n'ai pu me retenir de faire connaître à partir du moment où elles se sont imposées à mon esprit, j'apprécie comme il convient la portée des encouragements que j'ai reçus et je ne saurais me dispenser d'en marquer ma gratitude.

M. L. Le Chatelier expose ensuite que l'immense utilité sociale de la lutte pour la syphilis et la possibilité de l'aborder avec efficacité par des moyens pratiques ne sont plus aujourd'hui en question et donne lecture d'une déclaration dans ce sens émanant de hautes personnalités médicales.

L'opportunité d'aborder la lutte dans les milieux industriels est donc évidente et la possibilité de lui donner toute efficacité, moyennant des subventions minimes par tête d'ouvrier, s'offre aux entreprises qui voudraient assurer à leur personnel le bénéfice des mesures susceptibles de guérir la maladie et par conséquent de restituer à ceux qui la subissent la plénitude de leurs facultés de produire. D'où l'utilité de se concerter sans tarder pour étudier les moyens les plus pratiques et les plus efficaces d'organiser, dans les régions industrielles, ce qu'il faut pour lutter. Tel est le but de la présente réunion.

M. L. Le Chatelier poursuit en exposant les vues communes qui se sont dégagées de récents entretiens entre lui et les personnalités suivantes :

M. Bloch, *Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, actuellement Ingénieur en Chef de l'Exploitation de la Compagnie du Chemin de fer de Paris-Orléans;*

M. Gatine, *Inspecteur général des Finances en retraite;*

M. A. Lehideux, *banquier;*

M. Lucien Normand, *avocat près la cour d'Appel;*

M. Gruner, *vice-président du Comité des Houillères;*

M. Pinot, *vice-président du Comité des Forges et délégué général de l'Union des Industries métallurgiques et minières, de la Construction mécanique et des Industries qui s'y rattachent.*

Ces personnalités, dont le concours est assuré pour la mise en œuvre des dispositions adoptées, ont arrêté en commun et en plein accord avec les représentants de l'Institut prophylactique les propositions suivantes :

Il serait créé sous le patronnage de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale une association soumise à la loi de 1901 et dont la reconnaissance d'utilité publique sera poursuivie.

L'objet social en serait : d'étudier, principalement dans les agglomérations ouvrières, les mesures matérielles et organiques propres à armer régionalement le pays dans la lutte contre la syphilis ; d'en faciliter la réalisation par toutes démarches et négociations ayant pour but de subvenir aux dépenses nécessaires et d'utiliser opportunément, dans chaque région, les concours médicaux ou scientifiques disponibles.

Ses moyens d'action consisteraient à provoquer, à faciliter, à subventionner, s'il échet, éventuellement à réaliser la création et l'entretien de dispensaires, de laboratoires et de toutes autres fondations ayant pour objet de faciliter la lutte contre la syphilis et d'en accroître l'efficacité.

Les ressources de cette association seraient fournies d'une part, par des *membres bienfaiteurs* versant une cotisation annuelle minimum de 100 francs, susceptible

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'être rachetée par un versement de 2.000 francs effectué en deux termes distants d'un an au plus, et d'autre part, par des *membres actifs*, sociétés, entreprises ou maisons industrielles, commerciales ou financières ou encore associations syndicales de ces sociétés, entreprises, etc... les premières fournisssant une cotisation annuelle de 500 francs (1) au moins à fixer par le Conseil d'Administration, selon leur importance, les secondes sous les mêmes conditions, une cotisation annuelle de 2.000 francs au moins (1).

Sous bénéfice des conditions qui pourraient être imposées pour la reconnaissance d'utilité publique, cette association s'efforcerait de posséder de larges facultés financières et notamment de pouvoir disposer des libéralités qui, il faut l'espérer, lui viendront spontanément, pour faciliter, subventionner les entreprises de lutte à naître des initiatives régionales.

Assurée d'être aidée dans l'installation et le fonctionnement de son siège social par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, elle constituerait opportunément son conseil d'administration en faisant appel, à concurrence de 40 p. 100 des sièges, aux personnalités désignées plus haut, à des représentants de l'Institut prophylactique, de la Société d'Encouragement et de la Société des Ingénieurs civils, et en appelant, pour le surplus, des chambres syndicales ou des groupements de chambres syndicales en nombre suffisant pour représenter toutes les catégories d'industries, à commencer par le Comité des Houillères et le Comité des Forges.

La réunion ayant clairement manifesté son adhésion aux propositions ci-dessus relatées, M. L. Le Chatelier lui demande de fixer un instant son attention sur le titre à donner à l'association.

Le mot « abolition » a été critiqué. On peut lui reprocher de sonner comme un coup de clairon, mais est-ce là un mal, quand il s'agit de lutte? Au surplus, Montaigne l'a employé : un chapitre des *Essais* traite de « l'abolition du duel ».

A un autre point de vue, faut-il maintenir dans le titre de l'association le mot « études »?

Évidemment, l'association étudiera d'abord mais, si le budget le permet, si le nombre des membres bienfaiteurs devient suffisant, ou si les libéralités viennent en abondance, elle ne fera pas qu'étudier: elle facilitera, elle subventionnera les initiatives industrielles; elle y participera au besoin; cela est formellement prévu dans le préambule des statuts projetés.

Or les premières manifestations qu'a provoquées la convocation de la Société d'Encouragement à la réunion d'aujourd'hui semblent commander l'optimisme qui incite à voir grand et à réaliser avec fermeté.

C'est ainsi que l'on relève dans les lettres, excusant une absence probable ou certaine à la réunion d'aujourd'hui, de chaleureuses adhésions signées de noms que la Société d'Encouragement se fait gloire d'inscrire à son annuaire, ceux de MM. Arnodin, Boulenger, de Choisy-le-Roi, Fayol, Haller, Lindet, Auguste Lumière, André Michelin, Augustin Normand, Sénateur Noël, Pérouse, *président des Armateurs de France*, etc.

C'est ainsi que, avant même que la forme de la nouvelle association soit déterminée, plusieurs milliers de francs lui ont été adressés par anticipation.

Il est certain, dans ces conditions, que le rôle de l'association ne se bornera pas

(1) Ces minima ont été fixés par la réunion après échange de vues entre les personnes présentes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à l'étude, qu'il arrivera vite et de plus en plus à comprendre de l'action, et ne symboliserait-on pas avec une certaine efficacité d'influence sur l'opinion publique les perspectives ainsi permises en appelant tout simplement l'Association : COMITÉ POUR L'ABOLITION DE LA SYPHILIS?

Cela, par surcroît, fournirait une solution expédiente au problème usuel de la recherche d'une dénomination abrégée. Le Comité serait alors couramment désigné par l'indice C. A. S., à la satisfaction des adhérents timides qui jugent encore le mot de syphilis trop cru pour être prononcé à voix haute ou écrit.

Cette proposition ayant également reçu l'assentiment de la réunion, M. LE CHATELIER la prie de donner une forme explicite à son approbation et de voter sur la résolution ci-après :

*Résolution.*

La réunion tenue le 10 juillet 1922 sur convocation de :

l'Institut prophylactique,

la Société des Ingénieurs civils,

la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale,

approuvant de tous points l'exposé que M. L. LE CHATELIER lui a fait, en accord avec plusieurs personnalités,

décide la création d'une association fondée en conformité de la loi de 1901 sous la dénomination : COMITÉ POUR L'ABOLITION DE LA SYPHILIS (en abrégé C. A. S.),

approuve les bases de statuts qui lui ont été soumises et charge les promoteurs de préparer la constitution définitive pour le mois d'octobre prochain.

Cette résolution, mise aux voix, a été adoptée à l'unanimité.

La séance est levée à 18 h.

Certifié conforme,
ont signé :

L. LE CHATELIER, E. LEMAIRE,
*agent général de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'INDUSTRIE DE LA PATE A PAPIER D'ALFA

Par suite de son insuffisance en bois résineux, l'industrie papetière française est malheureusement, pour une partie très importante de sa production, tributaire des pâtes étrangères en provenance de pays plus favorisés sous ce rapport. Les chiffres suivants indiquent l'étendue de cette dépendance.

Avant la guerre, la France pouvait produire, d'après M. Biclet, environ 90.000 t de pâtes chimiques et 90.000 t de pâtes mécaniques, en employant les bois de son sol et des bois de provenance étrangère.

Voici, par contre, en gros, le chiffre des importations en pâtes chimiques et mécaniques :

| | Pâtes chimiques. | Pâtes mécaniques. | Total. |
|---|---|---|---|
| 1910 . . . . . | 153.412 t | 204.233 t | 357.645 t |
| 1913 . . . . . | 205.499 — | 259.448 — | 464.947 — |
| 1920 . . . . . | 184.244 — | 176.221 — | 360.465 — |

On remarquera, en passant, que la proportion des pâtes mécaniques par rapport aux pâtes chimiques tend à se renverser.

Les 180.000 t de la production française de pâtes à papier ne représentent donc, *grosso modo*, qu'un tiers des besoins de l'industrie papetière.

Telle est la situation. Les fabricants de papier, pendant la guerre, forcés de subir les exigences des vendeurs scandinaves, ont dû accepter des prix, sans cesse plus élevés, qui ont atteint, plus de 18 fois les prix d'avant-guerre et voilà sur quelles bases, jugulée jusqu'alors pour son approvisionnement par les pays à change élevé, l'industrie papetière allait se trouver à la fin de 1919 pour faire face à la concurrence des pays à change déprécié.

Le remède éclate aux yeux : c'est de fabriquer dans l'avenir, en France, le plus possible de pâtes avec les matières, autres que les bois, dont nous pouvons disposer. Donc sans s'attarder à de vains regrets et à des vœux vagues et généraux, il faut prendre la question par la base et agir avec un programme restreint d'abord, mais précis, et immédiatement réalisable qui pourra entraîner par la suite un mouvement beaucoup plus général et important; le champ est vaste.

C'est le but de la Société l'Alfa.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sous l'inspiration du regretté M. Badin, directeur général des usines Péchiney, la Société civile d'études l'Alfa a été fondée en 1917, par la Compagnie des Produits chimiques d'Alais et de la Camargue.

Parmi les nombreuses plantes végétales annuelles, bisannuelles ou vivaces, autres que le bois, c'était évidemment à l'alfa qu'il fallait s'adresser d'abord. Car notre Afrique du Nord en est abondamment pourvue; depuis de longues années les Anglais, et depuis quelque temps les Américains et même tout récemment les Canadiens viennent largement y puiser, alors que nous n'en employons nous-mêmes qu'une quantité bien faible. Là, il ne s'agit pas d'essais à faire, d'innovations à tenter, l'alfa est une fibre connue, classée. Elle a un excellent rendement et alors que la moyenne du bois ne donne qu'environ 35 p. 100 de cellulose papetière, elle en donne 45 à 48 p. 100. Elle fournit une fibre très fine, soyeuse et douce, présentant des qualités particulièrement favorables à l'impression.

Depuis cinquante ans, les Anglais en importent des quantités croissantes qui ont dépassé 200.000 t par an — exactement 205.000 t en 1913 — l'importation en Angleterre atteignait encore 162.000 t en 1920, alors que l'importation française a oscillé entre 5.000 et 9.000 t, et encore cette faible importation comprenait des articles de sparterie. Il est presque triste d'articuler un tel chiffre.

Comme on le sait, en effet, nos amis et alliés Anglais sont des commerçants de premier ordre; un exemple très typique illustre ce fait et on pourrait presque en tirer des conclusions philosophiques d'un ordre très général. Avant la guerre, les Anglais importaient de grandes quantités d'oranges d'Espagne et de notre Afrique du Nord, jusqu'en Écosse, à Dundee; ils en gardaient le jus pour eux et nous les renvoyaient sous forme d'excellentes confitures d'écorces d'oranges amères, les « Dundee marmelades ». Ils ont agi à peu près de même en ce qui concerne l'alfa : ils en importaient d'énormes quantités et nous en renvoyaient une bonne partie sous forme de ces beaux papiers d'alfa, qui, le snobisme aidant, n'étaient réellement beaux que s'ils portaient une marque anglaise, un « Mill » quelconque ou même, en toutes lettres : « Importé d'Angleterre ou d'Écosse ».

Il est temps que nous les imitions... en sens inverse.

Mais il ne faut pas se dissimuler qu'il y avait des raisons profondes à cette situation. Avant la guerre, le bon marché des houilles en Angleterre et par suite le bon marché des produits chimiques, le bon marché du fret anglais apportant de la houille dans l'Afrique du Nord et remportant de l'alfa, tout cela nous handicapait fortement.

A peu près seules en France depuis plus de trente ans, les papeteries Outhenin-Chalandre avaient soutenu la lutte, très courtoise d'ailleurs, sur ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

point, en fabriquant de la pâte d'alfa et des papiers d'alfa. La continuité de leur effort montre qu'elles pouvaient le soutenir avantageusement, mais ce, grâce aussi au pauvre petit droit de douane de 10 f. Elles n'arrivaient pas néanmoins à développer cet effort au delà d'une certaine limite.

La guerre, cette terrible guerre, a changé les conditions économiques générales. On ne dira jamais assez l'effort immense accompli pendant la guerre par l'industrie chimique et électrochimique française, sous l'impulsion vigoureuse et inlassable de la Direction des Poudres et du Matériel chimique de Guerre.

Et actuellement la France, qui a produit en abondance, pendant la guerre, la soude et le chlore électrolytiques, base principale des gaz asphyxiants, peut encore les produire en abondance pour les œuvres de paix, parmi lesquelles on peut ranger en première ligne la production des pâtes blanchies traitées à la soude et au chlore, et, par une bonne fortune remarquable, toutes les fibres végétales annuelles ou vivaces sont tributaires du traitement à la soude caustique : l'alfa même n'en supporte pas d'autre.

La Société civile d'Études l'Alfa, poursuivant ses études tant en Algérie qu'en Angleterre, voyait ses convictions s'affirmer, mais une dernière objection restait à lever : l'idée invétérée, accréditée en France par nos amis Anglais, qui pouvaient d'ailleurs être de très bonne foi dans la question, qu'il était impossible d'employer la pâte d'alfa à l'état sec. Il était dès lors nécessaire pour chaque fabricant, d'employer la pâte d'alfa à l'état humide, d'où la nécessité, à cause des transports, de fabriquer cette pâte lui-même dans sa propre usine et de l'employer sur place, comme le faisaient les Anglais. De ce fait, la plupart des fabricants français reculaient devant les dépenses considérables à engager pour monter cette fabrication spéciale, fabrication qui nécessite toute une industrie chimique de récupération de la soude caustique employée, sans laquelle il est impossible d'arriver à un prix de revient acceptable.

C'est alors que la Société l'Alfa s'adressa aux Papeteries Outhenin-Chalandre qui fabriquaient depuis de longues années de la pâte d'alfa en France. Des démonstrations très concluantes faites par cette société en présence des témoins les plus autorisés, prouvèrent la possibilité et la facilité même (moyennant quelques précautions élémentaires) de l'emploi de la pâte d'alfa sèche, c'est-à-dire à l'état même où se trouvent importées les pâtes de provenance étrangère. Les papiers fabriqués avec cette pâte ne le cèdent en rien aux meilleurs papiers anglais.

Les papeteries Outhenin-Chalandre entrèrent dans la Société l'Alfa en lui apportant leurs procédés de fabrication de la pâte d'alfa. Les derniers doutes étaient levés et il devenait dès lors possible de créer une grande usine centrale

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour alimenter en pâte d'alfa sèche les fabricants de papier français désireux d'employer cette matière première.

Entrèrent également dans la Société l'Alfa (dont faisaient déjà partie les papeteries Navarre, Bergès et Fredet) : la Société d'Électrochimie et d'Électrométallurgie, les papeteries de Rives et les papeteries Glatron, Baschet et Cie, auxquelles sont venus se joindre pour la création de la Société d'exploitation qui est en formation à l'heure actuelle, un grand nombre de fabricants de papiers, les maisons Darblay, Alamigeon, Zuber et Rieder, du Souche, Montgolfier, la Haye-Descartes, Sorel-Moussel, la Robertsau, etc...

C'est donc une véritable union papetière qui se crée autour de cette question de l'alfa ou plutôt une union de l'industrie électrochimique et de l'industrie papetière et, pour le succès final, c'est indispensable : nous avons en effet la conviction profonde que c'est seulement par l'union et la collaboration de tous, en abandonnant tout esprit particulariste, que nous arriverons à créer une ou plusieurs usines centrales suffisamment importantes pour pouvoir lutter en tout temps, contre la production étrangère.

Restait à déterminer l'emplacement de l'usine.

Malgré le désir si souvent exprimé par le Gouvernement général de l'Algérie et les diverses initiatives qu'il a suscitées, l'examen impartial et approfondi de la question nous a démontré qu'il fallait créer l'usine en France même et non dans l'Afrique du Nord. Loin de nous la pensée de décourager les tentatives qui peuvent être faites en Algérie ou en Tunisie. Le soleil luit pour tout le monde. Mais enfin, en ce qui nous concerne, nos études nous ont conduits à la conclusion que nous venons de dire. Il y a de nombreuses raisons à cela, entre autres les besoins très grands en eau pure, les besoins en produits chimiques, en combustibles, en force motrice, électrique de préférence, et la nécessité d'une main-d'œuvre experte. Si l'on fait la somme des avantages et des inconvénients respectifs de chacune de ces situations, on voit qu'il vaut mieux importer la matière première comme le font d'ailleurs les Anglais, plutôt que d'être obligé de transporter en Algérie tous les autres produits. La question de l'eau paraît en outre vraiment primordiale; pour en juger, il suffira de savoir que pour la première usine prévue, devant produire 12.000 t de pâte sèche par an, il faut un débit régulier de 1.000 $m^3$ à l'heure, d'une eau aussi pure comme degré hydrotimétrique et aussi claire que possible. Il est bien difficile de trouver en Algérie une quantité aussi considérable, et surtout en eau non calcaire et non salée, tandis qu'en France, le Rhône, par exemple, assure une eau d'un degré hydrotimétrique satisfaisant, filtrée naturellement dans le sous-sol.

Il fallait donc déterminer et se procurer en France un emplacement tel que les facilités de transport de l'alfa, des produits chimiques, des combus-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tibles et des produits fabriqués, et l'approvisionnement en eau fussent réunis dans les meilleures conditions possibles.

Après un examen approfondi des avantages respectifs que pouvaient présenter à tous ces points de vue diverses régions de France, la région du Midi et du Rhône a été choisie. Des pourparlers ont été alors engagés avec l'État pour la location d'une partie des terrains et installations de la Poudrerie nationale de Sorgues, près d'Avignon, emplacement qui présente au plus haut point l'ensemble d'avantages désirés : un port sur le Rhône, à 81 km de Port-Saint-Louis, raccordements à la voie ferrée, à proximité des usines électrochimiques produisant la soude et le chlore, force motrice en provenance des réseaux des Alpes françaises, eau pure en abondance, etc. L'État s'est montré d'autant plus disposé à consentir cette location que l'installation d'une usine de pâtes à papier permet de tirer parti, dans une large mesure, pour les œuvres de paix, des constructions et du matériel de la poudrerie envisagée.

Le contrat de location a été signé, il y a quelque temps déjà par les ministres compétents.

Les projets de la Société prévoient l'installation d'une première usine produisant 12.000 t de pâte sèche par an, production qui pourrait être triplée sur place si les besoins de la consommation française le demandaient. Point important à signaler, l'usine sera montée par groupes indépendants de 10 t par jour, (ou 3.000 t par an). De cette façon, bien que la principale matière envisagée soit l'alfa, comme le procédé employé permet également le traitement de toutes les autres fibres végétales, paille, roseau, genêt, palmier nain, papyrus, etc., il sera largement fait appel, le cas échéant à ces fibres, chaque groupe indépendant pouvant, si l'utilité en est démontrée, travailler sur une matière première différente.

Toutes ces fibres existent en abondance, soit sur le sol métropolitain, soit dans l'Afrique du Nord, et des essais industriels récents en ont montré la valeur respective. Toutefois, la matière principale sera l'alfa, et il est à présumer, d'après les demandes déjà faites, que la majeure partie des groupes devra, dès les débuts, être utilisée au traitement de l'alfa.

La matière première ne fait pas défaut. Même avec la très importante consommation anglaise, la majeure partie des ressources alfatières de l'Afrique du Nord reste inemployée. D'après un recensement exécuté tout récemment par l'Administration algérienne, et qui semble avoir été fort bien fait, la surface totale des peuplements alfatiers, pour l'Algérie seule, s'élève à près de 4.000.000 ha, ce qui représente de 500.000 à 600.000 t par an, suivant la façon dont on l'exploitera, tandis que l'exportation totale de l'Algérie n'a jamais dépassé 120.000 t. Il faut y ajouter les ressources de la Tunisie, moins considérables, mais cependant des plus importantes (la Tunisie pourrait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fournir 100.000 t par an) et les ressources encore latentes du Maroc que l'on commence un peu à exploiter. Nous ne parlons pas de la Tripolitaine et de l'Espagne pour rester sur le sol français; mais ces contrées produisent de très beaux alfas, dont l'Angleterre tire aussi grand parti.

Nous avons déjà dit que l'Afrique du Nord produit une quantité considérable d'autres fibres, comme le palmier nain, dont la fibre est très belle et plus longue que celle de l'alfa, et qui n'a guère été utilisé jusqu'à présent que pour la fabrication du crin végétal. Une large utilisation de ces fibres viendra plus tard.

Il faut d'abord commencer par créer l'organe de production, l'usine centrale, usine extensible où chaque matière première nouvelle pourra, en temps voulu, trouver sa place, lorsque des essais industriels auront prouvé que ses qualités papetières et ses prix de revient sont favorables.

Pour l'alfa, c'est sur la moyenne des éléments du prix de revient des dix années qui ont précédé la guerre, à l'usine de Seveux, des Papeteries Outhenin-Chalandre que sont basées les prévisions faites. Ces prévisions ont donc une base précise.

Avant la guerre, la pâte d'alfa revenait en France un peu plus cher que les pâtes de bois au bisulfite. Cet écart de prix correspondait d'ailleurs à une supériorité très nette des qualités de ce produit pour les beaux papiers. A l'heure actuelle, et bien que cette supériorité soit toujours la même, la pâte d'alfa, fabriquée en grand, pourrait concurrencer les pâtes étrangères. Pour l'avenir, les prévisions les plus sérieusement basées montrent que dans les conditions dorénavant réunies, et étant données l'importance et la situation de l'usine, la concurrence à armes égales sera toujours possible, même avec de sérieux avantages.

Nous croyons indispensable d'appeler l'attention sur le fait que ce qui caractérise le procédé à la soude, c'est que toutes les matières premières nécessaires seront demandées à l'industrie et au sol français. Ce sont en effet la soude caustique et le chlore provenant de l'électrolyse du sel marin, et la chaux, qui sont les principales matières premières employées au traitement. Pour la construction même de l'usine, tout le matériel nécessaire depuis la première tôle jusqu'au dernier boulon, doit être demandé à l'industrie nationale. Cette industrie des pâtes d'alfa sera donc complètement indépendante de l'étranger.

En résumé, l'entreprise étudiée se présente sous les auspices les plus favorables et répond à un besoin national urgent. Elle y répondra d'une façon exclusivement française.

Louis Colas,
*Vice-président du Syndicat*
*des Fabricants de papier et carton de France.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

## Les ventes d'immeubles par appartement.

Depuis la perturbation apportée par la guerre, tant dans les locations que dans le droit de propriété, on s'est ingénié par tous les moyens possibles à remédier à cette crise du logement qui est aussi onéreuse pour les locataires que pour les propriétaires.

Actuellement, pour une personne disposant de capitaux suffisamment importants, le remède réside dans l'achat de l'immeuble dans lequel se trouve un appartement vacant, puisque par une sublime concession, le législateur a fini par reconnaître (Lois des 2 mars et 17 juillet 1921) que le propriétaire pouvait songer à se loger lui-même avant de penser à loger ses concitoyens. Cette solution de la crise des loyers, pour radicale qu'elle est, n'est pas cependant à la portée de tous, car pour trouver un appartement susceptible de loger toute une famille bourgeoise, il faut envisager un loyer minimum de 8.000 à 10.000 f, ce qui suppose un immeuble d'un revenu d'une soixantaine de mille francs et une valeur de plus d'un million.

Pour résoudre la crise, l'idée est venue à quelques personnes d'acquérir non pas un immeuble entier, mais une fraction d'immeuble représentée par un étage ou même un simple appartement. Les propriétaires acculés à la vente de leur maison par toutes les entraves apportées à leurs droits, par les charges dont ils sont accablés et par la disparition de leurs revenus, ont accepté parfois ce moyen de liquidation qui leur permettait de continuer à se loger eux-mêmes tout en récupérant la plus grande partie de leur capital.

L'idée de la propriété collective n'est pas nouvelle en France et BASNAGE dans son ouvrage *La coutume réformée du pais et duché de Normandie*, constate que les propriétés indivises se rencontraient souvent dans les villes.

Aujourd'hui, les maisons dont les étages ou même les divers appartements appartiennent à des propriétaires différents ne se rencontrent plus guère que dans quelques villes de Bretagne, du Dauphiné, de la Normandie et de la Corse.

Sans faire remonter l'idée de la propriété collective à la fondation des communautés de serfs (on sait que les serfs ou mainmortables ne pouvaient laisser de succession et qu'ils n'avaient qu'un moyen d'échapper aux exactions des seigneurs, l'association, car les associés étaient censés ne plus rien posséder et tous leurs biens appartenaient à la communauté), il est certain que cette situation se rattache à des mœurs disparues aujourd'hui.... Autrefois, les immeubles de famille avaient une grande valeur d'affection et les enfants qui quittaient rarement la ville qui les avait vus naître, ne voulant pas vendre la maison de leur père, la partageaient entre eux pour l'habiter. Une libéralité, une acquisition ou une construction en commun pouvaient encore créer cette situation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La légende veut qu'à Rennes, le morcellement des maisons remonte au XVIIIe siècle. En 1720, un immense incendie ayant détruit la plus grande partie de la ville, les lenteurs apportées à sa reconstruction décidèrent quelques sinistrés à édifier en commun des maisons où ils purent se loger eux et leur famille.

La ville de Grenoble présente de nombreux exemples de morcellement d'immeubles. Chaque locataire est propriétaire de l'appartement qu'il occupe. Dans certains cas, la fosse d'aisances appartient à un propriétaire distinct et on cite le cas d'une jeune fille qui avait apporté en dot à son fiancé la propriété de 17 fosses d'aisances dépendant de toutes les maisons d'une même rue propriété évaluée à 17.000 fr., soit en moyenne 1.000 francs par fosse d'aisances.

Le Code civil a reconnu le morcellement des maisons par appartement et dans son article 664, il a défini ainsi les droits de chacun :

« Lorsque les différents étages d'une maison appartiennent à divers propriétaires, si les titres de propriété ne règlent pas le mode de réparations et reconstruction, elles doivent être faites ainsi qu'il suit :

« Le gros murs, et le toit sont à la charge de tous les propriétaires, chacun en proportion de la valeur de l'étage qui lui appartient :

« Le propriétaire de chaque étage fait le plancher sur lequel il marche.

« Le propriétaire du premier étage fait l'escalier qui y conduit, le propriétaire du second fait à partir du premier, l'escalier qui conduit chez lui, et ainsi de suite. »

Pour les époques antérieures à l'établissement du Code civil, nous voyons que les articles 714 de la coutume de Bretagne, 257 de la coutume d'Orléans, 15 et 16 (titre II) de la coutume du Berry, 3 (titre X), de la coutume du Nivernais, 13 (tome X), de la coutume de Montargis, 116 de la coutume d'Auxerre, se préoccupaient de l'hypothèse où, dans la même maison, les étages appartiendraient à des propriétaires différents. Le mode de contribution de chacun se rapproche plus ou moins de celui qui fut adopté par le Code civil, mais la coutume de Montargis décidait que les propriétaires du dernier étage et du grenier avaient seuls la charge du toit et de l'escalier; et que si la maison commune venait à être brûlée ou à s'effondrer, le propriétaire du rez-de-chaussée devait contribuer à la reconstruction quand les propriétaires des étages supérieurs la réclamaient ou bien abandonner son droit.

AUBRY et RAU (tome II, § 221) définissent ainsi la copropriété ordinaire : « Un droit de propriété compétent à plusieurs personnes sur une seule et même chose, qui n'appartient à chacune d'elles que pour une quote-part idéale ou abstraite. » Passant ensuite aux droits des copropriétaires, ces auteurs ajoutent « Les parts idéales des copropriétaires ne constituant pas des corps certains, aucun d'eux ne peut, sans le consentement de ses consorts, exercer sur la totalité de la chose commune, ni même sur la moindre partie physiquement déterminée de cette chose, des actes matériels ou juridiques emportant exercice actuel et immédiat du droit de propriété. »

Ainsi chaque copropriétaire peut, sans le consentement de ses consorts, aliéner, hypothéquer sa part, mais ses pouvoirs matériels sur l'objet commun sont nuls; s'il s'agit de toucher, en quoi que ce soit à cet objet, d'innover, d'améliorer même, l'assentiment de tous les copropriétaires est indispensable.

M. PAUL DESMARES, dans sa thèse présentée à la Faculté de Droit le 25 janvier 1899, définit ainsi le droit des copropriétaires :

« Chaque propriétaire a sur la chose commune des droits aussi étendus qu'un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

propriétaire exclusif, sous réserve de n'utiliser cette chose que pour l'exploitation des fonds dont elle est l'accessoire nécessaire, de ne la point détériorer, et de ne nuire en rien au droit égal et réciproque de chacun de ses copropriétaires ».

Dans le *Code Perrin* ou *Dictionnaire des constructions et de la contiguïté*, ouvrage entièrement refondu par M. AMBROISE RENDU, il est très longuement question des droits et des charges des propriétaires d'appartements.

Cependant, malgré le soin que le législateur a pris en établissant les droits et devoirs des copropriétaires, ce morcellement de la propriété immobilière ne peut que créer à chaque instant des sources de procès à chaque titulaire d'une portion d'immeuble.

En pratique, on peut considérer que l'acquéreur d'un appartement obtient :

1° La propriété exclusive de locaux particuliers, c'est-à-dire l'appartement proprement dit, occupant tout ou partie d'un étage, les chambres de domestiques et les caves. A quoi pourront s'ajouter, en certain cas, la propriété exclusive des greniers, d'une remise ou d'un garage, d'une parcelle de jardin.

2° La copropriété de tout ce qui est commun dans l'immeuble, c'est-à-dire le sol et le sous-sol, les cours et passages, les fondations, les gros murs, la toiture, les escaliers et moyens d'accès, les installations de confort (canalisations, ascenseur, chauffage central, air comprimé, électricité ou gaz qui éclairent les cours ou escaliers, etc...).

Le droit de propriété, droit d'us et d'abus tel qu'il est défini par les articles 544, 545 et 546 du Code Civil, existe dans son principe, mais non dans toute son étendue pour un appartement. Le propriétaire d'étage ou d'appartement a le droit d'utiliser son bien conformément aux usages, c'est-à-dire faire tous les travaux d'agencement, d'aménagement, de distribution intérieure qu'il jugera utiles, mais il lui est interdit de faire aucune transformation susceptible de diminuer la solidité de l'immeuble ou de nuire à la tranquillité et à l'usage des autres occupants.

La nature des droits sur la partie appartenant à l'ensemble des propriétaires de l'immeuble est assez difficile à déterminer. En fait, il s'agit d'un état d'indivision perpétuel dans lequel chaque propriétaire use de la chose commune comme de la sienne propre toutes les fois qu'il le peut faire sans occasionner de préjudice à la propriété de tous.

Le morcellement d'une maison ne paraît réellement pratique que lorsqu'elle est occupée par 3 ou 4 propriétaires seulement. Dans le cas où il y en aurait un plus grand nombre, il serait nécessaire de nommer un régent ou un syndic pour assurer l'application du règlement et le fonctionnement administratif, syndic qui serait choisi parmi les copropriétaires ou pris en dehors d'eux parmi les gérants d'immeubles ou les architectes. La nature, l'étendue des attributions de ce gérant, ses pouvoirs et sa rétribution seraient fixés par l'assemblée générale des propriétaires. (Voir sur ce sujet l'article de M. ANDRÉ MORIN dans le journal *La Chambre des Propriétaires* du 1er-16 décembre 1921).

Il est intéressant de mettre en parallèle du mode dont nous venons de parler, celui usité aux États-Unis d'Amérique sous le nom de « Logements coopératifs ».

Un article paru dans *La Construction moderne* du 26 mars 1922, et qui fut extrait de l'ouvrage intitulé *Housing Problems in America*, nous donne une idée très nette de la formule américaine. De même que chez nous, la guerre mondiale et l'arrêt des constructions des maisons d'habitation, changèrent complètement les conditions

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des loyers. De plus, un ensemble de lois sur les loyers établis dans l'intention de protéger temporairement les locataires, eut pour résultat d'arrêter net la reprise des travaux de construction.

C'est alors que la *Queensborough Corporation*, propriétaire d'une cinquantaine de maisons à loyers à Jackson Heights, abritant 1.000 familles, établit un projet de « location-vente d'appartements ». Une trentaine de maisons à loyers furent offertes aux locataires et au public en vue de leur achat sur une base coopérative et le succès fut grand, tant est vif le désir des Américains d'être chez soi.

L'économie de l'opération peut ainsi être résumée :

1° Une société coopérative financière est créée dont le capital est formé par les locataires-propriétaires en proportion du nombre des chambres occupées par eux;

2° Le logement choisi par le locataire-propriétaire lui est concédé à bail renouvelable annuellement par tacite reconduction;

3° Chaque locataire acquéreur paye une mensualité à la Société à titre de loyer et cette mensualité se trouve en rapport avec la valeur du local occupé. Ce loyer est fixe et ne peut être augmenté;

4° Chaque locataire-propriétaire participe à l'administration de la Société.

Si maintenant nous entrons dans le détail de la combinaison, nous constatons que :

1° Chaque maison forme une société autonome dont le capital est égal à la valeur de l'immeuble;

2° Les locataires sont propriétaires de toutes les actions de la société, et chacun en possède pour un chiffre correspondant à l'importance de l'appartement qu'il occupe;

3° Chaque locataire, en souscrivant, est tenu de verser 20 p. 100 du montant de son capital-action; le reliquat est payé par mensualités pendant un certain nombre d'années;

4° Les 80 p. 100 du capital non versés sont fournis par une hypothèque de premier rang sur l'immeuble et cette hypothèque est amortie par les versements mensuels dont il est parlé au paragraphe précédent;

5° Le locataire acquéreur loue à bail à sa propre société l'appartement qu'il a choisi, et ce bail se prolonge par tacite reconduction.

Si le locataire acquéreur désire quitter son appartement, il dénonce le bail trois mois à l'avance. Lorsqu'il a quitté les lieux, son appartement est loué par la Société à une autre personne aux conditions ordinaires, mais il reste toujours propriétaire-actionnaire.

Une formule unique de bail est employée pour tous les locataires. Les baux ne sont pas transférables, ce qui empêche les personnes indésirables d'obtenir un appartement;

6° Le locataire qui quitte son appartement peut naturellement vendre ses actions, mais cette vente n'entraîne pas pour l'acquéreur le droit d'occuper l'appartement, sauf dans le cas où il réunit les conditions d'honorabilité exigées par la société;

7° La Queensborough Corporation passe un contrat de gérance avec la Société pour une période de dix ans avec une option des locataires acquéreurs pour le renouvellement du contrat pendant une durée égale. En tant que représentant des locataires acquéreurs, elle perçoit les loyers et effectue tous les paiements relatifs à l'entretien de la maison : impôts, assurances, chauffage central, portier, lumière

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans les escaliers et dégagements, eau, entretien et réparations. Pour ses bons offices, la Queensborough Corporation prélève 5 p. 100 sur le montant des loyers;

8° Deux fois par an, les locataires-propriétaires sont convoqués en assemblée générale afin de fixer le dividende, dividende qui est formé par la différence entre les recettes et les dépenses de la Queensborough Corporation. Il représente la ristourne à faire sur le loyer perçu en surplus des charges qui grevaient l'immeuble;

9° Naturellement, la consommation de gaz et d'électricité de chacun n'entre pas dans les comptes de l'immeuble; elle est réglée par chaque locataire suivant l'usage;

10° Par ses statuts, chaque société est limitée à la propriété d'un lot déterminé de terrain et de la maison qui y est construite.

Comme conclusion de cette étude, il nous semble juste de déclarer que le morcellement d'un immeuble ne semble réellement pratique que dans le cas où il ne comprend qu'un petit nombre de locataires-propriétaires.

Ceux qui ont à s'occuper de gérance d'immeubles savent à quel point il est difficile d'éviter des procès et des constatations, même quand une volonté unique préside aux destinées d'un même immeuble. Comme dans bien des cas, l'autoritarisme et le despotisme pur sont souvent la forme la plus pratique du gouvernement et nous assistons malheureusement trop souvent aux difficultés qui résultent du trop grand nombre de maîtres ayant voix au chapitre pour diriger la nef représentant la chose commune.

Telle que la propriété en commum est organisée en France, elle présente de graves inconvénients et si nous avions à choisir nous n'hésiterions pas à adopter le système américain que nous venons de développer sommairement.

HENRI-RENÉ D'ALLEMAGNE,
*membre du Conseil.*



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

## L'application du cinématographe à l'enseignement.

La « Société française de l'Art à l'École » a été fondée en 1907. Elle a pour objet, indiquent ses Statuts : « L'École saine, aérée, rationnellement construite et « meublée, attrayante et ornée; la formation du goût par le décor; l'initiation de « l'enfant à la beauté des lignes, des couleurs, des formes, des mouvements et des « sons.... »

C'est un programme dont on ne saurait trop approuver le principe et dont il faut souhaiter que l'exécution se poursuive avec autant de bonheur qu'en exige le succès d'une aussi délicate entreprise.

C'est pourquoi on ne saurait trop accorder d'attention au Congrès qui s'est réuni en avril dernier et dont l'objet n'était autre que la mise à la disposition de l'enseignement des moyens de suggestion et de reproduction qui nous sont offerts par le cinématographe.

L'idée du cinématographe à l'École n'est pas nouvelle : M. Riotor, secrétaire du Conseil Municipal de Paris, l'a émise le 24 septembre 1895, et il a, ce jour-là, ouvert une voie sans limite — encore qu'il y ait eu de sa part débordement d'enthousiasme et notable exagération à affirmer qu'un jour le cinématographe en viendrait à remplacer le livre...

Ce n'est pas à souhaiter : l'image, qui favorise la paresse d'esprit et qui raccourcit la pensée, ne doit pas tuer le texte, qui donne essor à la réflexion. C'est un auxiliaire qu'il faut maintenir rigoureusement dans sa posture subordonnée de « repère » si on ne veut pas introduire à l'école cette atmosphère de courte puérilité où se complaît le public de certaines salles de cinéma.

Le développement du film, haché de phrases explicatives, constitue, en effet, un document brutal qui endort l'esprit critique, absorbe les nuances et supprime, avec l'impression du relatif, la notion de l'effort et du temps.

N'est-il pas exclusif du souple développement et de la progression pénétrante des idées? Il ne suggère que ce qu'il montre, et ne permet pas cette intervention de « l'inexprimé », ce prolongement, par le lecteur, de la pensée de l'écrivain, qui entraîne la réflexion et qui fait que certaines pages provoquent dans l'esprit un éveil qui s'anime de proche en proche, comme l'écho de Padirac retentit de paroi en paroi jusqu'aux profondeurs insoupçonnées du gouffre.

C'est dire combien l'abus du cinéma serait redoutable; et qu'à une époque où l'on déplore que la culture française tende à décroître, il serait particulièrement dangereux de donner le pas à un moyen d'enseignement, certes infiniment commode

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais capable d'engourdir l'esprit par sa facilité même et par son impérieuse, mais superficielle faculté de suggestion.

Néanmoins, cette réserve faite, il convient de retenir, pour les réaliser rapidement, les vœux qui ont été adoptés, en mai 1912, à Bordeaux, au Congrès de la Société Française de l'Art à l'École, et qui concernaient : l'introduction du cinématographe dans les écoles publiques, son adoption partout où l'on instruit et la constitution en archives de films pédagogiques.

Ces vœux, aussi bien, ne sont pas restés lettre morte : M. Riotor les a repris et, le 18 février 1921, il a fait adopter par le Conseil Municipal de Paris trois délibérations concernant :

1° La création d'une commission municipale d'études, de surveillance et de contrôle du cinématographe scolaire;

2° L'introduction du cinématographe à l'école;

3° Le recensensement des films d'enseignement et leur collection en archives.

« Et je continuerai, a-t-il dit, dans cette voie.... »

Il n'est que trop juste de l'en féliciter, en restant gardé, nous le répétons, de tout ce qu'un élan réformateur du meilleur aloi peut entraîner avec lui de nettement inopportun.

C'est ainsi qu'il faut précipitamment baisser la herse devant cette expression sans père ni mère, qui prétend désigner les collections de films d'enseignement.

Par analogie avec *Bibliothèque*, M. Riotor a crânement imaginé *Cinémathèque*...!

Nous n'admettrons pas ce monstre.

Peut-être cinématothèque serait-il moins franchement « hors la loi »; mais il signifierait proprement *Armoire à mouvement*, ce qui est loin de compte.

Ces créations barbares, au surplus, sont assez prisées dans le monde du cinématographe, où l'on va jusqu'à écrire : *Cinégraphie*, et où l'on charge trop souvent des illettrés de rédiger les légendes explicatives, qui sont les articulations du film.

Avant d'introduire à l'école d'aussi fâcheux exemples, il faudra y regarder un peu.

***

Le Congrès réuni par la « Société française de l'Art à l'École » avait mis à son programme les trois questions suivantes :

L'orientation professionnelle;

L'enseignement technique, industriel et agricole;

L'éducation artistique.

Il s'est tenu du jeudi 20 au dimanche 23 avril au Conservatoire des Arts et Métiers, sous la présidence de M. Gaston Vidal, Sous-Secrétaire d'État de l'Enseignement technique.

De plus, une exposition est restée ouverte du 20 au 30 avril. Elle comprenait 7 sections :

1° Les appareils de projection ;

2° Les appareils de prise de vue;

3° Les films;

4° Les productions de films;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5° La vente et la location des films;
6° Les organisations syndicales;
7° Le cinématographe et la presse.

***

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale s'est fait un devoir d'accorder son patronage à cette manifestation et son Comité des Constructions et Beaux-Arts se déclare nettement favorable à l'application du cinématographe dans sa forme instructive à tous les degrés de l'enseignement; il approuve toutes les initiatives prises dans ce sens par les municipalités, administrations et professeurs intéressés.

Le cinématographe, en effet, servira l'orientation professionnelle en apportant sur les conditions de travail des métiers divers, des indications rapides que des visites d'établissements industriels et des voyages coûteux permettraient seuls d'offrir aux jeunes gens.

Et pour les mêmes raisons, il sera plus utile encore dans l'enseignement technique, industriel et agricole.

Mais il convient d'attirer l'attention sur la constante nécessité qui s'imposera de mettre en garde les élèves contre les idées fausses, qui pourraient découler de ce fait que le film, aussi bien dans l'ordre moral que matériel, escamote généralement la double notion de l'effort et du temps.

Tourner une scène, même à l'usine, réclame en effet une préparation; et il en résulte, si léger soit-il, l'introduction d'un caractère artificiel, artistique si l'on veut, qui tend à « styliser » les opérations représentées — lesquelles par suite se présentent comme plus aisées, plus rapides et certes beaucoup plus harmonieuses qu'elles ne sont en réalité.

Dans l'ordre moral, chacun a pu s'en rendre compte au cinéma de son quartier : la vie d'un homme déroulée par le film offre aux spectateurs une succession de tableaux, qui ne laissent l'idée, suivant le scénario, que d'un enrichissement, rapide, ou d'une dégringolade sans paliers.

Le « jeune homme pauvre » qu'un riche financier providentiellement prend comme secrétaire, ou qu'une bande d'aigrefins élit comme chef, ira du même pas à la fortune ou au bagne, en un temps qu'on ne peut apprécier, mais en tous cas sans qu'on y puisse rien distinguer de cet effort patient — *labor improbus* — ou de ce morne et violent enlizement, par quoi, jour par jour, se fait la carrière d'un honnête homme ou s'achève la déchéance d'un misérable.

Et pour ce qui est de l'ordre matériel, qu'on consulte un film pris à l'usine — dans une aciérie par exemple....

On y verra, sous les laminoirs, des rails qui filent comme de la guimauve; on distingue des marteaux-pilons qui sautent comme de bons diables, et des poches de coulée qui, sous les ponts roulants, sont transportées comme des seaux d'eau.

Les photographies sont pourtant exactes et fournissent d'incontestables documents; mais ce qu'elles ne rendent pas c'est l'ébranlement cyclopéen du sol et des ateliers sous le battement sans merci du pilon; c'est l'effort sous le fardeau; c'est la tension farouche des chaînes, dont les maillons, un à un, à coups secs, prennent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leur place; c'est la chaleur vive à la gueule du four, c'est le poids du ringard, c'est la rudesse et le tour de rein des ouvriers.

Il ne faudra pas le laisser ignorer aux enfants, si l'on ne veut pas baser sur des illusions, sur un faux pittoresque ou sur des erreurs d'optique, les graves décisions de l'orientation professionnelle.

Dans l'enseignement scientifique le cinématographe rend accessible à un nombreux amphithéâtre ce qu'on ne percevait de coutume qu'aux travaux individuels du laboratoire.

Et il permet l'analyse de mouvements que l'œil ne peut pas discerner ou perçoit avec peine.

A cet égard, l'emploi du ralenti pour les mouvements rapides des êtres animés constitue une ressource aussi précieuse que l'usage de l'accéléré pour la croissance des plantes.

Au surplus, il existe maintenant des appareils refroidis qui autorisent même l'arrêt des images.

Aussi, l'une des plus grandes qualités éducatrices du cinématographe réside-t-elle dans sa souplesse d'adaptation à tous les enseignements.

Et c'est pourquoi — mises en bonne place les réserves indiquées plus haut — il conviendra de laisser les professeurs entièrement libres d'en user au mieux dans la présentation des films.

Au surplus, serait-il souhaitable que des bibliothèques, au moins régionales, fussent instituées par les grandes firmes cinématographiques. Ce sont, en effet, de telles sociétés, qui peuvent trouver le premier intérêt à constituer ces bibliothèques et qui, seules, en possèdent les moyens, tout de même qu'elles ont ceux d'y conserver, entretenir et renouveler les films.

Car, aussi bien, si nous attendons des maigres ressources — et voire de l'initiative — des établissements d'enseignement, la création de tels organes, sommes-nous de pauvres gens, victimes une fois de plus de notre bonne nature et de notre amour du merveilleux.

P. COUTURAUD,
*Ingénieur des Arts et Manufactures.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

## ASSEMBLÉE GÉNÉRALE EXTRAORDINAIRE

### DU 17 JUIN 1922

Présidence de M. L. BACLÉ, *président.*

La séance est ouverte à 16 h. 30 m.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous sommes aujourd'hui réunis en deuxième assemblée extraordinaire pour discuter le projet qui vous est soumis par le Conseil de certaines modifications à apporter à nos statuts.

Ainsi que vous vous le rappelez, la première Assemblée qui s'est réunie le 13 mai dernier, n'a pas pu se tenir valablement, n'ayant pas atteint le *quorum*, et, dans cette situation, les décisions que vous prendrez aujourd'hui seront valables quel que soit le nombre des membres présents, de sorte que nous pourrons délibérer et statuer.

Je n'ai pas besoin de vous rappeler que les modifications ainsi projetées visent surtout à alléger nos statuts en en détachant certaines dispositions qui seront reportées dans le règlement intérieur, ce qui nous donnera la possibilité de les modifier dans l'avenir sans avoir besoin, comme c'est le cas maintenant, de solliciter l'autorisation gouvernementale. Comme c'est là un simple transfert qui ne préjuge pas la discussion à venir sur les sujets visés, j'espère que vous ne verrez aucun inconvénient à l'adopter.

Je vais donner la parole à ceux d'entre vous qui la demanderont sur la discussion générale; après quoi, nous procéderons au vote sur chacun des articles visés.

Personne ne demandant la parole, M. LE PRÉSIDENT lit successivement le texte de chacun des statuts à modifier et la rédaction nouvelle qui est proposée. Il attire l'attention sur la différence des deux rédactions et fait voter l'assemblée, article par article. Tous sont adoptés à l'unanimité des membres présents. En conséquence, M. LE PRÉSIDENT donne lecture d'un projet de délibération, qui est adopté à l'unanimité, et du procès-verbal de l'assemblée générale extraordinaire qui a été rédigé comme suit :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**Procès-verbal de la réunion des membres sociétaires en assemblée générale extraordinaire, tenue le 17 juin 1922 pour délibérer sur le projet de modification des Statuts de la Société.**

L'an 1922, le 17 juin, à 16 heures 30 minutes, les Membres de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale se sont réunis au siège de la Société, 44, rue de Rennes, à Paris, en Assemblée générale extraordinaire.

Cette Assemblée a eu lieu conformément aux articles 21, 36 et 37 des statuts, sur une seconde convocation du Conseil d'Administration adressée à tous les Membres de la Société, à la date du 14 mai 1922 et après une première convocation restée sans résultat, l'Assemblée, réunie le 13 mai, ne se trouvant pas composée de 200 Membres. La susdite convocation indiquait comme la première l'objet de la réunion (1).

L'Assemblée a été présidée par M. Baclé, président de la Société, assisté des Membres du Bureau du Conseil d'administration, formant le bureau de l'Assemblée générale.

M. le Président a rappelé qu'une première convocation ayant été adressée, le 10 avril dernier, à tous les Membres de la Société, pour la réunion de ceux-ci en Assemblée générale extraordinaire le 13 mai, cette Assemblée n'avait pu avoir lieu à cette date, faute du *quorum* prévu par l'article 37 des statuts, le nombre des Membres présents n'atteignant pas le chiffre de 200; en conséquence, une seconde convocation a été adressée à tous les Membres de la Société pour la réunion à ce jour d'une Assemblée générale qui peut, aux termes de l'article 37 des statuts, régulièrement délibérer, quel que soit le nombre des Membres présents.

Le Président ayant constaté la présence de quelques Membres de la Société, ainsi qu'il appert de la feuille de présence, a, en conséquence, déclaré l'Assemblée générale extraordinaire ouverte, étant valablement constituée.

Il a ensuite rappelé que cette Assemblée avait pour objet de délibérer et d'approuver les modifications proposées par le Conseil d'administration aux articles 7, 9, 10, 11, 23, 24, 31 et 34 des statuts.

Après avoir exposé en quelques mots les motifs des modifications proposées, il a donné connaissance des nouveaux textes des statuts et demandé si quelqu'un des Membres présents désirait présenter des observations sur l'objet et la rédaction des modifications projetées.

M. le Président a lu le projet de délibération suivant, soumis à l'Assemblée :

DÉLIBÉRATION.

Les Membres de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, réunis en Assemblée générale extraordinaire, conformément aux statuts, le 17 juin 1922, au siège de la Société, rue de Rennes, n° 44, à Paris,

Vu la loi du 1er juillet 1901 et le décret du 16 août 1901 ;

Vu les articles 7, 9, 10, 11, 23, 24, 31, 34, 36 et 37 des statuts;

Considérant, en premier lieu, que l'augmentation des frais d'administration et d'entretien du local de la Société, résultant de l'état économique actuel, pourra nécessiter un accroissement des ressources de la Société, et par suite, un relèvement

(1) Voir plus loin en annexe le texte des deux convocations.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des cotisations payées par ses Membres; qu'il est nécessaire que, tout en fixant au minimum le taux de la cotisation au chiffre actuel, il soit reconnu à l'Assemblée générale ordinaire le pouvoir de relever, suivant les circonstances, le taux de cette cotisation, et, par voie de conséquence, le montant du capital à verser par les Membres à vie et les Membres perpétuels donateurs;

Considérant, en second lieu, que l'inégalité actuelle du nombre des Membres dans les divers Comités qui composent le Conseil d'administration n'est pas justifiée; que le Comité de Commerce, qui a un nombre de membres inférieur aux autres, a aujourd'hui une importance particulière par suite du développement à donner à l'étude des questions d'ordre économique et social;

Considérant, en troisième lieu, que relativement à la constitution du Bureau, il y a lieu de porter à cinq le nombre des vice-présidents, afin que les six comités techniques puissent être représentés dans le Bureau soit par le président, soit par l'un des cinq vice-présidents; qu'il y a également lieu de donner aux deux secrétaires du Bureau, le titre de secrétaires généraux, justifié par l'accroissement d'importance de la Société;

Considérant, enfin, qu'il est utile, afin d'éviter de sérieux inconvénients, d'établir le vote par correspondance pour les élections des membres du Conseil d'administration et du Bureau, étant donné l'impossibilité, pour un grand nombre de membres de la Société, de se rendre aux deux Assemblées générales annuelles;

Décident de modifier les articles 7, 9, 10, 11, 23, 24, 31 et 34 des statuts de la manière suivante (1) :

| TEXTE ANCIEN | TEXTE NOUVEAU |
|---|---|
| ARTICLE 7. | ARTICLE 7. |
| *Chaque* membre de la Société s'engage à payer une cotisation de 36 francs par année. | *Tout* membre de la Société s'engage à payer une cotisation annuelle de 36 francs. *Le taux de cette cotisation pourra être modifié par décision de l'Assemblée générale.* |
| ARTICLE 9. | ARTICLE 9. |
| Les *souscriptions* sont payables d'avance. | Les *cotisations annuelles* sont payables d'avance. |
| ARTICLE 10. | ARTICLE 10. |
| Les membres à vie sont ceux qui *ont été* autorisés, par une délibération du Conseil, *à verser* un capital unique *de 500 francs pour remplacer leur cotisation pendant leur vie entière.* | Les membres à vie sont ceux qui, autorisés par une délibération du Conseil, *auront versé* un capital unique *égal à 15 fois le montant de la cotisation annuelle à l'époque de leur versement.* |
| ARTICLE 11. | ARTICLE 11. |
| Les membres perpétuels-donateurs sont *les membres* qui *ont été* autorisés, par une délibération *spéciale* du Conseil, | Les membres perpétuels-donateurs sont *ceux* qui, autorisés par une délibération du Conseil, *auront versé un capital* |

(1) Les parties du texte sur lesquelles portent les modifications sont imprimées en italiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*à verser une somme de 1.000 francs* pour représenter leur cotisation à perpétuité et obtenir la faculté de transmettre leur droit de membre de la Société à ceux de leurs héritiers qui rempliraient les conditions nécessaires pour être éligibles ou *bien* à un établissement d'intérêt public.

ARTICLE 23.

*Il* (le Conseil d'administration) est composé de *cent* membres, savoir :

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'amélioration des branches d'industrie qui dépendent des Arts mécaniques;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'amélioration des branches d'industrie qui dépendent des Arts chimiques;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'amélioration de l'Agriculture;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe des Arts économiques et des applications de la Physique;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'Art des Constructions et des Beaux-Arts appliqués à l'industrie;

Un Comité de *dix* membres, qui s'occupe du Commerce;

Une Commission des fonds, composée de dix membres.

ARTICLE 24.

L'Assemblée générale nomme le Bureau, à la majorité absolue, parmi les membres du Conseil, savoir :

Un Président;

*Quatre* Vice-Présidents;

Deux Secrétaires;

Un Trésorier;

Deux Censeurs.

ARTICLE 31.

Les Assemblées générales ont lieu au moins deux fois par an. La première est consacrée :

*unique égal à 30 fois la cotisation annuelle à l'époque de leur versement*, pour représenter leur cotisation à perpétuité et obtenir la faculté de transmettre leur droit de membre de la Société à ceux de leurs héritiers qui rempliraient les conditions nécessaires pour être éligibles ou à un établissement d'intérêt public.

ARTICLE 23.

*Le Conseil d'administration* est composé de *cent six* membres, savoir :

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'amélioration des branches d'industrie qui dépendent des Arts mécaniques.

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'amélioration des branches d'industrie qui dépendent des Arts chimiques;

Un Comité de seize membres qui s'occupe de l'amélioration de l'Agriculture;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe des Arts économiques et des applications de la Physique;

Un Comité de seize membres, qui s'occupe de l'Art des Constructions et des Beaux-Arts appliqués à l'industrie;

Un Comité de *seize* membres, qui s'occupe du Commerce;

Une Commission des Fonds, composée de dix membres.

ARTICLE 24.

L'Assemblée générale nomme le Bureau, à la majorité absolue, parmi les membres du Conseil, savoir :

Un Président;

*Cinq* Vice-Présidents;

Deux Secrétaires *généraux*;

Un Trésorier.

Deux Censeurs.

ARTICLE 31.

Les Assemblées générales ont lieu au moins deux fois par an. La première est consacrée :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A entendre le rapport des travaux du Conseil d'administration ;

A entendre le rapport de la Commission des Fonds et celui des censeurs ;

A décerner les médailles d'encouragement et les prix mis au concours par la Société ;

A proposer les prix que la Société croit devoir mettre au concours pour l'encouragement de l'industrie.

La deuxième Assemblée générale est principalement consacrée :

A nommer le Bureau de la Société ;

A ratifier la nomination des membres du Conseil élus pendant l'année ;

A décider les questions réglementaires proposées par le Conseil d'administration.

ARTICLE 34.

Lors de l'Assemblée générale pour les élections, il est dressé des listes de candidats, sur des feuilles portant la désignation des membres du Bureau à élire et celle des membres du Conseil élus dans l'année, dont l'Assemblée est appelée à ratifier la nomination. *Les membres présents y inscrivent leur vote.*

A entendre le rapport des travaux du Conseil d'administration ;

A entendre le rapport de la Commission des Fonds et celui des censeurs ;

A décerner les médailles d'encouragement et les prix mis au concours par la Société ;

A proposer les prix que la Société croit devoir mettre au concours pour l'encouragement de l'industrie.

La deuxième Assemblée générale est principalement consacrée :

A nommer le Bureau de la Société ;

A ratifier la nomination des membres du Conseil élus pendant l'année ;

*A fixer, le cas échéant, le montant de la cotisation annuelle* ;

A décider les questions réglementaires proposées par le Conseil d'administration.

ARTICLE 34.

Lors de l'Assemblée générale pour les élections, il est dressé des listes de candidats sur des feuilles portant la désignation des membres du Bureau à élire et ~~celle~~ des membres du Conseil élus dans l'année, dont l'Assemblée est appelée à ratifier la nomination. *Ces feuilles seront adressées à l'avance à tous les membres de la Société qui pourront, pour ces élections, voter par correspondance.*

Donnent tout pouvoir au Bureau, pour se mettre en instance auprès de l'autorité administrative compétente, à l'effet d'obtenir l'approbation de la présente délibération et pour consentir toute modification que viendrait à exiger l'autorité administrative dans la rédaction des nouveaux textes.

Cette délibération a été adoptée à l'unanimité des Membres présents.

Rien ne restant plus à l'ordre du jour, le Président a levé la séance.

En foi de quoi le présent procès-verbal a été dressé pour valoir ce que de droit.

Ont signé :

| *Le président*, | *Les scrutateurs*, | *Le secrétaire*, |
|---|---|---|
| L. BACLÉ. | P. TOULON, Henri HITIER. | E. LEMAIRE. |

La séance est levée à 16 h. 55 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# ANNEXE I

*Paris, le 10 avril 1922.*

MONSIEUR ET CHER COLLÈGUE,

Dans sa séance du 28 janvier 1922, le Conseil d'administration de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a adopté, après discussion, pour être soumis au vote de l'Assemblée générale, le projet de certaines modifications qui seraient apportées aux statuts de notre Société après que nous aurons obtenu du Conseil d'État l'autorisation nécessaire, et, dans cette situation, je viens vous communiquer ci-joint le texte des modifications ainsi projetées rapprochées de la rédaction actuelle des articles visés. Je vous demanderai de vouloir bien en prendre connaissance en prévision du vote que vous aurez à émettre à ce sujet dans cette assemblée.

Ainsi que vous le reconnaîtrez par l'examen de cette note, ces modifications portent sur les points suivants :

1° Faculté pour l'Assemblée générale de fixer à l'avenir le montant de la cotisation annuelle ainsi que des versements demandés aux diverses catégories de membres, sans être tenue à conserver les chiffres actuels inscrits dans les statuts en 1801, lors de la fondation de la Société;

2° Augmentation du nombre des vice-présidents, qui, de quatre, serait porté à cinq, de manière que chacun des comités soit toujours représenté au Bureau, soit par le président, soit par un des vice-présidents;

3° Augmentation du nombre des membres du Comité de Commerce, qui, porté à 16, serait le même que pour les autres Comités techniques, ce qui porterait le nombre total des membres du Conseil à 106 au lieu de 100;

4° Adoption du vote par correspondance pour l'élection des membres du Bureau et la ratification de la nomination de nouveaux membres du Conseil.

Vous voyez, par cette énumération, qu'il s'agit de simples retouches ne modifiant pas l'économie générale de nos statuts ou tendant seulement à supprimer les limitations actuelles sur certains points pour lesquels les prescriptions de ces statuts ne répondent plus aux nécessités présentes; elles auront ainsi pour effet de faire rentrer ces questions dans le cadre de notre règlement intérieur, et, dans l'avenir, elles permettront à l'Assemblée générale de trancher celles-ci en toute liberté, sans être obligée, comme elle l'est présentement, de solliciter à cet effet l'approbation gouvernementale pour laquelle il faut engager une procédure longue et compliquée.

En ce qui concerne en particulier l'augmentation du nombre des membres du Comité de Commerce, elle a paru tout à fait justifiée en raison de l'importance que prennent aujourd'hui les questions économiques et sociales dans l'industrie.

Je viens donc vous informer que l'Assemblée générale appelée à statuer sur ces modifications se tiendra dans la salle habituelle de nos réunions, 44, rue de Rennes, Paris (6e), le samedi 13 mai 1922, à 17 heures, et je vous demanderai de vouloir bien y assister.

Agréez, Monsieur et cher Collègue, l'expression de mes sentiments très distingués.

*Le Président,*
Signé : L. BACLÉ.

Cette convocation donnait au verso le texte ancien et le texte nouveau proposé tels qu'ils figurent au procès-verbal p. 704.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## ANNEXE II

*Paris, le 14 mai 1922.*

MONSIEUR ET CHER COLLÈGUE,

Le *quorum* statutaire de 200 membres présents n'ayant pas été atteint à l'Assemblée générale extraordinaire du 13 mai 1922, à laquelle je vous avais convoqué par ma lettre du 10 avril, une deuxième assemblée générale extraordinaire est nécessaire; elle se tiendra le samedi 17 juin 1922 à 16 heures 30 minutes, dans l'hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes, Paris (6e). Je vous prie de bien vouloir y assister.

Je crois devoir vous rappeler que les décisions de cette deuxième assemblée générale, en ce qui concerne la revision de nos statuts, seront valables quel que soit le nombre des membres présents.

Ci-contre veuillez trouver à nouveau le texte ancien de nos statuts soumis à revision, et celui que notre Conseil d'administration propose d'y substituer.

Agréez, Monsieur et cher Collègue, l'expression de mes sentiments très distingués.

*Le Président,*
Signé : L. BACLE.

Cette convocation donnait au verso le texte ancien et le texte nouveau proposé tels qu'ils figurent au procès-verbal p. 704.

---

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

### SÉANCE PUBLIQUE

DU 17 JUIN 1922.

Présidence de M. L. BACLÉ, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

M. LE Dr FAIVRE, Inspecteur général des Services administratifs au Ministère de l'Hygiène, représentant M. le Ministre de l'Hygiène, a pris place au Bureau.

Le procès-verbal de la séance du 13 mai est adopté.

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

M. WINDERGERST (Joseph), directeur de la Faïencerie de Sarreguemines,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à Sarreguemines (Moselle), présenté par les Faïenceries de Sarreguemines, Digoin et Vitry-le-François et M. de Jubécourt;

M. NISHIHAMA (Shibakichi), Lieutenant-Colonel, ingénieur, Arsenal d'Osaka (Japon), présenté par M. Guillery et M. Lemaire;

M. PORTEVIN (Hippolyte-Antoine-Marie), ingénieur-architecte, 153, boulevard Malesherbes, Paris (17e), présenté par M. Baclé et M. Paul Toulon;

LES FILS DE PROST AINÉ, Atelier de forges, Saint-Vallier (Saône-et-Loire), présentés par M. Verdin.

M. HENRI HITIER, présente un rapport un nom du Comité d'Agriculture, sur l'*œuvre du Syndicat central d'Exportation de la Race bovine charolaise* [1].

Ce rapport est approuvé.

M. LE PRÉSIDENT. — J'ai le regret de vous informer du décès de deux de nos membres correspondants étrangers, au titre de notre Comité des Arts chimiques.

M. **Henry Howe**, qui avait occupé avec une grande distinction la chaire de métallurgie à l'Université Columbia, s'était acquis dans les milieux métallurgiques des États-Unis une autorité incontestée, basée sur la haute valeur de son enseignement qu'il s'attachait à tenir au courant des travaux scientifiques les plus récents et de tous les procédés nouveaux.

Il restait toujours à cet effet en relations suivies avec les savants et les industriels les plus distingués du monde entier et il faisait en Europe et spécialement en France des voyages fréquents pour visiter les grandes usines métallurgiques, et pour étudier l'organisation de nos grandes écoles techniques et de nos laboratoires d'enseignement et de recherches.

Il est l'auteur d'un grand traité de la métallurgie du fer qui est justement apprécié aux États-Unis.

C'est un devoir pour moi de rappeler que, pendant la grande guerre, il s'est attaché à défendre la cause de la justice et du droit qu'il voyait menacés par la barbarie et l'impérialisme allemands; et, depuis l'armistice, il n'a négligé aucun effort pour combatre la propagande allemande en éclairant ses compatriotes sur la justice de nos revendications. Qu'il me soit permis de dire encore à cette occasion que, malgré son état de santé déjà fort précaire, il voulut bien se charger, il y a peu de temps encore, de propager dans les milieux scientifiques et industriels et dans les publications techniques avec lesquelles il était en relations, la conférence que j'ai donnée dans cette salle sur les dévastations systématiques opérées par les Allemands dans les grandes usines métallurgiques de nos régions occupées.

(1) Voir le texte *in extenso* de ce rapport à la page 617 du présent numéro.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aussi, je suis certain d'être votre interprète en disant que notre Société conservera le souvenir de ce savant éminent qui resta l'ami de la France aux heures difficiles et que nous sommes fiers d'avoir compté dans nos rangs.

M. **Ernest Solvay**, dont nous avons aussi à déplorer le décès, occupe une place hors de pair parmi les grands inventeurs que la renommée mondiale a consacrés, et qui n'ont pas dédaigné d'apporter à notre Société l'autorité d'un nom glorieux. Il est, comme vous le savez, le génial metteur en œuvre du procédé de fabrication de la soude à l'ammoniaque. Ce procédé qui date aujourd'hui de soixante ans, a révolutionné toute l'industrie chimique.

Il ne m'appartient pas de vous exposer ici la technique de ce procédé fondé comme vous savez sur la réaction obtenue en mélangeant le bicarbonate d'ammonium avec une dissolution de sel marin.

Il faut remarquer d'ailleurs que cette réaction ne constitue pas en elle-même la découverte de Solvay, car elle était déjà connue avant lui; elle avait été indiquée par Schlœsing et Rolland qui l'avaient utilisée avec succès au laboratoire, ce que, d'ailleurs Solvay reconnaissait parfaitement; mais personne n'avait réussi à en faire une application vraiment pratique, comme l'expose si bien un juge particulièrement compétent, M. Paul Kestner, dans la notice qu'il vient de lui consacrer; le grand mérite de Solvay fut, dit-il, de rechercher, avec une ténacité dont il existe peu d'exemples, les causes des déboires éprouvés jusque-là par ses précurseurs et d'arriver, à travers des difficultés sans nombre, à mettre au point la solution du problème étudié pour en faire un véritable procédé industriel.

La persévérante ténacité de M. E. Solvay, triomphant de toutes les difficultés, assura le succès d'un procédé qui bouleversa complètement cette industrie en amenant la disparition graduelle du procédé Leblanc par les réductions de prix qu'il entraîna. Nous voyons en effet que la soude Leblanc qui coûtait 1.250 f la tonne au début du XIX$^{e}$ siècle, atteignait encore le prix de 650 à 700 f la tonne en 1864, au moment de l'apparition du procédé Solvay; mais, à mesure que l'application de celui-ci se développa, le prix de la soude s'abaissa graduellement au chiffre de 100 f qu'il atteignait en 1914 au début de la guerre.

Devant un écart de prix aussi marqué, le procédé à l'ammoniaque se répandit bientôt dans le monde entier, apportant à son génial créateur une renommée universelle en même temps qu'une fortune exceptionnelle.

M. Solvay sut faire de cette fortune le plus noble usage; il sut comprendre l'importance que les questions sociales allaient nécessairement revêtir dans l'avenir et les obligations nouvelles qu'elles allaient entraîner pour l'industrie; il apporta dans l'étude de ces questions une largeur d'idées, une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ampleur de conception qui firent de lui un novateur des plus ingénieux et un maître original.

Aux yeux de ses ouvriers, il était le patron idéal, n'hésitant jamais à s'imposer les sacrifices nécessaires pour assurer leur bien-être, pour parfaire leur éducation intellectuelle et morale, s'inspirant tous les jours de vues politiques et sociales extrêmement larges qui l'amenèrent ainsi à attribuer en 1912 un don d'un million de francs au parti ouvrier belge pour la création d'une Centrale d'Éducation qui fut inaugurée le 21 décembre 1913 à la Maison du Peuple, à Bruxelles.

Je pourrais rappeler d'autre part la création des instituts installés au Parc Léopold, notamment l'Institut de Sociologie auquel il s'intéressait particulièrement, et les dons si généreux qu'il multiplia en faveur de l'Université de Bruxelles puis de l'Université de Paris et de la Faculté des Sciences de Nancy.

C'est encore sous son impulsion éclairée et par sa bienfaisante initiative que fut créé le Comité national de Secours et d'Alimentation qui assura la subsistance de la Belgique pendant l'occupation allemande, et la population belge n'oubliera jamais la dette de reconnaissance qu'elle a contractée à son égard, car c'est à lui surtout qu'elle doit de n'avoir pas connu la famine au cours de ces quatre années terribles.

En évoquant ainsi cette belle et glorieuse carrière si riche de bienfaits, de conceptions originales, inspirées toujours du désir d'améliorer la condition des humbles, nous pouvons dire qu'Ernest Solvay s'est montré aussi grand par le cœur que par l'intelligence et l'énergie dont il a fait preuve.

De tels hommes honorent l'humanité, et pour notre Société, c'est un titre de juste fierté que de pouvoir dire qu'il a figuré dans nos rangs et qu'il s'est associé à nos travaux.

M. LE PRÉSIDENT annonce que la médaille offerte par la Société d'Encouragement à la Société française de Navigation aérienne sera décernée au cours de la séance que tiendra cette société le 28 juin à 21 heures, dans l'Hôtel de la Société des Ingénieurs civils, sous la présidence d'honneur de M. Laurent Eynac, sous-secrétaire d'État de l'Aéronautique. Cette même société a organisé pour le samedi 1er juillet après-midi, une conférence-promenade en auto-cars, de la Place de la Concorde à diverses usines de la région ouest de Paris, au parc de Villacoublay et au musée de Chalais-Meudon. Les inscriptions sont reçues au secrétariat de la S. F. N. A., 19, rue Blanche, jusqu'au 28 juin.

Les membres de la Société d'Encouragement sont invités à prendre part à ces deux manifestations.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — La question de la prophylaxie des grandes maladies infectieuses est une de celles qui s'imposent aujourd'hui à l'attention de tous les esprits soucieux de l'état présent et de l'avenir du pays; on peut même dire qu'elle devient vraiment angoissante lorsque nous observons les terribles et funestes conséquences qu'entraînent avec eux ces trois grands fléaux, la tuberculose, l'alcoolisme et la syphilis, qui constituent en quelque sorte autant d'épidémies permanentes fauchant continuellement, à elles seules, un nombre de victimes dépassant de beaucoup celles des maladies les plus contagieuses ou des guerres les plus meurtrières.

Nous voyons en outre que les malades qui en sont atteints sont toujours frappés dans leurs capacités intellectuelles ou physiques qui subissent une réduction marquée même pendant la période d'incubation de la maladie, avant qu'elle n'éclate dans toute sa virulence; déjà, en effet, ils se montrent, le plus souvent, incapables d'un travail soutenu comparable à celui qu'ils fournissaient en bonne santé, et, comme nous savons d'autre part que ces malades représentent une proportion très élevée par rapport à l'ensemble de la population, nous n'avons pas à douter que ces grandes affections contagieuses ne constituent l'un des principaux facteurs du ralentissement de la production industrielle et de la crise de dépopulation qui se retrouve à l'origine de tous les maux que nous souffrons présentement.

Devant un péril aussi angoissant, il est inutile d'insister sur l'intérêt capital qui s'attache à lutter contre de pareils fléaux par une prophylaxie appropriée, alors qu'il s'agit vraiment d'une question de vie ou de mort pour la race française et pour le pays tout entier.

Jusqu'à présent, les efforts tentés dans cette voie ont été dirigés surtout contre l'alcoolisme et la tuberculose qui sont les maladies les plus apparentes et contre lesquelles la lutte apparaît en même temps comme étant la plus facile.

Quant à la syphilis, elle n'éveillait pas au même degré les préoccupations de l'opinion, car il s'agit au contraire d'une maladie toujours inavouée et dissimulée, restant souvent à l'état latent pendant de longues années, et elle était considérée d'autre part comme étant moins dangereuse et moins répandue que la tuberculose par exemple.

Il semble toutefois que cette appréciation ne serait pas exacte d'après les renseignements statistiques que M. Louis Le Chatelier va nous exposer tout à l'heure; il en résulterait en effet qu'elle est au contraire la maladie la plus répandue, et même, au cours de la période d'incubation préalable, elle exerce à un degré plus marqué que toute autre cette influence déprimante dont nous venons de parler et qui a pour effet de diminuer l'activité productrice des travailleurs de tous ordres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Partant de là, nous devons la considérer comme constituant un fléau aussi dommageable au point de vue industriel qu'il est dangereux au point de vue social, et nous comprenons d'autant mieux l'intérêt essentiel qui s'attache à en combattre le développement et à en assurer la guérison.

Jusqu'en ces dernières années, on estimait toutefois que c'est là un résultat fort difficile, sinon impossible à atteindre, et c'est là certainement l'une des raisons qui ont contribué à paralyser les efforts qui, autrement, auraient pu être tentés dans cette voie; il n'en est plus de même aujourd'hui et la situation se trouve complètement transformée à cet égard de la façon la plus heureuse ainsi que M. Le Chatelier va vous le montrer en exposant devant vous les résultats d'une méthode de détection qui a déjà fait ses preuves; vous verrez, en effet, que si la thérapeutique dispose maintenant de méthodes de traitement susceptibles de conduire à la guérison, il n'est possible d'en déterminer, dans chaque cas, les modalités efficaces que grâce à la méthode de détection du Docteur Vernes.

Cette méthode a derrière elle une expérience de plusieurs années qui permet dès lors de considérer que le problème est bien résolu maintenant. Devant ce résultat inespéré, il importe de propager les traitements qui vont ramener tant de malades à la santé et, par là même, aider à atténuer la crise industrielle présente en contribuant à augmenter d'autant la production nationale.

Vous comprendrez toutefois qu'il est impossible de donner aux méthodes de traitement et de détection la diffusion nécessaire pour atteindre tous les malades sans engager des dépenses élevées, car le programme poursuivi veut embrasser la France entière et il faut pouvoir doter toutes les régions du pays, même les plus reculées, de stations de traitement appropriées.

Il s'agit donc maintenant de faire appel à la générosité publique en s'attachant à éclairer l'opinion sur la gravité du péril qu'il faut combattre à tout prix et à lui montrer enfin le devoir moral qui s'impose à chacun de nous, et spécialement aux grandes sociétés industrielles, qui en seront les premières bénéficiaires, pour apporter dans la mesure de leurs moyens leur collaboration active ou tout au moins leur appui financier à cette œuvre de salut.

Nous sommes en France dans le pays des élans généreux et dévoués, et si, effectivement, le problème thérapeutique est bien résolu, il n'y a pas à douter qu'on ne trouvera facilement chez nous les concours nécessaires.

Mais c'est là avant tout une question de propagande active et persévérante, exigeant des apôtres qualifiés, doués d'une autorité morale incontestée, ne reculant devant aucun effort pour assurer le succès en dépit des



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

critiques et des résistances intéressées, auxquelles ils ne peuvent pas ne pas se heurter.

M. Louis Le Chatelier s'est donc consacré à cette noble tâche avec un dévouement que nous ne saurions trop admirer; il s'est fait l'apôtre de cette croisade patriotique, apportant dans cette mission les hautes qualités de caractère, et d'initiative, dont il a constamment fait preuve au cours de sa carrière industrielle, dans l'administration de la grande entreprise dont il était le président.

Avec l'esprit d'énergie et de décision dont il s'est toujours inspiré et en s'aidant en même temps de l'expérience et de l'autorité incontestée qu'il s'est acquises dans le maniement des hommes et des choses, il a jeté les premières bases de cette œuvre grandiose, qui doit étendre ses ramifications dans toutes les régions de la France entière et spécialement dans les centres industriels.

Pour le succès de cette généreuse entreprise, il a besoin, comme je le disais, de la collaboration et du concours moral et financier de toutes nos grandes industries qui doivent en recueillir les avantages, et il a donc pensé que notre Société pouvait lui fournir une tribune d'où sa voix serait mieux entendue.

Je suis certain que vous serez tous d'accord avec nous pour estimer que notre Société ne pouvait pas se désintéresser d'une question affectant ainsi au premier chef l'industrie qu'elle a pour mission de promouvoir et même le pays tout entier.

A ce titre, elle est heureuse d'accueillir cette communication, bien qu'elle sorte à certains égards du cadre ordinaire de nos études.

A cet égard, je ne saurais invoquer de meilleur témoignage que la présence au milieu de nous d'un praticien expérimenté qui est à ce titre un juge particulièrement qualifié, M. le Docteur Faivre, Directeur du Service de Prophylaxie des Maladies vénériennes au Ministère de l'Hygiène. Il a bien voulu prendre place au Bureau comme délégué à cet effet par M. le Ministre de l'Hygiène Strauss, dont vous connaissez également la haute compétence dans ces questions d'hygiène publique et sociale, dont il s'est occupé depuis si longtemps. M. le Ministre Strauss, voulant attester l'intérêt qu'il attache à l'œuvre de l'Institut prophylactique, dont il a pu aussi de son côté apprécier l'efficacité, et voulant en même temps appuyer de sa haute autorité le généreux apostolat de M. Louis Le Chatelier, s'était proposé de venir assister à cette séance qu'il aurait même présidée personnellement, mais il s'est trouvé malheureusement obligé de quitter Paris hier, et il a bien voulu déléguer M. le Docteur Faivre pour le remplacer.

En votre nom à tous, j'exprime donc nos très vifs remerciements à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Docteur Faivre en lui disant combien nous sommes honorés de le voir aujourd'hui au milieu de nous et je le prie de se faire notre interprète auprès de M. le Ministre Strauss qui, en déléguant aujourd'hui un praticien aussi éminent pour assister à cette conférence, a tenu à montrer qu'il s'agit là vraiment d'une question d'intérêt national.

M. Louis le Chatelier, président honoraire de la Société française de Constructions mécaniques (Anciens Établissements Cail), vice-président de l'Institut prophylactique, fait une communication sur *La lutte pour l'abolition de la syphilis, sa portée sociale et économique* (1).

Le conférencier cite quelques chiffres qui fixent l'ordre de grandeur des méfaits de la syphilis.

La mort des fœtus non venus à terme est due en grande majorité à la syphilis. Les 50 des 100 enfants de syphilitiques qui parviennent à l'âge adulte subissent une diminution permanente de leur capacité de travail. D'après les hygiénistes américains, la syphilis, dont les cas se sont accrus pendant la guerre, réduirait la faculté de production de la France bien plus que les morts et les blessures causées par la guerre.

Les syphilitiques contractent plus aisément que d'autres diverses maladies; ils peuplent les asiles d'aliénés. Or une année d'hospitalisation d'un aliéné par l'Assistance publique coûte autant que la guérison définitive de 200 syphilitiques (moins de 100 f par guérison) dans l' « usine à guérir » qu'est l'Institut prophylactique (2).

Les accidents du travail sont plus fréquents, plus graves et d'une guérison plus longue et plus coûteuse chez les ouvriers syphilitiques que chez les autres. L'ensemble des salaires ouvriers est actuellement en France d'une trentaine de milliards; le gain dû à la guérison des ouvriers syphilitiques serait de 1.500 millions par an; or la guérison complète de *tous* les Français syphilitiques, et non pas des seuls ouvriers, coûterait moins de 1 milliard *une fois pour toutes*.

L'abolition de la syphilis n'est qu'une question de volonté car, contrairement à une opinion encore courante, ce n'est plus une maladie incurable. Le traitement connu, et amélioré grâce au 606, consiste à détruire le tréponème, cause de la syphilis, par un poison introduit dans la circulation, mercure, arsenic (606); mais tant que ce poison n'a pas détruit la dernière colonie de tréponèmes, celle-ci prolifère et, au bout de quelques mois, l'organisme est à nouveau envahi tout entier. La réaction de Wassermann, pratiquée sur le sérum du sang ou du liquide céphalo-rachidien, constitue bien un indice de maladie; malheureusement, elle ne fournit pas des indications absolument sûres. Le docteur Vernes s'est consacré depuis 1910 à rechercher une méthode de détection rigoureuse et à l'appliquer dans plusieurs dispensaires créés par les soins de l'Institut prophylactique, établissement public fondé en 1916 pour amplifier l'œuvre personnelle du docteur Vernes.

La méthode de détection du docteur Vernes est une merveille de rigueur mais à condition d'être appliquée avec une extrême minutie, d'être pratiquée en grandes séries, au moyen d'appareils industriels d'une précision indépendante de l'opérateur.

(1) Voir dans le présent numéro, p. 657, le texte *in extenso* de cette communication.
(2) 60, boulevard Arago, Paris (13e), Téléph. Gobelins 24-60; 46-50.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le conférencier décrit cette méthode en détail, et présente les appareils qu'exige son emploi. Elle permet de mesurer quantitativement le *critérium de la maladie*, de suivre son évolution, ce qui facilite le traitement en fixant ses meilleures modalités d'application et de constater si le malade s'approche de la guérison.

M. L. Le Chatelier décrit l'organisation des dispensaires de l'Institut prophylactique, dispensaires à grand débit où un même poste opératoire peut faire soit 140 ponctions, soit 60 injections par séance de trois heures. Ce sont de véritables « usines à guérir » où, par exemple, pendant le mois de mai dernier, il y a eu 9.730 interventions.

L'état de chaque malade est suivi au moyen d'un graphique — leur nombre dépasse actuellement 36.000 — sur lequel on écrit, point par point, toute l'histoire du traitement. Au moyen de diagrammes ainsi obtenus, le conférencier expose quelques cas de traitements, tous suivis de guérison, dont il interprète les particularités.

Si d'après l'allure de la courbe des points représentatifs du critérium on juge qu'un malade est arrivé à la guérison, on pratique sur lui une certaine injection arsenicale qui, pratiquée chez un sujet malade, ferait remonter notablement son critérium. Cela fait, on renouvelle les prises de sang tous les mois. Si, pendant 8 mois, le critérium est nul, et, si à ce terme, le liquide céphalo-rachidien fournit aussi un critérium nul, la guérison est certaine.

M. L. Le Chatelier pense qu'il faut faire commencer la campagne d'abolition de la syphilis par les industriels. Dans toute région industrielle, ils devront ouvrir à frais communs une usine à guérir gratuite qui fera tache d'huile, créera un mouvement d'opinion et conduira à une organisation générale ayant pour but de soigner tous les citoyens.

Vis-à-vis de ces initiatives industrielles, l'Institut prophylactique devra jouer un rôle analogue à celui qu'a joué l'Institut Pasteur en 1908 dans l'abolition de l'ankylostomiase, l'anémie des mineurs, qui avait disparu en 1914; ce sera une École normale de Syphilimétrie chargée d'initier ceux qui seront désignés pour appliquer la méthode. Mais le moment n'est pas encore venu : l'Institut prophylactique ne peut pas être actuellement une école normale de syphilimétrie car il est encombré et il est devenu insuffisant. Mais il vient d'acheter avenue Pasteur un terrain où il édifiera un dispensaire pour 5.000 guérisons annuelles (l'ensemble des dispensaires actuellement existants est d'une capacité de 10.000 guérisons annuelles). Cet établissement sera le prototype de ce qui devra être créé dans chaque centre industriel. Pour entreprendre son édification, il faut de nouvelles libéralités : des industriels en ont déjà offert; pour les raisons données plus haut, il a semblé judicieux d'en différer l'acceptation — leur tour viendra bientôt — et de s'adresser aux financiers et aux commerçants, à qui l'abolition de la syphilis vaudra un surcroît de bénéfices sans leur imposer de charges annuelles quand l'organisation prévue sera réalisée. Grâce aux concours attendus, M. L. Le Chatelier compte pouvoir ouvrir le chantier de l'avenue Pasteur avant la fin de cette année et voir l'École normale de Syphilimétrie en plein fonctionnement en 1923, époque à laquelle les industriels pourront entreprendre la lutte. Mais rien ne doit les empêcher de la préparer dès maintenant.

Considérant que les initiatives industrielles qui seront prises sur divers points du territoire seront les embryons d'organisations locales affectées à un service

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

national et qu'elles doivent, par suite, offrir de l'homogénéité, il convient de rechercher, en tenant compte des conditions locales, comment pourraient être utilisées les ressources médicales disponibles; un bureau central d'études, créé à frais communs par les industriels disposés à intervenir, devra donc être établi et il semble à M. L. Le Chatelier qu'un lien devra nécessairement exister entre ce bureau d'études et la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

E. L.

M. LE DOCTEUR FAIVRE dit qu'il tient à apporter le témoignage de l'intérêt qu'attachent M. le Ministre de l'Hygiène et les services qu'il dirige à la campagne de M. L. Le Chatelier et aux méthodes qu'il préconise pour déceler et combattre la syphilis, méthodes dont il a pu personnellement apprécier l'efficacité. Sa présence est une preuve de l'appui qu'apporte le Ministre aux généreux apostolat de M. L. Le Chatelier.

M. LE PRÉSIDENT. — Au nom de notre Société, je remercie notre collègue M. L. Le Chatelier pour la si intéressante communication qu'il vient de nous faire; nous avons reconnu, après avoir entendu son exposé, que, si cette question sort quelque peu du cadre de ses études habituelles, notre Société ne pouvait se désintéresser d'un problème difficile mais résoluble, qui intéresse le pays tout entier, et qui touche de si près à l'industrie que notre Société a pour mission de promouvoir. Permettez-moi d'exprimer à M. L. Le Chatelier notre admiration pour l'exemple de dévouement qu'il apporte dans son œuvre si éminemment patriotique.

La séance est levée à 18 h. 30 m.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# BIBLIOGRAPHIE

**La laiterie; art de traiter le lait, de fabriquer le beurre et les principaux fromages français et étrangers**, par POURIAU. 7e édition, complètement remaniée, mise au courant des progrès modernes, et augmentée, par M. LOUIS AMMANN, Ingénieur-agronome, professeur à l'École nationale d'Agriculture de Grignon. Un vol. (19 × 12 cm) de 640 p. avec 194 fig. Librairie agricole, édit. Paris, 1922 (Prix 15 f.).

Le livre de Pouriau, depuis l'époque où il fut écrit (1872), a été le livre de chevet pour tous ceux qui se sont occupés d'industrie laitière. Le titre qu'il portait indique bien la nature de l'enseignement, dont l'auteur, professeur à l'École de Grignon, voulait faire profiter ses contemporains. Comment en eût-il été autrement, alors que la connaissance du lait ne relevait que de la pratique et non de la science, et même les instruments employés et leur maniement étaient si simples, les opérations si traditionnelles qu'il venait à l'idée de si peu de personnes de leur donner une tournure scientifique qu'il faut savoir gré à Pouriau d'y avoir pensé.

Le rapport sur l'Exposition de 1855 ne parle pas d'instruments de laiterie; le rapport de Poggiale sur l'Exposition de 1867 se contente de citer deux barattes et celui sur l'Exposition de 1878 est aussi muet que celui de 1855. Il faut arriver à l'Exposition de 1889 pour constater qu'il existe en France une véritable industrie laitière, certainement viable.

Ce titre, qui ne répond plus aux exigences des lecteurs, l'éditeur a tenu à le conserver; il a supprimé la petite vignette, un peu vieillotte et qui fait sourire aujourd'hui, et a remplacé la petite fermière qui fait ses fromages par un vigoureux gaillard qui sème les idées nouvelles. Considérant que les éditions précédentes, déjà augmentées par Montéran, étaient devenues insuffisantes, en présence du développement scientifique de l'industrie laitière, il a confié au successeur de Lezé et de Pouriau, le soin de remettre à neuf ce vieux livre de famille que tant de générations de lecteurs avaient feuilleté.

Il ne pouvait pas mieux choisir que M. Louis Ammann dont les travaux, en collaboration de M. Lindet ou de M. Husson, dont l'enseignement à Grignon lui offraient les meilleures garanties de compétence. Avec lui, Pouriau n'est plus le Pouriau que nous avons connu; il l'a habillé à la moderne; il le fait parler chimie avec la composition et l'analyse du lait, physique avec la constitution colloïdale du lait et la pression osmotique de ses constituants, bactériologie avec l'acidification des crèmes et la maturation des pâtes, sa pasteurisation et sa stérilisation, mécanique avec son écrémage et son barattage. Le côté pratique n'est pas oublié et les vachers et vachères, dont l'éducation est insuffisante pour approfondir les raisons scientifiques qui les guident, retrouveront, entre les lignes, le vieux « Pouriau »;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mais ceux ou celles qui tiennent non pas à faire ce qu'ils savent, mais à savoir ce qu'ils font, trouveront dans le jeune « Ammann » les éléments mêmes de leur instruction.

L. LINDET.

**Les actualités de chimie contemporaine**, publiées sous la direction de M. A. HALLER, membre de l'Institut. 1re Série par MM. R. CORNUBERT, D. FLORENTIN, A. MAILHE, E. BOURQUELOT, J. MARTINET, E. NOELTING, M. SOMMELET et M. DELÉPINE. Un vol. broché (12 × 19 cm) de 324 p. avec figures. G. Doin, édit. Paris, 1922.

Voici la préface de ce volume, rédigée par M. Haller.

Les conférences qui font l'objet de ce volume constituent la suite de celles qui ont été faites et publiées quelques années avant la guerre et que des circonstances spéciales nous ont obligé d'interrompre.

Pénétrés de la nécessité qui, plus que jamais, s'impose à tout chef de laboratoire de susciter et de faciliter le travail des jeunes hommes qui ont la vocation de la recherche scientifique, nous avons donc repris, sur de nouvelles bases, le programme réalisé dans nos premières conférences.

Ce programme, qui consiste à faire résumer et exposer en quelques pages, soit l'ensemble des progrès récents accomplis dans un chapitre déterminé de la chimie, soit l'application de méthodes nouvelles à la genèse de nos composés, soit la découverte de fonctions inattendues, soit enfin les conceptions sans cesse renouvelées qui se font sur la constitution de la matière, ce programme, disons-nous, sera élargi, dans la mesure où le travail demandé aux conférenciers le permet.

Nous considérons, en particulier, qu'il serait de la plus grande utilité pour les chercheurs, que ces exposés fussent étayés et complétés par une bibliographie aussi complète que possible. Nos monographies acquerraient de ce fait, un intérêt plus marqué encore, car elles faciliteraient la tâche de tous ceux qui, dans leurs études, ont besoin de recourir aux sources.

Si nous sommes en mesure de reprendre notre œuvre de propagande, nous le devons au grand intérêt que lui témoigne M. E. Solvay auquel on ne fait pas impunément appel quand il s'agit de faire progresser la science. Nous lui exprimons toute notre gratitude pour les encouragements qu'il nous a donnés.

A. HALLER.

Voici les sujets traités dans l'ouvrage :

La guerre des gaz. Généralités. L'œuvre française, par R. CORNUBERT ;

La guerre des gaz. L'Allemagne et la guerre des gaz, par D. FLORENTIN ;

La microanalyse organique quantitave, par R. CORNUBERT ;

Etat actuel de la catalyse, par A. MAILHE ;

La synthèse biochimique et en particulier celle des dissacharides, par E. BOURQUELOT ;

La solidité des liaisons entre atomes dans les molécules organiques, par J. MARTINET ;

La naphtaline au point de vue scientifique et industriel, par E. NOELTING ;

Les cétènes, par M. SOMMELET ;

Quelques complexes de l'iridium, par M. DELÉPINE.

**Les principes de l'analyse chimique**, par M. VICTOR AUGER, maître de conférences à la Sorbonne. Un vol. (11 × 17,5 cm), de 224 p., avec 77 figures, de la collection Armand Colin. A. Colin, édit., 1921. Prix : broché, 5 f ; relié 6 f.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce petit livre présente, sous une forme condensée, les données nécessaires à la connaissance raisonnée de la chimie analytique, qui passe, à tort, pour n'être qu'un ensemble de recettes.

Le but est le même que celui d'Ostwald quand il publia son opuscule sur les principes de l'analyse chimique. Voici les titres de quelques parties détachées de certains chapitres qui feront comprendre comment l'ouvrage est conçu.

Les ions, dissociation électrolytique, hydrolyse et procédés employés pour l'augmenter ou l'enrayer, colloïdes, floculation, adsorption, titrimétrie par mesure de conductibilité électrique ou par mesure de différence de potentiel, spectroscopie qualitative et quantitative, critique des méthodes d'analyse, présentation, approximation et vérification des résultats, calcul des erreurs.

E. L.

**L'industrie textile. Le lin. Dictionnaire de termes techniques français-anglais-allemand-italien**, par A. RENOUARD. Guides techniques Plumon, volume XV. Tome I. Ch. Béranger. Paris, édit. Un vol. relié (15×10 cm) de 565 p., avec 105 fig., 1921 (Prix 30 f).

La littérature technique devenant de jour en jour plus vaste et plus spécialisée, il est rare qu'une documentation sérieuse puisse être effectuée si on n'a pas recours à la consultation d'ouvrages, et de périodiques étrangers, plus généralement anglais, allemands ou italiens.

Le dictionnaire de A. Renouard a pour but de permettre à ceux qu'intéressent les industries textiles dérivant du lin, du chanvre, du jute et de leurs succédanés de s'initier au vocabulaire spécial dont ils auront besoin.

L'ouvrage de M. Renouard n'est pas seulement un dictionnaire : c'est un véritable aide-mémoire, renfermant beaucoup de ren seignements utiles.

Le dictionnaire proprement dit donne, dans les quatre langues, les termes et expressions techniques classés méthodiquement dans l'ordre successif des opérations auxquelles les textiles sont soumis. De nombreuses figures éclairent cette partie de l'ouvrage. A la fin du livre, une classification alphabétique méthodique donne, dans chacune des quatre langues, tous les termes cités dans le dictionnaire proprement dit et renvoie à ce dictionnaire.

Une partie intitulée renseignements utiles fournit des indications exactes sur un grand nombre de points. Cette partie renferme, par exemple : les numéros de jauge et les diamètres des fils métalliques (en pouces et en millimètres) des garnitures de carde; des tableaux des jauges les plus usitées; les unités françaises légales; des tables de conversion des mesures anglaises en mesures métriques et *vice versa*.

Une bibliographie importante d'ouvrages et de périodiques, un répertoire des écoles techniques et des fournisseurs de l'industrie textile fournissent, dans les quatre langues, une documentation des plus utiles.

M.-Y. L.

**Manuel du filateur**, par F. RUBIGNY. Bibliothèque professionnelle. J.-B. Baillière et fils. Paris, édit. Un vol. relié (15×10 cm), de 366 p. avec 173 fig., 1922 (Prix 10 f).

L'auteur après avoir passé rapidement en revue les principales fibres utilisées en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

filature s'étend plus longuement sur les principes généraux de la filature (étirage, doublage), sur le conditionnement, le titrage et le numérotage des fils et enfin sur les différents essais portant sur l'élasticité, la torsion, etc.

Puis il étudie le lin, le chanvre, le jute, la ramie, le *phormium tenax*. Ces fibres se travaillant toutes à peu près de la même façon, l'auteur n'en étudie qu'une à fond et qui sert de type : le lin. Pour les autres fibres, il se contente de noter ce qui les distingue du lin et ce qui différencie leur travail de celui du lin.

La filature du coton, de la laine, de la soie, différant totalement l'une de l'autre et de celle du lin, font l'objet d'études détaillées.

L'auteur note, en quelques mots, le travail des laines Renaissance et des laines mortes, la fabrication des soies artificielles.

L'abondance des dessins, schématiques et clairs, les exemples numériques dont l'auteur a fait suivre chacun des principaux points qu'il a étudiés, facilitent la compréhension du texte et contribuent à faire de ce volume un manuel simple et bref, qui sera précieux aussi bien pour l'ouvrier soucieux de connaître mieux la branche où il travaille, que pour l'élève des écoles professionnelles désireux de connaître la filature.

M.-Y. L.

---

# OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

## EN JUIN 1922

Dons de Sir Robert A. Hadfield, membre de la Société.

HADFIELD (Sir ROBERT A.). — **The Work and Position of the Metallurgical Chemist also References to Sheffield and its Place in Metallurgy**, delivered before the Sheffield Association of Metallurgists and Metallurgical Chemists at the Mappin Hall, The University, Sheffield, October 24th, 1921. In-8 (25 × 16) de 97 p., XX pl. 1921. **16404**

HADFIELD (Sir ROBERT A.). — **The Metallurgy of Iron and Steel.** In-18 (16 × 10) de XV + 122 p., 16 fig., I pl. London, Sir Isaac Pitman and Sons, 1922. **16405**

***

BONNAMAUX (HENRI). — **La menuiserie pratique.** Tome I : **L'outillage.** In-18 (15 × 12) de 217 p., 157 fig. Paris, Ernest Flammarion, 1922. **16406**

HACKSPILL (LOUIS). — **L'azote.** La fixation de l'azote atmosphérique et son avenir industriel. (*Encyclopédie Léauté*, 2e série.) In-12 (19 × 13) de XII + 271 p., 39 fig. Paris, Masson et Cie; Gauthier-Villars et Cie, 1922. **16407**

CONDUCHÉ (AUGUSTE). — **Les progrès de la métallurgie du cuivre.** (*Encyclopédie Léauté*, 2e série.) In-12 (19 × 13) de XV + 254 p., 26 fig. Paris, Masson et Cie; Gauthier-Villars et Cie, 1922. **16408**

LEVAINVILLE (J.). — **L'industrie du fer en France.** (*Collection Armand Colin, n° 19, Section de chimie.*) In-16 (17 × 11) de VI + 211 p., 4 fig. **Bibliographies**, p. 45-46, 55-56, 157-158, 204-205. Paris, Armand Colin, 1922. **16409**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ROUELLE (Colonel JEAN). — **L'acier (Élaboration et travail)**, (*Collection Armand Colin, n° 20, Section de chimie.*) In-16 (17 × 11) de VI + 200 p., 45 fig. **Bibliographie**, p. 196. Paris, Armand Colin, 1922. **16410**

CHAMPLY (RENÉ). — **Gazogènes et moteurs à gaz pauvre à la portée de tous.** Théorie et pratique du gaz pauvre. Installation et conduite des gazogènes et des moteurs. 2e édition. In-8 (25 × 16) de 232 p., 90 fig. Paris, Librairie Desforges, 1922. **16411**

**The John Fritz Medal.** Established by the Professional Associates and Friends of John Fritz of Bethlehem, Pa., U. S. A., august 21st 1902, his Eightieth Birthday to perpetuate the memory of his achievements in industrial progress. In-8 (24 × 16) de 127 p., XVIII pl. New York, The John Fritz Medal Board of Award, 1917. **16412**

BROQUELET (A.). — **Manuel du fabricant de jouets** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 298 p., 183 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16413**

*
* *

Dons de M. Maurice Gandillot.

GANDILLOT (MAURICE). — **Éther ou relativité.** In-12 (18 × 11) de XIV + 84 p. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **Pièce 12713**

GANDILLOT (MAURICE). — **Véritable interprétation des théories relativistes.** In-12 (19 × 12) de 17 p. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **Pièce 12714**

*
* *

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Recherches expérimentales sur la viscosité des huiles**, par GASTON DUPOUY. (*Bulletin technique* n° 6, avril 1922, 34 p., 13 fig. **Bibliographie**, p. 35-36.) **Pièce 12715**

DESELLE (CHARLES). — **Étude technique comparée des navires-langoustiers en 1922.** In-4 (26 × 21) de 8 p. (dactylographié). Lorient, 1922. **Pièce 12716**

AUBURTIN (FERNAND). — Une législation qui tue. **Le régime successoral du Code civil.** In-8 (21 × 13) de 32 p. Paris, 10, rue Vivienne (2e), 1922. **Pièce 12717**

*
* *

MINISTÈRE DU TRAVAIL. DIRECTION DU TRAVAIL. — **Statistique des grèves survenues pendant les années 1915-1916-1917-1918.** Paris, Imprimerie nationale, 1921. **Pér. 205**

SYNDICAT GÉNÉRAL DES FONDEURS DE FRANCE (Fonte de fer, fonte malléable, acier moulé, cuivre, bronze, aluminium). — **Annuaire 1922.** Paris, 10, rue de Lancry. **Pér. 90**

CHAMBRE SYNDICALE DES MINES DE FER DE FRANCE. — **Annuaire 1922.** Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 90**

GOUVERNEMENT CHÉRIFIEN. PROTECTORAT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE AU MAROC. — **Bulletin de l'Enseignement public**, n° 40, avril 1922 : *Les grandes lignes de la géographie du Maroc*, par G. HARDY et J. CÉLÉRIER, 214 p., 75 fig. **Bibliographie**, p. 211-213. Paris, Émile Larose, 1922. **Pér. 469**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Carnegie Scholarship Memoirs.** Vol. XI, **1922** (*The Corrosion of Iron*, by J. N. FRIEND). London, 1922. **Pér. 157**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings.** Vol. CCXII, **1920-21** (Part II). London, 1921. **Pér. 189**

AMERICAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGICAL ENGINEERS. — **Transactions.** Vol. LXVI. New York, 1922. **Pér. 201**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

AUSTRALASIAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE. — **Report of the 15th Meeting, Melbourne, 1921.** Sydney, 1921. **Pér. 51**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, Vol. XV, nos **331** : *A relation connecting the derivates of physical quantities*, by M. D. HERSEY, p. 21-29 (1919). — **333** : *Optical conditions accompanying the striae which appear as imperfections in optical glass*, by A. A. MICHELSON, p. 41-45, 4 fig. (1919). — **337** : *Constitution and metallography of aluminium and its light alloys with copper and with magnesium*, by P. D. MERICA, R. G. WALTENBERG, J. R. FREEMAN, p. 105-119, 28 fig. (1919). — **338** : *Some optical and photoelectric properties of molybdenite*, by W. W. COBLENTZ and H. KAHLER, p. 121-162, 22 fig. (1919). — **339** : *Standardization of the sulphur boiling point*, by E. F. MUELLER and H. A. BURGESS, p. 163-184, 4 fig. (1919). — **340** : *A standardized method for the determination of solidification points, especially of naphthalene and paraffin*, by R. M. WILHELM and J. L. FINKELSTEIN, p. 185-197, 4 fig. (1919). — **341** : *Airplane antenna constants*, by J. M. CORK, p. 199-213, 12 fig. (1919). — **342** : *Reflecting power of stellite and lacquered silver*, by W. W. COBLENTZ and H. KAHLER, p. 215-217 (1919). — **343** : *Location of flaws in rifle-barrel steel by magnetic analysis*, by R. L. SANFORD and W. M. B. KOUWENHOVEN, p. 219-230, 16 fig. (1919). — **344** : *Spectral photoelectric sensitivity of silver sulphide and several other substances*, by W. W. COBLENTZ and H. KAHLER, p. 231-249, 17 fig. (1919). — **345** : *Measurements of wave lengths in the spectra of krypton and xenon*, by P. W. MERRILL, p. 251-257, 1 fig. (1919). — **346** : *Oxygen content by the Ledebur method of acid Bessemer steels deoxidized in various ways*, by J. R. CAIN and E. PETTIJOHN, p. 259-270, 5 fig. (1919). — **347** : *Heat treatment of duralumin*, by P. D. MERICA, R. G. WALTENBERG, H. SCOTT, p. 271-316, 26 fig. (1919).

Vol. XVII, nos **428** : *The radio direction finder and its application to navigation*, by F. A. KOLSTER and F. W. DUNMORE, p. 529-566, 49 fig. (1922). — **429** : *Note on the preparation of mannose*, by E. P. CLARK, p. 567-568 (1922). — **430** : *High-frequency resistance of inductance coils*, by G. BREIT, p. 569-587, 4 fig. (1922).

**Technologic Papers**, nos **20** : *Determination of sulphur in illuminating gas*, by R. S. MCBRIDE and E. R. WEAVER, 46 p., 14 fig. (1913). — **24** : *Determination of phosphorus in steels containing vanadium*, by J. R. CAIN and F. H. TUCKER, 11 p. (1913). — **32** : *Special studies in electrolysis mitigation*, by E. B. ROSA, B. MCCOLLUM and K. H. LOGAN, 34 p., 2 fig. (1913). — **40** : *The veritas firing rings*, by A. V. BLEININGER and G. H. BROWN, 10 p., 4 fig. (1914). — **41** : *Lead acetate test for hydrogen sulphide in gas*, by R. S. MCBRIDE and J. D. EDWARDS, 46 p., 17 fig. (1914). — **42** : *Standardization of n° 200 cement sieves*, by R. J. WIG and J. C. PEARSON, 51 p., 5 fig. (1914). — **47** : *Value of the high-pressure steam test of Portland cements*, by R. J. WIG and H. A. DAVIS, 34 p., 6 fig. (1915). — **49** : *Emergent stem correction for thermometers in creosote oil distillation flasks*, R. M. WILHELM, 21 p., 6 fig. (1915). — **50** : *Viscosity of porcelain bodies high in feldspar*, by A. V. BLEININGER and C. S. KINNISON, 7 p., 4 fig. (1915). — **93** : *Glasses for protecting the eyes from injurious radiations*, by W. W. COBLENTZ and W. C. EMERSON, 3d ed., 25 p., 12 fig. (1919). — **98** : *Effects of the heat on celluloid and similar materials*, by H. N. STOKES and H. C. P. WEBER, 39 p., 14 fig. **Bibliography**, p. 40 (1917). — **101** : *Tests of large bridge columns*, by J. H. GRIFFITH and J. C. BRAGG, 139 p., 71 fig. (1918). — **102** : *Properties of Portland cement having a high magnesia content*, by P. H. BATES, 42 p., 15 fig. (1918). — **105** : *Comparative tests of porcelain laboratory ware*, by C. E. WATERS, 7 p. (1917). — **106** : *Stabilized-platform weighing scale of novel design*, by F. J. SCHLINK, 28 p., 20 fig. (1918). — **109** : *Conversion of tin in bearing metals, bronzes and solders*, by G. K. BURGESS and R. W. WOODWARD, 9 p. (1919). — **110** : *Influence of quality of gas and other factors on the efficiency of gas-mantle lamps*, by R. S. MCBRIDE, W. A. DUNKLEY, E. C. CRITTENDEN, A. H. TAYLOR, 49 p., 13 fig. (1918). — **111** : *Compressive Strength of large brick piers*, by J. G. BRAGG, 39 p., 24 fig. (1918). — **112** : *Standardization of the Saybolt universal viscosimeter*, by W. H. HERSCHEL, (2d ed.), 25 p., 4 fig. (1919). — **114** : *A portable cubic-foot standard for gas*, by M. H. STILLMAN, 13 p., 4 fig. (1919). — **115** : *New Baumé scale for*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*sugar solutions*, by F. J. BATES and H. W. BEARCE, 11 p. (1919). — **117** : *Toluol recovery*, by R. S. MCBRIDE, C. E. REINICKER, W. A. DUNKLEY, 60 p., 2 fig. (1918). — **119** : *The ultra-violet and visible transmission of eye-protective glasses*, by K. S. GIBSON and H. J. MCNICHOLAS, 47 p., 25 fig. (1919). — **120** : *Tests of hollow building tiles*, by B. D. HATHCOCK and E. SKILLMAN, 29 p., 10 fig. (1919). — **121** : *Strength and other properties of wire rope*, by J. H. GRIFFITH and J. G. BRAGG, 80 p., 13 fig. (1919). — **126** : *A study of the Goutal method for determining carbon monoxide and carbon dioxide in steels*, J. R. CAIN and E. PETTIJOHN, 8 p. (1919). — **127** : *Leakage resistance of street railway roadbeds and its relation to electrolysis of underground structures*, by E. R. SHEPARD, 39 p., 10 fig. (1919). — **128** : *Effect of solar radiation upon balloons*, by J. D. EDWARDS and M. B. LONG, 29 p., 6 fig. (1919). — **130** : *A comparison of the heat insulating properties of some of the materials used in fire-resistive construction*, by W. A. HULL, 40 p., 18 fig. (1919). — **131** : *Application of the interferometer to gas analysis*, by J. D. EDWARDS, 19 p. (1919). — **133** : *Tests of flexible gas tubing*, R. S. MCBRIDE and W. M. BERRY, 37 p., 6 fig. (1919). — **134** : *Experimental-retort tests of Orient coal*, by R. S. MCBRIDE and I. V. BRUMBAUGH, 10 p., 3 fig. (1919). — **138** : *Effects of glucose and salts on the wearing quality of sole leather*, by P. L. WORMELEY, R. C. BOWKER, R. W. HART, L. M. WITHMORE and J. B. CHURCHILL, 38 p., 24 fig. (1919). — **139** : *Some tests of light aluminium casting alloys. — The effect of heat treatment*, by P. D. MERICA and C. P. KARR, 31 p., 17 fig. (1919). — **140** : *Constant-temperature still head for light-oil fractionation*, by F. M. WASHBURN, 12 p., 4 fig. (1919). — **141** : *Electrolytic resistance method for determining carbon in steel*, by J. R. CAIN, L. C. MAXWELL, 21 p., 6 fig. (1919). — **146** : *Cadmium electrode for storage-battery testing*, by H. D. HOLLER, J. M. BRAHAM, 15 p., 3 fig. (1919).

Vol. XVI, nos **207** : *Manufacture and properties of steel plates containing zirconium and other elements*, by G. K. BURGESS, R. W. WOODWARD, p. 123-176, 16 fig. (1922). — **208** : *Weighing by substitution*, by C. A. BRIGGS, E. D. GORDON, p. 177-192, 3 fig. (1922).

**Circulars**, nos **3** : *Design and test of standards of mass* (3d ed.), 89 p., 25 fig. (1918). — **10** : *Legal weights (in pounds) per bushel of various commodities* (3d ed.), 19 p. (1918). — **17** : *Magnetic testing* (3d ed.), 50 p., 23 fig. (1916). — **18** : *Standard gage for sheet and plate iron and steel* (2d. ed.), 4 p. (1911). — **19** : *Standard density and volumetric tables* (5th ed.), 67 p. (1916). — **20** : *Electrical measuring instruments* (2d ed.), 57 p. (1915). — **27** : *The properties and testing of optical instruments* (2d ed.), 41 p. (1918). — **35** : *Melting points of chemical elements, and other standard temperatures* (4th ed.), 2 p. (1919). — **36** : *The testing and properties of electric condensers*, 26 p., 3 fig. (1912). — **38** : *The testing of mechanical rubber goods* (2d ed.), 39 p., 20 fig. (1913). — **44** : *Polarimetry* (2d ed.), 196 p., 16 fig. (1918). — **64** : *Rules and regulations for the enforcement of the lime-barrel act*, 6 p. (1917). — **65** : *Gas calorimeter tables*, 19 p., 7 fig. (1917). — **66** : *Standard samples for thermometric fixed points*, 13 p. (1917). — **67** : *Wire gages*, 5 p. (1918). — **68** : *Public utility service standards of quality and safety*, 8 p. (1917). — **69** : *Paint and varnish*, 85 p. (1919). — **70** : *Materials for the household*, 259 p., 11 fig. (1917). — **71** : *Rules and regulations promulgated under authority of the federal standard-barrel law*, 8 p. (1917). — **72** : *Scope and application of the national electrical safety code*, 84 p. (1918). — **75** : *Safety for the household*, 127 p., 27 fig. (1918). — **76** : *Aluminium and its light alloys*, 108 p., 27 fig. **Bibliography**, p. 109-120 (1919). — **119** : *Specifications for lime-flint glass tumblers*, 3 p. (1922). **Pér. 61**

*L'agent général, gérant,*
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

121e ANNÉE. AOUT-SEPT.-OCT. 1922.

# BULLETIN

DE

# LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

## POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

## COMITÉ D'AGRICULTURE

Rapport présenté par M. L. Lindet, au nom du Comité d'Agriculture, sur une *presse continue, pour graines oléagineuses, imaginée par* M. A. Olier.

L'industrie de l'huile de graines oléagineuses semble, depuis quelques années, devant la rareté de la main-d'œuvre, vouloir changer son matériel et entrer dans une nouvelle phase.

Aux anciennes meules verticales, si encombrantes, se sont substitués les moulins à cylindres, puis, aux presses Toulet et aux presses marseillaises, qui demandaient l'emploi de sacs et d'étreindelles, exposés à une usure rapide, et entraînaient une main-d'œuvre coûteuse, se sont partiellement substituées les presses à cages. Mais voici mieux : les Établissements A. Olier, constructeurs à Paris, rue Beaurepaire, n° 10 (Xe arr.), proposent aux fabricants d'huile, de chocolat, etc. une presse continue et automatique.

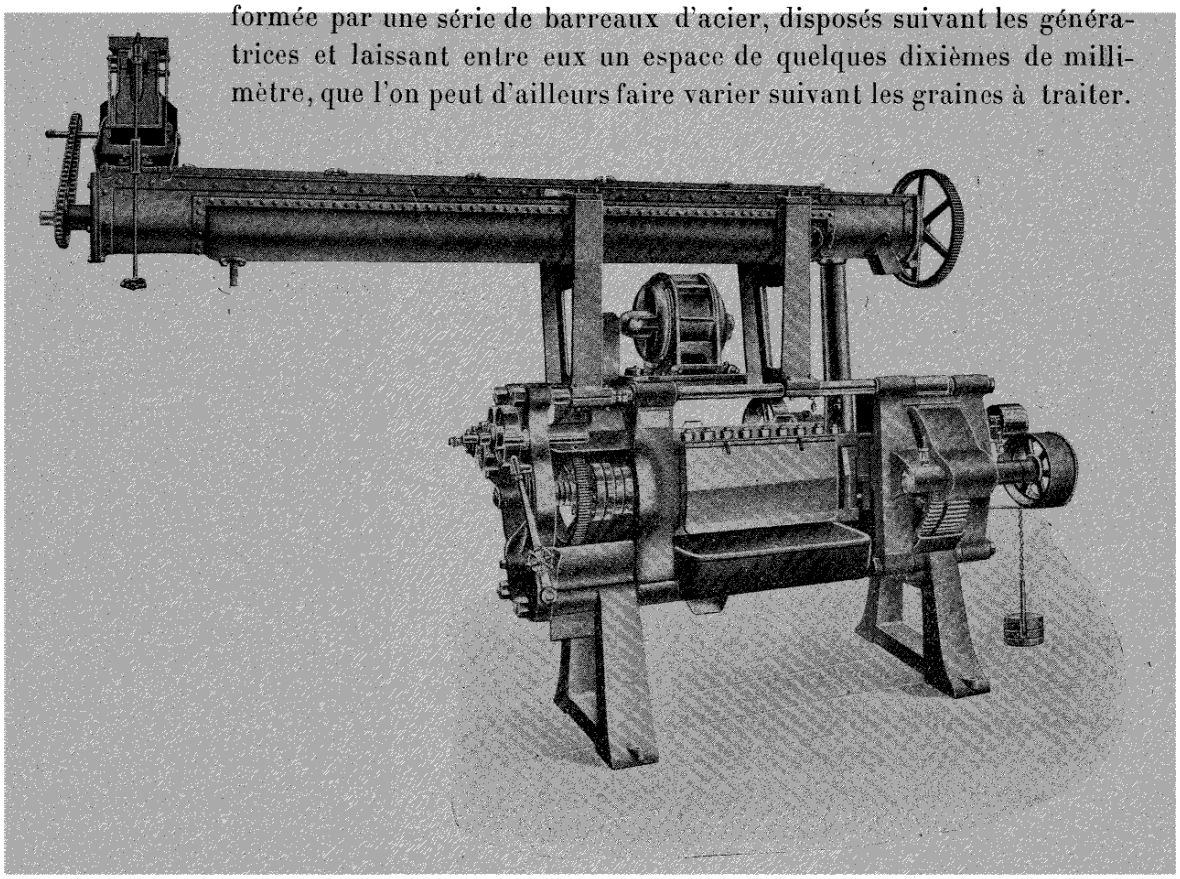
Sans doute le principe n'est pas nouveau : c'est celui de toutes les presses continues : Klusemann ou Bergreen, pour les cossettes épuisées de sucrerie, Mabille pour les marcs de vinification, etc. Mais à M. Olier revient le grand mérite d'avoir appliqué ce principe au pressage d'une matière aussi compacte que la graine oléagineuse broyée et d'où l'huile ne se laisse séparer que sous l'influence des plus fortes pressions. Entre la réalisation d'une idée commune et son application



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à un objet déterminé, il y a un grand effort à fournir, qui est l'invention.

L'appareil se compose d'une cage cylindrique ou horizontale de 0,90 m de longueur sur 0,12 m de diamètre environ; cette cage est formée par une série de barreaux d'acier, disposés suivant les génératrices et laissant entre eux un espace de quelques dixièmes de millimètre, que l'on peut d'ailleurs faire varier suivant les graines à traiter.



Presse continue pour graines oléagineuses, construite par les Établissements A. Olier.

Cette couronne de barreaux est fortement frettée pour résister à la pression qui va s'exercer sur les barreaux. A l'intérieur de cette cage, se meuvent, avec deux vitesses différentes, deux arbres horizontaux, en prolongement l'un de l'autre. Sur chacun d'eux sont fixés des éléments de vis sans fin dont la forme est modifiée pour chaque graine en expérience. La matière, concassée et réchauffée dans un appareil continu disposé au-dessus de la presse, entre d'un côté, subit, dans le premier système de vis, la première pression, le *froissage*; c'est là où

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la vitesse de rotation est la plus grande; puis la matière se présente dans le second système de vis, qui assure la seconde pression, le *rebat*, jusqu'à 400 kg : cm$^2$ environ. La matière, fortement pressée et très chaude du fait de cette pression, sort de l'appareil à l'extrémité opposée par une ouverture fermée partiellement par un cône que l'on peut enfoncer plus ou moins, suivant que l'on désire laisser dans le tourteau une quantité d'huile égale ou supérieure à celle qu'on trouve dans les tourteaux de presses ou descendre d'au moins deux unités au-dessous de leur teneur normale.

On devine que le nouvel appareil de M. Olier simplifie beaucoup l'outillage de l'huilerie puisqu'il supprime le broyage, simplifie la main-d'œuvre, puisqu'il n'y a plus de mise en sac, de mise en étreindelles, de manutentions pour enfoncer l'étreindelle dans le casier de la presse ou pour la disposer sur le plateau, puis pour l'en retirer. Une presse du type n° 1 travaille 180 à 200 kg à l'heure (1); rien n'empêche un contremaître de surveiller quatre ou cinq appareils à la fois.

Les cultivateurs seront certainement surpris en voyant pour la première fois ces résidus, que l'on n'ose pas appeler tourteaux, puisqu'il n'en ont pas la forme ordinaire; ils sont sortis avec violence du cône qui les a expulsés, et se présentent sous forme de feuillets conchoïdes, plus encombrants à l'ensachage, mais dont la mouture s'exécute plus aisément. Le cultivateur peut faire confiance au fabricant, et accepter des résidus qui ont exactement la composition et les propriétés des tourteaux ordinaires des presses intermittentes.

Votre Comité d'Agriculture vous propose de remercier M. Olier de sa communication, d'insérer le présent rapport au *Bulletin* et de retenir l'invention de M. Olier parmi celles que notre Société, en principe, est disposée à récompenser.

*Le Rapporteur*,
L. LINDET.

*Lu et approuvé en séance publique du Conseil le 1$^{er}$ juillet 1922.*

(1) 800 à 1.000 kg à l'heure pour certaines graines comme le coprah et le palmiste en première pression, c'est-à-dire laissant 20 à 25 p. 100 d'huile dans le tourteau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LES PROGRÈS DE L'INDUSTRIE DU VERRE [1]

PAR

M. LÉON APPERT,

*Membre du Conseil.*

Au mois de mai 1916, en pleine période d'hostilités, sur l'initiative très opportune de M. Lindet, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale avait organisé, dans ce local même, une exposition de la verrerie française pendant la guerre, voulant montrer ainsi l'effort dont elle était susceptible et les résultats qui avaient été la conséquence de tout ce qu'on avait dû entreprendre à cette époque troublée.

Cette exposition avait eu un grand succès, dû, d'une part, à l'empressement que les maîtres-verriers intéressés avaient mis à y concourir et, d'autre part, aux résultats intéressants qui avaient été obtenus et qui étaient faits pour aider très efficacement aux besoins de la défense.

Mais si ces résultats avaient pu être constatés, on en connaissait moins les causes; or, elles sont dues, pour une grande partie, aux progrès que l'industrie du verre a faits depuis plus d'un demi-siècle. Ce sont ces progrès que j'ai pensé pouvoir faire connaître, à la Société, avec l'assentiment de M. le Président, ce que j'essaierai de réaliser de la façon la plus succincte et la plus rapide possible.

* * *

Le verre, ce corps si intéressant pour nous par les multiples services qu'il est appelé à nous rendre de toute manière et sous les formes les plus diverses, est le résultat de la combinaison à haute température de trois des corps les plus abondants que la nature mette à notre disposition : la silice, la soude et la chaux :

La *silice*, qui compose presque la moitié de l'écorce terrestre, se rencontre à l'état de pureté sous la forme de cristal de roche, de silex, de grès, de sable ou, combinée, dans les roches d'origine éruptive et ignée;

La *soude*, qui se trouve en quantité indéfinie dans l'eau des océans, sous

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique du Conseil le 13 mai 1922.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la forme de chlorure de sodium, et dans les cendres des plantes qui végètent autour de nous;

La *chaux*, qui se rencontre à tous les étages géologiques, depuis les terrains carbonifères les plus anciens jusqu'aux terrains d'alluvion les plus récents, en presque aussi grande quantité que la silice.

Le verre possède de nombreuses propriétés au nombre desquelles deux sont d'une importance pour ainsi dire capitale : ce sont sa *malleabilité* à haute *température* et sa *transparence* à la température ordinaire. Par sa malléabilité, le verre peut être coulé, moulé, étiré, soufflé; par sa transparence, il peut être utilisé pour se protéger contre les intempéries et pour l'assainissement de nos habitations, en même temps que par les qualités de réfraction qu'il possède, il est susceptible de rendre les plus grands services à la dioptrique en général, autant pour les besoins de la science que pour ceux de l'humanité entière, sous toutes ses formes. Ces deux propriétés ont permis d'en faire les utilisations successives les plus différentes à des époques très éloignées souvent les unes des autres, permettant ainsi l'usage du verre dans les conditions où il est pratiqué actuellement.

Quoique les propriétés du verre eussent pu être connues dès les premiers âges, ce n'est qu'à une époque relativement récente que les plus anciens spécimens d'objets en verre ont été trouvés, dans les tombeaux des rois égyptiens de la quatrième dynastie, datant, par suite, de 6.000 ans avant l'ère chrétienne.

Les Phéniciens se firent les successeurs et les continuateurs des traditions des Égyptiens, plus tard, les Romains; employé tout d'abord pour les usages d'ordre décoratif, la religion musulmane s'en servit pour ses temples et ses mosquées; la religion catholique, à son tour, trouva dans le verre, à son aurore, un merveilleux auxiliaire pour l'ornementation de ces monuments religieux qui s'érigeaient de toute part et dont nous voyons les spécimens si intéressants dans les cathédrales et les basiliques des XII^e^ et XIII^e^ siècles, que nous pouvons admirer journellement en France, en particulier.

Ce n'est qu'au XI^e^ siècle qu'on paraît s'être servi du verre pour garnir les fenêtres des habitations; ainsi, au XIV^e^ siècle, cette utilisation, quoique si anciennement connue, n'était pratiquée encore que pour les habitations somptueuses.

Au XVI^e^ siècle, on inventait le coulage des glaces et leur polissage ultérieur, substituant ainsi une fabrication puissante et économique, nouvelle, à ce qui n'avait été fait jusque-là que par les Vénitiens sous forme de ces miroirs soufflés et étamés, de si grande renommée et de dimensions toujours relativement réduites.

Au commencement du siècle dernier, Quinquet, complétant l'invention

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'Argant, physicien connu, inventait la cheminée en verre; cette invention, qui paraissait de si faible importance, devait, au contraire, changer toutes les conditions d'existence de l'homme civilisé, en permettant par son emploi la prolongation de la durée du jour; le verre, dès ce moment, devenait l'accessoire indispensable de l'éclairage intensif dont nous voyons un dernier et suggestif spécimen, actuellement, sous forme d'ampoule, dans cette petite pièce, la lampe à résistance ou lampe Edison, qui permet de fractionner et d'utiliser sous forme d'électricité le magnétisme dont la terre est imprégnée et que les travaux d'Ampère et l'invention de Gramme ont appris à lui soutirer.

En même temps, le verre servait en toutes occasions au développement des sciences, par les appareils à la construction desquels il coopérait le plus efficacement.

Dans la dernière moitié du siècle dernier, il devait très à propos aider la médecine et la thérapeutique par son emploi pour l'application et la diffusion des méthodes pasteuriennes, aussi bien au point de vue prophylactique que curatif sous forme d'ampoules si facilement stérilisables.

Concurremment, il devenait l'accessoire indispensable pour l'utilisation des rayons Rœntgen, utilisation nouvelle de l'électricité à haute tension, d'où naissaient les sciences de la radiographie, de la radioscopie et de la radiothérapie.

Enfin, comme dernier usage, dans une proportion si faible que ce soit, n'est-il pas intervenu dans la constitution du cohéreur de M. Branly, merveille d'ingéniosité et de science, dont on entrevoit journellement les services, toujours plus nombreux, qu'il est susceptible de rendre par cette utilisation des ondes hertziennes, de plus en plus répandue.

S'agit-il de sa *transparence*, ce n'est qu'au XIV^e^ siècle qu'on inventait les besicles, dénommées plustard « lunettes », rendant ainsi la vue aux vieillards et aux déshérités qui, jusque-là, en avaient été prématurément privés.

A la fin du XVII^e^ siècle, Newton, comme couronnement de ses travaux sur la réfraction de la lumière à travers les milieux transparents, inventait le télescope.

Quelques années plus tard, le physicien Dollong inventait le microscope en même temps qu'il réussissait à découvrir les conditions de l'achromatisme devenu si nécessaire pour la construction des lunettes à grande portée, aidé en cela par l'invention d'un verre nouveau de plus grande densité, que le seul verre, connu jusque-là, et dénommé le *flint*.

Ces deux inventions étaient appelées à servir la science par leur application à l'astronomie et à la météorologie, aussi bien qu'à l'étude des infiniment petits par le développement de la microscopie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au commencement du siècle dernier l'ingénieur Fresnel inventait les phares lenticulaires, procurant ainsi aux navigateurs une sécurité qui leur avait manqué presque complètement jusque-là.

Quarante ans plus tard, par leur collaboration, Niepce et Daguerre réalisaient cette merveilleuse invention de la fixation des images par la lumière, découverte nouvelle cherchée en vain jusque-là et connue dès lors sous le nom de daguerréotype et, quelques années plus tard, complétée par celle de la photographie, invention à laquelle il convient de rattacher le nom du Français Bayard.

Quels ne sont pas les services enfin, que le verre a rendus au cours des derniers événements tragiques dont nous venons d'être les témoins, par tous ces appareils de visée, de contrôle, etc., et dont un spécimen est ce projecteur à grande portée et de si grande puissance, le projecteur Mangin, qui, au commencement de la guerre, d'un appareil d'investigation à grande distance était devenu à la fin un appareil de défense contre les pirates de l'air qui nous survolaient.

## Fabrication.

La fabrication du verre peut se décomposer en trois opérations successives : une première, qui est la *composition* du mélange vitrifiable; la seconde, la *fusion* de ce mélange et la préparation du verre dans les conditions de température nécessaire pour le façonner; la troisième, qui consiste dans sa *mise en œuvre*.

1° Composition. — L'industrie de la verrerie est restée pendant de longues années, on peut dire de nombreux siècles, pratiquée dans des conditions purement empiriques. Cette industrie, toujours un peu mystérieuse, était restée en effet dans les mains de pratiquants peu nombreux qui, jaloux des connaissances qu'ils avaient acquises, étaient peu disposés à les divulguer.

Aux XI^e^, XII^e^ et XIII^e^ siècles, la fabrication du verre, pour la décoration, était pratiquée presque uniquement dans les monastères et les couvents; elle y avait acquis une grande perfection qu'attestent les spécimens qui nous en restent. L'invention d'un verre nouveau qu'avait réussi à faire un verrier anglais, un peu par hasard comme il y a lieu de le penser, résultant de la substitution de l'oxyde de plomb à la chaux, avait donné lieu à des progrès intéressants de toute nature, ce verre étant doué de propriétés très différentes que ne possédait pas le verre ordinaire, fabriqué jusque-là, autant pas sa sonorité que par son éclat et par la facilité avec laquelle il pouvait être façonné : on le désigna sous le nom de *flint* et plus tard sous celui de *cristal*.

La découverte de Leblanc pour la fabrication d'un carbonate de soude,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus économique y avait contribué à son tour, autant par sa constance de composition que par sa pureté et son bas prix relatif.

Dès lors, d'importantes verreries s'étaient créées et avaient aidé à amener des perfectionnements dans la fabrication du verre et dans son emploi d'une façon générale. Toutefois, l'influence d'éléments autres pouvant être soupçonnés pouvoir entrer dans la composition des verres étaient inconnue; et il m'est permis d'en donner un exemple. En 1845, Jean-Baptiste Dumas, alors président de l'Académie des Sciences, était si peu éclairé sur cette industrie, semble-t-il, qu'il demandait à des verriers connus et de grande réputation, de faire des essais pour se rendre compte de l'indispensabilité de la chaux dans les verres! Dès cette époque, la science, du reste, sentant la nécessité de s'intéresser aux questions industrielles, faisait faire à cette industrie des progrès notables : c'était Pelouze, qui avait été directeur, pendant quelques années, de la Glacerie de Saint-Gobain; c'était Eugène Peligot, dans des leçons remarquables de clarté faites au Conservatoire des Arts et Métiers et à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, où il traçait à grands traits les perfectionnements qui pouvaient être apportés à cette industrie; c'était Frémy, en collaboration avec Feil composant des verres nouveaux pour les besoins de l'optique.

Suivant les traditions de ces savants, des ingénieurs verriers en France, un consortium de physiciens, de chimistes et de techniciens, en Allemagne, dans une verrerie fondée à Iéna et que subventionnait le Gouvernement allemand par une somme de 200.000 marks versée annuellement, entreprenaient des essais méthodiques destinés à les fixer sur la nature des éléments qui pouvaient être introduits dans les compositions vitreuses et de l'influence que leur présence pouvait exercer sur leurs propriétés physiques et chimiques.

En Angleterre, la Society of Glass Technology, entre autres, entreprenait des études de nature analogue et pour le même objet.

Il est résulté de ces études faites simultanément, une technique nouvelle dont les résultats se font sentir actuellement de la façon la plus utile, comme il est permis d'en juger : la première conséquence de ces études, est que tous les métalloïdes en combinaison avec l'oxygène peuvent être introduits dans les compositions vitreuses; les uns, à réaction acide, l'acide phosphorique et l'acide borique, pouvant, concurremment avec l'acide silicique, donner naissance à des phospho-silicates ou des boro-silicates; la soude et la potasse pouvant se substituer l'une à l'autre en proportion directe de leur poids atomique; les bases terreuses enfin, l'alumine, la magnésie, la baryte, la strontiane, pouvant se substituer à la chaux, réserve devant être faite pour l'alumine qui, suivant la composition élémentaire dans laquelle elle est introduite, peut jouer, soit le rôle d'acide, soit le rôle de base.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A ce sujet quelques développements semblent nécessaires : des savants étrangers, sollicités de rechercher la formule la plus propre à fournir des verres aussi peu susceptibles que possible d'altération, ont cru pouvoir établir que les silicates alcalino-calcaires à proportions définies remplissaient ces conditions de préférence à toutes autres et que, par suite, il était possible d'établir, comme règle générale, que, dans ces verres, le rapport de l'oxygène de l'acide à la somme de l'oxygène des bases devait être de 5, le rapport de l'oxygène des bases entre elles étant égal à l'unité, correspondant ainsi, à quelques dixièmes près, à la composition de verres de glaceries de réputation connue.

Mais, me basant sur des expériences personnelles, ayant pour objet de corroborer ces résultats, en même temps que sur les nombreuses observations qu'une pratique prolongée m'avait permis de faire, je croyais pouvoir établir que cette formule pouvait être considérée comme exacte, mais qu'elle devait s'appliquer à des verres dans lesquels était introduit un quatrième élément, l'*alumine*, qui, se substituant partiellement à la silice et à la chaux, jouait le rôle d'acide et formait ainsi dans les verres des silico-aluminates à combinaison basique binaire ; et non des silicates à combinaison basique ternaire ; la confirmation de ces hypothèses m'étant donnée par les expériences faites sur des verres anciens datant comme fabrication d'un millier d'années, et de beaucoup supérieurs comme qualités aux verres de fabrication moderne dont la dissociation des éléments pouvait être regardée comme inévitable, tels qu'ils sont composés à l'époque actuelle.

Il est à noter que dans tous les verres regardés comme nouveaux par les propriétés qu'ils possèdent, l'alumine joue un rôle important et souvent prépondérant et que l'abandon qui a été fait de cet élément des verres devait être dû à la difficulté de son introduction non moins qu'à son isomorphisme avec l'oxyde de fer au maximum d'oxydation ($Fe^2 O^3$), élément proscrit par les verriers comme donnant des verres de coloration non admise par le commerce (1).

De ces études, en outre, les constatations suivantes pouvaient être faites : certains métalloïdes, l'arsenic, le phosphore, le fluor, en combinaison avec certaines des bases contenues dans les verres, pouvaient former des combinaisons particulières qui, solubles à chaud dans le verre fondu, se précipitent, au contraire, pendant son refroidissement en donnant naissance à ces verres opaques désignés sous le nom d'*émail*, d'*opaline*, d'*opale*, dont on connait toutes les propriétés et qu'on utilise actuellement d'une façon si générale

(1) Il est intéressant de rappeler que les verres des vitraux des XI^e^, XII^e^ et XIII^e^ siècles sont tous de composition identique quel que soit le lieu où ils ont été fabriqués ou tout au moins utilisés et qu'ils sont toujours colorés par des quantités variables de fer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour protéger les métaux, en particulier, contre l'oxydation et les attaques pouvant survenir des corps avec lesquels ils sont mis en contact. De plus, certains sels, les sulfates en particulier, peuvent donner de la translucidité par interposition; tels sont les verres opalins dénommés *pâtes de riz*, si remarquables et se différenciant par leur manque d'orient.

Certains métalloïdes, enfin, pouvaient donner naissance à des verres colorés, tels sont : le carbone, le soufre, le sélénium; ces corps mêmes ou en combinaison entre eux, et avec l'addition d'un métal, le cadmium, pouvant à leur tour donner naissance à des verres de colorations variées, nouvelles, et d'un grand éclat, par la formation d'un sulfo-séléniure de cadmium.

S'agit-t-il des *métaux*, tous peuvent être introduits dans les compositions vitreuses, étant également en combinaison avec l'oxygène; les uns donnant des verres incolores, tels que le plomb, le zinc, l'antimoine, le bismuth, le thallium; l'étain, suivant son état d'oxydation, donnant des verres opaques par interposition ou étant un puissant réducteur à l'état de protoxyde; d'autres, plus nombreux, donnant des verres colorés, connus dès la plus haute antiquité, sauf le chrome, le titane et le nickel.

Certains de ces oxydes, suivant leur état d'oxydation, peuvent donner des colorations très différentes; il en est ainsi du manganèse, du fer, du cuivre, de l'argent.

Enfin, des colorations particulières sont données par l'or, qu'on peut supposer jouer le rôle de colorant à l'état colloïdal par les conditions dans lesquelles cette coloration se produit.

D'une façon générale les colorations très variées qui peuvent être ainsi données aux verres sont susceptibles d'être modifiées quant à leur intensité et leur valeur par la nature des silicates dans lesquels les oxydes de ces métaux sont introduits soit, comme il a été dit plus haut, par l'état d'oxydation du mélange vitrifiable soit par la nature même des éléments composants eux-mêmes.

L'exemple en est donné par l'emploi qui en est fait pour la décoloration des verres, appelée *savonnage*, devant répondre aux besoins exigés par le commerce.

Les résultats de ces études ont été publiés en partie; ils ont permis de composer des verres de propriétés toutes nouvelles, propres à répondre à tous les besoins de la science, aussi bien qu'aux usages de l'industrie quels qu'ils soient. L'optique médicale et l'optique industrielle en ont bénéficié tout d'abord en utilisant des verres colorés à grande portée lumineuse.

Ces résultats n'ont pu être obtenus qu'avec l'aide que la science a procurée autant par l'emploi de procédés d'investigation, d'essais de toute nature, qu'avec l'aide des appareils de physique connus, tels que pyromètres,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

densimètres, usomètres, polarimètres; et au point de vue chimique, par les procédés d'analyse rapides pouvant suppléer d'une façon suffisante aux procédés d'analyse complète tels qu'Eugène Peligot, en particulier, les avait instaurés et qui devraient être pris comme modèles, ces procédés rapides pouvant s'effectuer par l'emploi de la phtaléine du phénol ou celui de l'érythrosine en solution éthérée, soit par l'emploi de la liqueur sensible de notre collègue M. Trillat, et enfin, par le procédé par l'eau à 100°.

Ces verres de nature et de propriétés spéciales, fabriqués pour des usages bien déterminés, ont reçu de leurs créateurs et de leurs inventeurs des noms susceptibles de rappeler leurs qualités et l'usage qui peut en être fait; tels sont :

Le verre silichromé, le verre durax, le verre sérax, le verre radiox, le verre nextra, le verre cralix, le verre boro-mica, le verre pyrex, les borosilicates, le verre silex, le verre sonore, etc.

La préparation des mélanges vitrifiables doit être faite en éléments aussi ténus et fins que possible; ils sont versés dans des alsing ou vastes cylindres fermés, auxquels on donne un mouvement lent de rotation, ces appareils étant contenus eux-mêmes dans des gaines dans lesquelles on produit une ventilation constante, de façon à éviter au personnel intéressé l'action de poussières nuisibles toujours à prévoir; ces mélanges vitrifiables une fois préparés, sont amenés aux fours de fusion et traités dans les conditions indispensables pour en amener une fusion rapide et toujours dans les conditions les plus favorables et les plus économiques.

2° Fusion. — La seconde opération est la fusion. Elle ne s'est opérée de toute antiquité que par l'emploi du bois. Les bois durs et demi-durs, en effet, amenés à l'état complet de dessiccation, peuvent par leur combustion rapide, produire une température suffisante, atteignant de 1.300 à 1.500°.

L'examen de verres datant du XII^e^ siècle, a prouvé que l'on avait pu obtenir la température nécessaire pour en produire la fusion et un affinage suffisants, eu égard à leur peu de fusibilité et grâce à la production de cette température.

Quand la houille fut connue (on lui donnait le nom de charbon de terre), eu égard à son pouvoir calorifique de beaucoup supérieur à celui du bois puisqu'il est dans le rapport de 2,7 ou 3 à 1, on l'employa de préférence; c'est ainsi qu'ont disparu les verreries dites au bois d'une façon complète à l'époque actuelle, en France.

D'une façon générale, les fours de verreries, dits à flamme renversée, se composent d'une partie cylindrique à section ronde, ovale ou rectangulaire, surmontée d'une voûte dénommée couronne; ils sont chauffés par les gaz

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

produits, qui, après s'être élevés jusqu'à la voûte, redescendent et sont évacués par des ouvertures placées au pied des creusets ou cuvettes.

Dans les fours chauffés à la houille, on substitua aux foyers de petite dimension nécessaires pour le bois, des foyers plus grands, plus profonds, avec grilles formées de barreaux mobiles que des *tisseurs* ou chauffeurs habiles, arrivaient à faire fonctionner, produisant ainsi la température nécessaire. Mais l'utilisation de ce charbon se faisait toujours dans des conditions aussi peu économiques que possible; aussi avait-on cherché depuis longtemps à en améliorer les conditions, quand, en 1856, deux ingénieurs anglais, d'origine allemande, MM. William et Friedrich Siemens, prenaient un brevet en vue du chauffage des foyers à haute température pour la métallurgie et pour la verrerie intitulé *fours à gaz et à chaleur récupérée*.

Ces fours, très bien conçus et très pratiques au point de vue de leur fonctionnement, devaient révolutionner le chauffage dans les diverses industries utilisant les hautes températures.

On produisait d'abord, dans des appareils spéciaux appelés gazogènes, des gaz combustibles, utilisant à cet effet la réaction $CO^2 + C = 2\,CO$, résultant de la transformation de la houille, produite sur la grille, en acide carbonique $CO^2$ par sa combustion complète, qui venant traverser une couche de combustible d'épaisseur suffisante à une température de 800 à 900°, se transformait en oxyde de carbone CO, gaz éminemment combustible, entraînant avec lui, par distillation, les hydrocarbures que la houille est susceptible de contenir, et qui, une fois produits, étaient introduits dans le laboratoire du four par des gaines et des ouvertures convenablement placées, autour desquelles par d'autres gaines les entourant, arrivait de l'air, dit *secondaire*, devant produire leur combustion et, par suite dans les conditions les plus favorables à leur complète utilisation.

Cette transformation a donné, dès l'abord, le moyen d'utiliser le combustible d'une façon plus rationnelle par l'analyse des gaz qui peut en être faite à tout instant, la température du four en étant augmentée ainsi de la façon la plus économique elle-même tout d'abord.

Toutefois, les gaz ainsi produits sortaient encore du laboratoire du four à une température des plus élevées, de 1.000 à 1.250°; c'est alors qu'aspirés au dehors par une cheminée d'une puissance suffisante, ils devaient, avant d'y arriver, traverser des chambres dites de *récupération*, composées de vastes cavités placées sous le four lui-même, et dans lesquelles étaient rangée, en quinconce, des produits réfractaires, des briques ou pièces qui, au contact de ces gaz à haute température, s'échauffaient elle-mêmes et, à un moment donné, arrivaient à la température même à laquelle les gaz y avaient été introduits; puis, par un mouvement de renversement, les gaz nouveaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

traversant ces chambres en sens inverse, étaient introduits dans le laboratoire du four, reprenant ainsi la chaleur momentanément abandonnée, la réintégraient en en produisant la récupération presque complète; ces mouvements de renversement devaient être faits de façon régulière et à des intervalles calculés d'avance. On obtenait ainsi une économie de 45 p. 100 dans la consommation du combustible employé, résultant de l'emploi de ces diverses combinaisons.

En 1862, les premiers fours de ce système étaient utilisés en France l'un à la Glacerie de Saint-Gobain, sous la surveillance de M. Hector Biver, son directeur, et l'autre, à la Cristallerie de Clichy, sous la surveillance de MM. Maës et Clemandot, qui y apportaient des perfectionnements pratiques importants.

Dès cette époque, la récupération de la chaleur était à l'ordre du jour de façon générale et, par la construction de fours moins dispendieux, mais se rapprochant des fours Siemens, on arrivait encore à une économie de combustible de 15 à 20 et même 25 p. 100.

La partie délicate de ces fours réside dans les gazogènes. Ces appareils doivent être surveillés étroitement, et tels que MM. Siemens les ont inventés, ils exigent de la part des ouvriers qui doivent les entretenir des soins particuliers. En effet, le combustible doit être d'une épaisseur égale dans toutes ses parties, ce qui entraîne un travail de piquage pénible qu'il est souvent difficile de bien faire autant que de surveiller. On a cherché à les modifier tout en les rendant aussi économiques que possible et de conduite plus facile; il en est résulté l'invention d'une série de gazogènes de systèmes nouveaux où le combustible se répartit de lui-même, où le travail de décrassage des grilles se fait d'une façon mécanique toujours moins pénible pour les ouvriers, soit par des grilles mobiles, soit par des injections de vapeur ou d'air destinées à en augmenter en même temps la puissance par une pénétration à travers la couche de combustible plus active. On connaît actuellement une série de ces appareils portant le nom de leurs inventeurs, Wilson, Morgan, Taylor, Chavanne, Cousin, complétés par l'agitateur Chapmann. Un dernier système de gazogènes actuellement à l'étude semble être sa transformation en un véritable cabilot avec tous ses détails de construction, sa cuve, ses étalages, son creuset, et dans lequel l'air chauffé est introduit à une haute température, de 600° à 1.000°, permettant la fusion des cendres : on espère même arriver à l'aide de ce gazogène à utiliser des combustibles contenant des quantités plus importantes de cendres, par des lits de fusion, au besoin, convenablement composés de façon à former des silico-aluminates ferriques suffisamment fusibles pour s'écouler spontanément.

Telle est la tendance actuelle, peu répandue jusqu'ici, mais qui paraît

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avoir de sérieuses chances de succès dans un grand nombre de cas. C'est dans cette voie que M. Sépulchre, ingénieur-métallurgiste, avait été le premier à se lancer en vue de l'utilisation d'un lignite à 45 p. 100 de cendres.

L'emploi des combustibles à l'état gazeux n'a pas eu seulement pour résultat d'amener une économie considérable par suite de leur état physique nouveau, il a permis une utilisation encore plus grande et une économie plus importante par l'invention du *four* dit *à bassin*, de très grande capacité et à travail continu, dans lequel la composition est introduite à une extrémité tandis qu'à l'autre le verre, à plus basse température, peut être travaillé dans les conditions les plus favorables, évitant ainsi toutes les causes de refroidissement qu'entraînent les fours à marche intermittente. Ces fours atteignent de très grandes dimensions, et une capacité de 200 m³, correspondant à un poids de 500.000 à 600.000 kg de verre fondu. Grâce à l'économie ainsi réalisée, on a pu produire en regard d'une consommation minima de 600 g de houille 1 kg de verre marchand.

Mais est-ce là le dernier mot de l'emploi économique de la houille pour le chauffage à haute température des foyers industriels? Si on se reporte à la composition du gaz produit par l'emploi des gazogènes, on voit que l'on perd délibérément des éléments très importants, éléments qu'avec le gaz de distillation, on peut recueillir par son épuration.

En effet, une tonne de houille à 28 p. 100 de matières volatiles et à 10 p. 100 de cendres produisant 300 m³ de gaz de distillation, contient moyennement 1 kg de benzine et phénol, 6 kg de benzol et 7 kg de sulfate d'ammoniaque par leur épuration (1). Si on compare le prix de ces sous-produits, d'une consommation qui ne fera qu'augmenter et d'une utilité de plus en plus grande, on voit que l'on perd ainsi 3,5 p. 100 de la valeur du combustible primitif. On a donc pensé que l'emploi de la houille, combustible d'accumulation, qui s'épuisera forcément à un moment donné, devrait être fait à l'état de gaz de distillation (2).

Nous avons personnellement l'expérience de l'emploi de gaz de cette nature par les installations auxquelles nous avons dû participer aux États-Unis, dans l'état de Pennsylvanie. Nous avions à notre disposition du gaz naturel, d'une composition presque identique à celle du gaz de distillation et grâce auquel on a pu obtenir des produits remarquables de qualité. Ce gaz sortait du sol à une pression de 20 kg : cm²; les fours qu'il alimentait fonctionnaient comme des lampes bien réglées, sans avoir à craindre de réduction et sans attaque du verre, de quelque nature qu'elle soit, per-

(1) Ces chiffres sont ceux donnés par la Société du Gaz de Paris.

(2) Cette suggestion a été formulée déjà en 1917 dans un rapport au Comité consultatif des Arts et Manufactures qui lui a donné son approbation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mettant ainsi de fabriquer même des verres blancs dits savonnés, au besoin, ce qui n'avait pas été possible de faire jusque-là avec le gaz de gazogènes, tels qu'il est composé et utilisé.

Il n'est pas douteux que, dans ces conditions, il faudrait disposer les installations de façon différente : telle serait une usine centrale de production de gaz, alimentant les usines réceptrices placées dans un rayon de quelques kilomètres : verreries, aciéries, forges, etc., toutes utilisant particulièrement de hautes températures.

Pour des considérations commerciales, il sera peut-être nécessaire d'adopter cette solution, sa réalisation sera plus proche qu'on ne semble l'envisager généralement. Ce gaz, par sa composition toujours égale, délivré à une même pression, présenterait en outre des avantages considérables pour le bon fonctionnement des nouveaux procédés de fabrication mécanique.

Il semble inutile de parler de l'emploi des combustions liquides : mazout, huiles lourdes, etc., qui sont d'un emploi facile et quelquefois avantageux par la facilité d'installation qu'ils présentent mais qui devra être abandonné dans l'avenir pour une utilisation tout indiquée dans les moteurs à explosion et pour les besoins de la navigation par exemple.

Toutefois, l'emploi des huiles lourdes pourrait être envisagé dans certains cas grâce à la très haute température qu'il permet d'obtenir, jusqu'à 1.700°. Certains verres, doués de propriétés particulières, pourraient alors être fabriqués dans des conditions avantageuses qu'il est impossible d'obtenir d'une façon différente.

Il en est de même des fours à régénération des gaz brûlés qui a été tentée mais qui, jusqu'ici, ne semble avoir donné aucun résultat pratique.

Une source de chaleur nouvelle doit être envisagée pour la production des hautes températures nécessaires à l'industrie : nous voulons parler de l'électricité : dès 1899, l'ingénieur Becker avait essayé d'obtenir la fusion du verre à l'aide d'une sorte de coulisse inclinée sur laquelle la composition vitreuse s'écoulait d'elle-même par sa pesanteur et, passant devant trois cratères étagés produisant une température de 2.000°, en amenant la fusion.

Ce procédé n'a réussi que partiellement; on fondait bien le verre, mais il était souvent coloré et impur; de plus, il se refroidissait quand il tombait dans le bassin collecteur; plus tard, MM. Brown, Woelker, Stryzinski ont pensé pouvoir perfectionner ce four, sans pouvoir arriver à un meilleur résultat pratique.

L'inventeur Woelker avait pensé pouvoir perfectionner ce système de chauffage en plongeant dans le verre fondu deux électrodes; aucun résultat satisfaisant ne put être obtenu.

On a pensé également pouvoir utiliser cette propriété de fait qu'un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mélange vitrifiable pulvérulent employé comme résistance, peu conducteur au début, le devenait de plus en plus au fur et à mesure que s'en effectuait la combinaison et atteignait son maximum quand le verre était complètement fondu; on a dû y renoncer par suite des dangers que présentait l'emploi de courants à haut voltage au voisinage d'un personnel nombreux toujours en mouvement comme dans les halles de verrerie.

Dans un congrès tenu à Bruxelles, vers l'année 1907, on a envisagé, sur la proposition de l'ingénieur milanais Spaciani Mesmer, le chauffage des fours par l'électrolyse de l'eau, dissociant les deux éléments, oxygène et hydrogène et les recombinant dans le laboratoire même du four, produisant ainsi la température nécessaire; je ne sache pas que cette combinaison ait jamais subi un commencement de réalisation. Postérieurement, l'ingénieur français Sauvageon s'est proposé à son tour de modifier les conditions d'emploi de l'électricité, par son utilisation à l'aide de résistances convenablement choisies et placées dans la voûte des fours, agissant par radiation sur la composition vitreuse; les résultats en ont été encourageants et peuvent faire espérer une solution dans cette voie, jusqu'ici de préférence à toute autre.

3° Mise en œuvre. — Une troisième opération est celle de la mise en œuvre des verres; devant être de composition différente et employés dans des conditions différentes elles-mêmes, ils exigent une mise en œuvre spéciale, variable suivant la nature des produits qu'on veut obtenir, et l'emploi qui doit en être fait.

D'une façon générale, la caractéristique nouvelle de cette dernière opération est l'introduction du machinisme sous les formes les plus différentes et les plus variées.

On peut diviser la mise en œuvre des verres, par les destinations qui leur sont données, en cinq spécialités : 1° la fabrication de la gobeleterie de verre et de cristal; 2° la fabrication des bouteilles; 3° la fabrication des verres à vitres; 4° la fabrication des glaces; 5° enfin, celle de l'optique scientifique et usuelle.

Ces fabrications sont toutes très spécialisées et la main-d'œuvre employée pour une fabrication est différente pour chacune d'elles.

*Gobeleterie.* — La mise en œuvre pour la gobeleterie de verre et de cristal est encore basée, pour la plus grande partie, sur l'opération du *soufflage*.

L'outil le plus employé pour ce genre d'opération, et le seul même, est la canne du verrier.

Elle est constituée par un tube en fer renflé d'un bout, qu'on plonge, après l'avoir chauffée, dans le verre fondu, tandis que, à l'autre bout, l'ouvrier verrier applique ses lèvres, ce qui lui permet de produire à volonté l'insuf-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

flation nécessaire pour le développement de la pièce par une compression de ses poumons, et suivant sa volonté.

L'équipe qui façonne le verre pour la gobeleterie se compose généralement de neuf à onze personnes, soit quatre ouvriers et cinq ou sept apprentis. Par suite des nécessités de la fabrication et s'agit-il du soufflage d'un gobelet par exemple, cette canne doit passer de bouche en bouche, successivement, avec tous les dangers qu'une telle promiscuité comporte.

Mais, en dehors de ce que ce procédé a de peu hygiénique et de dangereux, il a l'inconvénient d'être insuffisant bien souvent ou d'exiger de la part de l'ouvrier ou de l'apprenti des efforts peu en rapport avec leur force physique et les moyens qu'ils possèdent; on a pensé pouvoir remplacer ce procédé si primitif par l'emploi de l'air comprimé mécaniquement. Le procédé adopté est basé, en premier lieu, sur la compression de l'air à haute pression, emmagasiné dans des réservoirs d'accumulation, d'où il est puisé par des régulateurs automatiques alimentant une canalisation générale dans des conditions toujours les mêmes, y entretenant ainsi une pression sensiblement constante. On fait des prises sur cette canalisation comme on le ferait pour des prises d'eau, les mettant en communication avec des appareils mis à la disposition des ouvriers et dont le principal est le *banc du verrier*; il consiste en une planche épaisse sur laquelle se posent à angle droit deux barres de bois dénommées *bardelles*, sur lesquelles l'ouvrier fait rouler sa canne en en produisant la translation (fig. 1).

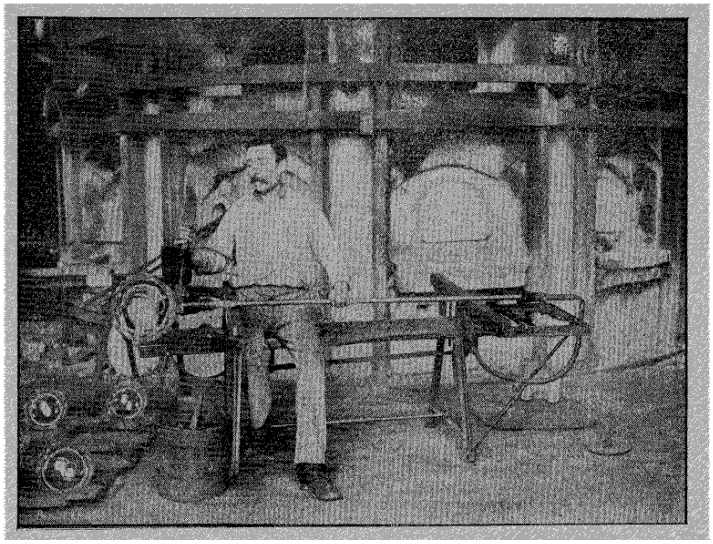


Fig. 1. — Banc de verrier. Soufflage d'une boule.

A la gauche de l'ouvrier, dans les conditions ordinaires, un apprenti est accroupi qui, en appliquant ses lèvres à l'extrémité de la canne, produit au commandement l'insufflation nécessaire.

Dans ce nouveau procédé, on a remplacé la bouche par une buse conique



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mobile portée sur un chariot, qui permet à la canne de se transporter sans effort, par son roulement : elle est en communication avec un robinet à fermeture automatique placé sous le banc et actionné lui-même par un levier, aussi long que possible, que l'ouvrier fait fonctionner à l'aide d'une pédale. Il s'ensuit que l'ouvrier en enfonçant sans violence la canne dans la buse, en produit d'abord une fermeture hermétique, puis, par un simple mouvement du pied, l'insufflation nécessaire. Cet appareil est très grossier par lui-même,

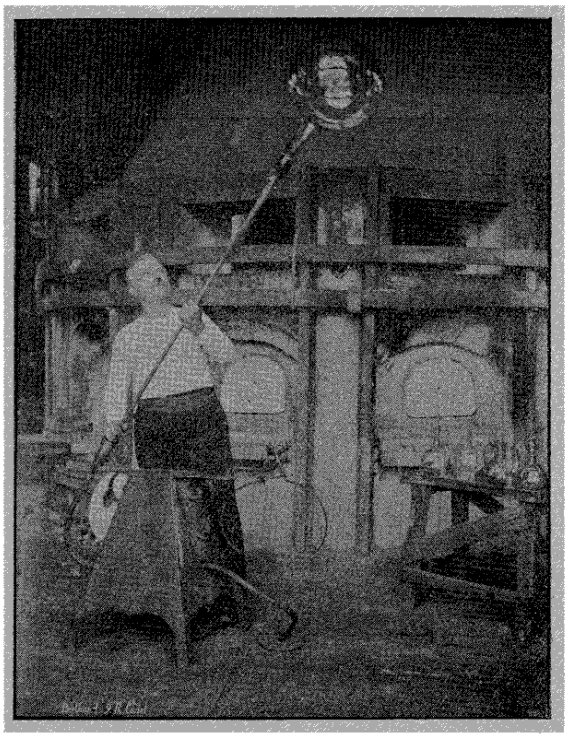


Fig. 2. — Appareil pour soufflage spécial. Soufflage en l'air d'une boule.

mais son fonctionnement très sensible est favorisé par la fermeture automatique du robinet, ce qui permet de produire des pressions très variables et très variées. Pour en donner une idée, on peut avec cet appareil, en partant d'une pression initiale de 180 g : cm², produire à volonté une pression permettant de souffler des bulles de savon, c'est-à-dire de 1 à 2 g : cm² et immédiatement après, par un mouvement de la pédale plus accentué, et en introduisant la canne garnie de verre malléable dans la buse, obtenir des sphères ayant une capacité de 30 à 40 dm³, pour le soufflage desquelles une pression de 40 g : cm² est nécessaire. On peut même avec cet appareil pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

duire les modulations permettant de jouer de la clarinette et du cornet à piston, ce qui n'a pas été sans étonner les professionnels appelés à en faire l'essai, avec une pointe de scepticisme, il est vrai.

Mais la haute pression dont on dispose dans les conditions où est faite cette installation permet de souffler des pièces de très grand volume répondant ainsi à des besoins particuliers et, notamment, à la fabrication des verres de montre. On peut produire avec la plus grande facilité des sphères ayant 1 m, 1,20 m, 1,30 m, 1,50 m même de diamètre, correspondant à près de 1.500 l de capacité, pour ces dernières (représentant la capacité de 6 à 7 feuillettes

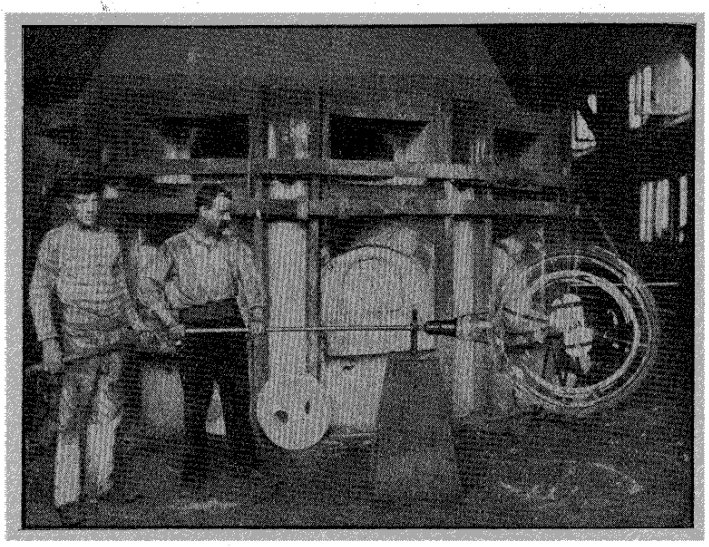


Fig. 3. — Soufflage de sphères de grand volume pour verres de montre (haute pression).

bordelaises) sans demander aucun effort exceptionnel à l'opérateur (fig. 3).

On obtient par ce moyen le moulage de certaines pièces, qu'il était impossible de produire auparavant, pièces épaisses ou de grand volume.

On produit également des verres, dits *pelliculaires* de façon très économique d'une épaisseur minima de $\frac{1}{15}$ de millimètre, des miroirs convexes ou concaves, etc.

Un second procédé, employé pour la fabrication de la gobeleterie, est le moulage dit à la *presse*. Si on imagine un moule métallique ayant la forme extérieure de la pièce qu'on veut obtenir et que l'on laisse écouler dans ce moule une quantité de verre suffisamment fluide, en introduisant vivement dans l'axe du moule un noyau ayant la forme intérieure de la pièce, on obtient une pièce de verre analogue à celle qui aurait été soufflée. Ce mou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lage exige de grands soins et ne s'applique néanmoins qu'à la fabrication de pièces épaisses et de faibles dimensions relatives, le contact du verre chaud avec le métal relativement froid formant le moule se fait toujours sentir et ne peut s'appliquer, dès lors, qu'à des pièces à bon marché; néanmoins, les Américains, chez lesquels la main-d'œuvre est coûteuse et rare, sont arrivés à un grand degré de perfection même pour le moulage de pièces minces, grâce à la qualité du métal du moule, aux soins donnés à sa construction,

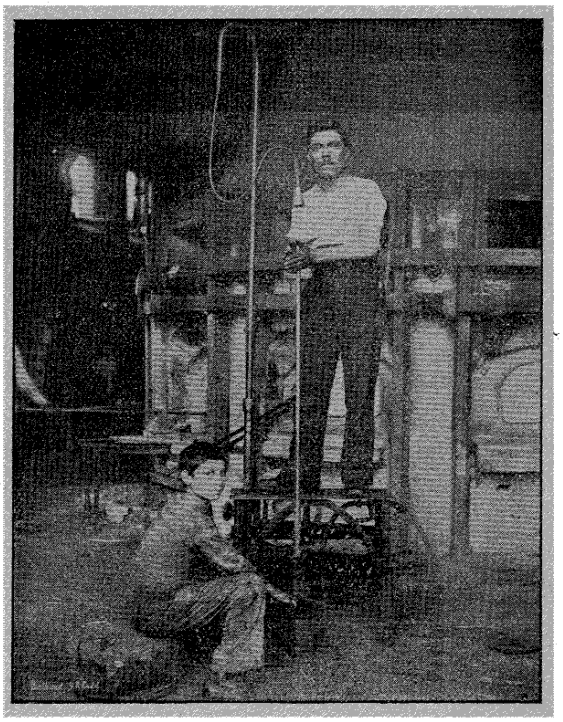


Fig. 4. — Soufflage de pièces moulées (gobelets, verres de lampe, verres à gaz).

et à son entretien; on voit journellement des pièces moulées à la presse en forme de saladiers, de sucriers, de gobeleterie commune, de vases de conserve, etc., etc. Ce procédé est économique car il n'exige pas le concours d'ouvriers spécialistes d'une grande adresse. Il suffit de presses d'une construction bien entendue, comme les presses à grande production dites revolver actionnées mécaniquement. C'est par ce procédé que sont moulés les godets en verre pour isolateurs aériens d'électricité.

On a combiné l'emploi des deux procédés ci-dessus décrits, le soufflage et le moulage en créant un procédé les réunissant et auquel on a donné le nom de *pressé-soufflé*. Il consiste à mouler la partie supérieure de la pièce à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fabriquer en laissant à la partie inférieure une masselote dont le développement est obtenu par un soufflage subséquent à l'aide d'air comprimé à une pression suffisante.

On a pensé que le verre, par ses propriétés antiseptiques, pourrait être employé pour la confection ou le garnissage intérieur de tuyaux, soit pour l'évacuation, soit pour l'amenée de liquides facilement putrescibles ou de l'eau elle-même. Dans les conditions ordinaires où s'effectue le moulage, on ne peut obtenir que des tubes ou des tuyaux de petite dimension, aussi bien comme diamètre que comme longueur.

En effet, par ce procédé, les parois du moule refroidissent rapidement le verre qu'on y a déversé, en supprimant ainsi sa malléabilité; se

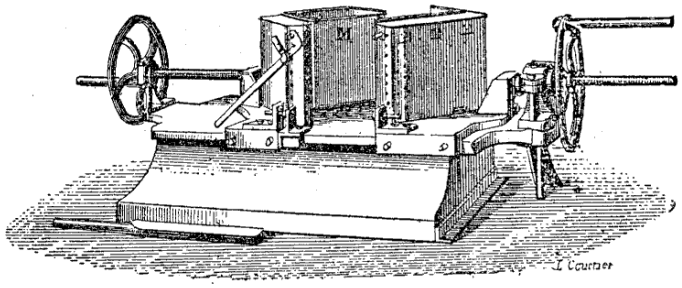


Fig. 5. — Moulage méthodique. Presse à mouler les bacs pour accumulateurs, les tuyaux, etc. Démoulage d'une pièce.

basant donc sur cette considération que le verre ne peut être façonné qu'à la condition de la lui conserver, que cette malléabilité est fonction elle-même de la température à laquelle est le verre, le but à atteindre consiste, par déduction, à la lui conserver le plus longtemps possible, et pour y arriver à ne le mouler que d'une façon progressive, et à cet effet, à ne le conserver qu'en masse compacte.

Pour y arriver, on a imaginé un procédé de moulage nouveau applicable au moulage de pièces de forme cylindrique, de section transversale quelconque et auquel on a donné le nom de *moulage méthodique*, dont voici la technique.

On emploie un moule ouvert des deux bouts, ayant la dimension extérieure du tuyau ou de la pièce qu'on veut obtenir; la partie inférieure en est momentanément obturée par un piston; on verse dans ce moule, avec une poche, la quantité de verre nécessaire pour faire la pièce, mais d'une façon plutôt excédente, puis on donne un mouvement d'ascension au piston, qui a un diamètre extérieur inférieur au diamètre intérieur du moule égal à la double épaisseur de la pièce qu'on veut obtenir. Le verre, pincé

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

entre le moule et le piston à l'épaisseur voulue, se lamine d'une façon successive et au fur et à mesure de sa montée, empruntant à chaque instant du verre nouveau qui a conservé sa température par suite de sa grande masse et par suite toujours malléable, à la masse du verre déposée sur le piston. On peut obtenir par ce procédé des tuyaux ayant des longueurs théoriquement indéfinies et possédant toutes les qualités demandées pour des appareils de cette nature; c'est ainsi qu'on peut faire des tubes ou tuyaux ayant 1 m, 2 m de diamètre, et une longueur de 2, 3 et 4 m.

Si on arrête la montée du piston au-dessous du bord supérieur du moule, et si on chasse l'excédent de verre avec une lame en forme de sabre, s'il

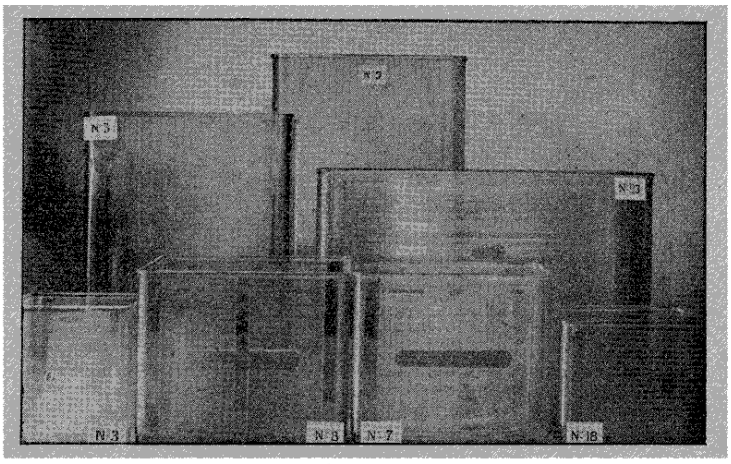



Fig. 6. — Bacs d'accumulateurs de diverses dimensions, jusqu'à 100 l et plus de capacité, obtenus par moulage méthodique.

reste à la surface une quantité de verre suffisante, il se forme un fond et par suite une pièce fermée d'un bout; c'est ainsi que sont fabriquées des bacs d'accumulateurs ayant des capacités quelconques, jusqu'à 100 l et plus, dont je montre des spécimens pour les accumulateurs de la Compagnie du Chemin de fer du Nord, des vases de 200 l pour des liquides facilement altérables, etc., etc. (1), des vases décoratifs (fig. 6, 7 et 8).

La possibilité d'employer l'air comprimé à une pression toujours égale, fixée d'avance et à un débit à volonté, a suscité chez les inventeurs des applications nouvelles, imprévues jusque-là et qui ont amené la fabrication mécanique d'objets creux en verre tels que des bouteilles à vin, évitant tout soufflage à la bouche. Cette fabrication toute spéciale et simple, ne s'appli-

(1) Par une autre disposition, à l'aide d'un moule disposé pour obtenir une tête de piston avec moulures on obtient une pièce moulée en dedans et en dehors au besoin de dimensions quelconques, par exemple les réflecteurs olophanes, armés ou non des plus grandes dimensions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quant qu'à la production d'objets d'un même modèle et de peu de valeur, constitue un travail toujours pénible pour l'ouvrier, si elle est pratiquée dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire par soufflage à la bouche.

Un inventeur anglais, nommé Ashley paraît être le premier qui ait essayé de faire des bouteilles mécaniquement. Cet inventeur, qui n'était pas un spécialiste, n'étant jamais arrivé à fabriquer une bouteille qui ne cassât pas par suite de la température toujours différente de ses diverses parties.

Les essais ont été repris par un Français, M. Claude Boucher, maître de verrerie à Cognac, praticien de cette fabrication, qui est arrivé à faire une machine

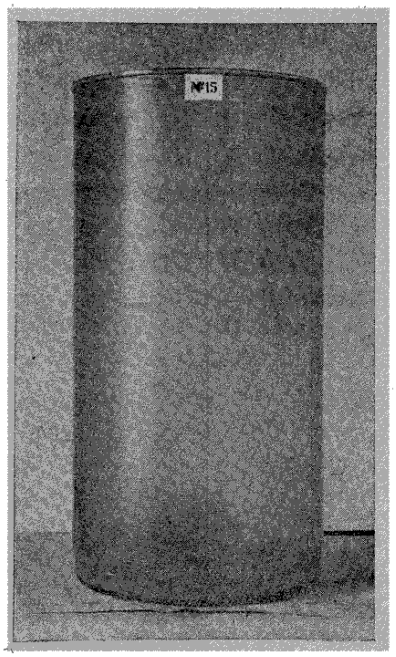



Fig. 7. — Bac cylindrique de 200 l, obtenu par moulage méthodique.

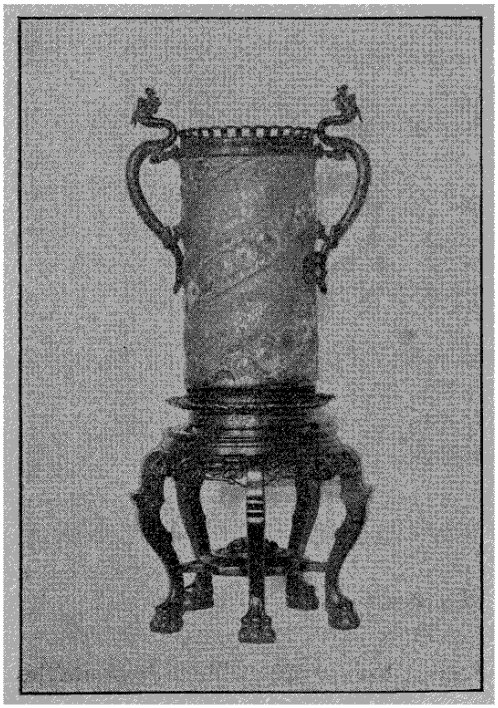


Fig. 8. — Cache-pot décoratif monté. Moulage décoratif extérieur.

répondant à toutes les conditions voulues, machine évitant tout soufflage à la bouche et basée sur l'emploi à volonté de l'air comprimé à deux pressions différentes (fig. 9).

Tel en est le fonctionnement. On fait écouler du verre dans un premier moule renversé dit ébaucheur, puis, à l'aide d'une petite buse introduite dans la masse de verre et par une insufflation suffisante, produite par le jeu d'une pédale, on forme le col de la bouteille, au bout duquel reste une sorte de poche massive qui, renversée après coup, et par une pression d'air comprimé différente,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus élevée, produit le soufflage et le moulage définitif dans un second moule amené vivement et qui l'entoure au moment voulu.

L'inventeur a perfectionné sa machine successivement et obtenu ainsi un appareil pratique avec lequel on produit actuellement en France 30 p. 100

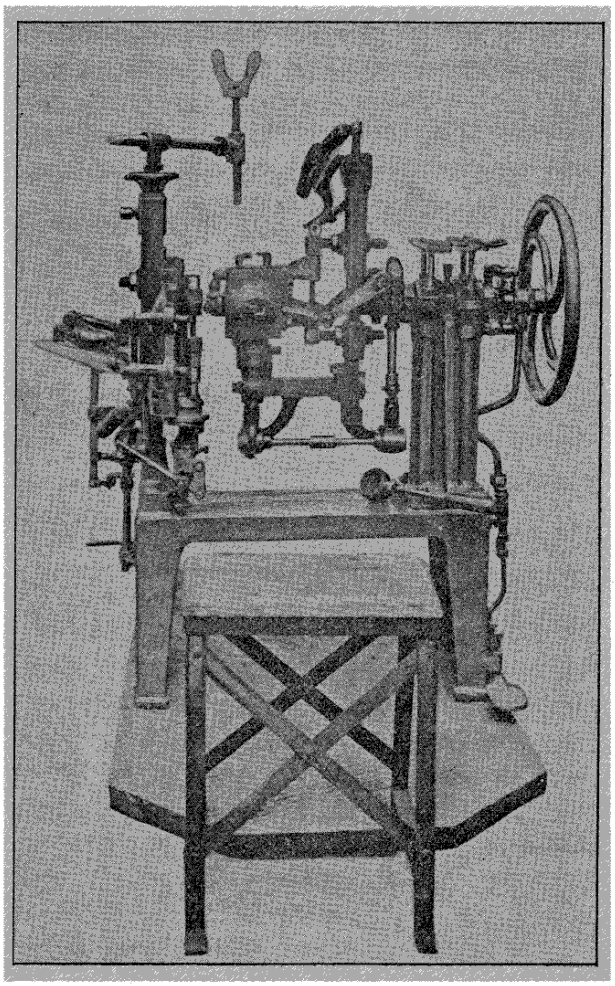


Fig. 9. — Machine à souffler les bouteilles, modèle Claude Boucher.

des bouteilles consommées (on produisait en France 320 millions de bouteilles en 1913-14).

De nombreux inventeurs ont cherché à imiter et à perfectionner la machine Boucher; telles sont les machines : Severin, Vernay, Wilzin, Neille, Cau, Teaple, Kutscher, Graham et Lynck. Elles ne sont que des modifications

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus ou moins heureuses de la machine Boucher qui peut être regardée comme un type dont on doit toujours se rapprocher.

Aux États-Unis, on a cherché à perfectionner également la machine Boucher, mais en la rendant complètement automatique et par suite n'exigeant le concours d'aucune main-d'œuvre, et pour cela, au lieu d'introduire le verre dans le moule par l'intermédiaire d'un ouvrier qui puise le verre dans le bassin, et le laisse écouler dans le moule, c'est par une succion du verre puisé dans un petit bassin accessoire qu'il y est introduit, subissant

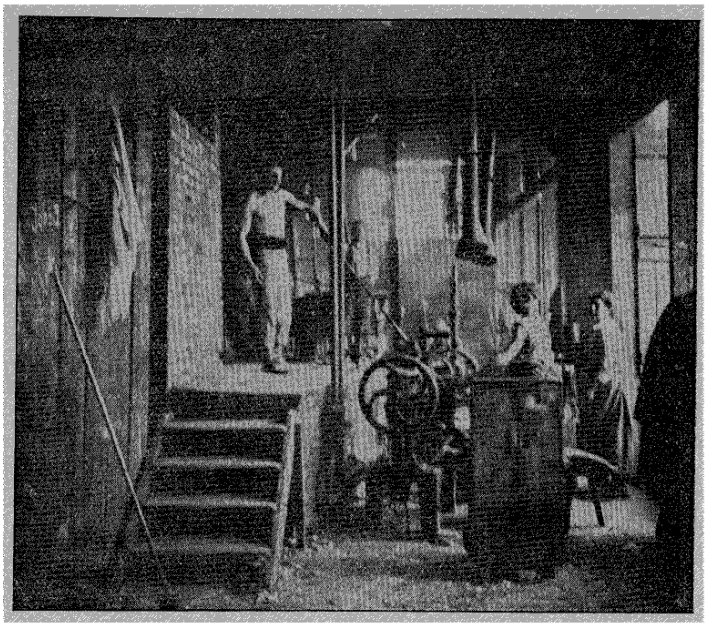


Fig. 10. — Fabrication mécanique des bouteilles. Cueillage d'une bouteille.

ensuite toutes les opérations successives dans des conditions analogues à celles où fonctionne la machine Boucher.

Cette machine à fonctionnement revolver est de construction extrêmement compliquée; elle a été combinée par un maître-verrier, M. Owen, de Toledo (Ohio), qui a obtenu par son emploi des résultats pratiques intéressants.

Une société au capital de 48 millions de dollars a été constituée pour son exploitation, sous le nom de Owen's Bottle Glass Machine C°, qui donne satisfaction comme production rapide de bouteilles, de préférence de petite capacité : bouteilles à soda, flacons de pharmacie, etc., etc. Mais par ce procédé, le creuset accessoire exige l'emploi de gaz naturel ou de tout autre moyen de chauffage, toujours coûteux : pour entretenir la température néces-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

saire, d'autres inventeurs ont donc cherché à le supprimer en introduisant le verre dans le moule d'une façon différente; on y est arrivé à l'aide de coulisses inclinées de divers systèmes dans lesquelles est déposé le verre pris dans le bassin et d'un appareil de distribution dénommé « feeder » ou nourrisseur.

Telle est la machine Owen-Graham à l'aide de laquelle on peut produire 20.000 bouteilles ou flacons par jour, c'est-à-dire de 15 à 16 bouteilles par minute! La façon dont le moulage s'effectue dans la machine Boucher

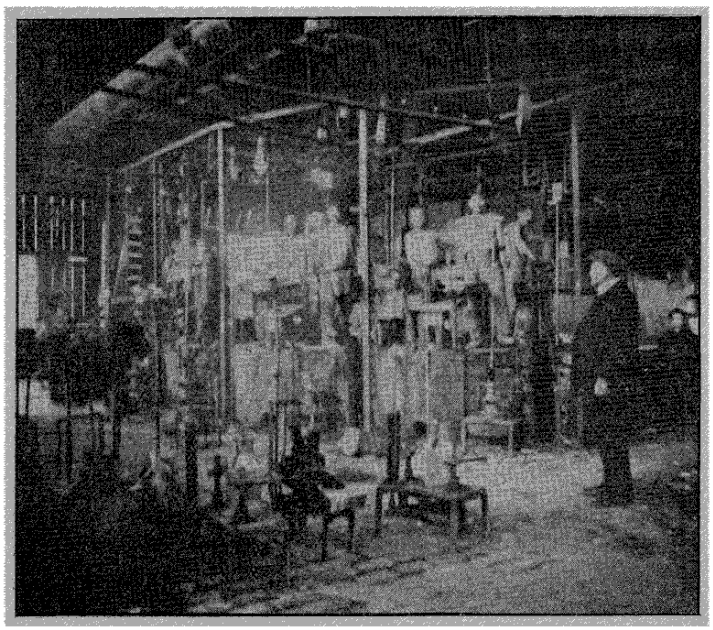


Fig. 11. — Vue d'ensemble d'une verrerie à bouteilles. Procédé de fabrication à la main par soufflage à la bouche.

a donné à un inventeur saxon, M. Siewert, connu par des inventions antérieures, l'idée de procéder à un mode d'opérer analogue mais pour des pièces soufflées de forme différente. Si, en effet, on imagine une planche métallique sur laquelle on verse du verre avec une poche, et si, lorsqu'il a atteint une fluidité suffisante, moins grande qu'au moment où il a été versé, on renverse la planche sens dessus dessous : il se forme une poche qui tend à s'allonger par sa pesanteur même, puis, arrivée à longueur convenable, qu'on l'encercle d'un moule; en produisant une insufflation suffisante par des trous percés dans la planche, on obtient une pièce moulée par soufflage, dont les dimensions et le volume peuvent être quelconques; c'est ainsi qu'on a pu faire des baignoires qui paraissent d'ailleurs n'avoir eu que peu de succès

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

par suite de la méfiance qu'on a à se confier à des appareils d'une telle fragilité, sans doute.

Le procédé Siewert permet de souffler des boîtes d'accumulateurs, des cloches de jardin et s'applique généralement à des objets soufflés de grand volume, et de faible valeur.

*Trempe.* — Quel que soit le genre de fabrication employé pour faire des pièces de verre, elles doivent toujours subir une dernière opération qui est celle de la *recuisson*. En effet, par suite des propriétés particulières que possède le verre, qui est, d'un côté, mauvais conducteur de la chaleur, et de l'autre, possède un coefficient de dilatation élevé, une pièce de verre qui vient d'être façonnée à 700° ou 800°, abandonnée à l'air libre, subit le phénomène de la *trempe*, c'est-à-dire que si on fait en section horizontale une coupe de la pièce, on voit que la couche extérieure qui s'est refroidie rapidement, est en *tension*, tandis que la couche médiane restée à une température plus élevée est dans un état de tension plus élevée ou en *extension*; il en est de même de la couche intérieure; ce dont on peut s'assurer à l'aide d'un polarimètre à nicols. Si par suite de son peu de conductibilité, on vient à supprimer ou rompre la couche extérieure, la couche médiane qui est en extension, se dilate immédiatement et la pièce casse : c'est ce qui arrive pour toutes les pièces de gobeleterie mal recuites, que les ménagères peuvent quelquefois avoir à employer; on pare à ce danger en refroidissant la pièce lentement, c'est-à-dire, en la remisant, la mettant à cet effet dans des appareils ou chambres de recuisson, soit fixes, soit continues, ces derniers, sorte de couloirs où la température descend progressivement et en quelques heures, et dénommés *arches* ou *stracoux*.

On peut se rendre compte de l'état d'instabilité d'une pièce trempée par ces petits objets dénommés larmes bataviques obtenues par la chute d'une petite quantité de verre encore malléable dans de l'eau froide. Elles se brisent avec fracas quand on vient à supprimer la couche extérieure en en cassant la queue, par exemple, ou en supprimant la couche extérieure par tout autre moyen.

M. de Luynes, notre regretté collègue, réussissait souvent avec ces petits objets une expérience d'amphithéâtre, en en immergeant la queue dans une dissolution d'acide fluorhydrique, qui, à un moment donné, en ayant rongé la couche extérieure, en provoquait l'éclatement subit.

A des ouvriers qui moulaient des verres de montre, et les jetaient encore rouges dans un bain d'huile, M. de la Bastie demanda quelle était la raison pour laquelle se faisait cette immersion et quel en était le résultat. Il lui fut répondu que ces verres étaient plus solides, qu'ils étaient moins sus-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ceptibles de se casser et dans des conditions d'usage meilleures comme dureté de surface, grâce à ce procédé; c'est alors qu'il pensa pouvoir l'étendre à la fabrication de pièces de gobeleterie autres et inventa ce qu'il a appelé le *verre incassable*, d'une façon impropre, car il eût été plus exact de dire simplement difficilement cassable, ou simplement *verre trempé*.

Cette invention n'était pas nouvelle, car Pline, l'auteur latin qui vivait à l'époque des premières années de l'ère chrétienne, raconte qu'un homme avait inventé un procédé pour faire des objets en verre qui pouvaient tomber à terre sans se casser, qu'ils pouvaient même se bossuer? L'empereur Thibère, ayant appris ce fait extraordinaire, fit venir l'inventeur devant lui, et lui fit renouveler son expérience avec succès; puis, lui ayant demandé s'il était seul à connaître ce secret, ce que l'autre lui confirma, il le fit immédiatement mettre à mort en lui faisant trancher la tête, de façon que ce procédé ne se répandît pas, ce qui aurait amené, d'après lui, la dépréciation des objets en or et en argent, « qui auraient été aussi vils que de la boue ».

Le procédé qu'employa M. de la Bastie consistait, quand le façonnage de la pièce était terminé, à la jeter encore à la plus haute température possible (sans qu'elle se déformât) dans un bain de graisse ou d'huile portée à une température suffisante, en rapport direct avec celle à laquelle le verre avait été fondu et façonné, peu élevé pour le cristal, beaucoup plus élevée pour le verre. Cette fabrication était coûteuse et, de plus, toujours incertaine, résultant de ce que, selon les soins que l'ouvrier apportait à la fabrication, selon la température à laquelle ces pièces se trouvaient quand il les projetait dans le bain d'huile, elles étaient bien trempées ou mal trempées avec toutes les conséquences qui en peuvent résulter; aussi, malgré les avantages que pouvait procurer cette fabrication à certains points de vue, n'a-t-elle pas réussi et on a dû y renoncer; néanmoins, le verre trempé peut être employé pour la fabrication de pièces de formes simples et régulières devant être soumises à des variations brusques de température mais à la condition d'observer minutieusement les températures d'immersion.

*Verre à vitre.* — Les procédés employés de tout temps pour la fabrication du verre plan dit verre à vitre sont, soit le procédé dit des *plateaux*, ou *couronnes* résultant du développement à chaud d'une sphère soufflée, soit le procédé dit des *manchons* ou *cylindres* étirés et étendus ultérieurement dans des fours chauffés à 800°; c'est ce dernier qui est seul employé actuellement. Il exige des ouvriers spécialistes de beaucoup de vigueur et d'adresse, aussi sont-ils toujours largement rémunérés, surtout pour l'étirage de manchons de grandes dimensions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On a pensé qu'il était possible d'employer le même procédé de soufflage que pour la gobeleterie, à l'aide d'appareils disposés à cet effet (fig. 12) et dont le fonctionnement était aussi satisfaisant que possible. Cependant, les ouvriers se sont refusé à l'utiliser tout en reconnaissant les avantages qu'il présentait pour eux par la conservation de leur santé, en particulier par une diminution de leurs efforts.

Dès 1880, à la suite de grèves importantes et par suite de la connaissance

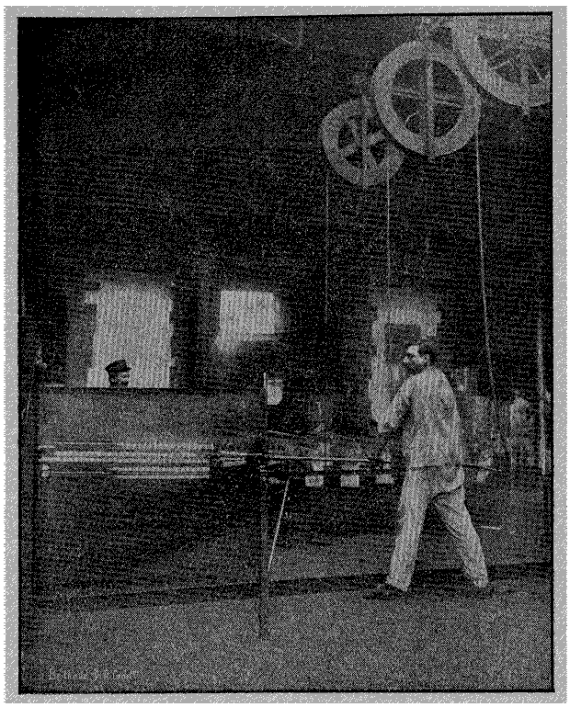


Fig. 12. — Étirage et soufflage d'un manchon (pour verre à vitre). Procédé Appert Frères.

acquise de l'emploi de l'air comprimé à des pressions variables, à volonté, on a songé à remplacer ce genre de fabrication par un étirage mécanique, ce qui a été essayé de diverses façons et en premier lieu par un ingénieur verrier belge, puis par M. Fourcault, maître-verrier à Charleroi.

Mais c'est à des ingénieurs américains que sont dus les résultats pratiques de la fabrication (1), par manchons étirés mécaniquement et, en particulier, à M. Lubbers. Après des essais aussi nombreux que coûteux, ce dernier, par la réunion de plusieurs brevets, a réussi à former à Pittsburgh (Pennsyl-

(1) Sauf pour le procédé Fourcault que ce dernier a organisé à Charleroi même.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vanie) une société puissante au capital de plusieurs millions de dollars, l'Empire American Window Glass C°, qui fabrique couramment le verre à vitre à des prix suffisamment avantageux, et pouvant rivaliser comme qualités et comme prix avec le verre fabriqué par le procédé usité jusqu'ici, le soufflage à la bouche et étirage progressif.

Tel en est le fonctionnement.

Le verre, fondu dans un four à bassin, est déversé dans des cuvettes chauf-

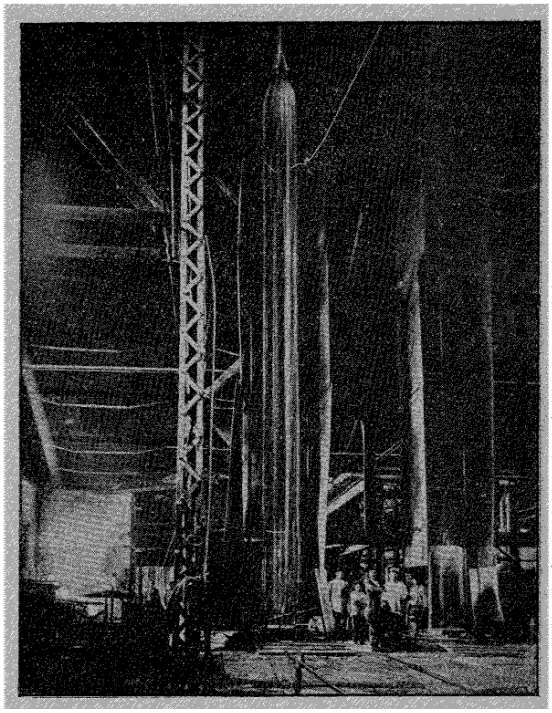


Fig. 13. — Procédé de l'Empire American Window Glass C°. 1re opération : étirage et soufflage d'un manchon.

fées et entretenues à une température convenable, toujours égale; une calotte en tôle, fermée, dont le bord inférieur a été préalablement chauffé à 800° environ, est trempée dans le verre du bassin qui s'y soude momentanément, puis par un mouvement d'ascension régulier, s'étire en un cylindre de 60 à 70 cm de diamètre jusqu'à une longueur pouvant atteindre 12 m environ, si on entretient une pression constante à l'intérieur du cylindre.

Ce cylindre est alors débité en tronçons qui sont ensuite fendus et étendus dans des fours dits d'étendage, dans les conditions ordinaires où se fait cette opération. L'air comprimé, introduit à volonté dans cet énorme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cylindre, en maintient la cylindricité et l'égalité d'épaisseur, épaisseur qui est en raison inverse de la vitesse d'ascension donnée à la couronne (1).

On a cherché à améliorer ce procédé et à le rendre plus économique par la suppression de ces cuvettes accessoires, en opérant l'étirage du verre de même façon mais qui, puisé directement du bassin, s'écoule dans de petits bassins accessoires alimentés par un déversoir en entretenant constamment le niveau, le verre ayant ainsi constamment la température du bassin principal sans qu'il faille recourir à un chauffage supplémentaire.

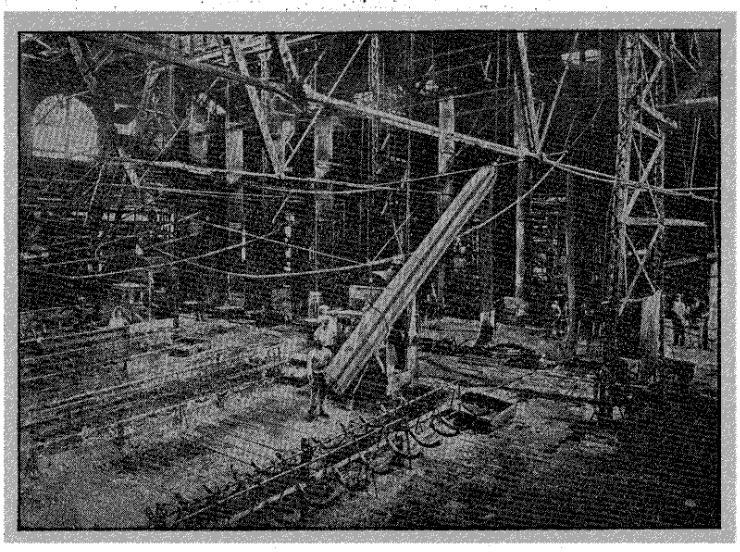


Fig. 14. — Procédé de l'Empire American Window Glass C°. 2e opération : détachage du manchon.

Une société formée à l'aide de capitaux pour la plus grande partie d'origine belge, la Consolidated Glass C° a organisé cette fabrication à Kokomo (Indiana) et en a obtenu des résultats satisfaisants et plus économiques. Cette fabrication a dû être abandonnée, à la suite d'un procès que lui a intenté l'Empire American Window Glass C° et qu'elle a perdu! l'interdisant tout au moins momentanément.

Le procédé assez différent, imaginé par M. Fourcault, consiste à étirer une nappe de verre plane (se différenciant ainsi du procédé par cylindres) extrait d'un bassin accessoire alimenté par le bassin principal et où nage un flotteur (2) en terre réfractaire portant en son milieu une fente d'où le verre émerge et

(1) C'est grâce à cette pression qui doit être toujours la même malgré l'augmentation progressive du volume du cylindre qu'on peut combattre l'effet de la capillarité.

(2) L'invention de ce flotteur peut être regardée comme un des points les plus importants du brevet Fourcault; il permet de remédier ainsi aux effets de la capillarité à son tour.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jaillit en une sorte de bourrelet auquel est immédiatement soudée une bande de verre armé préalablement chauffée. La nappe de verre, ainsi formée, est prise par des galets qui en facilitent l'ascension dans une gaine de recuisson verticale. Le verre obtenu par ce procédé peut rivaliser, quand il est suffisamment épais, avec la glace mince polie, grâce à sa grande pureté. On donne à ce verre le nom de *verre mécanique*.

Aux États-Unis, on a modifié ce procédé en en changeant le mode de recuisson : l'étirage commence dans les mêmes conditions mais, arrivé à une certaine hauteur, le verre étiré s'étant solidifié, une rampe de gaz le

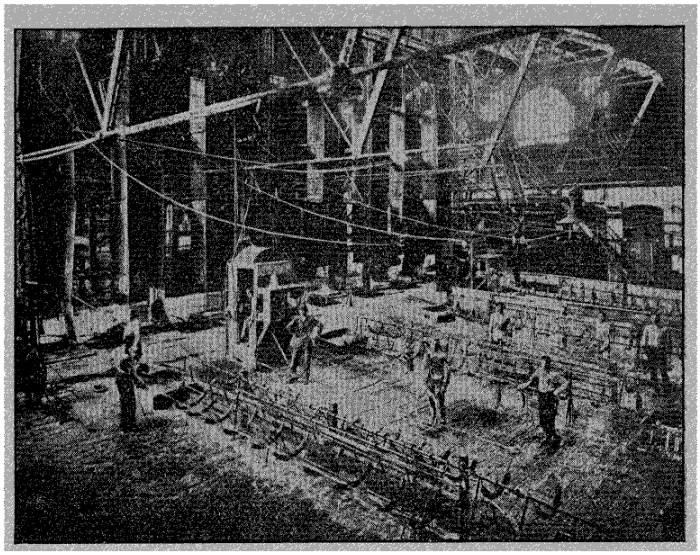


Fig. 13. — Procédé de l'Empire American Window Glass C°. 3e opération : couchage et tronçonnage du manchon.

ramollit, ce qui permet de le coucher à angle droit sur un cylindre dont l'arête supérieure est tangente au niveau du sol du couloir de recuisson horizontal, dans lequel la feuille de verre chemine ensuite à l'aide de galets qui en ont saisi les bords, liés eux-mêmes à une chaîne sans fin, cheminant avec la lenteur nécessaire pour opérer une recuisson parfaite.

On fait par ce procédé des feuilles de 40 m de longueur, que l'on débite suivant les besoins; ces feuilles ont de 1,25 à 1,40 m de largeur. Une société au capital de 6 millions de dollars a pu être formée par M. Colburn, apôtre aux États-Unis du procédé Fourcault, avec l'aide des capitaux fournis par la Société Owen exploitante de la machine à fabriquer les bouteilles Owen Bottle et ceux de M. Libby, et dénommée : Libby Owen Sheet Glass C°.

Les premiers essais faits à Toledo ont été poursuivis à Kanawaha City

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(West Virginia); l'installation définitive en a été faite à Charleston, même État, dans lequel cette société s'était rendue, au préalable, acquéreur de tous les puits à gaz naturel qui y existaient.

L'installation qui y a été faite, comporte 12 fours à bassin de grande capacité auxquels 12 appareils d'étirage sont annexés. Une usine succursale a été montée au Canada, à Hamilton (Ontario); elle est actuellement en activité.

On regarde ce procédé comme celui des procédés mécaniques connus ayant le plus d'avenir, à tort ou à raison (1).

Cette société propose la vente de ses brevets en Europe, pour la somme de 60 millions de francs, dont 28 millions seraient dévolus aux inventeurs et le reste à la société dans laquelle la Société Solvay de Bruxelles a pris une part d'intérêts.

Les procédés mécaniques qui viennent d'être décrits et qui donnent des résultats financiers satisfaisants, ne fonctionnent avec succès qu'à la condition que tout soit parfaitement réglé et que la température du verre, en particulier, soit bien celle pour laquelle les appareils ont été combinés, une différence de quelques dizaines de degrés suffisant pour tout désorganiser, entraînant les pertes importantes qui en sont la conséquence.

En France, le seul procédé employé jusqu'ici est celui pratiqué aux États-Unis par l'Empire American Window Glass, dans des verreries établies à Chalon-sur-Saône et dont la production journalière est actuellement de 6.000 m². Cette société porte le nom de Société des Verreries mécaniques de Chalon-sur-Saône. Elles avaient été installées primitivement à Aniche (Nord); elles en ont été déplacées après leur destruction par un incendie survenu au moment de la mise en activité.

Comme observation générale, il n'est pas douteux que les procédés mécaniques se substitueront dans l'avenir aux procédés anciens par étirage à la main et soufflage; le retard dans leur adoption en Europe ne pourra provenir que de la difficulté de réaliser les capitaux nécessaires, toujours très élevés, comme on a pu en juger par ce qui s'est passé aux États-Unis.

*Fabrication des glaces.* — La fabrication des glaces s'effectue dans les mêmes conditions que celles dans lesquelles son inventeur Abraham Thevart, les avait conçues, c'est-à-dire par le laminage, sur une table métallique, d'un flot de verre provenant du déversement du contenu d'une cuvette, dans laquelle il a été préalablement fondu.

Une série d'importants perfectionnements ont été apportés successive-

(1) Le procédé Fourcault donne le verre le plus beau, aucune de ses faces n'ayant subi de contact d'aucune sorte.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment aux diverses opérations que nécessite cette fabrication, presque mécanique :

1° La composition du verre a été modifiée dans sa création par la substitution du sulfate de soude au carbonate de soude employé jusque-là, M. Pelouze ayant découvert le moyen d'en opérer la décomposition par l'acide silicique, amenant ainsi en même temps qu'une facilité d'affinage du verre plus grande une diminution du prix de revient du mélange vitrifiable ;

2° L'augmentation de la capacité des cuvettes a permis de couler et de laminer des glaces de plus grand volume, plus économiques de production, et de vente plus avantageuse ;

3° L'emploi de tables refroidies méthodiquement, inauguré aux États-Unis tout d'abord mais d'origine française, a permis d'opérer le laminage d'une façon ininterrompue, d'où en est résultée une économie de main-d'œuvre ainsi que de matériel ;

4° Toutes les opérations successives d'extraction des cuvettes du four de fusion, leur transport et leur déversement se font par moyens mécaniques, de natures diverses, air comprimé, électricité, etc. ;

5° On a modifié les procédés de recuisson, en substituant à l'emploi de carcaisses fixes dans lesquelles les glaces se refroidissaient d'elles-mêmes de façon progressive, des appareils de recuisson continue, appelés stracoux, de grande dimension, analogues à ceux employés pour la fabrication et la recuisson du verre à vitre ; ce mode de recuisson, de beaucoup plus économique mais demandant une organisation d'ensemble très différente et très coûteuse, avait été essayé déjà, dès 1889, à la glacerie de Montluçon par la Compagnie de Saint-Gobain.

Il est adopté d'une façon générale aux États-Unis et le sera prochainement en Europe ; appelé à procurer une économie du prix de revient, il demande par contre une surveillance incessante, quant à son fonctionnement et quant aux chutes de température successives à observer ;

6° Le maniement des glaces rendu de plus en plus difficile par suite de l'augmentation continuelle de leur volume, maniement nécessité par les opérations subséquentes du polissage, est opéré actuellement à l'aide de dispositions mécaniques remplaçant le personnel nombreux autrefois nécessaire, telles que des pinces mécaniques à serrage automatique, des ponts roulants pour leur déplacement, des suçoirs à vide permettant de les coucher sur les tables de polissage ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

7° Les opérations du polissage précédées de celles du doucissage et du savonnage, accomplies respectivement avec du grès d'abord, de l'émeri de diverses grosseurs ensuite et terminées à l'aide de colcothar, se font sans descellement des plates-formes de grande dimension, sur lesquelles elles avaient été primitivement fixées;

8° Les plates-formes elles-mêmes ont été modifiées par des dispositions

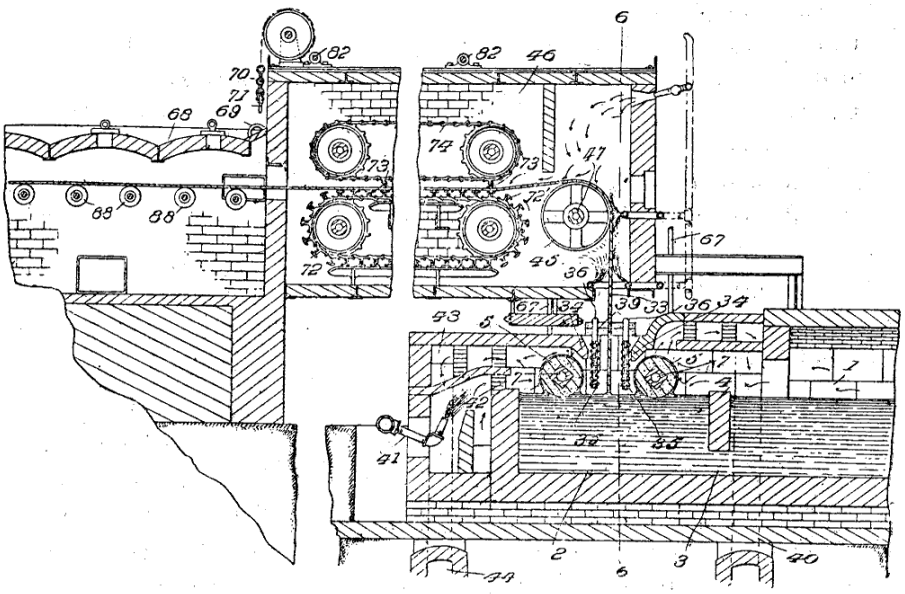


Fig. 16. — Étirage d'une nappe de verre plane pour verre à vitre. Procédé de la Libby Owen Sheet Glass C°. Schéma d'un four d'étirage : étirage et couchage.

spéciales des frottoirs agissant géométriquement sur les surfaces à polir (système Delloye);

9° On a pensé pouvoir simplifier ces trois dernières opérations en les scindant. Telle en est la technique : les glaces, fixées sur des plates-formes pouvant se déplacer à l'aide de chaînes sans fin, s'enroulant sur des tambours polygonaux, passent successivement sous des appareils fixes organisés pour en opérer le doucissage, puis, par déplacement partiel, se présentant sous des appareils, également fixes, de savonnage puis, par un second déplacement, sous des frottoirs au colcothar. On en fait l'essai actuellement en Europe;

10° Enfin, on a essayé de supprimer les cuvettes dans lesquelles se fond le verre en provoquant sur une table l'écoulement d'un flot de verre extrait directement d'un bassin de grande dimension à l'aide d'un déversoir conve-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nablement disposé au voisinage de la table de coulée, puis son laminage ultérieur opéré dans les conditions ordinaires. Ce procédé, imaginé et essayé par M. Ford, le constructeur bien connu, aurait été abandonné après des essais infructueux, comme résultat.

Ces perfectionnements successifs ont eu pour résultats de permettre une augmentation notable du volume des glaces d'où une économie considérable dans leur prix de revient.

La Compagnie des Glaces de Saint-Gobain avait présentée à l'Exposition de 1900 une glace polie, exempte de défauts, de 40 m² de surface!...

L'industrie de la glacerie s'est beaucoup développée au cours des cinquante dernières années et particulièrement en Belgique où se trouvent réunie une main-d'œuvre abondante et de grande valeur en même temps que des houilles de bonne qualité et à bas prix : la production est devenue supérieure à la consommation, et ce n'est que grâce à une entente internationale, sorte de consortium universel à la tête duquel sont les dirigeants de la glacerie française, que cette industrie peut donner des résultats financiers suffisants.

*Verres laminés.* — Le procédé de laminage employé pour la fabrication des glaces a été étendu à la fabrication de verres plus minces, ne devant pas subir le travail du polissage et répondant à des besoins nouveaux, et pour des usages variés, tels que ceux que nécessitent particulièrement la construction et la décoration. On a donné à ces verres des noms particuliers rappelant l'emploi qui pouvait en être fait; tels sont : les *verres dits de toiture*, les *verres cathédrales*, les *verres imprimés*, les *verres prismatiques*, le *verre perforé*, le *verre armé*, la *glace armée*.

*Verres de toiture.* Ce sont des verres laminés comme la glace et à une épaisseur sensiblement égale, mais auxquels on ne fait pas subir les opérations du polissage; leur désignation montre l'emploi qui en est fait.

*Verres cathédrale.* Ce sont des verres laminés sur une table, mais à une épaisseur moindre que la glace et employés pour les vitraux le plus souvent. On leur donne les colorations les plus variées.

*Verres imprimés.* Ils sont laminés dans les mêmes conditions que les verres cathédrale, mais les cylindres lamineurs sont gravés de dessins déterminés qui doivent se reproduire en saillie sur le verre après son laminage; ils sont employés dans la construction principalement.

*Verres prismatiques.* Fabriqués comme les verres précédents, ils ne s'en distinguent que par la forme des dessins qui sont remplacés par des prismes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ayant pour objet de renvoyer la lumière qui les frappe dans l'intérieur des pièces dont ils garnissent les ouvertures et les baies, sous les angles différents.

*Verre perforé.* Ce verre, obtenu par laminage, est percé de 250 trous par mètre carré; ces trous sont tronconiques. Il doit être placé en impostes dans les fenêtres des locaux qu'on veut ventiler; la petite base regardant l'extérieur, la ventilation se fait par aspiration; ces trous sont de dimensions calculées pour que les insectes et les mouches ne puissent pénétrer; par suite de la forme des trous, il en résulte que l'air en entrant dans les locaux se diffuse, ce qu'il est possible de vérifier en présentant une bougie devant le trou lui-même : la flamme est alors entraînée dans l'intérieur de la pièce, tandis que présentée entre deux trous, elle tend au contraire à se retourner

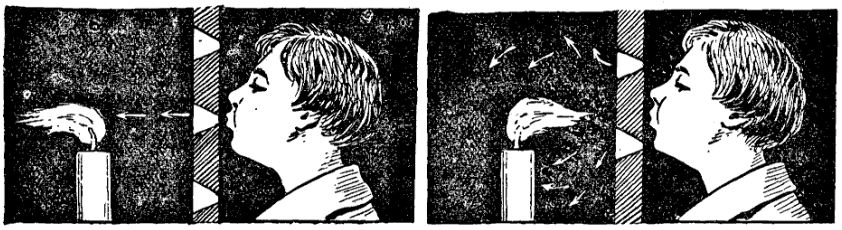


Fig. 17 et 18. — Ventilation par le verre perforé. Diffusion de l'air soufflé devant un trou (fig. 17) ou entre deux trous (fig. 18).

contre le verre; il se produit par suite une ventilation presque insensible en raison des remous que subit l'air neuf introduit (fig. 17 et 18). Ce verre est employé pour la ventilation des casernes, des hôpitaux, des écoles et pour tous lieux de réunion ou les agglomérations nombreuses.

*Verre armé.* Le verre armé est produit par laminage également. En fabriquant ce genre de verre on a cherché à lui donner une propriété qui lui fait défaut : la cohésion. Quand une feuille de verre, mise en place, vient à se casser, les morceaux s'en séparent et leur chute ou leur projection peut entraîner de graves accidents. Il en est de même si elle est mise en contact direct avec une flamme ou une source de chaleur quelconque : elle se brise et laisse béante l'ouverture qu'elle était appelée à obturer. Ces considérations, dont l'importance a été rapidement entrevue aux Etats-Unis dans la construction des gratte-ciel, ont provoqué un développement rapide de l'emploi de ce verre; on lui a donné le nom de « verre armé » ou *wire glass*; il est obtenu en introduisant entre deux couches de verre un réseau métallique en acier ou en fer de même coefficient de dilatation. Il résulte de son emploi que si la feuille de verre vient à casser, les morceaux ne se séparent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas et restent en place (1). Il répond ainsi à des besoins de sécurité très réels.

Il a de plus une élasticité beaucoup plus grande et plus de résistance à la flexion : comme témoin, une feuille de verre armé de 1,65 m de longueur et de 6 mm d'épaisseur peut supporter, sans se casser, un homme du poids de 75 kg ou une pile de briques, etc. Son emploi a eu un succès considérable : ce verre a été tout d'abord employé dans l'installation des ascenseurs

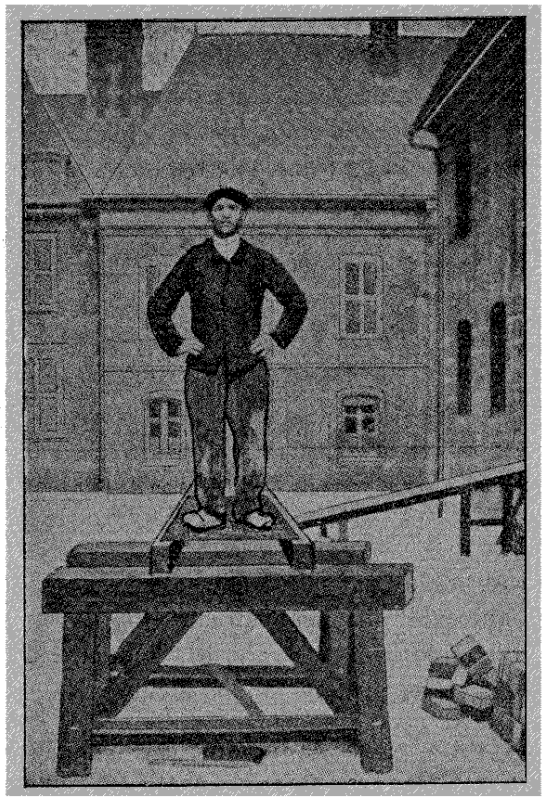


Fig. 19. — Verre armé.

qui desservent ces immenses constructions où des cabines circulent dans des couloirs verticaux étroits qui peuvent atteindre jusqu'à 100 m de hauteur et dans lesquels un incendie venant à se déclarer, pourrait se propager rapidement. Ce verre est employé pour les toitures des marquises, pour les impostes, dans les escaliers. Poli, à l'état de *glace armée*, il est employé dans les voitures, les wagons, pour les glaces de magasin, etc.

(1) Il est ainsi *fire proof* (contre le feu) et *burglar proof* (contre les voleurs), comme il est désigné aux États-Unis, au point de vue de ses propriétés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Soixante brevets différents ayant pour objet de fabriquer ce verre ont été successivement pris : c'est un procédé français qui, jusqu'ici, paraît être le plus pratique; il a été adopté, en particulier, par la Mississipi Glass C°, à Saint-Louis, qui fabrique le verre armé ordinaire et la glace armée. Pour cette dernière, la production est de 2.500.000 m² par an. Le procédé est adopté en France.

Comme verre non laminé, on fabrique un nouveau verre dénommé *verre*

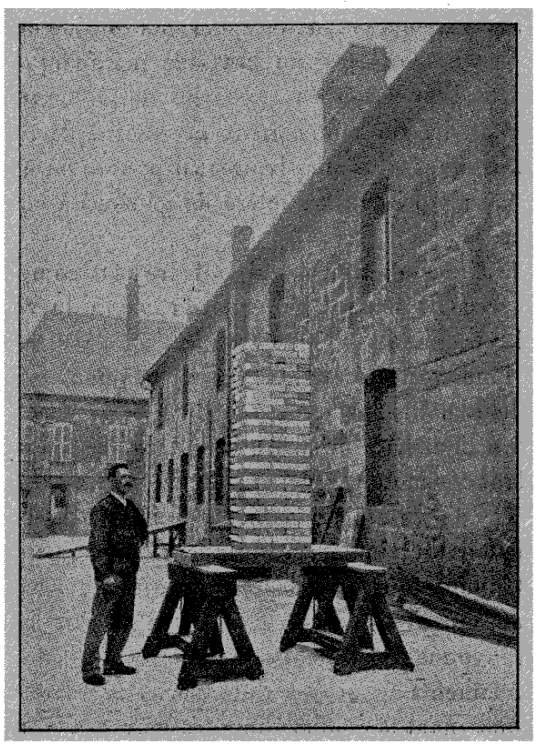


Fig. 20. — Verre armé de 6 mm d'épaisseur : une feuille 1,65 × 0,60 m supporte 75 kg.

*triplex* ayant pour objet également l'augmentation de la cohésion; ce verre est formé par deux feuilles de verre à vitres minces accolées et soudées par de la gélatine et du celluloïd transparent; il est utilisé dans les voitures à traction mécanique principalement; il a le défaut de prendre à la lumière une teinte jaunâtre caractéristique.

Verre d'optique. — La fabrication des verres pour l'optique, quelle qu'en soit la destination, soit scientifique soit d'usage courant, longues-vues, lorgnettes, etc., peut être regardée comme la plus délicate et la plus dif-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ficile de toutes les fabrications verrières par la perfection même qu'elle exige, de toute façon.

Cette fabrication se résume en une série d'opérations successives dont la première est celle de la préparation de la composition vitreuse qui doit répondre à certaines prévisions étroites et entre autres à celle concernant l'indice de réfraction et sa valeur $\frac{\sin i}{\sin r}$ qui doit être exacte, dans la plupart des cas, jusqu'à la cinquième décimale.

Secondement, la pureté de la matière une fois fondue doit être complète ; l'homogénéité en est obtenue par un brassage méthodique effectué dans le verre fondu à l'aide d'un bâton en terre réfractaire dénommé *guinand*, du nom de son inventeur. Le mouvement nécessaire de rotation doit être pratiqué souvent pendant plusieurs heures; il peut se faire mécaniquement, sans que ce procédé ait pris un caractère de généralité et ne soit employé que partiellement.

La recuisson de la masse vitreuse, qui doit être aussi complète que possible, s'effectue dans le creuset même dans lequel la fusion du verre s'est opérée; puis on choisit des fragments à l'aide desquels on s'assure, en premier lieu, de la valeur de l'indice de réfraction par un examen optique opéré entre deux faces parallèles polies, et en second lieu de la pureté désirable et de l'absence de cordes, filandres ou stries. Une dernière opération est celle du ramollissement dans des moules spéciaux, de morceaux préalablement choisis rigoureusement et de volume capable, suivie de la recuisson parfaite nécessaire pour éviter tout indice de trempe. Ces fragments se rapprochent comme forme et dimensions de celles de la pièce définitive; ils sont soumis aux opérations subséquentes nécessaires pour en obtenir le polissage, par un doucissage et un savonnage préalables comme pour les glaces polies.

Les perfectionnements apportés à cette fabrication sont peu nombreux en dehors de ceux concernant la composition des verres et leur variété obtenues à l'aide de corps tels que l'acide borique, la baryte, le zinc d'un emploi relativement récent.

La fusion s'opère dans les mêmes conditions, en creusets isolés, couverts, chauffés à l'aide de foyers latéraux, de fonctionnement aussi peu économique que possible comme consommation de combustible.

Le plus important perfectionnement est le brassage au guinand qui peut s'opérer d'une façon mécanique et dont il vient d'être parlé.

Cette fabrication, de nature si spéciale, est très bien pratiquée en France; l'exportation qui est faite de ses produits en fournit au besoin la preuve non moins que sa réputation mondiale.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

*Généralités.* — Quelle que soit la nature spéciale de la fabrication verrière envisagée d'autres progrès ont été accomplis dans chacune d'elles : elles se sont manifestées sous diverses formes; soit sous celle d'une protection plus efficace contre le rayonnement des fours et ouvreaux, par des appareils de caractère collectif ou individuel, soit par une ventilation méthodique utilisée à la volonté de l'opérateur, sous grand volume et à une température ménagée légèrement supérieure à la température ambiante, soit enfin par des appareils de transports mécaniques variables de nature et de construction pour chacune d'elles appelés à suppléer aux moyens de transport usités jusqu'ici, aussi onéreux que peu hygiéniques.

Je terminerai cette conférence par deux observations qu'il me semble nécessaire de présenter et qui sont appelées à montrer le caractère des progrès accomplis dans l'industrie du verre.

Une première, consistant à appeler l'attention sur les résultats intéressants qu'ont permis d'obtenir les études et les inventions nouvelles que j'ai essayé de faire connaître et de décrire, tant par la quantité et la qualité de verres nouveaux, répondant à des besoins souvent nouveaux eux-mêmes, que par les conditions particulièrement protectrices, de caractère le plus souvent hygiénique, dans lesquelles les verres peuvent être désormais mis en œuvre, les procédés employés pour les obtenir ayant pour objet et pour résultat une protection de la main-d'œuvre aussi désirable que nécessaire, évitant au personnel intéressé des efforts inutiles, souvent pénibles, susceptibles d'entraîner une altération de la santé ou tout au moins une diminution prématurée de la capacité professionnelle.

Une seconde observation, ayant pour objet de faire remarquer le rôle important qu'a joué l'industrie verrière française, trop souvent décriée, dans l'invention et l'élaboration de ces divers facteurs de la production.

Si des ingénieurs américains dont j'ai cherché à faire connaître le rôle important joué par eux dans la mise en pratique de procédés dont les inventeurs français et belges avaient été les initiateurs, ils s'en sont montrés tout au moins des adaptateurs ingénieux et persévérants dont il n'est que juste de reconnaître le mérite.

LÉON APPERT,
*membre du Conseil.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'ALCOOL ÉTHYLIQUE DE CELLULOSE

Rendre les transports automobiles indépendants des importations étrangères de carburant, produire celui-ci en quantités voulues sur le territoire, telles sont des questions à envisager au point de vue national.

Je vais montrer qu'en considérant l'alcool de celluloses comme sous-produit d'une industrie rémunératrice intéressant l'agriculture et la sylviculture, celui-ci constituerait le carburant cherché.

On pourrait objecter que le benzol, sous-produit de la fabrication du gaz d'éclairage et de la métallurgie, pourrait satisfaire seul aux conditions requises; à cela on peut répondre que les fours à coke, d'où l'on retire le benzol, sont des établissements importants situés près de charbonnages, voisins des frontières, ce qui constitue des désavantages en cas d'hostilités. De plus, dans ce cas, le benzol et ses dérivés ont leurs emplois marqués pour la fabrication des explosifs.

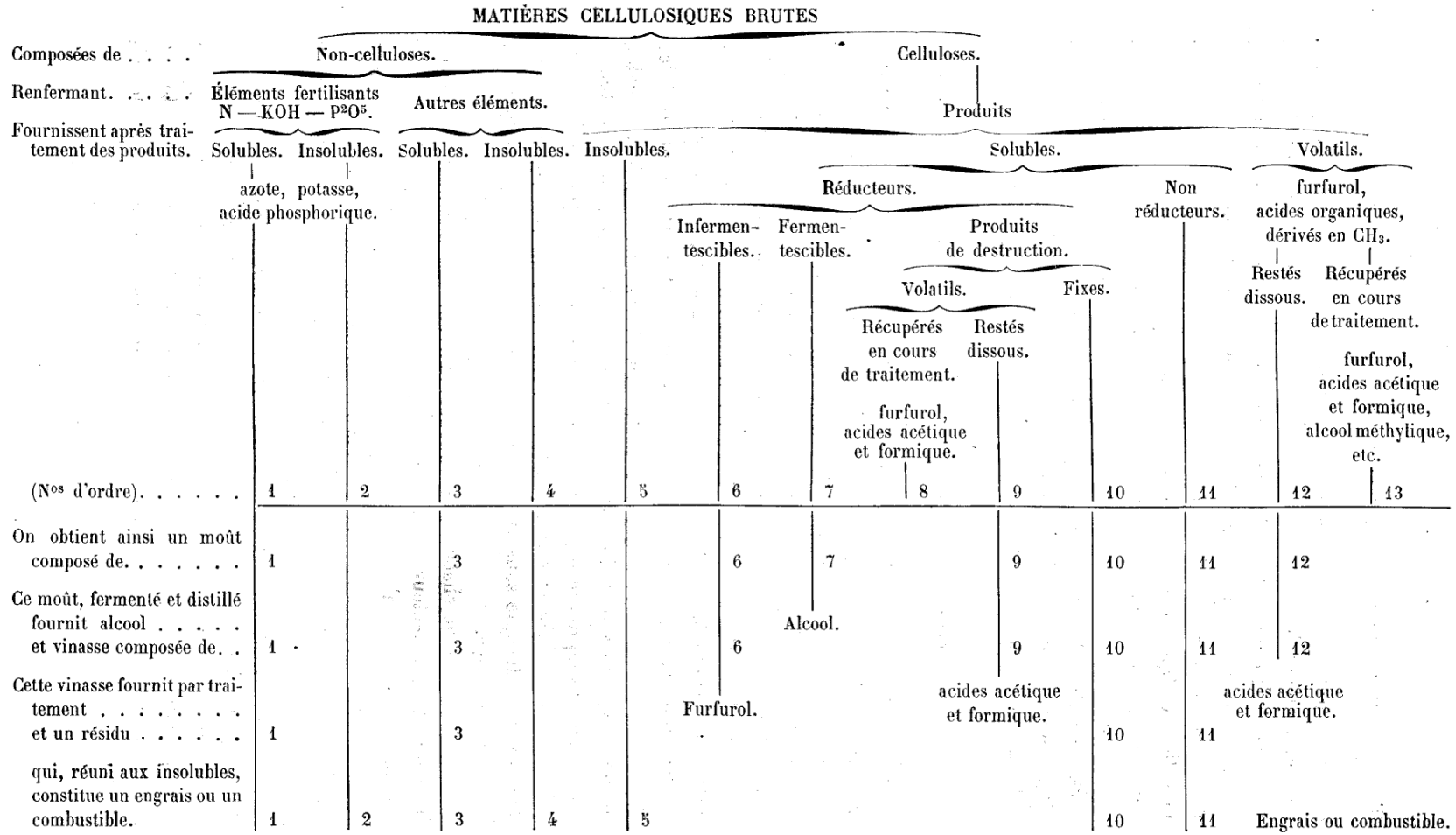
L'alcool de synthèse nécessiterait la mise en œuvre d'une énergie qu'on pourrait, à notre avis, employer plus avantageusement à la synthèse de dérivés azotés, par exemple.

Les sources ordinaires d'alcool, en France, sont : les grains, les mélasses, les betteraves de distillerie, les vins. On peut émettre l'opinion que tout procédé permettant de réserver à l'alimentation de la population ou du cheptel, l'amidon des grains employés en distillerie, marquerait un progrès. En ce qui concerne les mélasses, betteraves et vins, en raison des quantités énormes d'alcool à produire, les industries basées sur leur emploi n'auraient rien à craindre, pour la prospérité qu'il faut leur souhaiter, de la mise en œuvre d'une nouvelle industrie d'alcool. On peut d'ailleurs envisager l'emploi de ces premiers alcools à la consommation de bouche, à l'exclusion des alcools de celluloses, destinés à l'automobilisme.

Je traduirai tout d'abord sous forme d'un diagramme ci-après, le principe général d'une industrie d'alcool de celluloses, telle que nous la concevons.

On se rendra compte, à son examen, que l'alcool est un produit annexe d'une industrie de concentration de matières cellulosiques brutes. On verra aussi qu'il y a formation de produits secondaires, dont la valeur, ajoutée à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires




Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

celle du produit résultant de la concentration, serait susceptible de dégrever considérablement le prix de revient de l'alcool obtenu. Les matières auxquelles ce diagramme est applicable, sont aussi nombreuses qu'abondantes. Je citerai : les bois, les résidus d'extraction des bois, les matières cellulosiques de toute nature (balles ou coques de graines, pailles diverses, telles que celles des tiges de sorgho, de roseaux, de cannet, les carex et autres mauvaises herbes, les broussailles, etc.), les tourteaux, les grignons d'olives, les drèches épuisées, les cossettes de betteraves épuisées, les tourbes, etc., etc.

En définitive, l'industrie envisagée repose sur la dégradation des matières cellulosiques et autres contenues dans les produits traités.

Cette dégradation est obtenue par l'emploi des acides.

### Marche générale de l'action des acides.

Dans une communication antérieure à l'Académie des Sciences, j'ai cité des résultats d'expériences, de caractère industriel, desquels on peut déduire que l'action des acides sur les celluloses se traduit par un état d'équilibre entre deux réactions. La première, de transformation des celluloses en produits solubles, arrivant au stade réducteur, l'autre de destruction des réducteurs ainsi formés par l'acide lui-même. L'interprétation des résultats en fonction de la durée d'action par la méthode graphique, conduit à deux courbes empiriques, désignées respectivement par F et D (formation, destruction). L'ensemble de ces deux courbes (fig. 1) représente à chaque instant un état d'équilibre dont les facteurs sont, pour une même matière dans le même état physique : la température, le volume de la solution acide imprégnant la masse, la concentration de cette solution et un facteur analogue à celui que l'on désigne sous le nom de constante d'inversion, caractéristique de l'acide employé.

Les équations de chacune des courbes peuvent être établies en fonction du temps et des facteurs d'équilibre ci-dessus énumérés. Les résultats que l'on peut tirer des calculs ont un intérêt pratique tout autant que théorique. Je n'entrerai pas ici dans l'exposé théorique de l'action.

L'allure respective des deux courbes F et D dépend, comme il vient d'être dit, des facteurs d'équilibre.

Si l'acide est employé à froid, à l'état très concentré ou pur, cela à doses massives, la dégradation de la matière est poussée jusqu'à une limite qui correspond à la lignine restant inattaquée par le traitement. La courbe D reste presque confondue avec l'axe des temps. En d'autres termes, tout ce qui est soluble disparaît et les produits formés ne sont presque pas détruits par l'acide.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'action a lieu en présence d'acide très concentré, employé à chaud, les deux courbes sont presque confondues, le terme lignine est dépassé; la dégradation est poursuivie jusqu'au terme carbone, lequel peut, à son tour, être transformé par l'acide. De telles actions conduisent principalement à l'obtention d'acides organiques, d'alcool méthylique et d'acétone. En général, dans ce cas, le furfurol se trouve polymérisé aussitôt que produit, celui-ci et les autres dérivés furfuraniques, fournissant des produits analogues aux matières humiques. Entre ces deux cas limites, existent une infinité d'autres états d'équilibre, caractérisés par le fait que l'ordonnée comprise entre les deux courbes — ordonnée représentant la quantité de sucre présente dans la masse à chaque instant — est plus grande que zéro et plus petite que celle qui correspond au terme lignine.

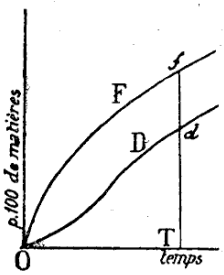



Fig. 1. — *fd*, mesurée à l'échelle sur O*y*, représente le réducteur dans la masse.

Il est à remarquer que, par un choix convenable des facteurs d'équilibre, *on peut toujours arriver à un taux de dégradation analogue à celui que fournit l'emploi des acides concentrés.*

Industriellement, la mise en œuvre de procédés basés sur les réactions intermédiaires entre les deux réactions extrêmes, peut être conduite de manière à obtenir soit une forte proportion de réducteurs, soit une forte proportion d'acides organiques et de furfurol. Pour atteindre le premier but, la matière doit être traitée par attaques successives suivies de l'élimination des réducteurs formés. Dans le second cas, on ne procède pas à cette élimination de réducteurs. J'examine maintenant les divers procédés dont je viens de résumer les caractères généraux et communs.

### Emploi de l'acide sulfurique concentré a froid.

Ces procédés reposent sur les travaux du chimiste français Braconnot. Dans des brevets, Classen en avait revendiqué l'emploi grâce à un « tour de main » conduisant à employer moins d'acide. En principe, la matière est imbibée d'acide sulfurique concentré; la presque totalité s'en dissout ainsi; on reprend la masse qu'on étend d'environ 10 fois son poids d'eau, on chauffe. Les corps analogues aux dextrines formées par l'action de l'acide (1) sont ainsi transformés en glucose, cela très rapidement, de telle sorte que la destruction des réducteurs formés est presque nulle. Le liquide sucré obtenu est alors neutralisé par le carbonate de chaux, mis à fermenter, puis distillé.

(1) On admet quelquefois que le groupe $SO^3$ entre en combinaison avec les celluloses; sous l'action de l'eau, la combinaison est détruite régénérant l'acide et fournissant du réducteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On obtient ainsi de l'alcool éthylique. La quantité de glucose formée correspond sensiblement au rendement théorique (le procédé Classen consistait à imprégner la masse d'acide au moyen d'une très forte pression produite par la presse hydraulique et de traiter par l'eau les briquettes ainsi obtenues). Pour que le procédé de Braconnot, remarquable par le taux de dégradation obtenu et par la quantité de sucre formée puisse devenir industriel, il faudrait avoir une méthode simple de récupération des quantités énormes d'acide sulfurique mises en œuvre. La question est ramenée à la découverte d'un bon procédé, permettant de récupérer l'acide sulfurique du sulfate de chaux. Les possibilités d'un procédé pratique peuvent être étudiées en prenant comme base les réactions classiques suivantes :

$$CO^3Am^2 + SO^4Ca = CO^3Ca + SO^4Am^2$$
$$SO^4Am^2 + SO^4Na^2 = 2\,SO^4NaH + 2\,NH^3$$
$$2\,SO^4NaH = SO^4Na^2 + SO^4H^2.$$

Ces réactions constituent un cycle. Il suffirait d'avoir un procédé économique de fabrication d'ammoniaque pour réparer les pertes inévitables de ce corps ainsi qu'un procédé économique de reconcentration de l'acide récupéré.

Jusque-là, l'emploi exclusif de cette méthode doit être réservé, étant donnée, comme on l'a dit, la dépense énorme d'acide sulfurique.

### Procédés basés sur l'emploi de l'acide chlorhydrique concentré a froid.

Tout comme l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique conduit à une dégradation profonde de la matière traitée avec production d'une forte quantité de glucose. Un taux assez élevé de l'acide employé peut être récupéré. Il en reste toutefois une quantité importante qui se retrouve sous forme de chlorure de calcium (1); celui-ci se concentre dans les vinasses, lesquelles, mélangées aux insolubles, donneraient des produits hygroscopiques. Peut-être cet inconvénient rédhibitoire pourrait-il être évité si, au lieu de saturer les liquides par la chaux on les saturait par l'ammoniaque. Il se produirait ainsi du chlorhydrate d'ammoniaque, lequel, dans le cas de production d'engrais, s'ajouterait, transformé en sulfate, aux principes fertilisants contenus dans la vinasse traitée puis concentrée. Dans le cas où le résidu devrait être employé comme combustible, cette méthode serait inapplicable, à moins de supprimer le traitement des vinasses prévu au diagramme général.

(1) Cela est inévitable si l'on admet que Cl s'est porté sur la cellulose en formant une combinaison qui, par action de $H^2O$, regénère HCl en fournissant des réducteurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le procédé à l'acide chlorhydrique nécessiterait un séchage préalable des matières à traiter; il serait plus particulièrement applicable aux sciures de bois.

### Emploi des acides concentrés a chaud.

Ces procédés trouvent leur application pour dégrader les produits ayant résisté à des traitements antérieurs, tels que la lignine qui fournirait ainsi un surcroît d'acides organiques volatils, de méthylène et d'acétone.

Appliqués directement à des bois, ces procédés ont permis d'obtenir entre 30 et 45 p. 100 d'acides organiques.

Leur intérêt provient de ce qu'ils peuvent être annexés ou combinés aux autres procédés, afin de dégrader les matières à leur taux maximum.

### Procédés basés sur l'emploi des acides dilués a chaud.

Je dirai à ce sujet, les quelques mots d'historique qui suivent :

C'est vers 1860, après Payen, que les chimistes Triboullet et Machard préconisèrent l'emploi de $SO^4H^2$ et HCl dilués. Leur but était de traiter les bois, d'en retirer du glucose fermentescible et d'employer le résidu de l'attaque à la fabrication du papier.

En 1898, le chimiste norvégien Simonsen donne des valeurs de résultantes de l'équilibre dans différents cas. Il estime que les valeurs trouvées par lui constituent des maximums de rendement (il cite notamment que le bois de sapin, calculé sec, peut donner 25 p. 100 de réducteurs, conduisant de 6 à 7 l d'alcool pour 100 kg de bois sec.

Vers 1900, apparaissent les brevets Classen, basés sur l'emploi de l'acide sulfureux. Les matières mises en traitement agiraient, comme catalyseurs de la réaction $SO^2 + O = SO^3$. La production de sucre serait due à l'action de l'acide sulfurique ainsi formé.

Industriellement, ce procédé a permis d'obtenir, tant en France qu'aux États-Unis, des rendements compris entre 8 et 10 l d'alcool pour 100 kg de bois sec traités.

La principale cause *technique* de son échec fut, en France, la difficulté d'extraire les sucres formés lors de la réaction.

On obtenait un taux de dégradation d'environ 30 p. 100 de la matière traitée (100 kg de sciure calculée sèche donnaient 70 kg de résidus calculés secs (1).

Les procédés Classen à l'acide sulfureux ont été concurrencés aux États-

(1) Ces résidus avaient un pouvoir calorifique de 3.500 cal. par kilogramme.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Unis par des procédés employant l'acide sulfurique notamment. Ces derniers ont été appliqués pendant la guerre. Je citerai parmi eux, ceux de EWEN et TOMLINSON. Tous les inventeurs se sont préoccupés de déterminer des résultantes d'équilibre, qu'ils ont couvertes par des brevets croyant qu'elles correspondaient à un maximun de rendement.

Un procédé remarquable, donnant des rendements très élevés, est celui de D'ORLOWSKI, basé sur l'emploi de l'acide fluorhydrique. Le prix très élevé de cet acide n'en a pas permis jusqu'ici l'application industrielle suivie.

J'ai reconnu que la méthode de dégradations successives, suivie de l'élimination des réducteurs formés, conduisait à des rendements en sucres et, partant, en alcool, beaucoup plus élevés que les procédés ci-dessus; c'est un fait révélé par la pratique, qui s'est trouvé d'accord ensuite avec la théorie. Les rendements précédents peuvent être doublés et dans certains cas, triplés.

### ATTAQUES SANS ÉLIMINATION DES RÉDUCTEURS FORMÉS, SUIVIES DE LEUR DESTRUCTION TOTALE.

On obtient, par cette méthode, de hauts rendements en acides organiques, les acides acétique et formique notamment, une proportion élevée de méthylène, d'acétone et de furfurol.

Cette méthode a été mise en œuvre industriellement par nous, pendant la guerre, en vue de produire du furfurol et des acétates et formiates de chaux.

### CAS INTERMÉDIAIRES.

Si l'on ne procède qu'à une seule attaque, on peut, par un choix convenable des facteurs de l'équilibre, obtenir simultanément : des sucres, des acides et du furfurol, avec dégradation très profonde de la matière. Le tableau ci-après rend compte des rendements qu'on pourrait escompter par l'emploi des diverses méthodes.

### MISE EN ŒUVRE INDUSTRIELLE.

Le dispositif décrit ci-dessous est représenté par le schéma ci-joint (fig. 2). Les appareils forment un groupe qui peut être adapté à volonté, soit à la production de quantités élevées de réducteurs, soit à une production élevée d'acides, en réalisant *ad libitum* des réactions intermédiaires.

Il se compose essentiellement de l'autoclave rotatif A. Celui-ci est disposé de telle sorte qu'un courant de vapeur de débit, tension et surchauffe déterminés, peut traverser la masse en cours de réaction. Cette vapeur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MATIÈRE TRAITÉE : SCIURE DE SAPIN FINE ET TRÈS SAINE

| MATIÈRE TRAITÉE | DÉSIGNATION DES MÉTHODES | NUMÉRO D'ORDRE | TAUX DE DÉGRADATION OU INSOLUBLE DISPARU p. 100. | RÉDUCTEURS p. 100. | ACIDES VOLATILS EN $CH^3COOH$ kg p. 100. | FURFUROL kg p. 100. | MÉTHYLÈNE ET ACÉTONE litres p. 100. | RENDEMENT EN ALCOOL litres à 100° p. 100. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Acides concentrés à froid. | Braconnot ($SO^4H^2$). | 1 | 60-65 | 50-60 | — | — | — | 20 à 25 |
| | Procédés HCl. . . | 2 | 60-65 | 50-60 | — | — | — | 20 à 25 |
| Acides dilués à chaud. | Classen ($SO^2$). . . | 3 | 30 | 25 | 3 | 0,3 | ? | 8-10 |
| | Ewen ($SO^4H^2$) . . | 4 | 45-50 | 25-30 | 5 | ? | ? | 9-11 |
| | Dégradations successives . . . . | 5 | 60-65 | 40-45 | 5-7 | 1 | 0,5-0,7 | 15-20 |
| | Destruction totale. | 6 | 60 | 0-5 | 20-25 | 1,5-2 | 1-1,25 | 0 |
| | Cas intermédiaires . | 7 | 45-60 | 20-30 | 10-15 | 1-1,5 | 0,75 | 8-12 |
| | D'Orlowski (HF). . | 8 | 50 | 40-50 | ? | ? | ? | 18-20 |
| Acides concentrés à chaud . . | | 9 | 70-80 | 0 | 35-45 | polymérisé. | 1,5-1,7 | 0 |

est destinée à un lavage, en vue d'exporter du champ de la réaction, les produits volatils formés, cela au fur et à mesure de leur production. Ces vapeurs de lavage barbotent ensuite dans un lait de carbonate de chaux, qui fixe les acides acétique et formique à l'état de sels de calcium. Ce lait est contenu dans le saturateur S. Ces vapeurs à leur sortie du saturateur, chauffent un corps d'appareil évaporatoire $E_1$, fonctionnant sous pression. Les vapeurs de chauffage se condensent dans la chambre de chauffe de l'appareil en donnant un liquide qui, par distillation, fournit un mélange : de furfurol, d'alcool méthylique, d'acétone et d'eau, et, d'autre part, une vinasse résiduaire rentrant dans le travail; cette dernière est destinée à la préparation des moûts, qui a lieu dans une grande citerne C, située en-dessous de l'appareil de traitement. Celui-ci, sa période de réaction achevée, déverse son contenu dans ladite citerne, contenant la quantité voulue de liquide et le carbonate de chaux destiné à saturer l'acide employé (1). Tout ce mélange est filtré sur une toile sans fin D. Les liquides clairs sont passés à l'évaporateur ci-dessus mentionné et vont à la fermentation. Les résidus sont, ou bien stockés en vue d'autres attaques, ou bien séchés par les gaz chauds des générateurs, au chauffage desquels ils serviraient si on ne les destinait pas à l'obtention d'engrais (cas des bois). Après fermentation, le moût est

(1) On peut saturer après filtration de manière à n'avoir pas de sulfate de chaux dans les insolubles.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

distillé. On obtient ainsi de l'alcool et une vinasse que l'on traite comme suit : on la concentre, puis, après addition d'acide, on distille. Les acides volatils sont dégagés de leurs sels de chaux; on les recueille. Du furfurol se forme à nouveau, aux dépens des pentoses que la vinasse peut contenir. La glycérine provenant de la fermentation est transformée en acroléine (1). Le résidu de vinasse traitée, renfermant de l'acide minéral libre, peut être rentré dans le travail, ou bien après saturation par la chaux et séparation du sulfate de chaux formé, mélangé à l'insoluble issu des filtres. Tel est, dans ses grandes lignes, le fonctionnement d'un groupe de traitement (2).

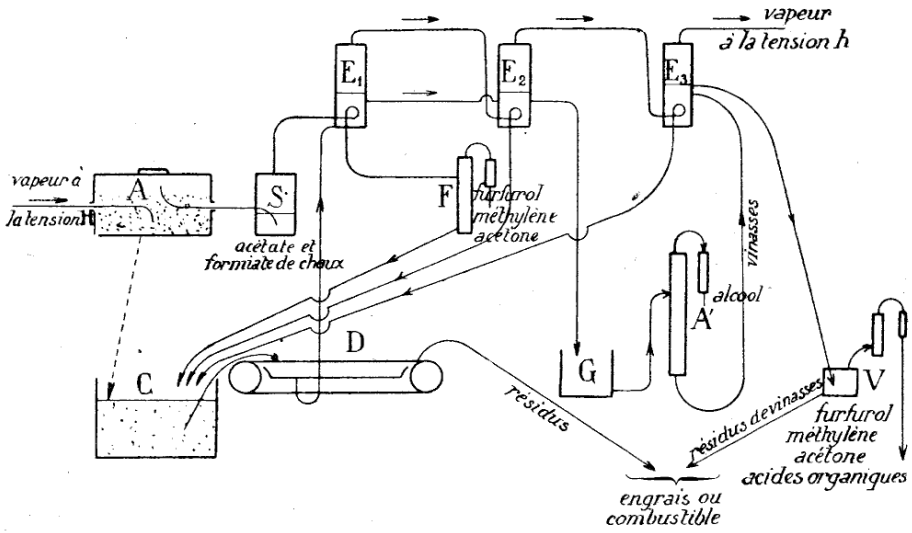



Fig. 2. — Schéma d'un groupe de traitement :

A, appareil de traitement; — A', colonne à distiller; — C, citerne de préparation; — D, filtre; — $E_1 E_2 E_3$, caisses d'évaporation; — F, colonne à eaux furfurolées; — G, cuves à fermenter; — S, saturateur; — V, appareil de traitement des vinasses.

*Utilisation et transformation des produits accessoires.* — Nous entendons par produits accessoires : le formiate de chaux, l'acétate de chaux, le furfurol, le méthylène et l'acétone.

Étant données les quantités importantes de ces différents corps qui seraient produites journellement, les possibilités de leurs transformations étaient à étudier; je l'ai fait en partant du principe que, dans l'état actuel de le chimie industrielle, il est en général possible de faire passer du domaine du laboratoire dans celui de l'usine, des réactions de haut intérêt. C'est ainsi qu'on peut envisager la transformation d'un mélange d'acétate et de formiate de chaux en aldéhyde; ce dernier corps est, comme on sait, trans-

(1) La glycérine peut être récupérée. Voir brevet n° 417 950.
(2) Pour plus de détails, voir brevet n° 523 807.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

formable, avec un bon rendement industriel en alcool (cette réaction sert de base à l'obtention de l'alcool de synthèse). Cet alcool supplémentaire ainsi produit s'ajouterait à celui déjà obtenu.

On sait aussi que, par hydrogénation, tout le carbone de l'acétate d'éthyle peut être transformé en alcool (méthode de Bouveault et Blanc).

Au formiate d'éthyle s'appliqueraient les méthodes de Grignard. Enfin, l'acétamide peut, par dégradation (halogènes et alcalis), fournir la méthylamine d'où l'alcool méthylique.

La formiamide et les formiates conduisent respectivement aux cyanures et à l'acide oxalique. Telles sont quelques voies déjà tracées pour l'utilisation des sous-produits.

En ce qui concerne le méthylène et l'acétone, j'ai trouvé qu'on pouvait séparer rigoureusement ces deux corps par l'emploi de la distillation et en profitant de ce que l'acétone et le furfurol forment une combinaison que la chaleur résinifie.

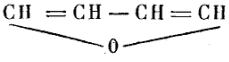
Reste le furfurol à utiliser.

*Le furfurol comme base d'industrie annexe de chimie organique.* — L'intérêt de ce corps apparaît comme considérable. Sa rareté, et partant, son haut prix, n'ont pas beaucoup attiré l'attention sur ses transformations ou ses emplois possibles.

Au point de vue chimique, le furfurane, noyau du furfurol, est l'oxyde interne du butadiène : on sait que ce carbure et ses homologues constituent les caoutchoucs.

Butadiène $CH^2=CH-CH=CH^2$

Furfurane



On sait aussi que le furfurol s'unit aux aldéhydes, aux cétones et aux éthers, suivant les réactions de Claisen-Perkin et que les produits résultant de cette condensation peuvent être hydrolysés par les acides, avec rupture du noyau furfuranique. On aurait donc un moyen d'obtenir des corps à chaînes longues, renfermant cinq atomes de carbone de plus que le produit générateur. Il y a là une méthode de synthèse dont on peut entrevoir l'intérêt.

Le furfurol est aisément transformé en acide pyromucique dont les sels ammoniacaux fournissent du *pyrrol*.

Hydrogéné par les méthodes de Sabatier-Senderens, il conduit à l'alcool amylique secondaire.

Oxydé par l'acide nitrique, on en obtient l'acide oxalique.

Avec l'urée il forme des produits définis.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Combiné à l'ammoniaque, il fournit la furfuramide et donne, avec l'hydrogène sulfuré, des thiofurfurols.

Tels sont quelques principes rudimentaires de la chimie du furfurol.

Parmi des applications ne s'inspirant pas exclusivement de données de chimie pure, je citerai les suivantes :

En présence d'acide sulfurique, le furfurol se polymérise en formant une masse noire qui peut être obtenue sous un état de grande dureté et qui constitue un isolant électrique de choix. Ce produit de polymérisation peut être aggloméré dans des moules appropriés.

A la distillation sèche en vase clos, ce polymère fournit de grandes quantités de carbures éthyléniques.

Seul ou combiné à différents corps (l'acétone, l'aniline, le phénol, etc.), en présence d'alcalis ou de catalyseurs appropriés, le furfurol fournit des résines solubles dans le furfurol lui-même (1).

Le furfurol, seul ou en mélange, est un dissolvant de résines et d'éthers cellulosiques; c'est aussi un plastifiant de ces derniers (2).

Traité par les polysulfures de sodium, le furfurol et ses dérivés fournissent des matières colorantes qui peuvent être obtenues *sous forme très concentrée*. Ce dernier fait s'explique en admettant que les dérivés furfuraniques sont la base des cachous de Laval. Dans ce cas, le furfurol serait produit par l'action de la chaleur sur les matières cellulosiques employées à la confection du dit cachou (3).

La furfuramide s'est révélée comme un accélérateur très puissant de la vulcanisation du caoutchouc. J'ai reconnu qu'on pouvait l'incorporer aux éthers nitriques de la cellulose, où elle jouerait le rôle de succédané du camphre.

Je signale le chlorure de pyromucyle et, en général, les emplois du furfurol calqués sur ceux de l'aldéhyde benzoïque. C'est ainsi qu'on peut fabriquer un vert malachite en partant du furfurol.

Le fait que le furfurol est combustible mériterait de faire entreprendre l'étude de son emploi dans des moteurs à combustion interne.

### Applications diverses des méthodes de dégradation.

Je citerai : la concentration des tourteaux destinés à la fumure — on aurait de ce fait une production élevée d'alcool et d'engrais concentrés — et le traitement des algues, conduisant à la production d'alcool et à celle de

(1) Voir brevet n° 472 384.
(2) Voir brevet n° 472 423.
(3) Voir brevet n° 464 622.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'iode. Enfin, des distilleries existantes auraient intérêt, celles de mélasses notamment, à annexer des procédés d'alcool de celluloses à leurs fabrications en utilisant ainsi l'acide sulfurique employé au dénitrage.

### Organisation d'une industrie d'alcool de cellulose.

Cette industrie comporterait des usines dont l'importance pourrait être moyenne ou faible, disséminées sur les différents points du territoire les plus avantageux pour se procurer les matières cellulosiques. Elles traiteraient dans les régions de ports de mer, les tourteaux d'huileries destinés à la fumure, des coques de graines oléagineuses, des algues, etc.; dans le voisinage des tourbières, des tourbes; dans les centres forestiers, des bois, etc.

Ces usines produiraient, en proportions variables : de l'alcool, des produits accessoires et, suivant le cas, des engrais ou des combustibles, dont la majeure partie, dans cette dernière éventualité, serait employée dans l'usine même.

Les produits accessoires (acétate et formiate de chaux, méthylène et acétone, furfurol) seraient achetés à ces usines par une usine centrale qui en effectuerait le traitement. Cette organisation centrale pourrait servir de trait d'union entre la nouvelle industrie d'alcool de celluloses et celle de la distillation sèche des bois. Elles auraient les sels des acides organiques, le méthylène et l'acétone comme produits communs; ce méthylène, fourni par ces deux industries, serait employé dans le carburant lui-même, par exemple.

***

Nous espérons avoir fourni des arguments en faveur d'une industrie, basée sur la dégradation des celluloses, qui permettrait l'emploi de l'alcool comme carburant national tout en respectant les intérêts d'industries existantes : celles des alcools du Nord et du Midi, et celles de la distillation sèche des bois.

On remarquera qu'aucun procédé n'est exclu du moment qu'il conduit à un taux de dégradation élevé de la matière mise en œuvre. Le choix du procédé dépend de la matière à traiter.

On pourra, à la réflexion, peut-être, se convaincre qu'une industrie nouvelle, prenant le furfurol comme matière première, constituerait une nouvelle branche de la chimie organique appliquée, égalant ou dépassant en importance celle partant du benzène sans exclure cette dernière.

G. Meunier,
*Ingénieur-agronome.*

*Avignon, juin 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'ORGANISATION DE LA DOCUMENTATION TECHNIQUE ET INDUSTRIELLE EN FRANCE [1]

## Introduction.

Sur l'initiative de M. le Général Sebert, président du Bureau bibliographique de Paris, un certain nombre de personnes ou de représentants des sociétés qui s'intéressent à la question de l'organisation, en France, des services de documentation technique et industrielle, se sont réunis, le 6 juillet 1922, dans l'Hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (2).

Nous reproduisons sommairement, ci-après, le compte rendu de cette séance, pour donner suite à la publication des documents qui ont été insérés, sur cette question, dans le *Bulletin* de novembre-décembre 1920. En ouvrant la séance, le Général Sebert a rappelé que la réunion dont il s'agit était projetée depuis longtemps, mais que de multiples circonstances en ont retardé la convocation et notamment le retard apporté au vote de la loi déjà adoptée, par la Chambre des Députés, à la date du 10 juillet 1919 et qui a pour but de constituer en France l'Office national des Recherches scientifiques, auquel il est désirable de rattacher l'organisation de l'Office central de Documentation.

Il a présenté ensuite, à la réunion, l'exposé dont on trouve ci-après un résumé.

## BUREAU BIBLIOGRAPHIQUE DE PARIS

### Compte rendu de la réunion du 6 juillet 1922.

La réunion avait pour but de porter à la connaissance des personnes qui y avaient été convoquées, la situation actuelle de la question d'organisation des services de documentation technique et industrielle, dans l'ordre d'idées exposé dans le rapport présenté au Congrès général du Génie civil au mois de mars 1918.

On devait y examiner successivement : les mesures déjà prises ou projetées en vue de la réorganisation du Bureau bibliographique de Paris, les dispositions à

(1) Voir le *Bulletin* de novembre-décembre 1920, p. 925 à 945.

(2) Assistaient ou étaient représentés à la séance : MM. Bauweus, Général Jullien; P. Arnould; Colonel Defrasse; E. Cousin; E. Beinet; Sustrac; Viment; Bayle; Dieudonné; Chesneaux; P. Isaac; Bigourdan; Burgevin; P. Toulon; Ch. Renard; Em. Longuet.

S'étaient excusés : MM. Friedlander; Abbé Langlois; Gabelle; Coyecque; Chrissement; Lefebvre-Dilon; Société « l'Air liquide »; Legouëz.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prendre pour pouvoir participer aux réunions qui doivent avoir lieu à Bruxelles, le 24 juillet 1922, pour le Conseil international des Recherches et les 1er et 2 septembre 1922, pour la session de l'Institut international de Bibliographie et pour la Conférence internationale de la Classification décimale.

On devait enfin y examiner aussi les mesures à prendre pour hâter la réimpression des fascicules épuisés des Tables de la Classification décimale et le complément de rédaction de ces Tables, qui peut être nécessaire pour y introduire les rubriques nouvelles qu'exigent les progrès faits, dans les différentes branches de sciences, depuis la date d'édition des Tables actuelles, c'est-à-dire depuis 1905.

Ces différentes questions font l'objet des parties qui suivent de ce compte rendu.

## 1° Réorganisation du Bureau bibliographique de Paris.

Les indications sur les projets préparés, en vue de l'organisation du Bureau bibliographique de Paris, ont été données dans la note publiée dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale de novembre-décembre 1920, sous le titre : « L'organisation de la Documentation technique et industrielle en France » qui contient le compte rendu des séances du Bureau bibliographique de Paris du 12 juillet et du 31 août 1920, ainsi que de la Conférence internationale de Bibliographie et de Documentation, tenue du 7 au 10 septembre 1920, et des Annexes concernant notamment le Conseil international des Recherches, et les projets d'organisation d'une documentation internationale pour les associations scientifiques.

Ces projets sont restés en suspens, depuis cette époque, par suite de la création, à Bruxelles, ou tout au moins d'un projet de création, d'une Union internationale de la Bibliographie et de la Documentation, ayant pour conséquence l'organisation, dans chaque pays, de Bureaux nationaux de Documentation et de Bibliographie, faisant partie des Offices nationaux de Recherches scientifiques, rattachés à la Direction internationale des Recherches scientifiques, dont le centre devait rester installé à Bruxelles et en relations avec l'Union des Associations internationales et la Commission spéciale constituée, par Société des Nations, pour l'étude des questions intellectuelles.

L'organisation primitive projetée pour le Bureau bibliographique de Paris se rattachait principalement à celle du Conservatoire national des Arts et Métiers, d'après le plan proposé par le directeur même de cet établissement et indiqué, en annexe, à la suite du rapport présenté au Congrès général du Génie civil de 1918.

La réalisation matérielle en était subordonnée à l'évacuation des locaux occupés, dans les bâtiments du Conservatoire, par l'Office national de la Propriété industrielle, dont le transfert, dans l'immeuble de la rue de Pétrograd n° 26bis, vient seulement d'être réalisé. Mais, dans la situation nouvelle, résultant tant de la création de l'Union internationale de Bibliographie et de Documentation que de celle de la Direction internationale des Recherches scientifiques, qui a eu pour conséquence le projet de transformation, en France, de la Direction des Recherches scientifiques et des Inventions, installée provisoirement à Bellevue, en un Office national des Recherches scientifiques, qui comprendrait un service spécial de la documentation bibliographique, on a été amené à chercher à rattacher aussi le Bureau bibliographique à ce futur Office national des Recherches scientifiques, et des mesures

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

préparatoires, dans ce sens, ont été déjà envisagées, avec l'appui bienveillant de son directeur actuel, M. Breton. Mais ces mesures ne pouvaient être officiellement prises qu'après la ratification par le Sénat et enfin la promulgation de la loi déjà votée à la Chambre des Députés, à la date du 10 juillet 1919, pour la constitution, dans notre pays, de l'Office national des Recherches scientifiques.

Par suite de diverses circonstances, cette loi n'a pas encore été votée au Sénat mais le vote en est attendu très prochainement (1) et l'on peut espérer que les plans de réorganisation du Bureau bibliographique, fonctionnant comme Section technique d'un Office central de Documentation, dépendant tant de l'Office national des Recherches scientifiques que du Conservatoire national des Arts et Métiers, pourront enfin être réalisés.

Le secrétariat du Bureau bibliographique pourra mettre à la disposition des personnes, qui voudraient en prendre connaissance, les différents projets de règlements et d'instructions qui ont été préparés à ce sujet et qui comprennent notamment :

Histoire et situation actuelle du Bureau bibliographique de Paris (31 janvier 1921);

Statuts du Bureau bibliographique de Paris, adoptés dans la séance du 30 avril 1902;

Instruction sur le dépouillement des publications périodiques françaises;

Circulaire aux directeurs et éditeurs de revues et publications périodiques et circulaire adressée aux sociétés techniques, pour leur demander leur concours pour la préparation du Répertoire bibliographique universel (17 novembre 1902);

Règles sur la rédaction des notices destinées au Répertoire bibliographique universel (1898);

Rapport au Congrès général du Génie civil, sur l'organisation, en France d'offices de documentation technique et industrielle, avec appendice donnant la liste des principaux documents à consulter (mars 1918);

Critique du système des lettres avec chiffres décimaux (3 mars 1918);

Projet de nouveau règlement intérieur pour le Bureau bibliographique de Paris (22 septembre 1920);

Instruction sur l'organisation des services d'information rattachés aux Offices centraux de Documentation et à l'Union internationale de Bibliographie et de Documentation;

Projet d'une publication des sommaires bibliographiques des principales revues techniques de langue française (juillet 1921);

Instruction du Bureau bibliographique sur l'établissement et l'accroissement progressif des Répertoires spéciaux, à l'usage des services particuliers, par duplicata du Répertoire bibliographique universel (novembre 1920);

Projet de réorganisation du Bureau bibliographique (24 janvier 1922).

### 2° Conseil international des recherches scientifiques.

(Réunion de la 2e session à Bruxelles du 26 au 29 juillet 1922.)

Cette session avait tout d'abord été annoncée pour le 22 juillet, sur la proposition de M. Schuster, secrétaire général de la Société royale de Londres, qui demandait, à l'Académie des Sciences, de lui faire connaître les questions qu'elle désirerait voir

(1) La loi a été votée le 8 juillet 1922, mais avec de légers amendements qui en nécessiteront le retour à la Chambre des Députés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mettre à l'ordre du jour de cette session (Voir *Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences* du 11 juillet 1921, page 68).

En réponse à cette demande et à la date du 3 juillet, le secrétaire perpétuel de l'Académie, M. Émile Picard, a fait connaître que l'Académie des Sciences désire surtout que le Conseil international s'occupe, dans cette session, des mesures à prendre pour compléter ou modifier la constitution des Unions scientifiques, dont la création a été décidée, lors de la première session tenue à Bruxelles en juillet 1919, mais qui n'ont pas été encore régulièrement organisées.

En dehors de l'Union des Associations de Chimie, qui est en plein fonctionnement, les autres unions ne sont pas encore convenablement constituées et il y aurait lieu de prendre les décisions nécessaires pour en assurer le fonctionnement.

En premier lieu, il conviendrait de remplacer, à la tête de l'Union de la Médecine, le président, M. Yves Delage, décédé, et de décider définitivement la création des deux Sections des Sciences biologiques et des Sciences médicales, création sur laquelle les intéressés semblent d'accord.

Il y a lieu de compléter encore l'organisation de l'Union internationale de Physique, restée en suspens, d'une Union de Radiotélégraphie, presque complètement constituée, et de l'Union de Géologie, à laquelle les Américains demandent d'adjoindre la Géographie. Il y a lieu également d'organiser la Section de Géodésie et Géophysique, à propos de laquelle des discussions ont déjà eu lieu à Rome.

Enfin, il conviendrait encore d'envisager la créaction de l'Union d'Hydrologie scientifique, pour laquelle on a parlé de trois sections, de Potamologie, Glaciologie et Limnologie.

Le Secrétaire perpétuel a demandé aux membres de l'Académie de s'inscrire, en nombre aussi grand que possible, pour assister, à titre de délégués, à la session dont il s'agit et de chercher à faire inscrire également, à titre de délégués libres, toutes les personnes qui seraient susceptibles de renforcer l'action de l'Académie, en venant agir, par leur présence et leurs observations, au cours des discussions, ce qui peut avoir un effet utile, bien que le nombre des voix de l'Académie reste limité à cinq.

Par suite du nombre considérable des questions à traiter et qui sont indiquées ci-dessus, il paraît probable que la discussion ne pourra pas être ouverte sur la question de reprise de la publication du Catalogue scientifique de la Société royale de Londres que M. Schuster paraît avoir eu en vue principalement, en provoquant la tenue de cette deuxième session à Bruxelles.

C'est cette question qui intéresserait plus spécialement les membres qui sont en relation avec le Bureau bibliographique, car elle se rattache effectivement à la préparation du Répertoire bibliographique des Sciences, qui constitue la première étape de la documentation bibliographique, tandis que les publications qu'ont en vue spécialement les Unions scientifiques, dont il est parlé plus haut, concernent la deuxième étape de la Documentation, c'est-à-dire les analyses bibliographiques des articles scientifiques parus dans tous les pays.

On sait que la publication de ces articles bibliographiques exige le concours de nombreux savants spécialistes, attachés à la préparation de chacune des grandes revues affectées aux différentes Unions scientifiques déjà constituées ou à constituer encore et nécessite, pour chacune d'elles, des crédits considérables.

Cette question sort, par suite, du cadre de celles qui sont à examiner dans cette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réunion. Il n'en serait pas de même de la question de la reprise de la publication du Catalogue de la Société royale de Londres, mais l'examen de celle-ci a fait déjà l'objet d'articles parus, en 1918 et 1919 notamment, dans la *Revue Scientifique* et dans la *Revue générale des Sciences*, sous les titres : L'avenir du Catalogue international de la Littérature scientifique (*Revue générale des Sciences*, du 15 février 1918); — Transformations opérées dans l'appareil bibliographique des sciences (*Revue Scientifique* des 20-27 avril 1918); — Le traitement de la littérature scientifique (*Revue générale des Sciences* des 15-20 septembre 1918).

Elle doit donc être réservée plutôt à la Conférence internationale de Bibliographie et de Documentation, dont il sera parlé plus loin, qu'à la session de la Direction des Recherches scientifiques, car il est reconnu que le Catalogue de la Société royale de Londres, qui était limité aux sciences pures, doit être étendu aux applications de ces sciences, au commerce et à l'industrie et doit aussi cesser d'être publié séparément, par branches de sciences spéciales, ce qui entraîne des pertes de temps et de multiples doubles emplois.

En la renvoyant à la Conférence internationale des 1er et 2 septembre, cette question se trouvera ainsi rattachée au plan général des travaux de l'Institut international de Bibliographie.

### 3° Conférence internationale de Bibliographie et de Documentation (1er et 2 septembre 1922).

Cette conférence doit être la suite de celle qui a été tenue à Bruxelles le 1er octobre 1921. Le programme en est joint à ce compte rendu (Voir Annexe). On y fera connaître, sans doute, le résultat de l'examen des projets d'additions et de modifications aux Tables de la Classification décimale, qui ont été proposés par divers auteurs et ont dû être soumis à l'examen de Commissions compétentes, par les soins de l'Institut international de Bibliographie.

Parmi ces projets figurent : celui qu'ont remis MM. Lemarquant et Chesneaux pour l'organisation administrative des ministères; celui qui a été remis par M. Bourrel, de la Société des Transports en Commun de la Région parisienne, pour le complément des Tables, en ce qui concerne les services de cette société, et les propositions de M. Bauwens pour les nouvelles divisions de la chimie et les dispositions à prendre pour distinguer, des indices déjà inscrits dans les Tables, les indices à employer provisoirement, par suite de l'introduction des rubriques nécessaires pour les nouvelles branches de sciences.

Ces projets d'additions aux Tables avaient été établis avant la réunion de la conférence internationale du 1er octobre 1921; d'autres ont été proposés, depuis lors, par diverses personnes, et notamment par les membres de la Section néerlandaise de la Commission internationale de la Classification décimale, créée au cours de cette conférence de 1921.

Un Bulletin dactylographié, publié par l'Institut international de Bibliographie, mais d'un tirage malheureusement trop limité, a fait connaître l'existence de ces projets, en relatant sommairement et sans commentaires, tous les faits qui ont pu parvenir à la connaissance de l'Institut, concernant les questions relatives à la Documentation bibliographique et aux Classifications dont elle peut être l'objet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Des notes ont été rédigées, par les soins du Bureau bibliographique, sur des propositions d'additions aux Tables, qui lui ont été soumises ou sur des questions qui lui ont été posées, sur ce sujet, soit par les représentants de la Section néerlandaise de la Commission internationale de la Classification décimale (MM. HIJMANS et DONKER-DUYVIS) soit par M. BLONDIN, président de la Section française de cette même Commission.

Ces notes sont les suivantes :

*Commission internationale de la Classification décimale* : Note au sujet de la proposition de la Section néerlandaise concernant l'organisation du travail d'ensemble;

*Commission internationale de la Classification décimale* : Note sur la proposition de la Section néerlandaise concernant le développement des Tables des divisions communes accessoires;

*Commission internationale de la Classification décimale* : Note sur la proposition faite par l'Ingénieur, sous-chef du Service de la Documentation et des Études économiques de la Société des Transports en commun de la Région parisienne (M. BERTHE) pour la création d'un chapitre spécial de la soudure dans les Tables de la Classification décimale, sous le n° 669-096;

*Lettre à M. Blondin* sur les observations de M. DONKER-DUYVIS et sur les mesures à prendre pour la réimpression des Tables de la Classification décimale et le développement de ces Tables (16 juin 1922

*Lettre à M. Blondin* sur le classement des nouvelles branches de sciences (5 juillet 1922).

Tous ces documents seront mis à la disposition des personnes intéressées qui voudront les consulter et quelques-uns seront mis en discussion dans la dernière partie de cette séance.

### 4° MESURES A PRENDRE POUR LA RÉIMPRESSION DES TABLES, ÉPUISÉES, DE LA CLASSIFICATOIN DÉCIMALE ET LE DÉVELOPPEMENT DE CES TABLES.

A propos de cette question, le général Sebert présente d'abord un exposé sommaire des négociations auxquelles le Bureau bibliographique de Paris avait dû procéder, pendant la guerre, pour obtenir la réimpression des fascicules épuisés des Tables de la Classification décimale, les plus importants au point de vue de la Documentation technique et industrielle, et aussi la publication des additions à faire à ces Tables pour tenir compte des récents développements des branches nouvelles de sciences.

Il rappelle que, pour ces négociations, le Bureau s'était d'abord adressé à M. Paul Otlet, secrétaire général de l'Institut international de Bibliographie de Bruxelles, alors réfugié en Suisse et qui, avec le concours de M. Chavannes, avait essayé d'installer, au moins à titre provisoire, à Lausanne, une succursale de l'Institut de Bruxelles.

Plus tard, M. Paul Otlet étant venu habiter Paris, ces négociations ont pu être reprises avec son assentiment et son concours, auprès de plusieurs éditeurs français.

Pour répondre à tous les besoins, il avait été convenu que l'on chercherait à procéder d'abord à une simple réimpression des principaux fascicules épuisés de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Classification décimale, sans aucun changement, c'est-à-dire que l'on en ferait seulement un nouveau tirage pour les personnes désireuses d'employer les tables existantes. Pour permettre de faire usage de ces mêmes tables complétées, on mettrait aussi en publication des exemplaires de ces fascicules, dans lesquels seraient intercalées, aux places voulues, des feuilles légèrement teintées, sur lesquelles seraient inscrites les divisions nouvelles proposées pour les branches de sciences de création récente, divisions qui se trouveraient placées en regard de celles entre lesquelles elles doivent s'intercaler.

On avait d'ailleurs étudié les dispositions à prendre pour permettre, par l'emploi de signes spéciaux, de distinguer ces nouvelles divisions de celles précédemment inscrites dans les Tables et déjà officiellement adoptées.

Le Général Sebert rappelle, à ce sujet, que notamment M. Bauwens a indiqué récemment une solution pratique, en proposant d'inscrire, à la suite de chaque indice numérique, nouvellement proposé, un exposant indiquant l'année de la proposition dont il a été l'objet et susceptible de disparaître lorsque l'emploi de la division nouvelle aura été officiellement adopté.

Il rappelle encore que, finalement, le meilleur moyen d'obtenir un tirage à part, sans changement, des fascicules épuisés, consistait à en faire une reproduction photographique. C'est ce qui a pu être réalisé notamment pour la réimpression du fascicule 62, consacré à l'art de l'ingénieur, et dont la publication a été faite par les soins de l'éditeur Chiron qui, d'autre part, a fait paraître un nouvel Index alphabétique des principales rubriques de classement figurant dans les tables et relatives aux sujets concernant spécialement l'art de l'ingénieur.

Ces réimpressions de fascicules se sont trouvées interrompues, en France, par la cessation des hostilités, qui a permis aux directeurs de l'Institut international de Bibliographie de rentrer à Bruxelles et de chercher à reprendre, dans cette ville, le travail de réimpression et de développement des Tables de la Classification décimale.

On avait conçu le projet de réimprimer, tout d'abord, les Tables entières et d'en faire même des éditions en langue anglaise et en langue allemande, voire même en langue internationale esperanto, dans la pensée que l'on pourrait obtenir, pour ce travail considérable, le concours financier de la Société des Nations, à la suite des réunions qui avaient eu lieu à Bruxelles, pour la reconstitution de l'Union des Associations internationales et de la décision qui avait été prise, en principe, lors des premières Conférences interalliées des Académies et de l'Union internationale des Associations pour la Société des Nations, de chercher à installer à Bruxelles le siège intellectuel de cette Société.

C'est ainsi que, dans la Conférence internationale de Bibliographie et de Documentation, tenue à Bruxelles, en 1920, les directeurs de l'Institut international de Bibliographie avaient cru pouvoir promettre la réimpression, à bref délai, tout au moins de l'édition française des Tables de la Classification décimale et la publication, sur un nouveau type perfectionné, de l'Index alphabétique de ces Tables.

Mais, par suite de diverses circonstances, ces promesses n'ont pas pu jusqu'ici être tenues, et dans la Conférence internationale de Bibliographie et de Documentation tenue à Bruxelles le 1er octobre 1921, il a été simplement préparé des mesures pour organiser le travail de révision et de complément des Tables actuelles par la création, dans les divers pays, de Commissions spéciales, chargées de préparer un travail limité, pour chacune d'elles, en principe, à une branche spéciale de sciences

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et destiné à être soumis à une révision spéciale, par les soins de Commissions centrales constituées à Bruxelles.

C'est ainsi que se sont trouvées formées, notamment, la Section néerlandaise, qui fonctionne à la Haye, et la Commission spéciale que préside, à Paris, M. Blondin, directeur de la *Revue spéciale d'Électricité* et dont il a été question plus haut dans la troisième partie de ce compte rendu.

Mais, dans ces conditions, il n'a pu jusqu'ici être donné satisfaction aux demandes, qui se multiplient, d'exemplaires réimprimés des fascicules, les plus importants, des Tables qui manquent encore et il serait nécessaire de prendre d'urgence des mesures pour procéder à cette réimpression, dans les conditions qui ont été indiquées ci-dessus.

Le Général Sebert signale qu'il a été amené, à cette occasion, et à la suite de communications qui lui ont été faites, de documents envoyés par M. Donker-Duyvis, secrétaire de la Section néerlandaise, à M. Blondin, d'écrire à ce dernier deux lettres précisant la façon dont les travaux des Commissions nommées lors de la Conférence du 1er octobre 1921 devraient être dirigés.

Il fait donner lecture de ces deux lettres, ainsi que des fragments de celle adressée à M. Blondin par M. Donker-Duyvis, en ce qui concerne notamment le concours que les Hollandais avaient été autorisés à demander aux bibliographes allemands et pour lequel ils se sont adressés, en premier lieu au Dr Lasché, ainsi qu'à M. Hanauer et même à M. Ostwald.

Pour terminer, le Général Sebert résume les points les plus importants de cette correspondance et après avoir rappelé les observations qu'il a eu l'occasion de formuler, sur les différentes questions posées par la Section néerlandaise et qui sont relatées dans les notes dont la liste a été donnée plus haut, il appelle l'attention sur ce fait que les Hollandais, comme les Allemands, semblent disposés à entreprendre une refonte complète des Tables de la Classification décimale, en faisant même table rase des divisions déjà admises et substituant, aux indices numériques adoptés, de nouveaux indices, pour lesquels les Allemands semblent même disposés à admettre un mélange de lettres et de chiffres.

Il fait remarquer que la Section néerlandaise manifeste ouvertement la tendance de substituer son action, comme organe centralisateur de la Commission internationale de la Classification décimale, à celle de l'Institut international de Bibliographie de Bruxelles et il émet l'avis qu'il y a lieu d'insister pour que ce soit ce dernier qui conserve la direction de cette centralisation, en obtenant qu'il y apporte plus d'activité.

Enfin, il signale encore aux assistants que, pour répondre aux observations qui lui ont été adressées, à maintes reprises, cet Institut s'est décidé à reprendre la publication d'un Bulletin rendant compte de ses travaux et en général des questions intéressant la Documentation bibliographique internationale. Malheureusement, cette publication n'est encore faite que sous une forme embryonnaire et par la distribution, limitée à un trop petit nombre, de comptes rendus dactylographiés. Il paraît nécessaire d'insister pour que la reprise de la publication de ce Bulletin ait lieu, le plus tôt possible, sous son ancienne forme.

Après cet exposé, le Général Sebert ouvre la discussion, en demandant aux assistants de faire connaître leur opinion sur les différentes questions qui se trouvent ainsi posées et de formuler leurs propositions, au sujet des mesures qu'il peut leur paraître utile de prendre et des demandes qui seraient à présenter à la nouvelle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Conférence de Bibliographie et de Documentation, qui doit s'ouvrir à Bruxelles le 1er septembre prochain.

Il espère que, parmi les membres qui ont assisté ou parmi ceux qui ont été convoqués à cette réunion et n'ont pas pu s'y rendre, il y en aura un certain nombre qui pourront aller prendre part à cette Conférence ou tout au moins y faire parvenir leurs observations.

Il se produit alors entre les membres de la réunion un intéressant échange de vues auquel prennent part successivement MM. Sustrac, Burgevin, le Colonel Defrasse, Toulon, Bauwens, Bigourdan, Dieudonné, Bayle et Arnould.

De cette discussion, il résulte qu'il serait désirable, comme l'a demandé spécialement M. Sustrac, que les délégués envoyés à Bruxelles, pussent représenter l'ensemble des organisations bibliographiques de France, mais que, malheureusement, il est à craindre qu'il n'y soit pas encore envoyé de représentants de nos institutions officielles, par suite des retards apportés à la constitution définitive de l'Office national des Recherches scientifiques.

Il faudra donc se contenter, sans doute, comme pour la précédente Conférence, de représentants des organismes libres existant en France. Les membres de la réunion sont également unanimement d'avis, d'approuver les propositions faites par MM. Toulon, Burgevin, Sustrac et le Colonel Defrasse et, par suite, d'insister pour que l'on conserve les Tables de Classification, qui existent depuis vingt-cinq ans, en y faisant seulement les additions rendues nécessaires par les progrès des sciences, mais qu'il convient d'insister pour que l'Institut bibliographique de Bruxelles agisse dans ce but et fasse fonctionner, avec plus d'activité, la Commission internationale.

Ils prennent note des indications données par M. Bigourdan au sujet de l'heureuse initiative prise par l'Union géodésique, pour améliorer les Tables qui l'intéressent, en rejetant tout changement radical et sur la nécessité de compléter ces Tables, pour certaines branches de sciences qui ne figurent pas dans la classification actuelle, telles que la Sismologie et la Vulcanologie.

Ils s'associent aux observations faites par M. Bayle, ainsi que par M. Bauwens au sujet des concours qui peuvent être demandés aux groupements nationaux qui s'occupent spécialement des différentes branches de la Bibliographie scientifique et sur la convenance d'établir une distinction entre la partie théorique et la partie pratique de la Bibliographie documentaire, de chercher surtout des ressources pour assurer le fonctionnement du Bureau bibliographique auprès des industriels, en s'attachant surtout à venir en aide aux petites entreprises industrielles, dont les directeurs n'ont pas les ressources nécessaires pour constituer, sur des bases suffisantes, leurs propres moyens d'information.

Ils sont également d'avis, comme le propose M. Bayle, de faire un nouvel appel aux éditeurs, pour qu'ils établissent leurs catalogues, de façon à permettre de les utiliser pour la constitution des éléments du Répertoire bibliographique universel, comme le font déjà certaines publications pour les articles qu'elles font paraître.

Enfin, sur la proposition de M. Arnould, l'assemblée émet un vœu pour la reconstitution du Bureau bibliographique dans des conditions qui puissent permettre d'en assurer le fonctionnement en élevant, à cet effet, au moins à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

25 francs, le taux de la cotisation annuelle et lui ménageant la possibilité de se procurer des ressources par le remboursement des dépenses qu'il pourra faire pour procurer, aux industriels intéressés, les renseignements qui peuvent leur être utiles.

Il est convenu que ces questions seront soumises à une assemblée constitutive du Bureau bibliographique, qui pourra être convoquée après les vacances.

Le président déclare la séance levée, en invitant à se faire connaître, ceux des membres de la réunion qui sont disposés à se rendre à la conférence de Bruxelles du 1er septembre; il ajoute qu'il cherchera à faire parvenir, avant la date de cette séance à toutes les personnes qui avaient été convoquées à cette réunion, le compte rendu de cette séance.

---

## ANNEXE

### INSTITUT INTERNATIONAL DE BIBLIOGRAPHIE

Convocation aux réunions des 1er et 2 septembre 1922.

L'Assemblée générale annuelle des membres de l'Institut international de Bibliographie aura lieu à Bruxelles les 1er et 2 septembre 1922. Nous avons l'honneur de vous inviter à y prendre part.

La date de la réunion a été choisie de manière à la faire coïncider avec la troisième Quinzaine internationale du Palais mondial et à assurer à ses membres l'avantage d'un lieu connu de rencontres.

L'ordre du jour comporte une séance générale consacrée à l'exposé des progrès de la bibliographie et de la documentation depuis la dernière assemblée. Le Secrétariat général de l'Institut présentera un rapport. Les membres sont instamment priés de faire à ce sujet des communications écrites ou verbales relatives aux organismes ou travaux qui les intéressent. On espère pouvoir présenter ainsi une vue d'ensemble très complète des progrès récents et de l'état actuel.

Les travaux se poursuivront ensuite en deux sections :

I. — *Section scientifique* :

*a*) Communications et commentaires des récents projets et développements des Tables de la Classification décimale;

*b*) Principes généraux qui doivent servir à ces développements. Extension des Tables en subdivisions communes, notamment celles du lieu et du point de vue;

*c*) Rapports de la classification bibliographique avec la classification scientifique, avec la terminologie, la notation des caractéristiques et les schémas;

*d*) Extensions des applications de la classification décimale : archives administratives, commerciales et industrielles; brevets d'invention; statistique; jurisprudence des cours et tribunaux; classement des cas de la pratique professionnelle;

II. — *Section de l'organisation* :

*a*) Centralisation des travaux élaborés en coopération : répertoires spéciaux, locaux et internationaux;

*b*) Les Conseils nationaux et les Associations internationales dans le plan général de coopération;

*c*) Réformes des publications périodiques en fonction du plan général;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*d*) Moyens de publier prochainement la nouvelle édition des Tables de Classification et du Manuel des Méthodes;

*e*) Le Catalogue international de la Littérature scientifique dans ses rapports avec le Répertoire bibliographique universel;

*f*) L'Institut international de Bibliographie et l'organisme du travail intellectuel à créer au sein de la Société des Nations.

Les membres sont priés de participer aux travaux de ces sections et d'y présenter des mémoires écrits ou des communications verbales.

L'Institut international de Bibliographie participe à l'organisation de la session de l'Université internationale en y faisant présenter un cycle de conférences sur les questions fondamentales du livre et de la documentation. Les membres qui voudraient lui apporter leur concours à ce sujet sont priés de bien vouloir le faire connaître à bref délai.

LE SECRÉTARIAT GÉNÉRAL.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMITÉ DU RETOUR AUX ÉTUDES TECHNIQUES

## Résumé des travaux du Comité.

Le Comité du Retour aux Études techniques avait imposé, aux stagiaires placés par ses soins dans l'industrie et qui ont suivi le programme d'études qu'il leur a donné, un examen à deux degrés qui devait les conduire à l'obtention du brevet d'ingénieur institué pour eux par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Les épreuves du 1er degré ont été passées les 31 janvier, 1er et 2 février 1921. Les épreuves de l'examen du 2e degré ont eu lieu les 8, 9 et 10 mai 1922.

Cet examen marque le terme de la tâche principale que le Comité s'était imposée. Le moment est donc venu de passer en revue l'ensemble de sa vie et de ses travaux; en voici le résumé.

Dès l'hiver 1916-1917, M. Maurice Lacoin, aujourd'hui Ingénieur en Chef à la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans, membre de la Société d'Encouragement, voyant la guerre se prolonger et recevant les doléances des pères de famille de l'association « La Plus Grande Famille », se préoccupait du sort réservé aux jeunes gens dont les études techniques avaient été interrompues par la mobilisation et qui, pour diverses raisons, âge, ressources et autres, ne pouvaient penser à entrer ou rentrer dans les écoles techniques à l'issue de la guerre. Si rien n'était prévu pour leur venir en aide et les remettre dans la bonne voie, il était à craindre que beaucoup d'entre eux n'entrassent directement dans des emplois commerciaux ou industriels sans avoir complété leur formation; ils auraient ainsi perdu le fruit de leur travail et l'industrie aurait été privée de plusieurs promotions d'élèves-ingénieurs.

D'autre part, ces jeunes gens s'inquiétaient de leur avenir et il semblait que ce fût un devoir patriotique que de les réconforter et que de seconder leur vaillance, en leur faisant entrevoir l'aide et le soutien qu'ils trouveraient au moment où la démobilisation leur rendrait la liberté.

Ces idées furent exposées au Congrès de juin 1917 de « La Plus Grande Famille » par M. Émilio Damour, Ingénieur-Conseil de la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, membre de la Société



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'Encouragement (Il vient de faire partie du jury du 2e examen) et par le Lieutenant Grandpierre, mutilé de guerre qui avait bénéficié des cours spéciaux organisés en faveur des officiers mutilés par l'École des Sciences politiques. M. Lacoin, Président de la Commission d'Éducation de cette Association, prit conseil de MM. H. Le Chatelier et L. Delloye et pria M. de Fréminville, tous trois membres du Conseil de la Société d'Encouragement, d'appeler l'attention du Bureau de la Société sur cette question si intéressante.

La Société, répondant aussitôt à l'invitation de M. de Fréminville, réunit une commission spéciale qui prit le nom de « Commission du Retour aux Études techniques », et dont M. Henry Le Chatelier accepta la présidence.

Au cours de ses séances des 3, 10 et 31 juillet, 25 octobre et 9 novembre 1917, la Commission étudia la question ainsi que la méthode qu'il convenait de suivre pour arriver au but. Elle s'occupa d'abord des jeunes gens reçus aux écoles techniques, soit qu'ils eussent été mobilisés sans y être entrés, soit qu'ils eussent été mobilisés au cours de leurs années d'école. Elle se mit en rapport avec les directeurs de ces écoles et des instituts universitaires intéressés. Quoique l'accueil qui fut fait à ses démarches ait été assez réservé, certaines écoles préférant opérer isolément, d'autres hésitant à modifier leurs cycles d'études, le résultat n'en fut pas moins acquis; et les organisations qui y furent faites permirent aux élèves, après leur démobilisation, grâce à une compression dans les études et à d'autres mesures appropriées, d'entrer, avec le mininum de temps perdu, dans l'industrie. De plus, pour ceux qui, s'étant déjà préparés aux écoles avant leur mobilisation, se décideraient à reprendre leur préparation pour se présenter au concours, des avantages étaient accordés aux candidats démobilisés (1).

Mais ces jeunes gens représentaient un effectif bien réduit vis-à-vis de l'ensemble de ceux à qui la Commission avait décidé d'accorder un intérêt plus spécial. Il y avait d'abord les élèves reçus ou déjà entrés aux écoles et qui se trouvaient réduits à la nécessité de renoncer à leurs espérances. Puis il y avait le nombre considérable de ceux qui, partis à la mobilisation avec une instruction primaire ou primaire supérieure, avaient, par leurs capacités et leur vaillance, conquis des grades militaires et des récompenses qui leur donnaient le droit de prétendre, lors de leur retour à la vie civile, à une amélioration dans leur position; or ce résultat ne pouvait être atteint que si, par leur travail personnel, ils venaient à acquérir un degré d'instruction correspondant aux situations qu'ils espéraient obtenir.

Après une longue discussion, il apparut à la Commission que la solution

(1) Voir les *Bulletins* de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, de janvier-février et novembre-décembre 1918.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du problème se trouvait dans le *stage en usine*. A sa libération, le futur ingénieur entrera directement dans l'industrie sans passer par une école technique. Tout en apprenant à l'atelier la pratique de la spécialité choisie par lui, il devra travailler personnellement, en dehors des heures du travail rémunéré; de son côté, l'industriel s'engagera à faciliter ces études et, si possible même, à les surveiller et à les seconder. Ce travail personnel, le soir, est-il compatible avec une journée de labeur aux ateliers? C'est une question que l'expérience résoudra; elle semble réalisable avec le concours des industriels.

En fin de compte, l'ensemble de la proposition fut adopté. M. Lacoin fut chargé de résumer dans un rapport général les études et les décisions de la Commission. Ce rapport a été publié dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement de novembre-décembre 1917.

Entre temps M. Lacoin avait été chargé d'organiser le fichier des ouvrages à recommander aux stagiaires. Un service de renseignements avait d'ores et déjà été institué par ses soins (1) dans l'hôtel de la Société, pour fournir, aux mobilisés qui les demanderaient, toutes les indications nécessaires pour se procurer les ouvrages dont ils auraient besoin.

Il restait à arrêter les programmes d'études. Ils furent étudiés par des sous-commissions réparties par spécialités industrielles, discutés dans les séances de la Commission des 9 avril et 1er juin 1918, et adoptés dans la réunion du 6 juillet; on y inséra des renseignements sur les ouvrages à consulter. Ils furent l'objet d'un rapport d'ensemble de M. Henry Le Chatelier, pour la physique et la chimie, et de M. Lacoin pour les mathématiques, la mécanique rationnelle et appliquée, la résistance des matériaux et la thermodynamique. Ce rapport, véritable encyclopédie de science industrielle, a été publié dans le *Bulletin* de la Société d'Encouragement de mai-juin 1918.

Dès la signature de l'armistice, le Général Duval, alors aide-major général, chef du Service aéronautique aux Armées, entreprit de faciliter le retour à la vie civile des jeunes officiers placés sous ses ordres que, d'ailleurs, la cessation des hostilités laissait dans l'inaction jusqu'à leur démobilisation; la plupart d'entre eux se destinaient en effet aux carrières industrielles ou commerciales. Il institua, sous la direction du Capitaine Verdurand, un Bureau des Études techniques et commerciales, installé à Paris, 37, avenue Rapp, par lequel des cours, des conférences méthodiques et des visites d'usines et d'établissements commerciaux furent organisés aux armées.

(1) Grâce au concours de M. Lefrançois, dont la modestie n'a pas voulu rappeler cette collaboration précieuse, qui, dès le début, a rendu au Comité les plus grands services et qui, plus tard, en a assuré le succès (Note du Comité).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le programme d'études, publié par la Commission du Retour aux Études techniques de la Société d'Encouragement, parvint à la connaissance du Général Duval. Il s'appliquait à la plupart de ses élèves. Et, pour la prise de contact avec les industriels appelés à recevoir les futurs démobilisés, le concours de la Société d'Encouragement lui paraissait tout particulièrement désirable. Des relations suivies s'établirent entre le Général, les Capitaines Verdurand et Pastré, d'une part, et, d'autre part, la Société d'Encouragement. Le Général et ses adjoints assistèrent aux réunions de la Commission du Retour aux Études techniques des 10, 14 et 25 janvier 1919.

Les décisions suivantes y furent prises : Des tirages à part des programmes d'études élaborés par la Commision du Retour et des ouvrages à consulter seront mis en nombre suffisant à la disposition du Service de l'Aéronautique; — des démarches seront faites par des officiers du service, d'accord avec la Société, auprès des associations et grandes firmes industrielles, commerciales et financières et des Compagnies de Chemins de fer en vue du placement des stagiaires; — il sera demandé aux directions des écoles et instituts d'organiser des examens pour la délivrance d'un diplôme spécial « de guerre »; et, en cas d'impossibilité, la Société d'Encouragement instituera elle-même et décernera un diplôme spécial; — des démarches seront faites afin d'obtenir les subventions nécessaires au fonctionnement de l'œuvre; la Société d'Encouragement s'inscrit en tête de la liste pour 10.000 f; — toutes les armes sont appelées à bénéficier des services de l'organisme en formation.

En février 1919, cette organisation était un fait accompli : l'œuvre, de guerre, prenait le nom de Comité du Retour aux Études techniques. Le 1er mars, la première réunion de cette œuvre de guerre fixait les derniers détails de son organisation définitive.

Le Comité du Retour aux Études techniques, complètement autonome aux points de vue administratif et financier, a son siège à Paris, 44, rue de Rennes, dans l'hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Il est placé sous le haut patronage de la Société d'Encouragement qui lui offre gracieusement l'hospitalité et met ses services à sa disposition.

Il est dirigé par un président qui est, de droit, le président de la Société, M. LINDET en 1919; un vice-président, le Général DUVAL; un secrétaire général, M. LEMAIRE, agent général de la Société d'Encouragement; un trésorier.

Il est assisté par trois Commissions :

1° Une Commission de l'Enseignement, présidée par M. HENRY LE CHATELIER et comprenant, en outre des membres de la Commission créée au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sein de la Société d'Encouragement en 1917, d'autres membres, industriels, commerçants ou financiers.

2° Une Commission de Placement, composée d'industriels, de commerçants et de financiers.

3° Une Commission des Fonds.

Ces fonds provenaient de souscriptions particulières et de la subvention de la Société d'Encouragement; ils se sont élevés au total de 46.200 f.

Le Comité du Retour aux Études Techniques s'intéressa non seulement aux jeunes gens issus de l'Aéronautique, mais encore à tous les démobilisés, quelle que fût leur arme et sans distinction de grade. Ceux d'entre eux qui, après avoir étudié en suivant les programmes du Comité, voulaient se présenter devant un jury désigné par la Société d'Encouragement, recevraient, en cas d'examen suffisant, un diplôme spécial institué par elle.

Tous les détails relatifs à la constitution du Comité, et notamment la liste des souscripteurs, ont été publiés, dans le *Bulletin* de septembre-octobre 1919 de la Société, sous la forme d'un très important rapport signé par M. LEMAIRE, agent général de la Société d'Encouragement.

Dès le mois de janvier 1919, le Comité du Retour aux Études techniques, grâce aux ressources dues aux subventions recueillies, grâce aux réductions consenties par les éditeurs, put mettre un nombre considérable d'ouvrages scientifiques à la disposition du Bureau des Études. Le nombre des livres ainsi vendus s'est élevé à plus de 5.000, dont plusieurs en deux ou trois volumes. En même temps des *bulletins de renseignements*, publiés par le Bureau des Études, étaient envoyés chaque semaine dans tous les centres d'instruction de l'Aéronautique. Ces bulletins contenaient des rapports sur les visites d'établissements industriels ou commerciaux faites par les élèves, des renseignements sur l'état actuel et les possibilités d'avenir des différentes branches de l'industrie et du commerce et sur les débouchés qu'elles offraient aux jeunes gens démobilisés.

Des conférences étaient faites périodiquement à Paris, dans l'hôtel de la Société d'Encouragement, sur les problèmes d'économie sociale et politique; les officiers chargés de l'instruction dans les centres d'études assistaient à ces conférences, qui étaient ensuite imprimées et répandues. Le rapport précité de M. Lemaire donne le détail de ces visites et de ces conférences.

En même temps, dès le début de l'année 1919, le Service de Placement s'installait à Paris, dans une des salles de l'hôtel de la Société d'Encouragement. Il fut successivement dirigé pendant l'année 1919 par les Capitaines Pastré, Sabouret, de la Charie secondés par des officiers de l'Aéronautique, en liaison avec le lieutenant Richard, Directeur du Bureau des Études.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Plusieurs de ces officiers furent envoyés en mission pour visiter des industriels et des commerçants, tant de Paris que de la province, et s'entendre avec eux pour l'admission des stagiaires. D'autres recevaient, à Paris, les démobilisés qui venaient se faire inscrire au Comité.

Le concours du Comité n'avait, dès l'abord, été prévu que pour les stagiaires décidés à travailler sur les programmes d'études établis pour eux. Mais, devant le grand nombre des demandes, le Service du Placement fut étendu à tous les démobilisés qui eurent recours à lui, et pour lesquels il fonctionna comme un véritable bureau de placement.

Les officiers chargés du placement étaient, presque tous, des officiers de complément et généralement d'anciens élèves des écoles techniques. Leur tour vint d'être démobilisés les uns après les autres. Jusque-là, l'agent de liaison permanent entre la Société d'Encouragement et le Comité de Retour aux Études techniques avait été tout naturellement, M. Lemaire, agent général de la Société, qui avait accepté les fonctions de secrétaire général du Comité. Le départ des officiers démobilisés laissait une lourde tâche à assumer. Au commencement de 1920, le Comité s'assura le concours de M. Ch. Lefrançois, ancien élève de l'École Centrale et ancien capitaine du Génie territorial, pour diriger les services en qualité de Secrétaire du Comité, secondé par le lieutenant Lacour, pilote-aviateur, celui-ci maintenant la liaison avec le Bureau des Études techniques et commerciales de l'Aéronautique. Cette organisation dura jusqu'à la dissolution de la Commission de Placement, au 31 décembre 1919; et, ensuite, le lieutenant Lacour ayant été rappelé au Service de l'Aéronautique, les services du Comité furent assurés par M. Ch. Lefrançois seul, sous la direction de la Commission de l'Enseignement.

Quel a été le nombre des démobilisés placés par le Comité? Les jeunes officiers du Service de Placement n'ont pas tenu de registres et tout le travail s'est effectué par des fiches personnelles. Par ailleurs, les officiers ont été remplacés par de nouveaux camarades au fur et à mesure qu'ils étaient démobilisés eux-mêmes. Enfin, un assez grand nombre de jeunes gens, après avoir été placés, n'ont plus donné de leurs nouvelles. D'après un relevé fait des innombrables fiches qui sont restées au Service, on peut évaluer à 4.000 le nombre des spécialistes et à 1.000 le nombre des stagiaires qui ont été placés par les soins du Comité du Retour aux Études techniques.

Dès le début de 1920, sous la présidence de M. H. Le Chatelier, la Commission de l'Enseignement commença à s'occuper de l'examen. Dans sa réunion du 13 février, elle décida que l'examen pour l'obtention du diplôme ne comporterait pas d'admissibilité, mais deux séries d'épreuves, celles du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1er degré devant être subies après au moins un an de stage et celles du 2e degré un peu plus d'un an après les premières.

Le programme de l'examen se composera de la façon suivante : 1° pour le 1er degré, une partie théorique représentant les connaissances générales de la partie scientifique des baccalauréats sciences et obligatoire pour tous les stagiaires, et une partie plus pratique divisée en spécialités entre lesquelles les stagiaires choisiront; 2° pour le 2e degré, un examen entièrement pratique divisé en spécialités au choix des stagiaires.

Il y aura cinq spécialités : mécanique, métallurgie, mines, chimie et travaux publics.

Les programmes de chaque spécialité seront rédigés par divers membres de la Commission particulièrement indiqués par leurs travaux. (Ces programmes ont été publiés dans les *Bulletins* de mars-avril et de novembre-décembre 1920. Ils recommandent d'étudier dans certains ouvrages désignés.)

Le diplôme, pour éviter toute confusion avec les diplômes analogues, universitaires ou autres, portera le nom de *Brevet d'Ingénieur décerné par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.*

Dans sa séance du 20 novembre 1920, la Commission de l'Enseignement fixa au 31 janvier 1921 et aux jours suivants la date des épreuves du 1er degré; elle désigna les membres du jury et arrêta les modalités de l'examen. Celui-ci eut lieu dans l'hôtel de la Société d'Encouragement; le *Bulletin* de mars 1921 a publié tous les détails de cet examen et les observations auxquelles il a donné lieu.

Dans sa séance du 23 novembre 1921, la Commission, conformément aux décisions prises, décida de fixer au 8 mai 1922 et aux jours suivants la date des épreuves du 2e degré et la proclamation des ingénieurs brevetés. Elle arrêta la composition du jury et les modalités de l'examen qui se passa comme le premier, dans l'hôtel de la Société d'Encouragement. Tous les détails, renseignements et observations qui se rapportent à cet examen sont publiés dans le présent *Bulletin* (Voir pages 798 à 810).

Comme nous le disions en commençant cet exposé, les épreuves du 2e degré de l'examen achèvent, pour sa partie la plus importante, l'œuvre entreprise par la Société d'Encouragement, poursuivie et terminée par le Comité du Retour aux Études techniques, où la Société a joué un rôle prépondérant.

Les buts qui avaient été fixés ont été atteints. Les jeunes gens, leurs remerciements l'ont assez dit, ont retrouvé une grande tranquillité d'esprit en apprenant ce qu'on faisait pour eux. L'industrie a retrouvé un nombre considérable de collaborateurs qui, malgré la désorientation due à la guerre, ont pu, grâce à l'aide du Comité, compléter leur formation et tenir utile-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment leur place. Quant aux stagiaires, ils sont unanimes dans l'expression de leur gratitude envers le Comité et la Société d'Encouragement.

Si, en leur donnant le moyen de conquérir le Brevet d'Ingénieur, le Comité du Retour a causé une grande satisfaction à ceux, trop peu nombreux, qui ont pu se présenter à l'examen, celle-ci n'est rien au prix du service que le Comité leur a rendu à tous en les forçant à reprendre goût au travail intellectuel, et en les remettant dans la bonne voie. Ils sont tous d'accord avec celui qui disait dans sa lettre de remerciements, écrite même avant de savoir s'il était admis : « A la fin de ce deuxième examen que le Comité a « bien voulu organiser, préparer et exécuter, je tiens à vous dire toute la « reconnaissance que je lui ai, pour nous avoir ainsi aidés, et pour ainsi dire « forcés, à travailler dans un moment où, sortant de la guerre, nous pensions « avoir droit à une entrée facile dans la vie et où, sans lui, nous aurions « abordé notre carrière sans le bagage nécessaire à une bonne réussite. »

Si les nombreux démobilisés qui s'étaient tout d'abord fait inscrire en vue de passer les examens prévus ne l'ont pas fait, c'est que la grande majorité d'entre eux, transportant dans la vie civile les qualités de chef qui les avaient fait distinguer pour commander pendant la guerre, se sont fait tout de suite remarquer et se sont acquis une position sûre, et souvent enviable, auprès des industriels qui les avaient engagés. Le Comité n'a pas eu connaissance de tous les cas de ce genre, mais il en a connu, directement ou non, assez pour penser que ces cas ont été fréquents : leur nombre peut être évalué avec certitude à plus de cent.

Il est fort possible aussi que la direction de certaines écoles techniques ait été incitée par la Société d'Encouragement à faciliter et à raccourcir les études des démobilisés dans ces écoles. En fait, contre toute attente, de nombreux officiers, après avoir été des conducteurs d'hommes remarqués, n'ont pas craint de retourner s'asseoir sur les bancs des écoles : et jamais classes n'ont été plus sérieuses, plus attentives, plus laborieuses que celles qu'ils composaient. L'œuvre de la Société d'Encouragement a aussi contribué à propager l'idée que tout homme déjà engagé dans l'industrie peut essayer de compléter son instruction.

En résumé, si l'expérience faite en ce qui concerne la formation possible des ingénieurs par le stage en usine était trop courte et faite dans des conditions trop spéciales pour montrer comment cette formation peut être entreprise et réussie, il fallait néanmoins qu'un geste fût fait pour aider et pour inciter au travail intellectuel cette vaillante jeunesse qui avait sauvé la Patrie. Ce sera l'honneur de la Société d'Encouragement d'avoir pensé à le faire et de l'avoir fait.

Bien qu'en principe le Comité du Retour aux Études techniques ait été

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

autonome aux points de vue administratif et financier, il serait profondément injuste de ne pas signaler ici le dévouement que tout le personnel de la Société d'Encouragement a apporté à la tâche du Comité. En effet, il a fallu souvent (et cela a été presque toujours très commode) recourir à son concours et aux services de la Société. Ce concours a facilité grandement, pendant près de six ans, le fonctionnement des services du Comité; qu'il trouve ici tous nos remerciements.

CH. LEFRANÇOIS,
*Secrétaire du Comité du Retour aux Études techniques.*

*Paris, le 30 juin 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMITÉ DU RETOUR AUX ÉTUDES TECHNIQUES

## Compte rendu des examens du 2e degré.

La Commission de l'Enseignement du Comité avait décidé que les deux séries d'épreuves pour l'obtention du brevet d'ingénieur de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale seraient séparées par un intervalle de douze à quinze mois. Les épreuves du 1er degré ayant été subies en janvier-février 1921 (1), les épreuves du 2e degré ont été fixées au 8 mai 1922 et aux jours suivants. Ces épreuves ont eu lieu; on en trouvera plus loin le compte rendu détaillé.

Cet examen a été très satisfaisant dans l'ensemble. Les stagiaires, bien remis maintenant à l'ouvrage, ont montré qu'ils avaient sérieusement travaillé. Ils ont comblé, dans la mesure du possible et au prix d'un labeur méritoire (leurs études personnelles viennent en supplément de leur travail journalier), les lacunes que la guerre avait creusées dans leur formation. Tous ces jeunes gens seront d'utiles collaborateurs pour les industriels qui les ont engagés.

La tête de la liste est formée de jeunes ingénieurs très distingués, qui ont déjà acquis, dans leur métier, une maîtrise appréciable; leurs examens écrits et oraux tiendraient une très bonne place dans les concours, à côté de ceux de leurs camarades des écoles techniques.

Cet examen a été intéressant à plus d'un titre. Il a confronté les stagiaires placés dans l'industrie et travaillant sous leur propre responsabilité, et les stagiaires engagés par la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans qui ont reçu, de leurs ingénieurs, un entraînement méthodique et vérifié par une surveillance constante et des examens périodiques. Ces derniers, au nombre de 10, se sont trouvés classés dans la liste de 30 ingénieurs, depuis le n° 3 jusqu'au n° 26. Leur moyenne globale est sensiblement égale à la moyenne générale des 30 admis. Le mérite certain de ces 10 candidats est donc une garantie du mérite des autres et leur comparaison démontre la valeur et l'exactitude de l'examen et du brevet.

Peut-on en tirer un argument pour prouver que le « stage en usine »

(1) Voir *Bulletin* de mars 1921, pages 274 à 285.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est tout au moins possible pour la formation des ingénieurs? Il serait peut-être intéressant de refaire une expérience dans des conditions moins improvisées et moins exceptionnelles.

*
* *

Le Comité avait reçu vingt-huit stagiaires aux épreuves du 1er degré (voir la liste et le compte rendu de l'examen dans le *Bulletin* de mars 1921). D'autre part, dix stagiaires placés à la Compagnie d'Orléans ayant passé leur 1er examen à la Compagnie et un stagiaire, élève à l'Institut électrotechnique de Grenoble étant sorti diplômé, ont été, conformément aux conventions antérieures, admis à passer directement le second examen.

Trois candidats se sont récusés avant l'examen; deux se sont retirés au cours des épreuves.

Sur le rapport du Jury, et d'accord avec le Comité, la Société d'Encouragement a décerné le Brevet d'Ingénieur à trente stagiaires; et, pour reconnaître la valeur de l'effort fourni par quatre candidats qui n'ont pu atteindre la moyenne prescrite, la Société a institué un Certificat d'Études, qui a été remis à chacun deux.

### Composition du Jury.

MM. Henry Le Chatelier, membre de l'Institut, *président*;

Maurice Lacoin, Ingénieur en Chef à la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans, *vice-président*;

Herdner, Ingénieur en Chef à la Compagnie des Chemins de fer du Midi, ancien président de la Société des Ingénieurs civils;

Asselin, Ingénieur en Chef à la Compagnie du Chemin de fer du Nord,

Le Touzé, Ingénieur à la Compagnie des Chemins de fer de l'Est;

Chaumat, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers,

Damour (Émilio), Ingénieur à la Compagnie des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt;

Prince, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, professeur à l'École des Travaux Publics;

le Commandant Pujol, professeur à l'École des Travaux Publics; examinateur d'entrée;

le Commandant Nicolardot, examinateur d'entrée à l'École Polytechnique;

Garsonnin, Inspecteur à la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans, répétiteur à l'École Centrale des Arts et Manufactures.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DES CANDIDATS REÇUS, CLASSÉS PAR ORDRE DE MÉRITE.

*Brevet d'Ingénieur.*

Nos 1. Vindel.
2. Rival.
3. Arson.
4. Drivon.
5. Du Plessis d'Argentré.
6. Hartemann.
7. Berger, Despaux *ex æquo.*
9. Burkard, Rebotier *ex æquo.*
11. Delaune.
12. Puech.
13. Fourchelot, Le Thessier *ex æquo.*
15. Cabany, Vazeilles *ex æquo.*
17. Legat.
18. Loir.
19. Bomo.
20. Ricous.
21. Angibault, Boniface, Filoque *ex æquo.*
24. Brissaud.
25. Girodet, Sapin *ex æquo.*
27. Caillot.
28. Coffy.
29. Duquesnel.
30. Merlan.

*Certificat d'Études.*

Nos 31. Delbasty.
32. Gougis.
33. Chapuis.
34. Fayn.

## COMPOSITIONS ÉCRITES *(questions posées)*.

### INDUSTRIE MÉCANIQUE ET INDUSTRIE ÉLECTRO-MÉCANIQUE.

*Mécanique appliquée.* — Un cylindre de machine à vapeur a une longueur intérieure entre plateaux de 0,700 m et est alésé à un diamètre de 0,600 m. Le piston P, dont la souche est supposée avoir une épaisseur uniforme de 0,050 m, se déplace dans ce cylindre en venant à chaque fond de course à 0,010 m des plateaux. Il est muni d'une tige et d'une contre-tige de 0,100 m de diamètre. Ce cylindre étant alimenté avec de la vapeur à 12 kg : cm² effectifs, on demande :

1° Le travail effectué par cylindrée dans le cas où l'admission de la vapeur et son échappement à l'atmosphère se font sans aucun laminage, la première pendant toute la course aller, le second pendant toute la course retour;

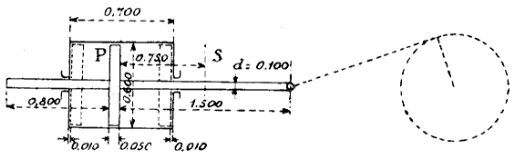
2° Même question en supposant que l'admission, commencée exactement au point mort, dure pendant 40 p. 100 de la course aller sans perte de pression et que l'ouverture de l'échappement a lieu au point mort opposé et dure pendant toute la course retour, la contre-pression, constante pendant ce temps, étant de 0,5 kg : cm² effectif. On négligera dans ce calcul les portions de l'espace mort situées en dehors du cylindre et on admettra que la vapeur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

employée est saturée (loi de détente et de compression ($pv = C^{te}$). Tracer le diagramme correspondant;

3° Mêmes questions en admettant que l'on emploie de la vapeur surchauffée (loi de détente et de compression $pv^{\frac{4}{3}} = C^{te}$). On indiquera de plus quelle est l'économie d'eau réalisée pour obtenir un même travail par la substitution de la vapeur surchauffée à la vapeur saturée, sachant que le volume spécifique de la vapeur saturée à 12 kg : cm² effectifs est de 0,156 m³ par kilog, et que celui de la vapeur surchauffée employée est de 0,220 m³ par kilog. On supposera de plus que les condensations à l'admission atteignent 10 p. 100 du poids de la vapeur saturée théoriquement nécessaire, tandis qu'elles sont nulles avec la vapeur surchauffée;

4° En admettant que le cylindre est à double effet et que l'arbre qu'il




commande fait 120 tours à la minute, évaluer la puissance indiquée dans chacun des 3 cas précédents;

5° Calculer la fatigue unitaire maxima à laquelle est soumise la section S située au milieu de la longueur de la tige de piston d'abord à l'extension, puis à la compression, en négligeant le poids propre de la tige et les forces d'inertie dues au mouvement du mécanisme;

*Nota.* — On prendra comme valeur de la pression atmosphérique 1 kg : cm² et on admettra que la majoration $n'$ à faire subir à la fatigue unitaire pour tenir compte du voilement est donnée par la formule $n' = n \times 0{,}00008 \left(\frac{l}{r}\right)^2$, $n$ étant la fatigue unitaire sans tenir compte du voilement; $l$ est la longueur libre de la pièce (supposée égale ici à la longueur de la tige); $r$, le rayon de giration minimum de la section par rapport à un axe situé dans son plan et passant par son centre de gravité.

On rappelle que le nombre $e$ a pour valeur 2,718.

*Industrie mécanique.*

Les candidats auront à choisir l'une des deux questions suivantes :

1° Exposer les méthodes de calcul admises pour les principales pièces mécaniques construites ou utilisées dans votre industrie. Comment tient-on

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

compte des surchages accidentelles, des efforts alternatifs et des chocs? Donner quelques exemples sans faire les calculs de détail et dire comment les charges de sécurité varient suivant le rôle des pièces et la nature du métal qui les constitue;

2° Le compoundage et la surchauffe. Indiquer et comparer leurs avantages théoriques et pratiques et les difficultés qu'entraîne leur emploi. Dans quelle mesure les combine-t-on dans les mêmes machines?

*Industrie électro-mécanique.*

Un des deux sujets ci-après, au choix, chacun des sujets formant un tout indivisible :

PREMIER SUJET (*3 questions*).

I. — On estime à 10 kg de vapeur à l'heure la consommation d'un appareil de chauffage pour un local maintenu à 20°, la vapeur étant prise à 100°.

On veut remplacer cet appareil de chauffage à vapeur par un radiateur électrique donnant le même résultat et fonctionnant sous 110 V. On demande quelle sera l'intensité en ampères.

On sait que la chaleur de vaporisation de l'eau, à 100°, est égale à 537 calories (kilogramme-degré) par kilogramme.

II. — Constitution d'un moteur asynchrone et principe de son fonctionnement.

III. — De la réversibilité dans les machines dynamo-électriques à courant continu. Sens de rotation comparé des machines fonctionnant en génératrices ou en moteurs. Comment peut-on changer le sens de rotation d'un moteur à courant continu?

DEUXIÈME SUJET (*3 questions*).

I. — Quelle économie annuelle fera-t-on si, à 100 lampes à filament de carbone de 16 bougies consommant 3,5 W par bougie et fonctionnant 5 heures par jour, on substitue des lampes à azote consommant 0,7 W par bougie, donnant la même intensité lumineuse, le prix du kilowatt-heure étant de 1,10 f?

Que représente l'économie d'énergie annuelle en kilogrammètres?

II. — Des propriétés du moteur série en courant continu.

III. — De l'emploi comparé des moteurs synchrones et asynchrones dans les réseaux à courants alternatifs. Avantages et inconvénients au double point de vue du réseau et du client.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

INDUSTRIE CHIMIQUE

1° *Chimie.*

Deux questions, au choix, parmi les trois suivantes :

*a*) Propriétés physiques et chimiques dominantes de la famille de l'azote.

*b*) Cryoscopie. Tonométrie.

*c*) Amides, nitriles, carbylamines.

2° *Chimie industrielle.*

Les différents blancs en peinture et spécialement les couleurs sans plomb. Applications industrielles des alcools et des pétroles.

INDUSTRIE MÉTALLURGIQUE.

1° *Métallurgie.*

Une question au choix entre les deux suivantes :

*a*) Fusibilité. Courbes de fusibilité.

*b*) Aciers spéciaux.

2° *Industrie métallurgique.*

1° La première question pour tous les candidats.

2° Une question au choix entre *a*) et *b*).

*1re question* : Four Martin; conduite de l'opération; arrêt et coulée; moyens de contrôle. Technique précise à observer tant aux gazogènes qu'aux fours.

*2e question* : *a*) Forgeage; travail au pilon et à la presse; corroyage, son influence sur la nature du métal; conditions de corroyage pratiquées ou imposées par le cahier des charges.

*b*) Moyens à mettre en œuvre pour réduire la mise au mille et économiser le combustible au four Martin, tant par la conduite des feux que par la conduite des réactions de fonte et d'affinage.

TRAVAUX PUBLICS.

1° *Résistance des Matériaux. Béton armé.*

Un plancher en béton armé a la composition suivante :

A. Poutre-poitrail de $0{,}50 \times 0{,}50$ de 8 m de portée, soutenue en son milieu par un pilier B et s'appuyant sur deux murs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

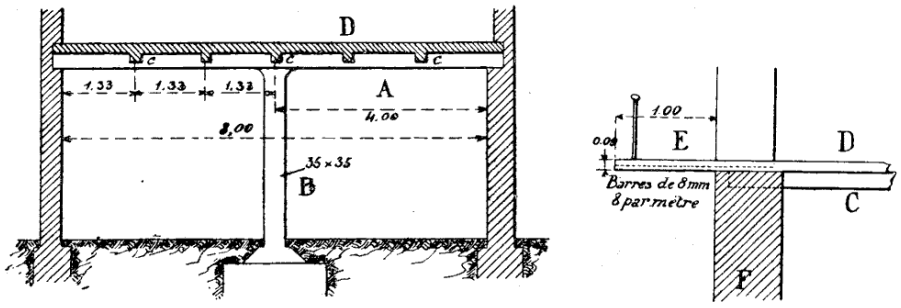
B. Pilier de 0,35 × 0,35, de 4 m de hauteur.

C. Solives de 0,15 × 0,30, espacées de 1,33 m, ayant 6,00 m de portée d'un côté de la poutre (côté de la passerelle) et 2,00 m de portée de l'autre côté.

D. Hourdis de 0,08 d'épaisseur.

E. Passerelle extérieure formée d'une dalle de 0,09 d'épaisseur et de 1,00 m de porte-à-faux prolongeant le hourdis D du plancher au delà du mur pignon F.

Le plancher doit porter une surchage de 300 kg : m². Même surcharge prévue pour la passerelle. La poutre A porte en outre une surcharge de




6.000 kg par mètre courant provenant du poids d'un mur de 0,45 m d'épaisseur qui la surmonte.

I. *Résistance des matériaux.*

A. *a*) Indiquer la méthode qui permettra d'évaluer les moments fléchissants et les efforts tranchants dans la poutre A.

*b*) Détermination de ces efforts.

B. Indiquer la méthode employée paur déterminer les efforts de compression et de flambage dans un poteau tel que B. Comment est-il tenu compte de la hauteur du poteau ?

II. *Béton armé.*

B. Calculer le taux de travail du béton et des armatures dans le poteau B. Ce poteau est armé par 4 barres de 20 mm entretoisées transversalement par des feuillards espacés de 0,50.

E. Calculer le taux de travail du béton et des armatures dans la dalle E de la passerelle. Cette dalle est armée dans le sens perpendiculaire au mur F de 8 barres de 8 mm par mètre courant de sa longueur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Nota.* — Les questions 1° doivent être traitées avec le sens général des pièces droites à section constante, abstraction faite du cas spécial du béton armé.

2° *Constructions civiles.*

Deux des quatre questions suivantes seront à traiter par chaque candidat, à son choix, avec faculté de développer l'une plus que l'autre.

$A_1$. — Fondations des ouvrages d'art et notamment des ponts en maçonnerie. Différents systèmes; cas dans lesquels ils s'appliquent suivant la nature du terrain de fondations et suivant les autres circonstances.

$A_2$. — Constitution des voies ferrées de chemins de fer et de tramways en ce qui concerne l'armement de la voie et son établissement sur plate-forme établie spécialement ou dans le sol des routes.

$A_3$. — Grosse charpente de combles dans la construction des usines. Dispositions générales et constitution.

$A_4$. — Fabrication de la maçonnerie en général. Cas particulier où la maçonnerie comporte emploi de matériaux réfractaires et doit supporter des températures élevées.

## EXAMENS ORAUX

### MÉCANIQUE APPLIQUÉE.

Examinateurs. MM. ASSELIN et GARSONNIN.

Les divers genres de diagrammes. Diagramme de Clapeyron. Diagramme entropique; ses propriétés. Cycle d'une machine à vapeur en diagramme entropique.

Principe des turbines à vapeur. Vitesse de la vapeur à la sortie d'une tuyère. Triangle de vitesse à l'entrée de l'aubage mobile.

Dispositifs d'allumage dans les moteurs à explosion. Moteurs Otto, Diesel, semi-Diesel, d'automobiles. Tracé des cames.

Divers genres de frottement. Frottement de glissement. Moyens de le réduire. Frottement de roulement.

Calcul des organes en tenant compte de l'inertie. Cas d'une tige de piston.

Essais des métaux, à la traction, au choc; caractéristiques principales.

Force produisant le mouvement d'un train. Adhérence, poids adhérent. Cycles de Beau de Rochas et Diesel.

Contrepoids des locomotives. Masses en mouvement circulaire et en mouvement alternatif. Calcul d'un contrepoids.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Divers genres d'appareils de levage. Calcul de la force s'exerçant sur la flèche et sur les galets d'une grue. Poutre de pont roulant.

Gaz employés dans les moteurs. Gaz de fours à coke et de haut fourneau.

Principe de l'aménagement d'une chute d'eau. Divers types de chaudières employés dans les centrales électriques.

Volant. Son but. Calcul de son poids. Régulateurs.

Les divers genres de distributeurs dans les machines à vapeur. Tiroirs plans, tiroirs à pistons distributeurs, obturateurs Corliss.

Principe de freinage. Frein Westinghouse.

Roues de friction. Engrenages. Composition des forces parallèles.

Résistance des enveloppes de chaudière. Calcul d'une poutre supportant une charge uniformément répartie.

Détermination des tensions et compressions dans les systèmes articulés.

Classification des chaudières. Description de quelques types. Accumulateur Rateau.

Diverses manières d'utiliser la vapeur dans les machines. Les diagrammes d'indicateur. Les défauts qu'il peut révéler. Mouvement uniformément accéléré. Accélération.

Moteurs à combustion et à explosion. Moteurs à 2 et à 4 temps. Cycles. Les rendements d'une machine à vapeur. Leur mesure. Frein de Prony.

Équation des gaz parfaits. Chaleurs spécifiques des gaz. Diagramme de Clapeyron. Influence des parois. Théorème de Bernoulli. Indicateur de Watt.

### Industrie mécanique.

Examinateurs : MM. Herdner, Chaumat et Le Touzé.

Manomètres. Crosses de piston. Espaces nuisibles.

Machines compound à surchauffe. Avantages accessoires du compoundage.

Distribution Waelschaerts. Contre-vapeur. Graisseurs.

Forces exercées sur une locomotive par la vapeur. Centre élastique de suspension. Tourillon de roue motrice. Dôme et soupapes.

Roues motrices. Calcul des contrepoids. Cas d'une bielle motrice.

Les régulateurs de locomotives. Supplément de travail dû au compoundage.

Garniture des tiges de piston. Bogies. Tiroirs cylindriques. Diagramme de Zeuner. Injecteurs. Adhérence. Piston. Marche au point mort. Coulisse de Stephenson.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

* * *

Lois générales de l'induction. Graphiques simples en courant alternatif.

Équation fondamentale $I = \frac{u}{\sqrt{R^2 + 4^2 w^2}}$. Moyens d'améliorer le facteur de puissance d'un réseau. Résonance. Calcul de L.

Dynamo Gramme. Pourquoi les balais sont-ils calés sur la ligne neutre? Récupération en traction électrique. Valeur du kilowatt-heure en kilogrammètres. Transformateur. Mécanisme de l'autorégulation. Montage en étoile des courants triphasés.

Effets des courants électriques. Champ produit par les courants.

Loi du circuit magnétique. Réluctance. Perméabilité.

Les écrans magnétiques et les machines sans collecteur.

Moteurs synchrones en charge. Solénoïdes courts. Aimants.

* * *

Une porte a été mal gondée, sa charnière faisant un angle $\varepsilon$ avec la verticale, de sorte qu'elle tend à s'ouvrir seule. Poids de la porte P, hauteur $h$, largeur $b$. Elle se trouve maintenue par le vent qui souffle sur elle en faisant un angle $\alpha$ avec l'horizontale, la direction du vent étant dans un plan vertical normal au mur. Quelle force exerce le vent sur l'unité de surface normale?

Une grue pesant 20 t se trouve sur une voie de chemin de fer (écartement 1,500 m) dont le dévers atteint 100 mm en ce point. Son centre de gravité G est à 1 m au-dessus du plan de la voie. Sa flèche (dont on néglige le poids) fait un angle de 45° sur l'horizontale; elle a 4 m de longueur à partir de G, quel poids $\varphi$ peut-on lever sans faire basculer tout l'appareil?

Équilibre élastique d'une pièce prismatique encastrée à un bout, et subissant à l'autre un effort oblique.

Un volant de 10 t est entièrement équilibré sauf un poids de 400 kg placé à 50 cm du centre. Son axe ayant 10 cm de diamètre, trouver le nombre $n$ de tours par seconde qu'il doit faire pour que la fatigue de cet axe au cisaillement soit de 6 kg : mm$^2$ (L'axe est assez court pour qu'il n'y ait aucune flexion).

Un foyer en cuivre C est relié à son enveloppe en acier A par un ensemble d'entretoises en cuivre non perforées, de diamètre $d$. La dilatation relative (force irrésistible) relève de $f$ du côté foyer chaque entretoise de la rangée. 1° Trouver la fatigue de l'entretoise due à cet effet; 2° la pression de l'eau étant $p$ et chaque entretoise couvrant un rectangle $b\,h$, elle subit de ce chef

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une fatigue. La calculer, puis la combiner avec la précédente et en déduire l'opportunité d'augmenter ou non le diamètre, si on a constaté des ruptures.

Un cycliste en marche sur sa machine dont le développement est D mètres compte le nombre T de tours de pédale qu'il fait pendant N secondes. Choisir ce nombre N de façon que V soit présisément égal à sa vitesse en kilomètres à l'heure.

Donner les raisons mécaniques pour lesquelles il est possible de marcher en lâchant les deux mains sur certaines bicyclettes et non sur d'autres.

Trouver l'effort exercé sur la glissière (par la crosse C) du piston P, au moment où la bielle motrice B fait l'angle $\alpha = 30°$ avec la tige du piston. (Est-il toujours le même?) La pression au cylindre étant alors $p$ et son diamètre $d$, fatigue de la glissière dont la portée est $l$ en lui supposant une section rectangulaire $b\ h$.

Un rameur pourrait faire au plus une vitesse de 5 m : s en eau calme (étang). Chercher le minimum de temps qu'il met à traverser perpendiculairement aux rives, une rivière dont le courant est de 3 m : s.

Composition des forces. Deux hommes de force inégale (30 kg et 40 kg) tirent à angle droit sur l'extrémité d'un piquet encastré dans le sol. Trouver la direction prise par cette extrémité et l'intensité de la force.

Une poutre prismatique posée sur 2 supports est soumise à une force P en un point quelconque de sa longueur. Trouver les réactions sur les supports et la fatigue de la pièce.

Problème de la répartition des charges sur les essieux d'une locomotive.

Théorie élémentaire du pendule. Tension du fil. Théorie du régulateur de Watt.

Indiquer les forces développées sur les roues d'un essieu pendant le freinage. Calage des roues.

Un grand ressort en hélice R en enferme un autre plus petit $r$; ils ont même hauteur de construction, mais ils sont de flexibilités différentes I et $i$. Trouver la bande de chacun d'eux quand on applique sur l'ensemble une charge commune Q.

Résistance des chaudières. Rivure. Fonds.

Calcul du solide d'égale résistance.

Trouver des moments d'inertie pour le cercle, etc.

Châssis de wagon plat (brancards prismatiques non armés). Trouver la fatigue et la flexion sous charge.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

### Métallurgie et Chimie.

Examinateur : le Commandant Nicolardot (1).

Produits réfractaires. Action de la chaleur sur la silice et la magnésie. Carborundum. Emploi de la dolomie, de la bauxite. Benzols. Produits ammoniacaux.

Gaz des hauts fourneaux. Alliages. Diagrammes.

Élimination du phosphore. Rôle des revêtements. Fontes. Diverses qualités. Influence du silicium et du manganèse. Coke métallurgique. Combustibles.

Diagramme des bronzes et laitons. Influence du manganèse, du plomb.

Bois, conservation, traitement.

Laitiers, fusibilité. Emploi des scories de déphosphoration. Poussières. Accidents. Combustibles liquides.

Gazogènes à cendres fusibles. Fusibilité des produits réfractaires. Diagrammes des alliages. Cristaux mixtes. Équilibres dans le haut fourneau. Dureté des métaux, Essais. Dureté des minéraux.

Pigments blancs et bleus. Pouvoir couvrant des peintures. Huiles siccatives. Cyanamide. Engrais.

### Industries métallurgique et chimique.

Examinateur : M. Damour.

Hauts fourneaux. Cowpers. Température du vent, pression et perte de charge, action des cowpers sur le tirage dans les deux sens, quantité de gaz disponible au gueulard.

Le four Harvey et la flamme en fer à cheval. Avantages et inconvénients.

Diverses méthodes de fabrication de l'acier; quelles sont les fontes qui conviennent le mieux à chacune d'elles?

Différences entre les briques de silice, alumineuses et magnésiennes.

(1) Questions posées aux épreuves du 1er degré par le Commandant Nicolardot, examinateur de physique et de chimie. Une erreur de mise en pages en a fait omettre le texte dans le compte rendu de l'examen, au *Bulletin* de mars 1921.

Alternateurs. Calorimétrie. Cuivre. Alliages. Moteurs à gaz. Spectre. Carbures d'hydrogène. Fonte. Force centrifuge. Téléphone. États physiques. Diagrammes. Machine à vapeur. Eaux naturelles. Air. Lois d'Ohm. Calorie. Azote. Induction. Galvanomètres. Anhydride carbonique. Gazogènes. Baromètre, moyens d'enregistrement. Transformateurs. Ammoniaque. Pendule. Thermomètre. Principe d'Archimède. Pesées. Photographie. Pompes. Vide. Optique. Oxygène. Vitesse de la lumière. Unités électriques. Équilibre des liquides. Densité de l'eau. Machines frigorifiques. Thermométrie. Carbone. Équilibre des gaz. Soufre. Solutions. Phosphore. Électro-aimant. Chaleurs spécifiques. Lois de Berthollet. Chute des corps. Pression des liquides. Presses. Fusion et solidification. Oxyde de carbone. Spectroscopie. Réfraction. Dispersion. Four électrique. Chaux et ciments. Fers, fontes, aciers. Huiles. Pigments. Quantité d'électricité. Lois des combinaisons.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Chaudières sur four Martin.

Fours à coke. Gaz disponible. Réglage. Sous-produits.

Reverbères et cubilots. Fonte au cubilot. Soufflerie aspiration. Castine. Affinage, influence de $CO^2$.

Bronze et laitons.

La combustion. Étude expérimentale. Bilan thermique d'un haut fourneau.

Aciéries Bessemer, Thomas. Revêtement des convertisseurs. Dessiccation du goudron. Le charbon pulvérisé dans les fours à réchauffer et les chaudières.

Les mélangeurs, rôle, classification. Distribution rationnelle des combustibles, solides, liquides, gazeux pauvres et riches.

Le four électrique.

Gazogènes. Classification; comparaison des systèmes.

Centrales électriques. Chaudières et turbines comparées aux moteurs à gaz.

Calcul de la canalisation d'un haut fourneau.

Industrie de la cyanamide. Fours de transformation à baguette électrique. Préparation de l'azote.

Distillation du bois; acétone.

### Travaux publics.

Examinateurs : MM. Prince, le Commandant Pujol, Garsonnin.

Tracé d'une route; cubatures, mouvement des terres.

Calcul des voûtes : méthode de Wéry, méthode de l'arc élastique.

Rivure des plates-bandes d'une poutre composée à âme pleine en I.

Écluse sur canal. Constitution d'un viaduc ordinaire de chemin de fer sur ravin. Voûtes. Chapes.

Mur de soutènement. Canalisation des rivières. Barrages mobiles.

Fermes métalliques de combles. Fermes métalliques anglaises; description.

Calcul de l'aire limitée par une courbe et l'axe des $x$.

Résultante d'un système de forces situées dans un même plan.

Intégrale $\int \frac{dx}{x^3-1}$. Décomposition en fractions simples.

Équations générales du mouvement : d'un point, d'un système.

Calcul des rivures d'une poutre métallique. Efforts tranchants et de glissement.

Calcul des efforts dans les barres par la statique graphique.

*Le Secrétaire du Comité*
*du Retour aux Études Techniques.*
Ch. Lefrançois.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'ORGANISATION DES ÉCONOMIES DE COMBUSTIBLES EN ALLEMAGNE

Dans le rapport sur l'organisation des économies de combustibles dans l'industrie qu'il a établi pour la Commission interministérielle d'Utilisation des Combustibles (1), M. Mahler a brièvement mentionné les dispositions prises en Allemagne pour arriver à mieux utiliser le charbon.

Nous croyons intéressant de donner quelques renseignements complémentaires à ce sujet; ces renseignements sont puisés dans une brochure officielle allemande publiée, en 1922, par la Commission pour la meilleure Utilisation des Charbons (2) et dans les publications techniques allemandes (3).

Un fort mouvement d'opinion a été créé en Allemagne, vers 1919 pour la réalisation d'économies de combustibles. Ce mouvement s'est d'autant plus facilement développé que l'industrie allemande, qui n'a cessé depuis cette date de travailler à plein rendement, a constamment éprouvé des difficultés à s'approvisionner en charbon : souvent la production des usines a été limitée par la quantité de charbon dont elles disposaient; souvent aussi elles ont dû s'adapter à l'emploi de combustibles inférieurs, surtout du lignite, que le Commissariat d'Empire pour la Distribution des Charbons mettait à leur disposition. Cet organisme officiel, analogue au Bureau national des Charbons français, existe encore en Allemagne.

Tout d'abord, des « sections techniques » ont été créées auprès des bureaux pour le charbon représentant le Commissariat d'Empire dans les diverses provinces. L'action directe de ces sections techniques ne paraît pas avoir été très grande : elles étaient, semble-t-il, gênées elles-mêmes par leur caractère officiel qui ne leur permettait pas de s'adapter aux diverses circonstances avec la souplesse nécessaire, et surtout, les industriels avaient une certaine répugnance à s'adresser à elles en raison de leurs liens étroits avec les bureaux de distribution du charbon.

Par contre, leur action indirecte a été très grande : elles ont aidé moralement et matériellement à la création d'organismes privés destinés à aider les industriels à réaliser des économies de combustible.

La raison d'être de ces organismes est d'effectuer ce que la brochure officielle à laquelle nous avons fait allusion plus haut appelle « le travail en commun ». Le passage relatif à ce travail en commun mérite d'être cité en entier.

(1) Voir le texte *in extenso* de ce rapport à la page 817 du présent *Bulletin*.

(2) Le titre de cette brochure est « Förderung der praktischen Wärmewirtschaft in der Industrie ». Sa traduction complète a paru dans *Chaleur et Industrie* de mai et juin 1922, sous le titre « Amélioration de l'utilisation des combustibles dans l'industrie ».

(3) En particulier : *Archiv für Wärmewirtschaft; Feuerungstechnik; Die Wärme; Stahl und Eisen.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Le but que le travail en commun en matière d'utilisation des combustibles « vise est exprimé par les quatre points suivants :

« 1° Choix, installation et utilisation correctes, au point de vue de l'économie « générale de l'usine, des divers appareils thermiques;

« 2° Emploi des combustibles les plus convenables ou, si cela est impossible, « meilleure adaptation aux combustibles dont on dispose;

« 3° Surveillance continue des usines par elles-mêmes, sous une direction, aussi « compétente que possible en matière d'utilisation des combustibles;

« 4° Détermination régulière des bilans thermiques.

« Arriver à ce que la réalisation de ces quatre desiderata devienne en quelque « sorte automatique dans toute usine allemande est le problème qui doit être résolu « dans un avenir immédiat. Aider chaque usine à y parvenir avec le moins de « dépenses possibles en travail, personnel et argent est le but du travail en « commun pour la meilleure utilisation des combustibles.

« Si nous ne nous rapprochons encore que progressivement de ce but, cela tient à deux raisons :

« 1° Il y a encore beaucoup d'industries qui peuvent compenser le prix plus élevé de la production dû à une mauvaise utilisation du combustible par une augmentation du prix de vente;

« 2° On ne dispose pas d'un personnel suffisamment nombreux capable d'effectuer les mesures et essais nécessaires, rassembler les résultats et les juger, les utiliser pour réaliser des économies, et donner de bons conseils pour l'achat des charbons.

« C'est pourquoi le rôle le plus important du travail en commun pour la réalisation d'économies de combustibles est la formation d'un personnel capable. Cela comprend des devoirs multiples; éducation d'ingénieurs pour les recherches; formation de directeurs d'usines et d'employés des divers grades; formation ou perfectionnement de chefs de chauffe ou chauffeurs, de mécaniciens, de chefs de fours, de gaziers, etc.

« Pour arriver rapidement, sans grande dépense et avec efficacité, à établir les bilans, à les juger, à faire disparaître les défauts au point de vue de l'utilisation du combustible, il est nécessaire de fournir au personnel qui en est chargé les données nécessaires : chiffres de comparaison, bilans modèles, règles à observer pour les mesures, etc., etc. Un but très important du travail en commun pour la réalisation d'économie de combustible est donc l' « échange de l'expérience acquise ». Son caractère n'est donc pas — cela est dit expressément ici pour éviter des malentendus — de livrer à la concurrence les secrets de fabrication, mais de rassembler et de répandre les méthodes qui permettent d'effectuer et d'utiliser rapidement, avec le moins de dépenses possibles, des essais, des mesures, des bilans thermiques. Chacun doit être laissé juge de ce qu'il peut faire dans ce sens. Les industriels arrivent d'ailleurs, de plus en plus, à la conviction que l'action en commun et l'échange de l'expérience acquise augmentent beaucoup plus les possibilités de concurrencer l'étranger que la craintive conservation du secret de particularités plus ou moins accessoires.

« Une entreprise isolée ne peut, sans l'aide d'organisations appropriées, bénéficier des avantages d'une bonne utilisation des combustibles qu'avec de telles difficultés, de telles dépenses, de telles pertes de temps, que, malgré les nécessités de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'époque, la plupart des usines ne peuvent y parvenir avec leurs propres ressources. Les usines qui utilisent mal le combustible ont besoin d'une aide extérieure.

« D'ailleurs, il convient d'observer que la liberté d'action et l'aptitude à la concurrence de chaque usine ne sont pas diminuées par une aide de ce genre, mais au contraire augmentées.

« De plus, il faut remarquer que l'activité de l'ingénieur-conseil de chauffe ne devient pas superflue lorsque des bilans réguliers sont établis par les usines; au contraire, c'est alors seulement que le terrain est prêt pour tenir compte de ses propositions.

« Enfin, il est clair que les buts visés ci-dessus seront atteints par l'accumulation de petits travaux qui ne peuvent être effectués que par des organisations soutenues par la confiance des intéressés. Il faut que ceux qui sont chargés de ce travail en commun pour la meilleure utilisation du combustible, déploient une infatigable énergie de propagande en raison de la nouveauté des conceptions d'une « meilleure utilisation de combustibles » et de « bilans thermiques ».

« Il résulte de l'expérience qu'il faut presque toujours l'action de l'homme sur l'homme pour arriver à faire prendre la résolution d'une étude méthodique de l'utilisation des combustibles. Un exemple éloquent est le fait qu'une grande association allemande de propriétaires d'appareils à vapeur, à laquelle sont rattachées plus de 3.000 chaudières, ayant adressé une circulaire à ses adhérents pour leur proposer un abonnement à des conseils périodiques sur l'utilisation des combustibles, reçut environ 60 réponses favorables.

« Souvent ces tentatives, lorsqu'elles ne sont pas faites avec une prudence suffisante, rencontrent dans les usines une résistance dont on comprend facilement les raisons. Aucun employé, aucun directeur, n'introduit volontiers des nouveautés qui pourraient faire croire que, jusque-là, il n'a pas fait ce qu'il fallait. Pour cette raison on a dit, et on dit encore, qu'une bonne utilisation des combustibles ne peut être réalisée sans une certaine contrainte exercée de l'extérieur.

Pour cette raison, il est très important, si l'on veut que les organisations pour la meilleure utilisation du combustible réussissent, que leur action soit préparée par une propagande au sujet des buts et avantages des conseils en matière d'économie de combustible et que cette propagande soit faite surtout parmi les chefs d'industrie, principaux actionnaires, administrateurs, etc. C'est ainsi que l'on arrivera, dès le début, à une prise de position exacte en cette matière entre les directeurs d'usines et les propriétaires. Des progrès rapides pourront alors être réalisés sans intervention étrangère. »

*
* *

Les organismes de « travail en commun pour la meilleure utilisation des combustibles » qui ont été ainsi créés par les industriels avec l'appui des bureaux gouvernementaux pour le charbon se sont rapidement développés. Quelques-uns ont maintenant, grâce à l'appui des industriels auxquels ils apportent leur concours, des ressources suffisantes pour subsister; le gouvernement allemand paraît bien décidé à soutenir les autres même lorsque les bureaux gouvernementaux du charbon auront disparu et qu'il faudra inscrire les subventions au budget, au lieu de les obtenir par une très légère majoration du prix du charbon vendu aux industriels.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Actuellement, les organismes créés sont : l'Office central de Chauffe de Berlin ; les offices de chauffe spécialisés par industries ; les offices de chauffe régionaux.

L'Office central de Chauffe a été fondé au début de 1920 par : la Ligue des Ingénieurs allemands (Verein deutscher Ingenieure), l'Union des Centrales électriques (Vereinigung der Elektrizitätwerke), et le Comité des Forges (Verein deutscher Eisenhüttenleute), auxquels s'est jointe ultérieurement la Ligue des Associations de Propriétaires d'Appareils à Vapeur de Prusse. Récemment, l'Office central s'est rattaché à la Fédération allemande des Sociétés techniques et scientifiques (Deutscher Verband Technischwissenschaftlicher Vereine). Ses trois buts principaux sont les suivants, d'après la brochure officielle allemande :

« 1° La diffusion générale des connaissances en matière de chauffage industriel dans tout le pays et l'introduction générale du contrôle de l'utilisation du combustible dans les usines ;

« 2° La constitution des offices de chauffe et l'échange entre eux des résultats de leur expérience ;

« 3° L'organisation de cours pour la formation du personnel des organisations ayant pour but la meilleure utilisation du combustible.

« Par ce programme et par sa composition, l'Office central était, par définition même, l'organisme qui devait prendre la tête du mouvement pour la meilleure utilisation du combustible, même en ce qui concerne le chauffage domestique.

« En fait, par son activité et par les appuis qu'il a trouvés de tous côtés, il a très rapidement pris cette situation. Actuellement, toutes les associations de propriétaires d'appareils à vapeur, tous les offices de chauffe spécialisés, toutes les sections techniques des offices gouvernementaux de charbon lui sont rattachés. »

Le travail que l'*Office central de Chauffe de Berlin* a fourni est déjà considérable : il a fréquemment réuni les meilleurs techniciens allemands en matière de chauffage industriel afin de réaliser l'unité des méthodes ; il a organisé dans toute l'Allemagne des cours de perfectionnement aussi bien pour les ingénieurs que pour les contremaîtres ; il a entrepris et mené à bien avec le concours des offices de chauffe spécialisés ou régionaux dont il sera question plus loin, des études fort intéressantes, par exemple, tout récemment, il a établi une série de bilans thermiques des petits fours employés en métallurgie ; enfin, il publie une revue *Archiv für Wärmewirtschaft*, qui constitue un résumé précieux de toutes les nouveautés en matière de thermique industrielle.

Les *offices de chauffe spécialisés* étendent leur action à toute l'Allemagne, mais ne s'occupent chacun que d'une industrie. Les groupements d'industriels qui les ont constitués ont agi soit de leur propre mouvement, soit à l'instigation de l'Office central de Berlin ou des bureaux gouvernementaux pour le charbon.

Les principaux offices de chauffe spécialisés sont :

L'Office de Chauffe de la Métallurgie, de Dusseldorf, avec succursales à Sarrebrück (1), Siegen, et Kattowitz ;

l'Office de Chauffe de l'Industrie verrière, à Francfort-sur-le-Mein ;

l'Office de Chauffe de la Ligue du Ciment, à Karlshorst ;

l'Office de Chauffe de l'Union des Usines à Plâtre, à Berlin ;

l'Office de Chauffe de l'Industrie de la Chaux, à Berlin ;

(1) Le fait qu'une succursale a été créée à Sarrebruck, en territoire plébicistaire, mérite d'être remarqué.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'Office de Chauffe de l'Union des Céramistes, à Cologne et à Bonn;
l'Office de Chauffe de la Petite Métallurgie.

En dehors de ces industries qui, en raison des conditions particulières dans lesquelles elles utilisent la chaleur, ont été amenées à créer des offices de chauffe séparés, l'*industrie de la potasse* a également créé une section pour l'amélioration de l'utilisation des combustibles à l'Institut de la Potasse de Stassfurt. D'autre part, l'Institut de l'Union des Industries textiles, de Sorau, a entrepris de conseiller ses adhérents au sujet de l'utilisation des combustibles. Enfin, il faut encore signaler la fondation d'un *office de chauffe* par les huit grandes *sociétés de produits chimiques*, qui, en liaison avec un organisme analogue fondé par les *fabricants d'explosifs*, est à la disposition de toutes les usines allemandes de produits chimiques.

Les offices nommés en premier lieu (métallurgie, verrerie, céramique) avaient besoin pour se développer rapidement et pour s'acquitter de leur tâche de ressources financières importantes que les groupes industriels auraient réunies difficilement.

Ces groupes se placèrent au point de vue suivant, qui fut reconnu juste : sur les sommes importantes que leurs adhérents versaient aux offices des charbons, une part devait être reversée aux offices de chauffe d'intérêt général. En conséquence, pendant l'année 1921, il leur a été versé tantôt en une fois, tantôt mensuellement des subventions de 100 à 200.000 marks. Pendant cette année 1921, le montant total des sommes ainsi reversées à l'industrie a atteint 3.000.000 marks; dans cette somme ne sont pas comprises les subventions de l'Office central de Chauffe de Berlin.

En examinant les travaux des offices de chauffe, on constate en général, que la passivité de certaines usines vis-à-vis de leurs offices de chauffe a fait rapidement place à une collaboration, d'abord hésitante, puis très active.

Les *offices de chauffe régionaux* ne s'occupent que de la production et de l'utilisation de la vapeur. Ils ont été organisés soit par les associations de propriétaires d'appareils à vapeur, soit aussi, parfois, par des sociétés industrielles locales.

Le développement de ces offices régionaux n'est pas encore très grand. Sur 40 associations de propriétaires d'appareils à vapeur existant en Allemagne, 23 seulement ont créé des sections spéciales pour la meilleure utilisation du combustible; la grande difficulté a été de recruter des ingénieurs possédant des connaissances suffisantes. Dans certaines régions, plusieurs associations se sont groupées pour créer un office de chauffe commun; c'est ainsi que dans l'Ouest une union de ce genre a été réalisée entre 13 associations.

***

Les résultats obtenus par l'importante organisation décrite ci-dessus ont été considérables. La brochure allemande officielle en cite de nombreux exemples que l'on peut résumer ainsi : dans toutes les usines qui ont sérieusement étudié les moyens d'améliorer l'utilisation des combustibles, des économies de consommation, variant de 10 à 40 p. 100 ont été réalisées; dans bien des cas, un combustible de remplacement peu coûteux (en général le lignite) a pu être substitué à la houille.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Devant ces résultats, la Commission pour la Meilleure Utilisation des Combustibles de Berlin, qui comprend des techniciens, de grands industriels et des représentants du Gouvernement, a adopté les conclusions suivantes :

« La Commission donne ce qui suit comme étant son point de vue en ce qui concerne le développement ultérieur de l'activité en vue de la meilleure utilisation du combustible, dans l'intérêt général :

« 1° Le but de cette activité est de faire que, pour toute usine allemande et même pour tout Allemand, un contrôle régulier et ordonné de l'utilisation du combustible soit une nécessité évidente; de mettre à la disposition de tous les meilleurs conseils pour la réalisation d'économies de combustible et cela à bon marché et largement;

« 2° Le meilleur moyen d'atteindre ce but est d'avoir recours aux organisations d'intérêt général actuellement existantes, ces organisations s'administrant elles-mêmes en pleine liberté;

« 3° L'appui prêté à ces organisations par les sections techniques des bureaux gouvernementaux du charbon et notamment les subventions qui leur sont versées grâce aux contributions demandées aux industriels, ne conviennent qu'aussi longtemps que la répartition du charbon par le Commissariat aux Charbons sera maintenue;

« 4° Aussitôt que la répartition du charbon par l'État sera supprimée, il est à souhaiter que les sommes nécessaires aux organisations créées pour la meilleure utilisation du combustible dans l'industrie soient réunies par les industriels eux-mêmes et versées directement à leurs organisations d'intérêt commun, c'est-à-dire sans intervention du Gouvernement. A ce moment, avant de supprimer la coopération du Gouvernement, il faudra examiner si toute garantie est bien donnée que les ressources financières nécessaires ont été réunies;

« 5° En ce qui concerne le chauffage domestique et la petite industrie, il est impossible de demander des contributions aux usagers, et aucune organisation suffisante n'existe encore. Pour ces différentes raisons, il est nécessaire que la communauté fournisse les moyens nécessaires à la marche d'institutions d'intérêt général, et cela d'une manière suffisante pour assurer le succès.

« Ce sera le rôle des autorités gouvernementales, provinciales, et communales, de favoriser les efforts des organismes d'intérêt général, en particulier en ce qui concerne le chauffage domestique et la petite industrie, sans réduire leur liberté d'action, et avant tout d'utiliser de manière exemplaire le combustible dans leurs propres immeubles, établissements ou usines. »

PIERRE APPELL.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# TRAVAUX DE LA COMMISSION D'UTILISATION DU COMBUSTIBLE [1]

## Ministère des Travaux publics.

### Septième Rapport (2).

La vive impulsion donnée, sous la pression des circonstances, aux efforts et aux études tendant à une plus complète utilisation des combustibles et de la chaleur, a déjà produit des effets très utiles, mais dont il importe d'assurer la persistance et le développement.

Le premier besoin auquel il a fallu faire face, durant la guerre et lors de la pénurie de charbon de 1919-1920, était de lutter contre les exagérations de consommations auxquelles prêtaient les variations de provenance des combustibles, la mauvaise qualité de beaucoup d'entre eux, l'inexpérience fréquente de la main-d'œuvre. Il ne pouvait s'agir de transformer du jour au lendemain le matériel et les procédés; il fallait surtout supprimer tout gaspillage et, en opérant avec méthode, en s'aidant d'instruments de mesure et de contrôle, se rendre un compte exact des pertes de rendement et mettre en œuvre contre elles tous les moyens dont on disposait. Les améliorations obtenues dans cette voie sont importantes; leur intérêt ne disparaît pas avec les conjonctures qui ont fixé l'attention sur le sujet; ce genre de progrès doit être consolidé, généralisé, poussé le plus possible.

D'autre part, le mouvement des idées s'est porté vers des perfectionnements à plus ou moins long terme, comportant des méthodes et des dispositions particulières, soit pour une utilisation plus rationnelle et plus intégrale des combustibles, ou pour l'emploi de combustibles précédemment inutilisés, soit pour l'accroissement des rendements et pour la récupération des pertes de chaleur ou de travail. Dans tel laboratoire ou telle station d'essais, on reprend les questions par la base en instituant des expériences méthodiques sur la combustion, la carbonisation, etc.; dans telle entreprise industrielle ou minière, on se lance, avec une hardiesse méritoire, dans l'essai des nouveautés. La thermique industrielle devient une science vaste et touffue, se réclamant d'une documentation de plus en plus volumineuse.

Or, tant pour assurer l'application et le progrès des améliorations réalisables en l'état présent de l'outillage des établissements, que pour y faciliter l'introduction, en

(1) *Journal officiel* du 20 août 1922.

(2) Voir les six premiers rapports dans les *Bulletins* : de janvier 1921, p. 124 à 127; — mars 1921, p. 286 à 301; — mai 1921, p. 476 à 507; — octobre 1921, p. 1088 à 1124; — janvier 1922, p. 50 à 78; — juin 1922, p. 565 à 599.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

temps voulu, de méthodes et d'appareils perfectionnés, une organisation est nécessaire et, tout au moins pour les industries divisées en un grand nombre d'établissements de petite ou de moyenne importance, ce doit être une organisation collective.

Ce n'est d'ailleurs pas d'aujourd'hui que l'utilité de cette organisation est apparue. Depuis longtemps elle a pris, dans chaque pays industriel, une forme ou une autre, selon les habitudes et l'esprit du pays. Ce qui convient, c'est surtout de développer les organisations de ce genre en profitant de ce qui existe déjà et en harmonisant les efforts dans un esprit de parfaite coopération et de dévouement au bien commun.

On trouvera dans le rapport qui suit, dû à M. P. Mahler, l'étude de ce qui a été déjà réalisé dans cette voie, tant en France que dans les pays voisins, et de ce qu'il est possible et souhaitable de réaliser en France pour le progrès de cette indispensable organisation.

*Le Secrétaire*,
LANCRENON.

*Le Vice-Président de la Commission*,
VALCKENAER.

## L'organisation des économies de combustibles dans l'industrie.

Employer le mieux possible le combustible, c'est-à-dire l'économiser, est une préoccupation qui n'est pas nouvelle. Qu'on nous permette de rappeler que les Romains disposaient pour chauffer leur habitations d'appareils déjà perfectionnés : le calorifère à air chaud (hypocausta de Vitruve) fort bien caractérisé par Sénèque dans une de ses lettres et même le calorifère à vapeur, si nous en croyons quelques vers très agréables de Sidoine Apollinaire. Nous renvoyons les lecteurs que ces souvenirs peuvent intéresser aux ouvrages d'érudition (1).

Mais nous devons signaler que la question d'économie n'avait échappé ni au génie de Watt quand il établit sa machine à vapeur, ni au génie de l'auteur des *Réflexions sur la puissance motrice du feu*. Elle est au fond de toute l'œuvre expérimentale de G.-A. HIRN et de l'école alsacienne de laquelle est née la théorie de la machine à vapeur alternative. Remarquons aussi que l'étude d'un four, à l'aide du laboratoire et du bilan thermique, s'est présentée, comme utile, il y a plus de cinquante ans à l'esprit des ingénieurs. L'appareil qui a paru se prêter le mieux à cet examen fut le fourneau, et il y a un grand profit à lire aujourd'hui les *Études sur les hauts fourneaux* publiées par L. GRUNER en 1873. A l'époque où Grüner écrivait, les maîtres de forges savaient depuis quarante ans économiser le combustible en chauffant au gaz des fourneaux, l'air de leurs machines soufflantes.

Cependant, c'est depuis une trentaine d'années que les travaux de M. H. LE CHATELIER et de son école ont apporté à la doctrine du chauffage l'orientation scientifique actuelle. C'est encore plus récemment que la nécessité d'épargner une matière devenue précieuse a obligé les industriels et les pouvoirs publics à s'occuper tout spécialement d'économiser les combustibles par tous les moyens pratiques et scien-

(1) Par exemple E. FOURNIER, *Le Vieux neuf*, t. I, p. 170, Paris, 1859. Voici les vers de SIDOINE APOLLINAIRE :

*... Sinuata camino*
*Ardentis perit unda globi, fractoque flagello,*
*Spargit lentatum per culmina tota vaporem.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tifiques. Nous nous proposons, dans le présent rapport, d'étudier quelle peut être la meilleure organisation pour diminuer la consommation de combustible dans la généralité des usines et quels sont les moyens capables, d'abord de convaincre les industriels de l'utilité de cette organisation, ensuite de leur fournir l'aide nécessaire à sa réalisation.

Il paraît rationnel d'examiner en premier lieu les difficultés que l'on rencontre dans cette voie, de montrer ensuite ce qui a été fait, tant à l'étranger qu'en France, et d'esquisser enfin l'organisation qui, à notre avis, semble être efficace et à laquelle le progrès doit nous amener.

## I. — Difficultés rencontrées pour arriver a la meilleure utilisation du combustible.

Une des premières conditions nécessaires à l'utilisation suffisante du charbon est que chaque usine puisse compter sur un approvisionnement régulier de charbon, de qualité déterminée convenant à son genre de travail. La base de tout problème de chauffage industriel est le combustible lui-même. Pour prendre les mesures propres à réaliser une bonne utilisation du charbon, l'ingénieur de chauffage doit connaître la valeur du combustible mis à sa disposition. Lorsque cette valeur est sujette à variation, la tâche devient singulièrement malaisée.

Or, il n'est pas douteux que la houille que reçoivent les consommateurs a été, durant ces dernière années, moins bien préparée, moins bien classée qu'elle ne l'était avant la guerre. La répartition a parfois été faite un peu au hasard, surtout pendant les périodes de disette. La situation à ce point de vue est en voie d'amélioration, mais des progrès restent à faire.

La meilleure préparation, le classement méthodique et la bonne répartition des charbons sortent du cadre du présent rapport; elles seront étudiées par ailleurs. Mais il importait de signaler cette première difficulté que l'on rencontre actuellement dans tous les pays et dans toutes les usines (1).

Il serait cependant déplorable de croire que, tant que la répartition du charbon est irrégulière, les efforts dans les usines dans le but d'améliorer l'utilisation du combustible fussent vains. C'est, au contraire, le rôle des ingénieurs chargés de réaliser cette meilleure utilisation d'adapter la marche des appareils aux combustibles dont ils disposent et de tirer le meilleur parti possible des combustibles, même irréguliers ou mauvais.

Un autre obstacle au progrès est le scepticisme que l'on recontre souvent chez les industriels et même chez les ingénieurs qui ne se rendent compte que d'une façon fort imparfaite des économies de combustible réalisables par meilleure utilisation. Ils ont une forte tendance à croire que, malgré leurs efforts, les résultats resteront négligeables. Des essais malheureux, tentés après étude incomplète, ou sous l'influence de suggestions intéressées, ont contribué à répandre cette opinion.

La première nécessité est donc de répandre à ce sujet des idées justes. Il faut démontrer à tous les intéressés, en leur mettant sous les yeux des résultats certains,

(1) On trouvera des indications précises sur cette question très importante dans la communication de M. Kammerer à la Société des Ingénieurs civils de France (séance du 25 juin 1920) et dans un article de M. Loiret, paru dans la *Revue politique et parlementaire* le 10 octobre 1918.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

acquis par ailleurs, que des économies sont possibles dans toutes les usines, sans installations coûteuses.

Une autre cause importante de gaspillage des combustibles dans beaucoup d'établissements est la mauvaise conduite des appareils. L'expérience montre que dans la majorité des établissements industriels on peut diminuer dans une proportion très appréciable la consommation, sans modifications matérielles, en améliorant la conduite de la chauffe et l'utilisation de la chaleur.

Cette amélioration n'est toutefois possible que si le personnel tant supérieur que subalterne a des connaissances techniques suffisantes en matière de chauffage industriel. Or, on s'est préoccupé depuis longtemps de la formation professionnelle des chauffeurs; des cours de chauffe, suivis de concours, ont été organisés dans les principaux centres et donnent des résultats intéressants. Mais, par contre, on n'a pas, jusqu'à présent, développé autant qu'il serait utile, en ce qui concerne le chauffage industriel, l'instruction des ingénieurs ni celle des contremaîtres.

La Commission s'est déjà préoccupée de cette question. Rappelons que, l'an dernier, elle a émis le vœu :

« 1° Que les écoles techniques fassent dans leurs programmes d'études, sous la forme qu'elles jugeront la mieux appropriée, une part à l'enseignement théorique et pratique de la bonne utilisation des combustibles;

« 2° Que les chefs d'industrie, et l'État pour les ateliers qu'il dirige, facilitent à leur personnel d'ingénieurs et de contremaîtres, par des stages à une école de chauffe, par l'audition de conférences, par l'instruction sur place ou de toute autre manière, les moyens d'acquérir à cet égard toutes connaissances utiles. »

Dans toute organisation en vue d'une meilleure utilisation des combustibles, le premier obstacle rencontré sera, pendant plusieurs années encore, la difficulté de recruter un personnel supérieur suffisamment compétent. Pour obtenir des résultats, il faut donc commencer par former le personnel. On y parviendra en développant les écoles de chauffage industriel dont il sera question plus loin.

Une autre difficulté provient encore de ce que les chauffeurs croient trop facilement que les appareils de contrôle, les appareils enregistreurs surtout, sont installés surtout pour les surveiller et les prendre en faute. Ils ont parfois tendance à juger que toute méthode nouvelle est difficile et fatigante et à lui opposer une certaine dose de force d'inertie. Lorsqu'un état d'esprit de ce genre se manifestera, on parviendra à le surmonter en expliquant aux chauffeurs les mesures prises et en les faisant participer aux économies de combustibles par un système de primes bien compris.

Toutefois, si le principe des primes est excellent, il faut l'appliquer avec prudence, après étude de chaque cas particulier. Il est impossible de donner une formule convenant à toutes les fabrications et à toutes les usines. Parfois, certains modes de distribution des primes ont l'inconvénient d'encourager la fraude : par exemple lorsqu'on donne des primes proportionnelles à la vaporisation en mesurant cette vaporisation d'après la quantité d'eau introduite à la chaudière, les chauffeurs sont tentés de faire des purges intempestives. Le système de distribution de primes est d'autant plus facile à établir d'une manière équitable que le contrôle de la chauffe est mieux organisé et que les appareils de mesures sont plus nombreux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## II. — Organisations actuelles en France.

A. — **A l'intérieur des usines.** — Le développement des organisations à l'intérieur des usines, en vue de l'amélioration de l'utilisation des combustibles, est très inégal selon les établissements.

Dans beaucoup d'usines, petites ou moyennes, rien n'a encore été fait. Le directeur ou l'ingénieur chargé des machines et de la fabrication s'occupe incidemment de la question. Il n'a d'ailleurs pas toujours la compétence voulue.

Par contre, dans un certain nombre de grandes usines, des services spéciaux ont été créés. Les quelques exemples suivants montreront ce qui a été fait dans ce sens.

Signalons d'abord l'organisation méthodique de conduite des appareils de chauffe réalisée par M. Charpy dans une usine qu'il dirigeait et décrite par lui dans une conférence faite en 1919 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (1). Cette organisation, simple dans son principe, consiste à régler à distance, d'après les indications d'appareils de contrôle et avec un système de signalisation approprié, les différents groupes d'appareils à partir d'un centre d'observation unique.

*Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt.* — A la Société des Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt, il existe, pour les économies de combustibles, une organisation d'ensemble dont la création remonte à 1921. Cette organisation a été décrite dans un article de M. Théodore Laurent paru dans la *Revue de Métallurgie* (1918). Elle comprend :

*a*) Des services locaux dont la fonction est :

de posséder, d'employer et de tenir en bon état les instruments de mesure;

de faire des études expérimentales sur les fours sous la responsabilité des chefs de service de fabrication;

de réunir une documentation technique complète sur le chauffage industriel;

de faire parvenir au service central, les rapports hebdomadaires de consommation et de production de chaque usine;

*b*) Un service central qui a pour rôle :

d'assurer la liaison entre les services locaux;

de centraliser la documentation sur les questions de chauffage industriel;

d'être un auxiliaire auprès de la direction générale pour le contrôle de la consommation de combustibles, notamment par comparaison entre les résultats obtenus dans les diverses usines.

Il est à noter que le service d'économies de combustibles n'agit que comme conseil des services chargés de la fabrication : ceux-ci gardent une responsabilité totale s'étendant à tous les éléments de la production.

*Le Creusot.* — Aux usines du Creusot fonctionne une organisation qui mérite d'être remarquée. Elle comprend une section de chauffage industriel et un service chargé de l'exploitation des chaudières.

Les attributions de la section de chauffage industriel sont les suivantes :

1° Établissement des programmes de consommation des combustibles pour les divers services;

(1) *Bulletin* de mai-juin 1919.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° Contrôle des livraisons des fournisseurs en tant que poids et qualité;

3° Répartition des combustibles d'après leur nature, aux appareils susceptibles d'assurer leur meilleure utilisation;

4° Étude des appareils de chauffage les plus appropriés pour les installations nouvelles, en accord avec le service chargé de l'étude des installations métallurgiques et les services d'exploitation;

5° Établissement des spécifications, des demandes de propositions adressées aux meilleurs constructeurs français et étude comparative des propositions reçues;

6° Après construction des fours, essais de réception en présence d'un délégué du constructeur, dans le but de vérifier la réalisation des chiffres de production et de consommation garantie;

7° Étude des appareils de chauffage existants, propositions de modifications ou de remplacement par des fours plus modernes ou plus avantageux;

8° Indication des appareils de contrôle à placer sur les fours pour suivre scientifiquement leur fonctionnement;

9° Centralisation de la documentation technique publiée dans les revues françaises et étrangères, relations avec les constructeurs ou inventeurs de fours, visite des installations utilisant des appareils ou des procédés de chauffage nouveaux.

Cette section est indépendante des services de fabrication; elle rélève de l'ingénieur principal chargé des études métallurgiques et, par son intermédiaire, de la direction de l'usine.

A sa tête se trouve un ingénieur assisté du personnel nécessaire.

Dans ses études, la section de chauffage industriel fait appel à la collaboration du laboratoire central, qui possède des appareils pour les analyses de combustibles, la détermination des pouvoirs calorifiques, l'enregistrement des températures, la mesure des vitesses des gaz, etc. Ces appareils sont entre les mains d'agents ayant une formation scientifique appropriée.

A côté de cette section de chauffage industriel, se trouve un organisme chargé de l'exploitation des chaudières.

Cet organisme est dirigé par un ingénieur spécialiste, assisté d'un personnel entraîné; il dispose d'un laboratoire particulier.

Par ses soins, le contrôle de la conduite des chaudières chauffées à la main comprend chaque jour, et pour chaque groupe de chaudières, la détermination du tonnage de charbon consommé, de la quantité d'eau vaporisée, le relèvement périodique et l'enregistrement continu des pressions.

En outre, la combustion est contrôlée au moyen des indications fournies :

1° Par un appareil échantillonneur des gaz de combustion placé à chaque cheminée, prélevant une prise moyenne pendant la durée de chaque poste de travail. Sur cette prise on dose l'anhydride carbonique;

2° Par des appareils déprimomètres enregistreurs, placés aux foyers de toutes les chaudières, qui renseignent sur la fréquence des chargements ainsi que sur la conduite des feux (fermeture des registres aux chargements, régularité, trous, encrassages, etc.).

Les indications fournies par ces deux genres d'appareils servent à établir une prime au personnel pour la bonne conduite des feux (prime collective sur la teneur en anhydride carbonique, prime individuelle sur la fréquence des chargements et la régularité de marche).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour le contrôle de la conduite des chaudières à grilles mécaniques, les principes sont les mêmes; mais l'échantillonneur est remplacé par un doseur enregistreur de gaz carbonique qui permet l'établissement de la prime collective; la prime à la fréquence des chargements est remplacée par une prime à la régularité de la pression.

Enfin, pour la propreté des chaudières, une équipe spéciale de nettoyage assure journellement la propreté extérieure par brassage ou ramonage, et la propreté intérieure par visite complète de chaque chaudière tous les trois ou quatre mois.

Depuis que cette organisation est au point, la consommation de combustibles dans les chaudières, toutes choses égales d'ailleurs, a diminué de 15 p. 100 environ.

*Le laboratoire d'études et de contrôle des gazogènes, type Hilger*, de l'Aciérie de MM. Schneider, au Breuil, est particulièrement intéressant. Dans cette aciérie, qui comprend 28 gazogènes, un laboratoire d'études permanent a été installé sur le plancher de travail, au milieu de la batterie. Le laboratoire a pour rôle de déterminer la marche type à adopter suivant les qualités et grosseurs des charbons utilisés; de trouver les mélanges produisant un gaz économique suivant les cours des charbons et les facilités d'approvisionnement.

Les éléments étudiés sont les suivants : qualité et quantité horaire de charbon passé; hauteur de charbon sur la grille; pression du vent sous la grille et quantité horaire soufflée; pression de vapeur du soufflage; température du gaz à la sortie du gazogène; composition et pouvoir calorifique du gaz produit; poids et composition des cendres; emploi de décrassage automatique; mode de travail de la grille.

L'étude de la marche type à adopter se fait sur le gazogène le plus voisin du laboratoire, gazogène muni de tous les appareils de contrôle nécessaires.

Cette organisation a permis d'améliorer notablement le rendement des gazogènes et a contribué fortement à la diminution de la quantité de charbon brûlé par tonne d'acier Martin coulé. Cette diminution a été de 14 p. 100 en un an.

*Ville de Paris.* — Dès avant la guerre, la ville de Paris avait donné l'exemple de l'utilisation du coke de gaz pour le chauffage industriel, ce qui tendait à la fois à l'emploi rationnel du combustible et à la suppression des fumées.

Depuis la fin de la guerre, les efforts tentés par le Conseil municipal et par la Préfecture de la Seine visent un double but : diminuer par l'application de méthodes rationnelles la consommation de combustibles dans les établissements municipaux; répandre et vulgariser ces mêmes méthodes dans le public. C'est à ces fins que fut instituée, à l'Hôtel de Ville, une Commission des Économies de Combustibles.

Pour effectuer en toute connaissance de cause les transformations nécessaires, la Préfecture, sur l'avis de cette commission, fit visiter un certain nombre de ses grandes installations de chauffage par les ingénieurs de l'Office central de Chauffe rationnelle. En outre, un cours de chauffe fut organisé (également avec l'assistance de cet Office) au Service municipal des Eaux.

Dans ce dernier service, il est fait couramment usage de déprimomètres; des analyses de fumées y sont fréquentes et, depuis quelque temps, des gratifications mensuelles sont attribuées aux chauffeurs les plus méritants, d'après les indications fournies par les appareils enregistreurs.

*Tréfileries et Laminoirs du Havre.* — Aux Tréfileries et Laminoirs du Havre, on mesure régulièrement la consommation de combustibles des divers appareils. Ces

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

appareils sont munis d'instruments de contrôle dont les indications sont portées chaque jour sur des feuilles de rapport. Le service central, sous les yeux de l'administrateur délégué, peut ainsi exercer une surveillance continue sur la consommation de combustibles.

*Aciéries de Pompey.* — L'administration de cette forge a obtenu des économies importantes au cours de ces dernières années, par l'application des mesures suivantes dont elle a attentivement contrôlé l'efficacité :

1° Électrification d'une partie des installations;

2° Utilisation des gaz de haut fourneau, soit dans les moteurs, soit dans les chaudières;

3° Organisation d'un contrôle méthodique des chaudières avec tous les appareils nécessaires;

4° Formation du personnel à l'école de l'Office central de Chauffe rationnelle;

5° Contrôle régulier des arrivages de charbon et essais fréquents pour déterminer les qualités de charbon donnant les résultats les plus économiques.

*Mines de la Sarre.* — Lorsque l'administration française prit possession des mines de la Sarre, son attention fut vite attirée par la consommation de combustibles dans les chaufferies qui apparaissait comme exagérée. Aucune organisation spéciale n'existait; celle qui fonctionne maintenant a donc été créée de toutes pièces.

Les ingénieurs des sièges devant porter tout leur effort sur l'intensification de l'extraction, ne pouvaient surveiller d'assez près la production de la vapeur utilisée à cette extraction et en diminuer le prix de revient. Il fut donc décidé de créer un organisme spécial qui centraliserait dans ses attributions toutes les questions relatives à la production de la vapeur : amélioration des méthodes de chauffe, surveillance, étude des travaux neufs, etc. A cet organisme fut réuni un autre service datant de l'administration allemande et ayant pour objet la surveillance des chaudières au point de vue de la sécurité. L'Administration des Mines domaniales possède, en effet, pour toutes les chaudières lui appartenant, les pouvoirs dévolus par les règlements allemands aux associations de propriétaires d'appareils à vapeur; ce privilège datant du régime prussien a été maintenu par le gouvernement sarrois.

Le service des appareils à vapeur fut créé sur ces bases en automne 1920, et commença à fonctionner au début de 1921.

Les chaufferies du bassin (sièges d'extraction et centrales électriques) au nombre de 72, comprennent environ 720 chaudières s'étendant sur un front d'environ 50 km de longueur et 15 km de profondeur. Il était indispensable que le bureau central du service des appareils à vapeur, à Sarrebruck, eût des agents convenablement choisis, répartis sur ce front, chacun d'eux ayant action sur une ou plusieurs chaufferies suivant leur importance et leur situation géographique.

Ces surveillants, au nombre de 30 pour l'ensemble du bassin, sont chargés de la tenue des livres de chauffe (il est tenu un livre par chaufferie) où sont inscrits quotidiennement les quantités et sortes de charbons consommés, les surfaces de grilles et de chauffe en action, les volumes d'eau vaporisée, la moyenne des pourcentages de gaz carbonique, la moyenne des températures de sortie des gaz brûlés, la moyenne des tirages au registre, etc.

Ils sont en relation avec le service central par des feuilles décadaires résumant les indications journalières de leurs livres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De plus, deux inspecteurs du bureau central, ayant suivi les cours de contremaître de l'Office central de Chauffe rationnelle, ont pour mission de parfaire l'éducation professionnelle des surveillants et des chauffeurs, en restant dans telle ou telle chaufferie le temps nécessaire à sa mise au point.

Le service central a donc ainsi les éléments pour suivre de Sarrebruck les résultats obtenus dans chaque chaufferie, résultats qui sont eux-mêmes contrôlés par les ingénieurs de ce service central, lors des fréquentes visites effectuées dans les chaufferies. Cette méthode de comparaison a permis à maintes reprises d'améliorer le régime de telle batterie de chaudières, voisine de telle autre qui, dans des conditions comparables, obtenait de meilleurs résultats.

Les agents ont été, dans le plus bref délai possible, dotés des instruments indispensables pour le contrôle de la chauffe : appareils Orsat, pyromètres thermo-électriques, manomètres. Au cours de quelques conférences, le service central leur a expliqué le rôle de ces divers appareils, leur en a montré la manipulation et a insisté auprès d'eux sur la nécessité de contrôler par des essais méthodiques les résultats obtenus pendant la combustion, ainsi que sur les méthodes à employer pour améliorer ces résultats en agissant sur les différents facteurs, tels qu'épaisseur du combustible, tirage, fréquence des chargements, etc.

Le rôle de ces surveillants techniques dans les chaufferies a commencé par l'exécution de prises d'essais de fumées en avant des registres des chaudières; car, de même que la plupart des chaufferies ne possédaient aucun appareil d'analyse de fumées, aucune chaudière n'était munie de tube de prise de fumées.

Ces travaux préparatoires furent effectués pendant la confection des appareils qui avaient été commandés à l'Office central de Chauffe rationnelle. A l'arrivée de ces appareils, les essais effectués ont confirmé que la combustion était loin d'être bonne, surtout dans les chaufferies des sièges d'extraction; la moyenne des essais effectués donnait environ 7 à 8 p. 100 de gaz carbonique. Dans les centrales électriques, les installations étant meilleures et plus modernes, les essais donnèrent une moyenne de 8 à 9 p. 100 de gaz carbonique.

De même que les analyses de fumées semblaient être inconnues dans les chaufferies des sièges d'extraction, il semble que l'on ne se préoccupait pas beaucoup plus du tirage de chaque chaudière et de la température des gaz au registre. Au fur et à mesure de l'arrivée des divers appareils commandés pour ce contrôle, on constatait que, d'une manière générale, les tirages étaient beaucoup trop forts et la température de sortie des fumées très élevée; en ce qui concerne ce dernier point, le fait avait d'autant plus d'importance que la plupart des chaufferies des sièges d'extraction ne sont pas pourvues d'économiseurs.

Les résultats obtenus ont été très importants. En un an, la moyenne de la température des gaz à la cheminée est tombée de 300° à 250°, tandis que la teneur en anhydride carbonique passait de 8,5 à 11 p. 100. Le gain réalisé mensuellement pendant l'année 1921 sur le pourcentage de charbon consommé par rapport au charbon extrait, par comparaison avec les mois correspondants de l'année 1920, est de 1 p. 100, ce qui, pour une extraction annuelle de 9 millions de tonnes, représente une économie de 90.000 t de combustibles. Cependant, la proportion des charbons inférieurs consommés a sensiblement augmenté.

*Établissements constructeurs de l'Artillerie.* — Dans les établissements constructeurs de l'Artillerie, au nombre de 15, dont la consommation totale annuelle en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

houille ou coke atteint 60.000 t, une organisation dont voici les grandes lignes, a été réalisée.

Dans chaque établissement fonctionne un service spécial des économies de combustibles, dont les travaux sont suivis et contrôlés par un service central.

Le rôle des services locaux d'économies de combustible est :

D'acquérir, de mettre au point et d'entretenir les appareils nécessaires au contrôle de la chauffe.

D'étudier le fonctionnement des appareils, d'accord avec le chef du service de fabrication, de manière à déterminer les meilleures conditions de marche.

De contrôler la réception du combustible, sa répartition dans l'usine, la consommation des divers appareils.

D'étudier le meilleur mode de répartition des primes aux économies de combustibles.

De se documenter sur toutes questions concernant le chauffage industriel.

D'étudier toutes améliorations et transformations matérielles propres à diminuer la consommation.

Le rôle du service central se déduit des mêmes principes généraux que celui des services locaux. Ce rôle est triple : contribuer à fournir la documentation aux établissements, réaliser la liaison entre les services des divers établissements, contrôler la consommation.

Des déterminations de températures et de bilans thermiques complets effectués périodiquement, permettent de s'assurer du bon fonctionnement.

Cette organisation a donné des résultats très appréciables.

B. — **Organismes extérieurs aux usines.** — Les organismes extérieurs aux usines qui se sont proposé comme but partiel ou unique de leur activité d'exercer sur ces usines une action directe en vue de l'emploi économique du combustible, sont, d'une part, les *Associations de propriétaires d'appareils à vapeur*, dont la première date de plus de cinquante ans, d'autre part, l'*Office central de Chauffe rationnelle*, qui a été créé en 1919, au moment où la disette du combustible était la plus grave.

D'autres institutions, comme la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, la station d'essais du Comité central des Houillères, le Comité central des Cokes de France, effectuent des travaux qui assurément concourent et concourront sans doute de plus en plus à l'amélioration de l'utilisation des combustibles. Mais comme elles n'interviennent pas directement dans les usines, on ne peut les considérer comme rentrant dans le cadre des organisations que nous étudions dans le présent rapport.

Associations de propriétaires d'appareils a vapeur. — La première association de propriétaires d'appareils à vapeur créée en France a été celle de Mulhouse, en 1867. Son but a été défini par l'article 1 de ses statuts : prévenir les accidents et les explosions de chaudières et faire réaliser à ses membres des économies dans la production et dans l'emploi de la vapeur. L'indication de ce but a été reproduite dans les statuts des autres associations, créées ensuite après la guerre de 1870, à Lille, Paris, Rouen, Lyon, etc.

La lecture des premiers bulletins de l'Association alsacienne montre bien dans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quelle voie s'orientaient alors les travaux de cette nouvelle institution. Elle s'occupait plus particulièrement du côté économique, des travaux d'intérêt général et scientifique sur les machines et, avec le concours de M. Scheurer-Kestner, sur la combustion de la houille.

Les relevés de diagrammes sur les machines à vapeur furent un champ fertile d'investigations. Ces expériences étaient nouvelles; elles montrèrent des machines déréglées, qui n'avaient jamais été auscultées par l'indicateur de Watt et qui consommaient beaucoup trop. Les premiers bulletins de l'Association contiennent de nombreux échantillons de diagrammes tout à fait anormaux : entre temps, des essais de vaporisation sur les chaudières étaient entrepris, faisant ressortir des consommations trop élevées de machines et des rendements insuffisants de chaudières.

La visite intérieure des appareils, aux arrêts après nettoyage, était peu répandue. En 1870, pour 602 chaudières inscrites, 134 seulement étaient visitées intérieurement, alors qu'on relevait déjà des diagrammes sur 115 machines. Cette proportion se continua jusqu'en 1874 où, pour 1.079 chaudières inscrites, on comptait 239 visites intérieures et 117 essais à l'indicateur.

La visite des appareils en fonctionnement avait été, dès la fondation en 1867, la base des premiers contacts de l'Association avec les industriels; à cette époque, on pensait que de telles visites suffisaient; on constata rapidement qu'on devait aller plus loin dans la voie des visites intérieures des chaudières. C'est ainsi qu'en 1875, pour 1.332 chaudières inscrites, le nombre de visites intérieures s'élevait à 790. C'est à cette époque que furent créées en France les premières associations et on comprend que leur action se soit portée alors plus spécialement sur l'exécution des visites intérieures.

Enfin, chaque année, un concours de chauffeurs était entrepris par l'Association, sous le patronage de la Société industrielle de Mulhouse.

Dès lors, la voie était tracée pour les associations qui se créèrent en France et qui, toutes, prirent leurs directives sur le fonctionnement de l'Association alsacienne; travaux ordinaires, visant le côté sécurité, constitués par des visites annuelles; visites intérieures à l'arrêt, après nettoyage, des appareils et visites aux mêmes appareils en fonctionnement; travaux techniques, visant le côté économique, constitués surtout par des relevés de diagrammes sur les machines, essais de vaporisation sur les chaudières et concours de chauffeurs.

C'est ainsi que les moyens d'action, indiqués dans l'article 2 des statuts des diverses associations, consistent dans la visite des appareils par un personnel spécial d'ingénieurs et d'inspecteurs, dans la communication des faits intéressants observés sur ces appareils, dans les conseils techniques et pratiques donnés par un personnel s'occupant spécialement d'appareils à vapeur, dans la communication des résultats de leurs travaux, dans la propagation de l'enseignement professionnel des chauffeurs et des mécaniciens.

Le fonctionnement des associations resta toujours sur les mêmes bases : leur important développement du côté sécurité fut très apprécié par les pouvoirs publics qui firent de plus en plus appel à leur concours en leur octroyant, par le décret du 23 février 1919, la faculté de poinçonner les appareils à vapeur.

Les associations de propriétaires d'appareils à vapeur sont au nombre de dix; leur situation actuelle est résumée dans le tableau ci-après :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| DÉSIGNATION | SIÈGE | DATE DE FONDATION | NOMBRE D'ADHÉRENTS EN 1921 | NOMBRE DE CHAUDIÈRES INSCRITES EN 1921 |
|---|---|---|---|---|
| Association alsacienne . . . . . | Mulhouse. | 1867 | 1.567 | 6.210 |
| — du Nord . . . . . | Lille. | 1873 | 1.606 | 5.138 |
| — parisienne . . . . . | Paris. | 1874 | 2.001 | 6.195 |
| — normande . . . . . | Rouen. | 1874 | 880 | 2.050 |
| — de la Somme . . . . . | Amiens. | 1874 | 620 | 1.300 |
| — lyonnaise. . . . . | Lyon. | 1876 | 1.640 | 6.217 |
| — de l'Ouest . . . . . | Nantes. | 1878 | 1.021 | 2.500 |
| — du Sud-Ouest. . . . . | Bordeaux. | 1879 | 304 | 1.349 |
| — du Nord-Est . . . . . | Reims. | 1881 | 510 | 1.050 |
| — du Sud-Est. . . . . | Marseille. | 1885 | 1.120 | 2.855 |

Ce tableau montre l'importance du développement des associations et la proportion considérable des usines où elles exercent leur action.

Au fur et à mesure que l'usage de l'électricité se répandait, elles se sont presque toutes annexé un service électrique fonctionnant dans le même esprit que le service vapeur : sécurité et économie.

Dans les dix années qui précédèrent la guerre, les associations développèrent considérablement leurs services d'essais et tous les travaux techniques visant à la meilleure utilisation des combustibles. Elles intervenaient comme expérimentateur, comme conseil de leurs adhérents pour étudier le fonctionnement des installations et l'opportunité des modifications à y apporter, puis, la plupart du temps, pour vérifier les résultats et les améliorations obtenues par les modifications apportées.

Elles s'étaient acquis dans leurs travaux une réputation de compétence et d'impartialité telle que beaucoup de constructeurs de chaudières et de machines imposaient dans leurs marchés que les essais de réception devaient être faits soit par les associations, soit d'après leurs méthodes. Ces méthodes, tout en restant pratiques et industrielles, tenaient compte des progrès de la technique et de la science, et, par exemple, beaucoup d'essais de vaporisation, tous pour certaines associations, étaient complétés depuis vingt ans par la séparation des pertes et l'établissement du bilan de chaleur.

Il est difficile d'indiquer, même approximativement, le chiffre des essais de rendement des chaudières, de consommation de machines ou autres effectués par les associations; il est évidemment assez variable suivant les régions et les habitudes des industriels; mais certaines associations exécutèrent jusqu'à 150 essais par an, sans compter les leçons de chauffe et les consultations et conseils extrêmement nombreux, donnés en vue de l'amélioration du rendement et, par conséquent, de l'économie de combustibles.

L'outillage dont disposaient nécessairement les associations pour ces travaux était considérable, en appareils de mesure de toutes sortes, compteurs d'eau, thermomètres, pyromètres, manomètres-enregistreurs, appareils Orsat, indicateurs de Watt, etc. Certaines s'adjoignirent des laboratoires qui se spécialisèrent dans l'étude calorimétrique des combustibles et constituèrent ainsi des centres de documentation de premier ordre.

Pendant la guerre, alors que la pénurie de combustibles se faisait de plus en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plus sentir et qu'il importait d'assurer outre la distribution judicieuse du charbon, l'économie de son emploi, les associations, dont la plus grande partie du personnel était mobilisée, ne se sont pas trouvées directement appelées à prêter leur concours à l'organisation administrative, mais plusieurs groupements de l'Armement eurent recours à leur collaboration pour assurer une répartition du combustible basée sur la meilleure utilisation.

Après la guerre, en présence de la persistance de la crise charbonnière, la Direction des Mines demanda aux associations de l'aider dans la recherche des économies par une meilleure utilisation du combustible. Elle trouva les associations non seulement prêtes à entreprendre cette tâche, mais outillées et bien préparées pour l'accomplir auprès de leurs adhérents. Malheureusement, les conditions d'après guerre étaient beaucoup moins favorables à l'amélioration des installations, tant à cause des prix élevés et des difficultés de livraison qu'à cause de l'instabilité de la situation économique. Le charbon était d'ailleurs d'autant plus mauvais qu'il était plus rare et il fallait chercher à tirer parti aussi bien que l'on pouvait des installations, des combustibles et de la main-d'œuvre dont on disposait.

Il fallait, en somme, courir au plus pressé et les associations ont bien compris cette situation. Elles développèrent leurs services de contrôle économique dans ce sens. Certaines organisèrent ce contrôle par abonnement, allant d'usine en usine, déterminant les pertes des chaufferies et des salles de machines et instruisirent et conseillèrent le personnel. Parallèlement à ces services spéciaux, elles profitaient de toutes les visites ordinaires pour multiplier leurs conseils dans les usines et attirer l'attention de leurs membres sur certaines pertes ou mauvaises pratiques; elles contribuèrent par ce travail, modeste il est vrai mais répété tous les jours dans des milliers d'installations, à la diminution ou à la suppression du gaspillage partout où elles le rencontraient.

Outre leur bulletin personnel, les associations publiaient depuis 1876 le compte rendu des congrès qu'elles tenaient chaque année et où elles apportaient le résultat de leurs travaux : une documentation volumineuse a été ainsi publiée; elle contient aussi bien des rapports sur les questions de sécurité dans les appareils à vapeur que sur les questions d'économie. Cette publication est remplacée actuellement par un bulletin trimestriel et les directeurs des associations se réunissent presque chaque mois pour se communiquer leurs divers travaux.

Office central de Chauffe rationnelle. — L'Office central de Chauffe rationnelle a été créé en 1919, au moment où la crise de combustibles était particulièrement aiguë, dans le but exprès d'aider les industriels à réaliser des économies de combustibles. Il a débuté avec des capitaux souscrits par les groupements charbonniers de l'Armement et une subvention du Gouvernement. La forme choisie a été celle d'une société anonyme; mais, pour bien marquer le caractère désintéressé de l'œuvre entreprise, les statuts prescrivent que tous bénéfices au delà de 6 p. 100 du capital seront employés à des recherches et essais, ou à la création de bourses à l'École de chauffage industriel. Pour atteindre le but qu'il se proposait, l'Office a créé plusieurs services, dont un administrateur délégué technique a pour mission d'assurer la liaison. Ces services sont les suivants :

1° *Une école de chauffage industriel*, comprenant d'une part, les cours destinés à des ingénieurs ayant déjà une instruction technique étendue et leur permettant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'acquérir les connaissances complémentaires nécessaires à un véritable ingénieur de chauffage ; d'autre part, des cours pour contremaîtres, destinés à former soit des chefs de chaufferies, soit des chefs de fours et gazogènes. L'enseignement est surtout pratique et comprend le réglage en usine de nombreux appareils et l'établissement de bilans thermiques. La durée des cours est réduite au minimum : cinq semaines pour les ingénieurs, quatre semaines pour les contremaîtres.

En deux ans, l'école a formé 66 ingénieurs et 83 contremaîtres.

2° *Un centre de documentation, d'étude et de recherche.* — Par lui, l'Office se tient au courant de tous les progrès réalisés en matière de chauffage industriel tant en France qu'à l'étranger ; il effectue les essais des procédés nouveaux ; il se tient en liaison avec les organismes étrangers analogues. C'est, d'autre part, le centre d'études qui examine pour les industriels les transformations nécessaires à la réalisation d'économies de combustibles, ou étudie à ce même point de vue les projets d'installations nouvelles.

3° *Un laboratoire spécialisé dans l'étude des combustibles et de la combustion.* — Ce laboratoire effectue les essais ou analyses de combustibles, solides, liquides ou gazeux, l'analyse des gaz de la combustion, celle des eaux d'alimentation et plus généralement l'examen de toute question d'ordre physique ou chimique pouvant intéresser le chauffage. Il règle et améliore les appareils servant au contrôle des appareils thermiques. Il a également entrepris, d'accord avec d'autres laboratoires, la comparaison des diverses méthodes d'analyse des combustibles dans le but d'arriver à une standardisation de ces méthodes.

De jeunes chimistes sont pris en stage par le laboratoire et y apprennent la pratique des essais et des analyses de combustibles.

4° *Un service de visite dans les usines.* — Les ingénieurs de ce service se rendent dans les usines à la demande des industriels et étudient toutes les questions concernant l'utilisation des combustibles. Leur action porte aussi bien sur l'examen approfondi de chaque appareil servant à la production ou à l'utilisation de la chaleur, que sur l'organisation d'ensemble de l'usine à ce point de vue, le choix du combustible, etc. Le fait que la compétence des services de l'Office s'étend à tous les appareils (fours et gazogènes, générateurs de vapeur, etc.), lui permet d'envisager le problème dans son ensemble. A la suite des visites, des rapports détaillés sont adressés aux industriels où sont consignés les observations faites, les bilans établis, et où sont donnés tous conseils concernant les mesures propres à faire réaliser des économies, avec indication de l'importance probable de ces économies.

Au fur et à mesure que l'action de l'Office s'est développée, le service de visites dans les usines a été subdivisé en sections spécialisées : générateurs de vapeur, métallurgie, céramique et verrerie.

Les divers services de l'Office sont étroitement liés et collaborent continuellement. Cette collaboration entre l'école, le centre d'études et de documentation et le service des visites, est un des traits caractéristiques de l'institution.

Indépendamment des travaux ayant directement pour objet la formation du personnel, les recherches d'ordre technique et le rôle du conseil auprès des industriels qui s'adressent à lui, l'Office s'efforce de contribuer par une propagande active à répandre le goût des économies de combustibles dans le pays ; c'est à cet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

effet qu'il a publié les travaux de ses ingénieurs, organisé des conférences publiques, des expositions, etc.

Les résultats obtenus dans les usines, soit par formation du personnel, soit par examen des appareils sur place, se chiffrent par des économies qui varient couramment de 10 à 25 p. 100; dans certains cas exceptionnels, sur des installations de gazogènes et de fours, elle a atteint jusqu'à 60 p. 100. Ces économies ont été obtenues tant par un meilleur réglage des appareils que par des améliorations matérielles de détail. A la réduction des quantités de combustibles consommés s'ajoute souvent une économie supplémentaire résultant de l'adaptation des appareils à l'emploi de combustibles moins coûteux.

Quant aux économies obtenues par l'étude rationnelle des installations nouvelles, il est difficile de les chiffrer exactement; elles pourraient avoir dans certains cas une importance plus grande encore que celles provenant des améliorations réalisées dans les installations existantes.

## III. — Organisations actuelles a l'étranger.

Dans presque tous les pays, des efforts importants ont été faits depuis la guerre.

**Allemagne.** — Les principaux progrès ont été réalisés dans la grosse métallurgie et dans les industries céramiques et verrières; bien que l'effort n'ait pris toute son ampleur que depuis deux ans, les résultats sont déjà importants.

Dans presque toutes les puissantes entreprises industrielles, des services spéciaux d'économies de combustibles ont été créés, et il n'est guère de grande usine où la comptabilité des calories ne soit régulièrement tenue et contrôlée.

Mais ce qui a permis de rapides progrès, c'est surtout l'organisation extérieure aux usines, qui semble remarquablement complète et cohérente (1). Elle comprend un assez grand nombre d'organismes privés, formés à l'instigation des bureaux gouvernementaux pour la distribution du charbon et largement subventionnés par eux. Ces organismes sont tous reliés entre eux de manière à former un ensemble dont le schéma est le suivant :

*a*) A Berlin, a été constitué un organisme central qui rassemble tout ce qui a trait aux économies de combustibles, assure la liaison entre les institutions qui s'occupent de cette question, procède aux études d'ordre général, donne et patronne des conférences, publie un bulletin où sont réunis tous les renseignements utiles, etc.;

*b*) Diverses industries : métallurgie, verrerie, céramique, ciment, ont constitué des offices de chauffe, spécialisés par industrie, mais dont chacun, dans sa partie, étend son action à l'Allemagne entière. Les offices spéciaux se tiennent en liaison avec l'office central de Berlin. Ils consacrent respectivement leurs efforts à l'amélioration de l'utilisation des combustibles dans les industries correspondantes;

*c*) Des offices de chauffe régionaux sont en cours de formation dans les différentes provinces sous les auspices des associations de propriétaires d'appareils à vapeur. Ils ont pour but, dans chaque région, d'aider les usines diverses à économiser le combustible notamment pour la production de la vapeur.

(1) Voir à ce sujet la traduction d'une brochure officielle allemande dans *Chaleur et Industrie* de mai et juin 1922 et l'exposé de M. Appell dans le présent numéro, p. 811.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans certaines parties de l'Allemagne l'office régional de chauffe est commun à plusieurs associations; les questions de personnel et de documentation se trouvent ainsi simplifiées.

Ces offices de chauffe régionaux se tiennent en liaison étroite avec les offices spécialisés et avec l'office central de Berlin, auxquels ils apportent leur adhésion et leur concours.

Tous ces organismes se sont formés et ont prospéré grâce à de larges subventions du Gouvernement et des grands groupements industriels. Les bureaux gouvernementaux du charbon leur versent 500.000 marks par mois depuis plus de deux ans (2). A eux seuls, les offices spécialisés ont touché 3 millions de marks et l'office central de Berlin presque autant.

Les bureaux gouvernementaux du charbon sont appelés à disparaître le jour où la liberté du commerce du charbon sera rétablie en Allemagne : mais l'on se préoccupe déjà d'assurer les ressources nécessaires à la vie et au développement de l'organisation décrite ci-dessus.

Les industriels (sauf cependant les métallurgistes qui ont dès le début aidé et patronné l'office de chauffe de Dusseldorf) étaient dans les premiers temps assez sceptiques. Devant l'importance des résultats obtenus, qui se chiffrent par des économies de 10 p. 100, de 20 p. 100 et même de 30 p. 100 sur l'ensemble de la consommation de certaines usines, ce scepticisme a disparu et les progrès réalisés sont de plus en plus rapides.

Cette organisation d'ensemble n'a pas été créée de toutes pièces. Les associations de propriétaires d'appareils à vapeur existaient depuis longtemps; le premier office de chauffe créé a été celui des métallurgistes à Dusseldorf (1919); d'autres offices spécialisés ont été formés ensuite; puis l'Office central de Berlin a été constitué et il semble bien que ce ne soit pas sans quelque résistance de la part des organismes plus anciens que le groupement de tous les organismes avec l'Office central comme organe de liaison, a été réalisé. Actuellement, tout le monde paraît satisfait de la solution adoptée.

**Angleterre.** — A la suite des études entreprises par le Fuel Research Board, la Federation of British Industries a formé en 1919 une commission pour les économies de combustibles. Celle-ci a créé, au sein de la fédération, une section spéciale qui depuis le début de 1921 s'occupe activement de la meilleure utilisation du combustible dans les usines. Le Manchester Air Pollution Advisory Board se consacre spécialement à l'étude du chauffage domestique.

**Pays-Bas.** — Le Ministère de l'Industrie et du Commerce a créé par décret un Institut pour l'Économie de Combustible. Cet institut travaille en collaboration avec trois groupements qui ont organisé un contrôle régulier de l'utilisation des combustibles chez leurs adhérents, et fait toutes recherches utiles pour améliorer cette utilisation. Ces trois associations sont : l'Association pour faire avancer le Chauffage sans Fumée, l'Association des Exploitants de Chaudières et Machines à vapeur, et le Bureau pour l'Économie de Combustible.

(1) Malgré la dépréciation du mark, cette somme est considérable. Il faut, en effet, noter qu'en 1920, le mark valait encore 0,20 f. D'ailleurs, il faut tenir compte du pouvoir d'achat du mark en Allemagne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la plupart des autres pays, notamment aux États-Unis, en Autriche, au Danemark, en Tchécoslovaquie, en Suisse, des organismes spéciaux, officiels ou non officiels, existent et paraissent se développer rapidement.

## IV. — Importance des économies réalisables.

Il est possible par l'examen des résultats déjà obtenus de se faire une idée des économies réalisables.

En ce qui concerne la production de la vapeur, l'économie réalisable atteint 10 à 20 p. 100. Dans un rapport publié précédemment par la Commission, M. Kammerer citait une série de 50 essais donnant un rendement moyen de 65,7 p. 100; M. Brownlie, ingénieur anglais, a trouvé en Angleterre le chiffre moyen de 60 p. 100; les essais effectués par l'Office central de Chauffe donnent une moyenne de 62 p. 100. Or dans une chaufferie moyenne munie de tous les perfectionnements et bien suivie, on doit arriver à un rendement de 75 p. 100 si ce n'est plus.

Dans l'utilisation de la vapeur, les économies réalisables sont peut-être plus importantes encore (1).

Dans les fours de toute catégorie (métallurgie, céramique, verrerie, produits chimiques, etc.), les économies réalisables sont très variables; parfois assez faibles, elles ont pu atteindre dans certains cas jusqu'à 60 p. 100 par le seul réglage des appareils. En moyenne, elles sont du même ordre que pour les chaudières. La diminution de consommation qu'on peut atteindre par transformation du matériel est beaucoup plus importante : dans certaines industries qui utilisent actuellement un matériel peu perfectionné (four Boëtius, en verrerie, par exemple) elle est dans bien des cas de l'ordre de 50 p. 100.

Enfin, dans les grandes usines, l'étude de l'ensemble du problème pour tout l'établissement, la bonne organisation des services en vue d'une marche régulière et de la suppression de tout gaspillage, peuvent faire réaliser d'importantes économies en plus de celles obtenues par la meilleure marche des appareils pris séparément. Il en est de même si l'on envisage la substitution d'un mode d'énergie à un autre, par exemple la suppression de petites installations thermiques de force motrice par voie d'électrification.

En dehors des économies proprement dites, il est souvent possible d'utiliser des combustibles inférieurs moins coûteux.

Ces observations s'appliquent aux industries les plus diverses, y compris l'exploitation des chemins de fer et la navigation.

L'estimation exacte des économies réalisées n'est pas toujours facile en raison des modifications des conditions de marche et des changements de qualités des combustibles employés. Les quelques exmples suivants, choisis parmi ceux dont l'authenticité est certaine, permettent de se rendre compte que les évaluations précédentes sont plutôt au-dessous de la vérité.

Dans une blanchisserie d'importance moyenne, le seul calorifugeage des conduites, sur les conseils d'un ingénieur spécialiste, fait immédiatement diminuer la consommation de 10 p. 100.

(1) Voir à ce sujet le rapport de M. Kammerer (*Journal officiel* du 20 février 1921 et du 21 décembre 1921 et *Bulletin de la Société d'Encouragement* de mars 1921 et de janvier 1922).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans une centrale électrique d'importance moyenne, la formation sur place du personnel chauffeur par un instructeur a fait réaliser 13 p. 100 d'économie sans aucune modification matérielle.

L'étude d'un four Martin a permis de réaliser une économie de 20 p. 100 (1).

L'amélioration de la marche d'un groupe de chaudières a amené une diminution de consommation de 15 p. 100 (1).

Des études sur des hauts fourneaux ont conduit à une réduction moyenne de 10 kg de coke sur la mise au mille, accompagnée d'une disponibilité de gaz de haut fourneau représentant 25 kg de coke par tonne de fonte, soit une économie moyenne de 35 kg par tonne (1).

Le réglage d'un four à recuire a permis de réduire la durée d'une opération de vingt-quatre heures à huit heures et fait tomber la consommation de 2,5 t à 1 t, soit 60 p. 100 d'économie.

Au Creusot, depuis que l'exploitation des chaudières est contrôlée d'une manière complètement scientifique, l'économie de combustible réalisée est d'environ 13 p. 100.

En contrôlant méthodiquement l'aciérie du Breuil, on est parvenu à réduire de 14 p. 100 la quantité de charbon brûlé par tonne d'acier Martin coulé.

Dans une usine élévatoire des eaux d'une ville de province, la transformation des grilles a rendu possible l'utilisation de poussier de coke revenant à 35 f la tonne au lieu de charbon revenant à 110 f avec une augmentation de consommation de 25 p. 100 seulement.

Dans toute une série d'usines installées dans des régions boisées, l'intervention d'ingénienrs spécialistes a permis, au moment où le charbon atteignait des prix exorbitants, d'adapter la marche des appareils (générateurs de vapeur, fours, gazogènes) à l'emploi du bois.

Des économies importantes ont été réalisées dans les usines élévatoires des eaux de la ville de Paris par formation du personnel sur place. La teneur moyenne en $CO^2$ des fumées des chaudières est montée de 6 p. 100 à 9 p. 100, malgré la médiocrité des combustibles employés.

Dans certains cas, les économies furent la conséquence de mesures d'une simplicité élémentaire mais qui n'avaient pas été prises parce que personne ne s'occupait de la question. Il est telle usine où la consommation d'eau chaude pour le lavage corporel était très exagérée, parce que les robinets n'en permettaient pas une distribution économique : le seul fait de mettre en place des robinets à pression a fait réaliser une économie importante. Ailleurs, une chaudière chauffée par la chaleur des fumées d'un four ne recevait, sans que l'on s'en doutât, qu'une partie des fumées : la seule mise en état d'un registre a suffi pour augmenter dans de fortes proportions sa production de vapeur.

Dans beaucoup de petites usines, de notables allègements financiers ont été obtenus par la suppression des installations de production de force motrice et le branchement sur un secteur électrique. L'économie de combustibles résultant pour la communauté de ces électrifications est souvent très importante.

(1) Ces résultats ont été obtenus aux Forges et Aciéries de la Marine et d'Homécourt; ils sont cités par M. Th. LAURENT.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## V. — Organisation vers laquelle il faut tendre.

A. — **A l'intérieur des usines.** — Pour obtenir des progrès en matière d'utilisation des combustibles, il faut que dans toute usine un contrôle régulier et ordonné de cette utilisation soit organisé. Ce contrôle est aussi nécessaire que la tenue correcte des livres de comptabilité et leur vérification. Il semble qu'il ne puisse être réalisé que par l'initiative des industriels eux-mêmes. A certains moments où la disette de charbon était particulièrement grave, on a pu songer, en raison de l'intérêt de la communauté aux économies de charbon, à prendre des mesures coercitives contre les industriels qui ne chercheraient pas d'eux-mêmes à améliorer l'utilisation du combustible dans leurs usines; mais on y a, avec juste raison, renoncé : des mesures de ce genre ne sont guère compatibles avec la liberté indispensable au développement et au progrès de l'industrie; leur application soulèverait de multiples difficultés. Il est d'ailleurs évident que s'il est démontré aux industriels qu'ils peuvent, en organisant chez eux un contrôle judicieux de l'utilisation du combustible, réaliser d'importantes économies, le souci de leur propre intérêt leur sera un mobile suffisant. Les mesures coercitives sont donc inutiles; il suffit de répandre, par une propagande très active, et dans tous les milieux industriels, la conviction justifiée que les économies de combustibles sont possibles non seulement dans presque toutes les usines, mais faciles à obtenir pour peu qu'on veuille se préoccuper sérieusement de la question.

Suivant l'importance de chaque entreprise industrielle, le contrôle de la bonne utilisation du combustible peut être confié, soit à un service spécial d'économies de combustibles, soit à un ingénieur exclusivement chargé des questions du chauffage, soit à un ingénieur ayant à s'occuper en même temps d'un autre service.

On ne peut donner de règles générales pour l'organisation de ce contrôle : les solutions doivent varier suivant les circonstances, selon le personnel dont on dispose. On s'inspirera utilement, à ce point de vue, des solutions déjà adoptées par divers industriels ou sociétés, solutions dont il a été question au chapitre II.

Pour remplir complètement son rôle, le service de contrôle de l'utilisation du combustible dans un établissement doit être à même d'effectuer les essais et le réglage de tous les appareils de chauffage, de choisir le combustible le mieux approprié, compte tenu du prix de revient des divers combustibles rendus à l'usine et du rendement qu'on en peut obtenir, d'étudier toute transformation ou installation nouvelle au point de vue des économies de combustibles, d'installer tous appareils de mesure et de contrôle utiles, d'établir un système de primes aux économies de combustibles pour encourager le personnel, etc.

Enfin, il ne faut pas oublier l'importance d'un service d'achat de combustible avisé, d'une comptabilité bien dressée et de prix de revient détaillés, chiffrant la quantité de charbon brûlé et la valeur des calories rendues disponibles, comme cela a lieu pour les hauts fourneaux. Sous les yeux de l'industriel, de semblables documents sont les premiers facteurs de l'économie de combustible dans l'usine. C'est assurément au contrôle de l'utilisation des combustibles qu'il appartient de donner à la comptabilité les renseignements utiles.

Est-il besoin de rappeler certains facteurs d'économies qui sont de sens commun? Par exemple, le parc à charbon veut être tenu aussi soigneusement que les autres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

magasins, et le balayage du fraisil et des menus épargne beaucoup de charbon quand celui-ci est pulvérulent.

Dans les petites et moyennes usines, le personnel directeur ne peut faire face que très imparfaitement à une tâche aussi complexe, à moins qu'une aide extérieure ne lui soit apportée. Même dans les grandes usines, où l'on peut disposer d'un personnel spécialisé, il ne sera guère aisé de se tenir au courant de tous les essais effectués, de réunir une documentation complète et surtout d'avoir pour chaque problème un ingénieur ayant déjà étudié des problèmes de même nature.

Les difficultés rencontrées ont, comme nous l'avons vu, conduit de grandes sociétés exploitant plusieurs usines, à créer dans la société un service central d'économies de combustibles qui renseigne, aide et contrôle les divers services de l'entreprise. Cette organisation, certainement heureuse, pourrait encore, semble-t-il, être améliorée si ces services centraux demeuraient en contact avec un organisme extérieur pouvant les renseigner sur des études d'ordre général, les faire profiter de toute expérience acquise et de tout essai effectué ailleurs que dans les usines de la société, soit en France, soit à l'étranger.

Comme conclusion de ces diverses remarques, il semble indispensable que des organismes extérieurs aux usines se consacrent spécialement à l'étude de toutes les questions concernant la meilleure utilisation des combustibles, apportent leur concours technique sous la forme la mieux appropriée à la grande comme à la petite industrie, centralisent tous les renseignements et en fassent profiter l'ensemble des industriels.

B. — **Organismes extérieurs aux usines.** — Dans tous les pays où l'on s'est sérieusement occupé de la meilleure utilisation des combustibles, la nécessité d'organismes extérieurs aux usines est apparue.

La Chambre de Commerce internationale s'est occupée de la question; elle a émis, lors du congrès de 1921, le vœu suivant :

« Considérant qu'à côté des mesures prises pour accroître la production de combustibles, il apparaît comme non moins nécessaire de veiller très attentivement à ce que tout le parti possible soit tiré du charbon dont dispose le monde, le Congrès recommande :

« Que dans les pays qui n'en possèdent pas encore, une organisation soit créée, qui étudiera les questions des économies de combustibles;

« Que la Chambre de Commerce internationale se mette en rapport avec les diverses organisations nationales pour coordonner leurs travaux et faire connaître leurs conclusions. »

On a généralement reconnu que ce sont les organisations indépendantes, librement constituées par les industriels, qui donnent les meilleurs résultats.

Au début de ce mouvement d'idées, les efforts n'ont peut-être pas été bien coordonnés. Diverses initiatives se sont produites, utilisant diverses organisations existantes sans établir de lien entre elles.

Les inconvénients de ce départ en ordre dispersé se sont fait sentir aussi bien à l'étranger qu'en France. Ce n'est qu'ensuite que s'est effectué un travail de coordination qui est déjà avancé dans certains pays, mais qui, dans le nôtre, réclame encore des efforts.

Pour que l'on obtienne des organismes extérieurs aux usines le maximum de rendement avec le minimum de dépenses inutiles et de doubles emplois, il importe

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en effet au plus haut point que ces organismes agissent en étroite liaison et que leur collaboration soit constante. Ainsi seulement l'on arrivera à faire profiter la communauté de tous les essais effectués et de toute l'expérience acquise. Ainsi seulement on pourra réaliser l'unification des méthodes d'essais, unification qui apparaît comme indispensable au progrès de la technique du chauffage industriel.

Rôle des divers organismes. — Il semble bien qu'il soit nécessaire de prévoir une double série d'organismes extérieurs aux usines : ce seront, d'une part, des organismes agissant chacun dans l'ensemble du pays, mais spécialisés à des industries particulières (métallurgie, verrerie, céramique, ciments, chemins de fer, marine, cokeries); ce seront, d'autre part, des organismes régionaux destinés surtout à apporter leur concours aux usines où le combustible est employé à la production de vapeur, quelle que soit la branche d'industrie à laquelle se rattachent ces usines.

En tenant compte de ces desiderata et des organismes déjà créés en France, l'organisation suivante paraît réalisable moyennant le concours des bonnes volontés de tous :

1° A l'Office central de Chauffe rationnelle, qui a son siège à Paris, et n'a pas de caractère régional, se constituerait par développement de ce qui y existe déjà, et avec l'aide de tous les groupements et sociétés intéressés, un bureau d'études, de renseignements et de documentation. Ce bureau aurait à la fois un rôle de centralisation et de liaison; son développement n'impliquerait bien entendu aucune diminution des documentations qui existent ailleurs, notamment chez les associations de propriétaires d'appareils à vapeur, documentations particulièrement précieuses en raison de leur ancienneté et de leur caractère régional.

Ce bureau de documentation se tiendrait en contact avec tous ceux qui en France s'occupent de la meilleure utilisation des combustibles; il recueillerait les résultats de leurs travaux et leur apporterait son concours. Il nouerait des relations avec les organismes similaires étrangers.

2° Des sections spécialisées par industrie seraient formées, soit par développement des sections déjà existantes de l'Office central de Chauffe (métallurgie, céramique, verrerie), soit par création de sections nouvelles (ciments, chemins de fer, marine, etc.).

Ces sections agiraient autant que possible avec le concours et l'appui des syndicats, groupements et sociétés directement intéressés.

3° Les associations de propriétaires d'appareils à vapeur continueraient, en développant l'activité de leurs services, à apporter leur concours à leurs adhérents, chacun dans sa région, pour la réalisation d'économies de combustibles dans la production et l'utilisation de la vapeur.

C. — **Formation du personnel.** — Les services d'économies de combustibles dans les usines ont besoin d'ingénieurs et de contremaîtres spécialisés, ayant particulièrement étudié le chauffage industriel. Ce personnel pourra être formé dans une école spéciale, comme l'École de chauffage industriel organisée par l'Office central de Chauffe dont il a été question au chapitre III.

On ne doit pas non plus perdre de vue la formation du personnel chauffeur proprement dit. Cette formation se fera sur place en détachant dans les usines des instructeurs envoyés soit par l'école de chauffage industriel, soit par les associations



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de propriétaires d'appareils à vapeur, les fédérations de mécaniciens et chauffeurs, etc.

*Liens des divers organismes.* — Les résultats que l'on obtiendra seront d'autant meilleurs que les divers organismes mettront davantage leurs travaux en commun, arriveront à une collaboration plus étroite et plus complète.

Les modalités suivant lesquelles cette collaboration est établie doivent évidemment être choisies par les organismes intéressés eux-mêmes.

## VI. — Conclusions.

L'industrie peut profiter d'économies de combustibles très importantes. Ce résultat ne sera atteint que si tous les industriels sont convaincus qu'il peut l'être et si l'aide nécessaire ne leur manque pas.

D'où une double nécessité : intensifier la propagande dans le pays, afin de multiplier les efforts tendant à améliorer l'utilisation du combustible; mettre à la disposition des industriels des conseils compétents pour les guider en cette matière et leur procurer des moyens faciles de former leur personnel.

Ce double rôle de conseil et d'enseignement peut être rempli par des organismes spéciaux, lesquels d'ailleurs existent déjà.

Ce ne sont pas des administrations d'État, mais des institutions libres.

Il suffira que ces organismes se développent et qu'ils s'entendent pour mettre en commun les fruits de l'expérience acquise et pour s'apporter une aide réciproque, par exemple en entreprenant à frais communs des recherches profitables à tous.

Il est indispensable que les industriels comprennent la grande importance du développement de ces institutions, non seulement pour leurs intérêts particuliers, mais pour l'intérêt général du pays, lié à la réduction des importations de combustibles et à l'amélioration du marché des charbons. Il importe qu'ils fassent de ces organismes leur œuvre, en s'y affiliant et en recourant à leurs services, en même temps qu'en leur apportant leur appui moral et matériel.

P. Mahler.

Vu :
*Le vice-président de la Commission,*
Walckenaer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTE DE MÉCANIQUE

## L'outillage pneumatique des Forges et Ateliers de Meudon (F. A. M.)

(*d'après les documents fournis par cette Société*).

Les marteaux pneumatiques peuvent être classés en plusieurs catégories suivant le type de leur distributeur :

Marteaux à piston auto-distributeur.

Marteaux à tiroir cylindrique.

Marteaux à clapet plat et mince.

Le distributeur F. A. M., des Forges et Ateliers de Meudon, appartient à la troisième catégorie. Il fonctionne comme il suit :

Lorsque le piston 5 (fig. 1) est dans la position indiquée sur la figure, la partie

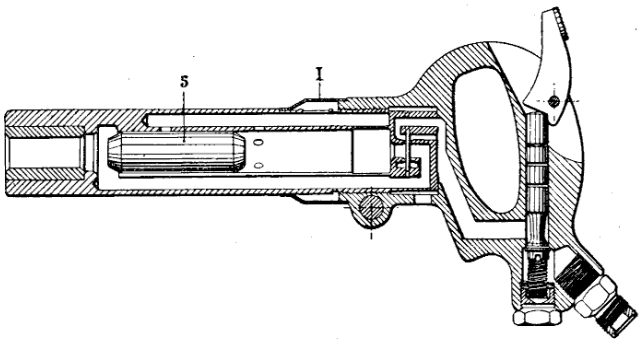



Fig. 1. — Marteau burineur F. A. M.

droite du cylindre est en communication avec l'air extérieur par les trous d'échappement latéraux et le carter orientable I. Il ne peut donc pas exister d'air sous pression dans cette partie du cylindre. Par contre, dans la partie gauche, en avant du piston, il peut exister de l'air comprimé puisque cette partie, à ce moment, ne communique pas avec l'atmosphère.

La figure 2 montre que l'air comprimé arrive par les canaux B, I et H aux rainures circulaires G et F.

Comme le conduit D communique en ce moment avec l'atmosphère, il y a un violent appel d'air dans la chambre F, dans laquelle la pression baisse. Par contre, il n'y a aucun appel d'air dans la chambre G, ni aucune dépression puisque le conduit E aboutit dans une chambre fermée. La pastille A a donc à subir, sur toute sa

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

face supérieure, la pression de l'air comprimé et sur sa face inférieure une très faible pression. Elle vient s'appuyer fortement sur le siège inférieur et obture ainsi le conduit D.

L'air continuant à arriver par les conduits I, G et E, pénètre sous le piston et le fait remonter dans le cylindre. En remontant, le piston ferme les trous d'échappement côté haut et ouvre les échappements côté bas. Ceci provoque aussitôt sur les deux faces de la pastille une différence de pressions en sens contraire, et la pastille vient s'appuyer fortement sur le siège supérieur.

Le piston, lancé vers le fond du cylindre, rencontre alors devant lui l'air comprimé arrivant par le conduit D, qui en amortit la vitesse et l'empêche de venir frapper le fond du cylindre. Quand le piston est parvenu au point haut de sa course, il reçoit toute la pression de l'air comprimé, sans retard et sans étranglement.

Sous cette impulsion, il redescend aussitôt pour venir frapper la tête de l'outil avec le maximum de vitesse. Puis le même cycle recommence.

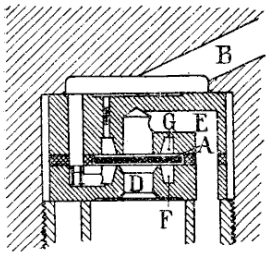



Fig. 2. — Distributeur F. A. M.

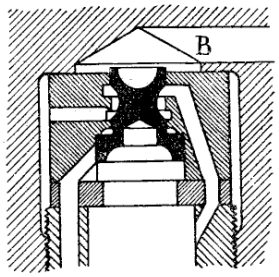



Fig. 3. — Distributeur cylindrique.

Il faut remarquer que la pastille se déplace sous l'effet des dépressions créées dans le cylindre par les échappements et non sous l'effet de contre-pressions créées devant lui par le piston. Ces contre-pressions, qui existent dans certains marteaux analogues, seraient nuisibles, car elles amortiraient la vitesse du piston au moment du choc.

Si l'on examine de près le cycle des pressions de l'air dans le cylindre d'un marteau pneumatique, on s'aperçoit que les pertes de charge qui se produisent dans les conduits étroits et sinueux ont une très grande importance et absorbent une grande partie de la puissance de l'air comprimé.

Ces pertes de charge sont encore augmentées par le laminage produit par les distributeurs cylindriques (fig. 3).

Dans le distributeur F. A. M., elles sont au contraire réduites et, dès l'ouverture de l'orifice d'admission B, toute la pression de l'air vient agir sur la face supérieure du piston, et lui communique une grande accélération.

Le diagramme des pressions dans le cylindre serait (si l'on ne tient pas compte des vitesses d'air dans les conduits ni des pertes de charge) un simple rectangle, puisque l'admission est ouverte, jusqu'au moment de l'échappement. Il n'y a pas de phase de détente. Le piston poussé par une force constante prendrait un mouvement uniformément accéléré facile à analyser, étant données la masse du piston et la pression de l'air comprimé. On pourrait ainsi calculer la vitesse du piston au moment du choc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais en réalité les choses ne se passent pas ainsi. La pression dans le cylindre n'est pas constante : elle subit une forte chute à son passage dans les canaux, chute qui sera fonction de la vitesse, qui est elle-même fonction de la pression. Ces fonctions sont d'ailleurs très complexes et dépendent de coefficients empiriques mal déterminés. Elles se retrouvent à l'échappement qui ne se fait pas instantanément mais suivant une loi qui dépend beaucoup de la forme des conduits d'échappement.

On peut tracer un diagramme approximatif pour chacune des deux parties du cylindre. La somme de ces deux diagrammes donnera le diagramme résultant représenté figure 4, et on pourra en déduire les vitesses du piston (fig. 5).

Le même tracé, fait de la même façon, pour un distributeur cylindrique donnerait un diagramme de la forme de la figure 6. Il montre que, dans ce dernier cas, la vitesse croît moins rapidement dans la première partie de la course, de sorte

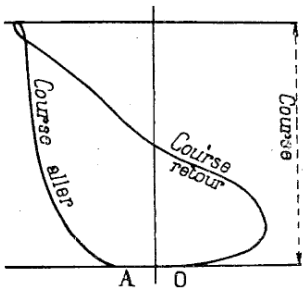



Fig. 4. — Diagramme des pressions sur un marteau F. A. M.

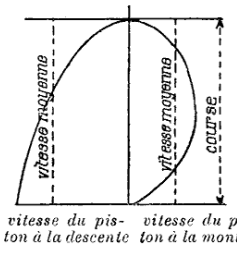



Fig. 5. — Diagramme des vitesses d'un marteau F. A. M.

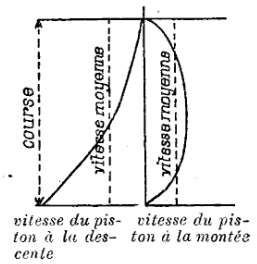



Fig. 6. — Diagramme des vitesses d'un marteau à distributeur cylindrique.

qu'au moment du choc, la vitesse est plus petite dans le cas de la figure 6 que dans celui de la figure 5.

On remarquera en outre que, pendant la course de retour, la contre-pression ne peut dépasser de beaucoup la pression d'admission, contrairement à ce qui existe avec certains distributeurs cylindriques qui ferment complètement le cylindre à fin de course de remontée du piston pour former matelas d'air.

Il en résulte que le recul du marteau est réduit à son minimum. On peut par suite lancer le piston à grande vitesse pour sa course de remontée, cette vitesse étant amortie sur une grande longueur par une pression relativement faible. La vitesse moyenne à la montée est donc plus grande dans le diagramme de la figure 5 que le diagramme 6, d'où un plus grand nombre de coups frappés, par unité de temps. Il ne paraît pas possible de relever expérimentalement ces diagrammes.

D'après ces diagrammes, on peut calculer le rendement du marteau, c'est-à-dire le rapport de la quantité d'énergie produite sous forme de puissance vive à l'instant du choc du piston à l'énergie dépensée sous forme d'air comprimé.

Le problème inverse, consistant à déterminer toutes les dimensions de l'appareil pour obtenir une certaine puissance avec une consommation d'air donnée à une pression donnée, sera plus ardu. Il y a lieu, en effet, de considérer les différents facteurs suivants qui, tous, ont leur importance :

*a*) Section totale des orifices d'alimentation I et H (fig. 2) côté haut et bas;

*b*) Section des gorges circulaires F et G;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*c*) Surface de l'ouverture de ces gorges sous la pastille;
*d*) Surface de la pastille;
*e*) Levée de la pastille (le poids en est négligeable);
*f*) Surface des orifices au centre des sièges de la pastille;
*g*) Sections des conduits D et E;
*h*) Forme et longueur du conduit d'admission bas;
*i*) Volume de la chambre de compression I (fig. 1) (très important);
*j*) Section de la queue de l'outil;
*k*) Section du piston;
*l*) Longueur du piston;
*m*) Masse du piston;
*n*) Course du piston;
*o*) Position de l'échappement bas;
*p*) Position de l'échappement haut;
*q*) Section et forme des échappements;
*r*) Temps d'arrêt du piston à fin de course de choc;
*s*) Poids total de l'appareil.

Pour mettre le problème en équation, on sera obligé de se donner arbitrairement certains rapports de ces facteurs entre eux et de faire certaines hypothèses qui devront être ensuite vérifiées par l'expérience. Il y a lieu, en outre, de considérer d'autres facteurs pratiques dont certains échappent à toute mesure et qui sont :

1° Fuites entre les deux parties du cylindre (A. V. et A. R.) par le jeu du piston dans le cylindre, et frottement du piston contre les parois (nécessité d'une fabrication de haute précision);

2° Rebondissement du piston sur la tête de l'outil;

3° Recul de l'appareil (maniabilité);

4° Progressivité;

5° Facilité d'exécution des pièces et par suite prix de revient.

De toutes ces considérations, il résulte que la méthode analytique ne paraît pas devoir donner de résultat utile en pratique. C'est pourquoi la méthode expérimentale est seule employée pour l'étude et la mise au point de ces appareils.

C'est ainsi que, suivant le travail à exécuter avec le marteau, on sera conduit à adopter des dimensions différentes, pour certaines parties de l'appareil.

Si l'outil percutant est un burin, il est indispensable que le taillant du burin reste toujours en parfait contact avec le copeau qu'il faut détacher sur la pièce. On obtient ce résultat en frappant des coups appuyés sans rebondissement. Le piston doit avoir un temps d'arrêt assez long à sa fin de course bas (position représentée sur la figure 1) temps d'arrêt pendant lequel il reste appuyé sur la tête du burin.

Il faut pour cela un certain retard à l'échappement côté haut et à l'admission côté bas.

Par contre, si l'outil est une bouterolle travaillant sur la tête d'un rivet, une certaine vibration de la bouterolle sur le rivet favorisera le travail. Il faut alors des coups brefs, et, dans ce cas, le réglage sera différent.

Dans la plupart des marteaux pneumatiques, le piston frappe sur la tête d'un outil immobile emmanché à l'extrémité de l'appareil. Mais il existe une autre classe de marteaux dans lesquels l'outil est relié au piston par une tige traversant un presse-étoupes, et se déplace en même temps que lui. Ce sont les *fouloirs* ou *battes* employés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour pilonner certains matériaux tels que le sable des moules de fonderie, le béton, les moulages en terre réfractaire, etc. (fig. 7).

Enfin, pour certains travaux tels que le forage des trous de mine dans la roche ou le rivetage des entretoises de foyers, l'outil doit effectuer une rotation autour de son axe longitudinal entre chaque coup percutant.

Le marteau perforateur « Rapide » est un exemple de marteau pneumatique rotatif. Son distributeur est à peu de chose près celui des marteaux burineurs et riveurs et la rotation est obtenue à l'aide d'un système de rainures hélicoïdales et de cliquets.

On trouvera ci-après divers détails sur les marteaux des Forges et Ateliers de Meudon.

Fouloirs pneumatiques (fig. 7). — Les fouloirs pneumatiques F. A. M. ne comprennent qu'un petit nombre de pièces faciles à démonter et à nettoyer. Ils sont munis de la nouvelle distribution F. A. M. à pastille qui leur donne leur puissance et leur rapidité de frappe avec une consommation minime d'air comprimé.

MARTEAUX BURINEURS LÉGERS

| TYPE | LONGUEUR mm | POIDS kg | ALÉSAGE mm | COURSE mm | COUPS PAR MINUTE | CONSOMMATION PAR MINUTE D'AIR A LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE litres |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B 1 | 302 | 5.800 | 22 | 44 | 4.000 | 190 |
| B 2 | 338 | 4.170 | 22 | 65 | 3.000 | 240 |
| B 3 | 387 | 4.640 | 22 | 90 | 1.700 | 340 |

GROS MARTEAUX BURINEURS

| TYPE | LONGUEUR mm | POIDS kg | ALÉSAGE mm | COURSE mm | COUPS PAR MINUTE | CONSOMMATION PAR MINUTE D'AIR A LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE litres |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B 4 | 340 | 5.500 | 26 | 80 | 1.600 | 450 |
| B 5 | 420 | 6.500 | 26 | 130 | 1.200 | 480 |

MARTEAUX RIVEURS LÉGERS

| TYPE | POUR RIVETS JUSQU'A mm | LONGUEUR mm | POIDS kg | ALÉSAGE mm | COURSE mm | COUPS PAR MINUTE | CONSOMMATION PAR MINUTE D'AIR A LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE litres | TEMPS DE POSE D'UN RIVET secondes | CONSOMMATION D'AIR PAR RIVET litres |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R 4 | 16 | 340 | 5.500 | 26 | 80 | 1.600 | 440 | 9 | 66 |
| R 5 | 22 | 420 | 6.700 | 26 | 135 | 1.200 | 480 | 11 | 88 |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GROS MARTEAUX RIVEURS

| TYPE | POUR RIVETS JUSQU'A mm | LONGUEUR mm | POIDS kg | ALÉSAGE mm | COURSE mm | COUPS PAR MINUTE | CONSOMMATION PAR MINUTE D'AIR A LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE litres | TEMPS DE POSE D'UN RIVET secondes | CONSOMMATION D'AIR PAR RIVET litres |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R 6. . . . . | 28 | 440 | 8.900 | 31 | 126 | 1.200 | 720 | 12 | 140 |
| R 7. . . . . | 32 | 520 | 10.200 | 31 | 170 | 950 | 850 | 13 | 170 |

Ils peuvent être employés non seulement pour le foulage du sable de fonderie dans les moules, mais encore pour une grande variété de travaux tels que le pilonnage du béton, la fabrication de pierres artificielles, des agglomérés, damage des garnitures de fours et convertisseurs, décapage des chaussées en béton, damage de l'asphalte, etc., et en général dans tous les cas où l'on a besoin d'obtenir un pilonnage rapide et uniforme d'une matière quelconque.

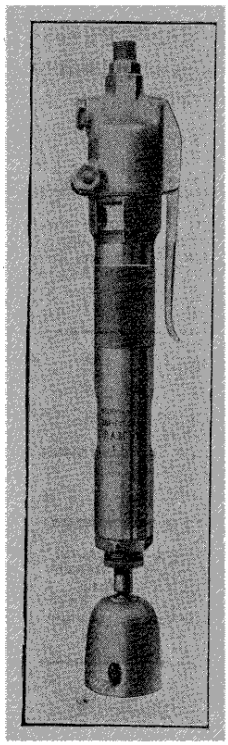


Fig. 7. — Marteau fouloir F. A. M.

Ces outils étant presque toujours employés pour le travail de matériaux sablonneux, il importe tout d'abord que les poussières ne puissent gêner leur fonctionnement. A ce sujet, il faut remarquer que le distributeur F. A. M. a un fonctionnement absolument sûr que ne peuvent gêner les poussières ou les matières grasses introduites dans la distribution, et c'est là une grande supériorité sur les distributeurs cylindriques. En outre, l'alésage intérieur du cylindre est cémenté et rectifié pour présenter une grande résistance à l'usure. Toutes les pièces des fouloirs sont en acier spécial choisi et traité avec le plus grand soin.

Les fouloirs sont équilibrés et l'opérateur n'a pas à en supporter le poids pendant leur fonctionnement : il lui suffit de diriger l'appareil.

Pour le graissage, utiliser un mélange de pétrole et d'huile non résineuse ne provoquant pas de gommage du piston. Vérifier de temps à autre le presse-étoupe et le bloquage de toutes les pièces. Plonger le fouloir dans le pétrole de temps à autre pour le nettoyer. Ne jamais faire fonctionner les fouloirs à vide ni sans pilette.

*Fouloir F. 10. C.* — Ce fouloir, court, convient pour les travaux de fonderie, d'établi, tels que petits moules et noyautage. La consommation est extrêmement réduite. On peut le livrer soit avec tige ronde, soit avec tige plate.

*Fouloir F. 10. L.* — Il est identique au précédent mais il est pourvu d'une rallonge permettant de travailler sur le sol. La rallonge, en trois pièces, permet trois combinaisons donnant respectivement 0,780 m, 0,890 m et 1,150 m de longueur. Il convient aussi pour le travail du béton.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Fouloir F. 16.* — Pour les gros travaux de fonderie et de travaux publics, ce fouloir à longue course est analogue aux fouloirs F. 10. Les combinaisons de la rallonge lui donnent les longueurs de 0,840 m, 0,950 m et 1,250 m. Les fouloirs F. 10. L et F. 16 sont normalement livrés avec tige ronde permettant la rotation de la pilette. Ces mêmes modèles peuvent aussi recevoir une tige comportant un méplat s'opposant à la rotation de la pilette, ce qui est nécessaire pour certains travaux spéciaux.

*Caractéristiques des fouloirs.*

| | F. 10. C. | F. 10. L. | F. 16. |
|---|---|---|---|
| | — | — | — |
| Longueur totale, mm (sans pilette) | 475 | 1.015 | 1.030 |
| Poids, kg. | 7 | 7,5 | 10 |
| Diamètre du piston, mm | 26 | 26 | 30 |
| Course du piston, mm | 120 | 120 | 160 |
| Nombre de coups par minute. | 800 | 800 | 600 |

MARTEAUX PERFORATEURS RAPIDES. MODÈLE 1922 (fig. 8). — Les Forges et Ateliers

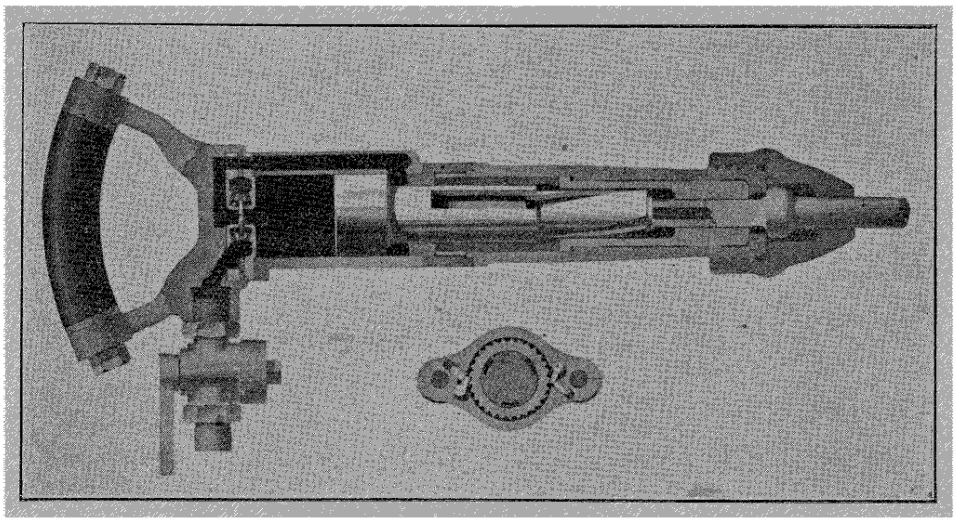


Fig. 8. — Marteau perforateur F. A. M., type M. B.

de Meudon construisent trois types de marteaux perforateurs, munis de la nouvelle distribution F. A. M.

*Type MB-1* à rotation lente pour roche dure.

Poids : 14,5 à 15 kg ;

Nombre de coups par minute : 1.500 environ ;

Nombre de tours du fleuret : 40 à 50.

*Type MD-2* à rotation rapide pour roche moyennement dure.

Poids : 14,5 à 15 kg ;

Nombre de coups par minute : 1.500 environ ;

Nombre de tours du fleuret : 80 à 90.

Ces types de marteaux sont à dégorgement de poussière par insufflation d'air et emploient des fleurets creux en acier rond de 22 mm, emmanchement carré avec

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

embase de 19 mm sur plat et 80 mm de longueur, avec taillant approprié à la dureté du terrain, soit en rosace étoilée à 3, 4, 5 ou 6 branches pour les roches dures, soit en Z pour les roches de dureté moyenne. Ils peuvent aussi recevoir les fleurets pleins et les fleurets à ailettes.

*Type MD* : Poids 11,5 à 12 kg, spécial pour roche très tendre, à rotation très rapide;

Nombre de coups par minute : 1.800 à 2.000;

Nombre de tours du fleuret : 160 à 180.

Ce type de marteau emploie des fleurets hélicoïdaux en acier à section en losanges avec taillant en Z, ou des fleurets à ailettes. Sur demande, il peut ainsi recevoir des fleurets creux avec un décaleur spécial.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTE D'AGRICULTURE

## Le matériel agricole à la Foire de Paris (10-25 mai 1922).

Sans vouloir passer en revue tous les types de machines agricoles exposées à la Foire de Paris, nous nous proposons de donner ici un rapide aperçu des dispositifs nouveaux présentés pour la première fois, ainsi que les tendances nouvelles vers lesquelles s'oriente la construction des machines agricoles.

Machines pour la préparation des terres. — On propose de remplacer pour la culture maraîchère le labour à la bêche ou à la houe, long et pénible, par le labour exécuté par une petite charrue tirée par un homme. Avec le labour à la bêche, un ouvrier travaille *par jour* une surface variant de 0,9 à 2,0 ares, tandis qu'avec une de ces charrues prenant 0,10 m de largeur, mais dont la profondeur n'atteint certainement pas celle d'un fer de bêche, un ou deux hommes peuvent labourer avec moins de fatigue 1 are par heure. Il reste à savoir si l'exécution de l'ouvrage est satisfaisante et si l'on ne perd pas en perfection ce que l'on gagne en rapidité.

Dans certains modèles, en particulier dans celui qu'exposent les Établissements Bajac, la charrue, qui est en définitive une charrue à age long, est manœuvrée par un seul homme. L'age se termine à sa partie antérieure par une traverse formant T : l'ouvrier marche en reculant, il a sous les yeux le travail exécuté, et il agit sur cette traverse à la fois pour exercer l'effort de traction nécessaire à l'avancement et pour maintenir l'équilibre de la charrue dans le plan longitudinal et dans le plan transversal.

Dans les charrues de M. Foucart et de M. Guenneteau, il faut deux hommes pour la manœuvre : l'un marchant en avant et porteur d'une bricole tire la charrue comme le ferait un attelage, l'autre tenant les mancherons assure la direction et l'équilibre de la machine. Le support est constitué soit par une roulette, soit par un petit rouleau.

La pratique des *labours à plat* s'est beaucoup développée dans certaines régions de France et en particulier dans les grandes exploitations des environs de Paris bien qu'il nous semble que l'on ait exagéré l'importance des charrues pour ces labours, alors que, avec des charrues versant d'un seul côté, il est possible d'exécuter le même travail aussi uniforme et dépourvu de dérayures. Toujours est-il que la petite culture qui hésite à faire l'acquisition d'un brabant-double demande des machines plus simples pouvant exécuter le même travail. C'est pour satisfaire cette clientèle que la société La Culture française expose des *charrues tourne sous sep* permettant d'effectuer les labours à plat, d'un prix moins élevé et moins lourdes qu'un brabant, mais qui, par contre, obligent à avoir un laboureur expérimenté

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pour la conduite, la charrue ne se maintenant pas toute seule en terre. En outre, sur le même bâti, il est possible, après avoir enlevé les deux corps de charrue, de fixer des pièces travaillantes de façon à transformer la machine en *buttoir, arracheur de pommes de terre, houe, herse.* Cette disposition permet dans une petite exploitation de diminuer l'importance du capital engagé.

Avec raison, la pratique des déchaumages se répand de plus en plus et comme conséquence, on voit apparaître dans les expositions un nombre de plus en plus grand de machines destinées à l'exécution de ces travaux. Un certain nombre de constructeurs exposent des *déchaumeuses* à 3 ou 4 raies d'une construction analogue à celle des charrues Sack importées en France avant la guerre, et certaines de ces machines, celles qui sont construites par exemple par la société Le Matériel agricole de Pierrefitte, sont établies avec le tirage à l'arrière.

On a cherché à avoir des déchaumeuses pouvant exécuter des labours à plat. Souvent la machine est montée en brabant-double à 3 raies et pour faciliter le retournement à l'extrémité du rayage, les extrémités des deux versoirs antérieurs sont réunies par un secteur qui s'appuie sur le sol pendant la rotation de l'age. La manœuvre est toujours assez pénible et afin de la supprimer les Établissements Candelier ont imaginé une déchaumeuse dans laquelle le retournement est effectué par l'attelage. Le bâti triangulaire de la machine qui supporte les pièces travaillantes se termine à l'avant et à l'arrière par deux arbres horizontaux disposés dans le prolongement l'un de l'autre. Ces arbres reposent respectivement par un avant-train et un arrière-train, de sorte que tout le bâti peut tourner autour d'un axe horizontal. Pendant le travail, un verrou maintient le bâti dans sa position. A l'extrémité du rayage, le conducteur le retire et dès que l'attelage commence à tourner, la charrue s'incline automatiquement du côté du guéret et effectue une demi-rotation complète en s'appuyant sur un secteur qui, pendant un certain temps, vient rouler sur le sol. Lorsque l'attelage a fini de tourner, la charrue est est alors de nouveau en terre, et le verrou s'enclenche.

Machines pour l'entretien des cultures et les ensemencements. — La *houe multiple* à un cheval a été l'objet d'une modification à peu près générale, relative au soulèvement du bâti, afin d'effectuer la tournée à l'extrémité du champ. Dans certains des anciens modèles, l'ouvrier soulevait légèrement le bâti et le maintenait à une certaine hauteur au-dessus du sol. Dans d'autres, après avoir soulevé le bâti, on pouvait le faire reposer sur un support spécial solidaire de l'essieu et de la limonière.

Dans la modification adoptée, l'essieu est coudé et il est solidaire d'un grand levier à portée de la main de l'ouvrier. Aussi, à l'extrémité du rayage, celui-ci en agissant sur ce levier, provoque la rotation de l'essieu coudé et par suite le soulèvement du bâti et des pièces travaillantes au-dessus du sol. Cette disposition est actuellement adoptée par un certain nombre de maisons, en particulier par les Établissements Bajac, Magnier-Bédu, Robart-Moral, etc.

L'utilisation de la culture mécanique pour les travaux de la culture courante conduit à avoir des *semoirs* de grande largeur afin d'utiliser le mieux possible la puissance du tracteur et d'augmenter la surface travaillée par jour. Cette largeur est limitée par celle des voies d'accès et des portes de ferme et par la difficulté d'effectuer les virages. Il faut toujours un mécanicien sur le tracteur et un homme à l'arrière pour surveiller le travail des distributeurs et débourrer, le cas échéant,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les coutres d'enterrage. Comme l'effort à faire à l'extrémité de chaque rayage pour déterrer les coutres est important, en raison de la grande largeur de la machine, il est préférable de charger le tracteur de ce travail en disposant sur le semoir un dispositif de relevage automatique basé sur le même principe que celui qui est employé couramment sur les charrues. La maison Th. Pilter exposait des semoirs établis de cette façon, à 22 rangs et travaillant sur une largeur de 3,20 m.

Moteurs. — Un grand nombre de moteurs fixes ou locomobiles, d'une puissance variant de 2 à 10 ch, sont proposés pour actionner les machines de la ferme. Alors que les moteurs à vapeur sont réservés aux groupes de battage, les moteurs à explosions, en raison de leur facilité de mise en route, de leur encombrement réduit, prennent une place de plus en plus importante.

Ce sont des moteurs à quatre temps, fonctionnant à l'essence minérale, et munis d'un carburateur et d'une magnéto, ou bien des moteurs utilisant des combustibles d'un prix moins élevé que l'essence, tels que la naphtaline ou les huiles lourdes. Pour ces derniers, le moteur est à forte compression et fonctionne suivant le cycle Diesel. Enfin quelques constructeurs préconisent l'emploi du moteur à deux temps brûlant soit l'essence minérale avec allumage par magnéto, ou des huiles lourdes avec allumage au moyen d'une boule non refroidie constituant ce que l'on appelle communément les moteurs semi-Diesel.

Les moteurs à quatre temps, fonctionnant à l'essence minérale ne présentent rien de particulier. Ce sont généralement des moteurs verticaux monocylindriques, tournant à faible vitesse angulaire, 500 à 800 tours par minute. Le moteur possède un et souvent deux volants; il est muni d'un régulateur qui maintient constante la vitesse de rotation.

On pourrait s'étonner de voir l'agriculture utiliser un combustible aussi onéreux que l'essence mais il ne faut pas oublier que ces moteurs, qui font tourner les machines de l'atelier de préparation des aliments du bétail (hache-paille, coupe-racines, brise-tourteaux, etc.), une pompe, ou une scie ou des machines analogues, ne travaillent que peu de temps par jour. Par conséquent, le prix du combustible diminue d'importance et la question n'est plus du tout la même que lorsqu'il s'agit d'un tracteur développant une puissance beaucoup plus grande et travaillant jusqu'à 8 et 10 heures par jour. Néanmoins, il faut encourager les industriels qui s'efforcent de réduire les consommations par cheval-heure et il convient de citer à ce propos les moteurs de la Société Bernard-moteurs, qui, grâce à un carburateur convenablement étudié, ne consomment que 0,250 à 0,300 kg par cheval-heure.

Tous ces moteurs sont destinés à actionner les différentes machines de la ferme, lesquelles sont la plupart du temps dispersées suivant les commodités de travail. Il est rare que toutes les machines soient disposées à proximité d'une transmission qui serait commandée par le moteur placé à poste fixe : la commande de chaque machine se faisant alors à volonté par un débrayage constitué par poulies folle et fixe. Le plus souvent, le moteur est locomobile, monté sur chariot ou sur traîneau et il est déplacé au fur et à mesure des besoins.

Dans le but de réduire ces manœuvres, nécessitées par le déplacement du moteur, le délignage et le calage, M. Dubois à imaginé ce qu'il appelle le *polymoteur* Dubois.

M. Dubois prend un moteur aussi léger que possible de façon que son transport d'un point à un autre puisse se faire à bras d'homme et par une seule personne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le moteur est à quatre cylindres, à très grande vitesse angulaire : il peut développer une puissance de 4 ch à 3.000 tours par minute. Son poids en ordre de marche est de 50 kg et son encombrement de 0,53 m × 0,40 m × 0,50 m. On dispose alors à côté de chacune des machines que le moteur doit successivement actionner, à l'emplacement convenable, un bâti constitué par un cadre pourvu de glissières. C'est sur ce cadre que l'on vient placer le moteur; il est automatiquement déligné et la tension de la courroie est obtenue par un ressort de rappel, le moteur se déplaçant dans ses glissières.

M. Bruneau a cherché à abaisser le prix de revient du cheval-heure par l'emploi de la *naphtaline*. Ce combustible, qui est solide à la température ordinaire, fond à la température élevée de 218° et nécessite par conséquent un réchauffage énergique avant d'être introduit dans le cylindre. Dans ce but, le réservoir à naphtaline, le carburateur et la tuyauterie reliant d'une part le réservoir au carburateur et d'autre part le carburateur au moteur, sont à double paroi et dans l'intervalle circulent les gaz de l'échappement. Le départ se fait à l'essence jusqu'à ce que la naphtaline soit devenue liquide et l'arrêt a lieu également à l'essence afin de ne pas avoir dans le cylindre un dépôt de naphtaline solide qui constituerait un obstacle pour la mise en route suivante. La consommation de naphtaline serait de 0,325 kg par cheval-heure. Or la naphtaline, valant actuellement 70 f les 100 kg, le prix du cheval-heure serait de 0,23 f.

Des moteurs sont proposés pour l'utilisation des huiles lourdes. Les uns fonctionnent suivant le cycle Diesel, en particulier les moteurs Hindl, Charles, etc.; d'autres sont à deux temps et dits semi-Diesel (Charles, SAMCI, etc.).

Citons enfin le moteur Petter Junior, qui est à deux temps, fonctionne au pétrole, mais dont l'allumage se faisant par magnéto permet la mise en route instantanée à l'essence.

***

Enfin il y a lieu de signaler le grand développement pris par les *machines à bois*, destinées particulièremet aux travaux de charronnage. Les prix élevés de la main-d'œuvre engagent les artisans locaux à exécuter mieux et plus rapidement les différents travaux mécaniquement, surtout s'ils peuvent avoir à leur disposition de la force motrice à bon compte, fournie par exemple par une chute d'eau. C'est ainsi que l'on trouve toute une série de machines destinées à faire les raies et les jantes suivant un profil donné, des *tenonneuses*, des *mortaiseuses* avec diviseurs de moyeu, etc., et, en particulier, des *dégauchisseuses d'établi* qui peuvent trouver leur place, même dans les ateliers les plus modestes.

***

La question de la suspension des voitures préoccupe beaucoup d'inventeurs. M. Loudier a exposé des *ressorts mi-bois mi-acier* dans lesquels les lames d'acier sont séparées par des lamelles de bois. Il est évident que les ressorts tels qu'ils sont construits actuellement avec des lames d'acier superposées n'ont pas un fonctionnement irréprochable. Le graissage n'est jamais bien assuré de sorte que les différentes lames se freinent mutuellement et le ressort est toujours paresseux : il agit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trop tard et il agit trop fort. L'invention de M. Loudier a pour but de remédier à ces inconvénients en employant des lamelles de bois, traitées chimiquement, qui joueraient un rôle important dans la lubrification du ressort.

*
* *

La conclusion qui se dégage de la Foire de Paris, où ne sont exposées que des machines françaises, est que notre industrie s'oriente de plus en plus vers la construction du matériel agricole. Des maisons qui ne s'occupaient que d'importation ont créé des usines en France, d'autres qui ne faisaient que du matériel industriel construisent actuellement des machines agricoles, telles que des écrémeuses ou des moteurs. En ce qui concerne les charrues, nos agriculteurs achètent en France le matériel qui leur est nécessaire et font peu appel à l'importation. Il y aurait intérêt à ce qu'il en soit de même pour les machines de récolte qu'ils devraient se procurer sur notre territoire, sans avoir besoin de faire appel à la construction étrangère.

G. Passelègue,
*Ingénieur-agronome,*
*préparateur à la Station d'Essais de Machines.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTE DU COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

## L'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes de 1924.

L'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes, décidée en 1912 et prévue pour 1916, aura lieu en 1924, conformément au projet du Gouvernement.

Son emplacement comprendra l'Esplanade des Invalides, le pont Alexandre-III et les quais et berges avoisinants, les jardins du Cours la Reine, depuis le pont de la Concorde jusqu'au pont des Invalides, et le Grand Palais tout entier, au total 23 ha (voir le plan et la vue perspective).

Pour juger de l'urgence de cette manifestation dans notre situation actuelle, il suffit de se souvenir du conseil de Necker : « Le goût est, pour la France, le plus adroit de tous les commerces. » Rien ne peut mieux contribuer au développement de notre expansion économique que l'exportation de nos objets usuels et de nos objets de luxe.

C'est par leur évolution continuelle que nos styles passés ont pu jadis imposer au monde leurs qualités d'invention. Il est temps de montrer que les recherches de nos artistes et de nos industriels nous ont dotés d'un art décoratif moderne qui ne le cède en rien, par la logique et la grâce de sa conception, par la perfection de son exécution, aux œuvres qui firent naguère la gloire de nos industries d'art.

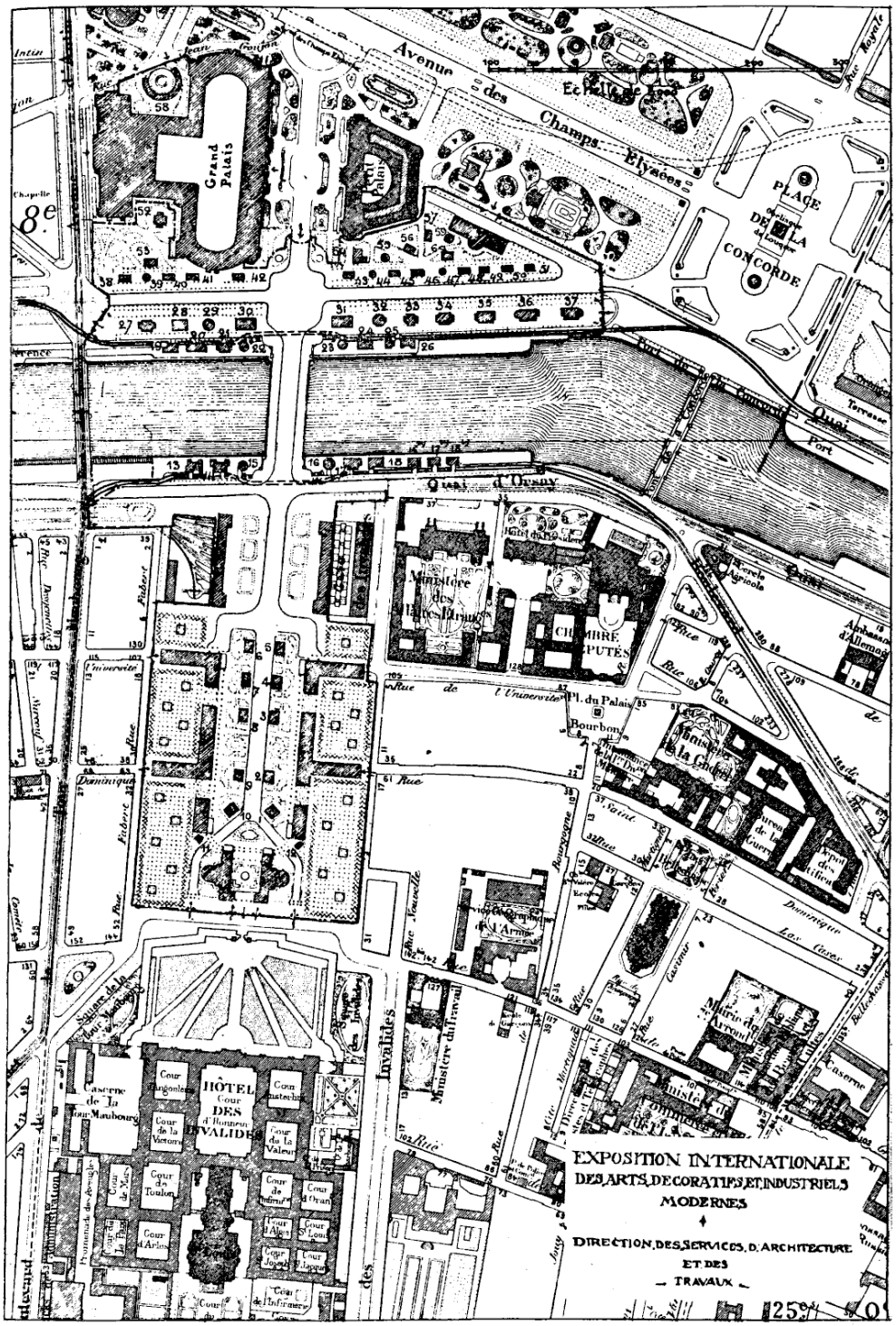
L'urgence paraît d'autant plus grande que nous avons déjà été devancés par la Belgique qui, en 1921, organisait à Gand une Exposition internationale de l'Architecture et des Industries connexes, par la Suisse et par l'Allemagne même qui ont ouvert, cette année, à Genève et à Munich, des expositions d'art industriel moderne, par l'Italie, l'Espagne, la Suède, qui en préparent d'autres pour l'an prochain, à Monza, à Barcelone, à Stockholm.

L'exposition de 1924 ne sera pas une exposition de beaux-arts.

Ainsi que le fait ressortir la circulaire envoyée le 15 mai dernier aux Présidents des Chambres de Commerce, des Syndicats, des Associations d'artistes et d'artisans, par le Ministre du Commerce et de l'Industrie (note I), tous les objets usuels, depuis les plus petits jusqu'aux plus grands, depuis les plus simples jusqu'aux plus précieux, y figureront, les ustensiles de ménage comme les bijoux ou les automobiles.

Aucune limitation n'est envisagée dans la destination des objets ; en revanche, pour chaque sorte d'objets, s'imposera une sélection rigoureuse, afin de ne présenter que des œuvres dont l'exécution comporte, avec une parfaite adaptation à la destination de l'objet et aux conditions de la vie moderne, des qualités certaines d'art et d'originalité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires




Emplacement de l'Exposition.

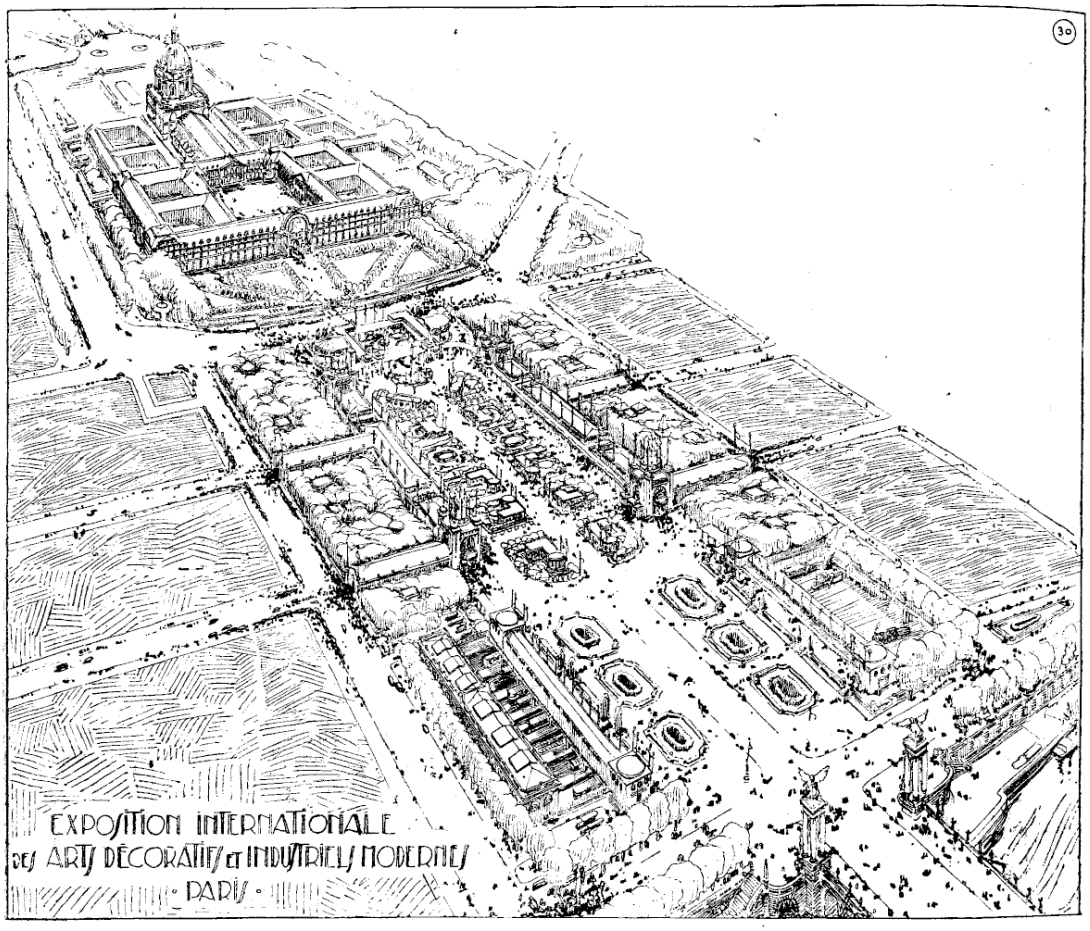


Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le projet de règlement (note II) et le projet de classification (note III) sont l'application de ces principes et de ces tendances.

C'est en cela que cette exposition offrira un égal intérêt pour tous, producteurs et consommateurs.

Afin de présenter les œuvres de la manière la plus favorable et de permettre au




Vue perspective de l'Exposition. Esplanade des Invalides.

public d'apprécier ces œuvres dans le milieu auquel elles sont destinées, la place la plus large, soit dans les stands installés dans les galeries de l'Esplanade des Invalides, soit dans les pavillons isolés de l'Esplanade ou du Cours la Reine, sera réservée aux ensembles.

L'aspect général de l'Exposition, tenant compte de l'harmonie décorative qu'offrent les jardins du Cours la Reine, les rives de la Seine, les arbres de l'Esplanade et le dôme des Invalides, ne comprendra que des bâtiments de dispositions simples, de faible hauteur : seuls quatre grands pavillons s'élèveront au-dessus des galeries

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

basses, portant à leur partie supérieure des restaurants d'où l'on jouira de la vue de l'ensemble de l'Exposition.

Les arbustes et les fleurs joueront le plus grand rôle, plutôt que les amas de staffs que présentait l'architecture des expositions précédentes.

Ce qui est nécessaire pour le succès de la section française, c'est qu'une discipline y préside.

Si les expositions du Pavillon de Marsan, du Salon d'Automne, si les manifestations récentes organisées en province par les comités techniques des arts appliqués, à Rennes, à Bordeaux, à Caen, montrent des exemples individuels intéressants, il faut autre chose pour donner, dans une manifestation internationale comme celle de 1924, l'impression d'unité qui peut faire ressortir la supériorité de la production d'un pays sur celle d'un autre.

A cet égard, on doit espérer beaucoup, non pas seulement de l'office de liaison entre artistes et industriels créé par le Gouvernement, mais surtout des initiatives particulières, comme la convention passée récemment entre les chambres syndicales de l'ameublement, des bronzes, etc. et le Syndicat des Artistes décorateurs, ou comme le groupement d'artistes et d'industriels formé par la Société de l'Art appliqué aux Métiers.

C'est en effet en mettant leurs capacités spéciales au service de l'œuvre commune que l'artiste, l'industriel et le commerçant pourront créer des objets qui ne prêtent à aucune critique au point de vue de l'aspect, de la technique, de la commodité et de l'économie.

C'est à ce prix que la Section française doit triompher dans cette lutte pacifique.

H. M. MAGNE,
*Membre du Conseil.*

---

## NOTE 1. — CIRCULAIRE DU MINISTRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE,

*Paris, le 15 mai 1922.*

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

L'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes s'ouvrira à Paris au printemps de 1924; elle s'étendra des Invalides au Cours la Reine et comprendra le Grand Palais tout entier.

Elle montrera le tableau complet de la production actuelle de celles de nos industries métropolitaines et coloniales qui offrent des qualités d'art et un caractère nettement moderne.

C'est dire que toute copie ou contrefaçon de style ancien en sera bannie; c'est dire aussi que toutes les industries y figureront, les œuvres les plus simples et les plus usuelles étant susceptibles de présenter autant de beauté que les objets les plus précieux.

Tous les industriels, tous les artistes, tous les artisans, quelle que soit la matière qu'ils travaillent, bois, pierre, métal, céramique, verre, papier, tissus, etc., quelle que soit la forme sous laquelle ils l'emploient, quelle que soit la destination à laquelle ils l'appliquent, peuvent et doivent se montrer modernes, — ainsi que le furent, en leur temps, leurs illustres devanciers des siècles passés, — en donnant à chaque objet une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

forme logique, harmonieuse, exactement adaptée aux conditions de la vie actuelle et traduite par une exécution parfaite.

Afin de permettre aux artisans et aux industriels d'unir leurs efforts, un organe de liaison a été créé auprès du Commissariat général : le succès n'est possible, en effet, que par une étroite collaboration entre les artistes créateurs de modèles nouveaux (susceptibles d'être reproduits par unités, en nombre limité ou en série), les artisans, héritiers des saines traditions, et les industriels pourvus de moyens puissants d'exécution.

Sans attendre l'invitation officielle qui sera faite à brève échéance, je crois devoir appeler dès maintenant l'attention des industriels, des artisans et des artistes sur l'importance exceptionnelle de la grande manifestation de 1924.

Il importe que chacun envisage, sans plus tarder, sa collaboration à cette œuvre dont dépendent le développement de nos exportations et notre prospérité économique, autant que la réputation d'invention et de goût de notre pays.

Vous voudrez bien m'accuser réception de la présente communication sous le timbre : Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes.

Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le Ministre du Commerce et de l'Industrie.

Par autorisation :
*Le Commissaire général,*
FERNAND DAVID,
Sénateur.

---

## NOTE II. — PROJET DE RÈGLEMENT

ARTICLE PREMIER. — L'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes sera ouverte à Paris, du mois de mai au mois de septembre 1924.

La date d'ouverture et celle de la clôture de l'exposition seront fixées par arrêté ministériel.

### TITRE I. — CLASSIFICATION GÉNÉRALE.

ART. 2. — Les objets exposés sont répartis entre 5 groupes :

Groupe I. — Architecture (classes 1 à 6).

Groupe II. — Mobilier (classes 7 à 18).

Groupe III. — Parure (classes 19 à 22).

Groupe IV. — Arts du théâtre, de la rue et des jardins (classes 23 à 25).

Groupe V. — Enseignement (classes 26 à 34).

ART. 3. — Chacun de ces groupes est divisé en classes suivant la classification générale annexée au présent règlement.

Cette classification énumère sommairement les objets que chaque classe doit renfermer.

L'énumération n'est pas limitative.

En cas de doute sur le classement d'un objet, il est statué par le Commissaire général.

Les modifications de détail qu'il pourrait être ultérieurement nécessaire d'apporter à la répartition des objets entre les groupes et les classes seront approuvées par arrêté du Ministre du Commerce et de l'Industrie, sur la proposition du Commissaire général.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## TITRE II. — CONDITIONS GÉNÉRALES D'ADMISSION

ART. 4. — Sont admises à l'exposition les œuvres d'une inspiration nouvelle et d'une originalité réelle exécutées et présentées par les artistes, artisans, industriels créateurs de modèles et éditeurs et rentrant dans les arts décoratifs et industriels modernes.

En sont rigoureusement exclues les copies, imitations et contrefaçons des styles anciens.

Ne peuvent également être exposés :

1° Les tableaux, statues ou œuvres qui ne participeraient pas étroitement à un ensemble décoratif;

2° Les procédés techniques ou de fabrication à moins qu'ils ne soient destinés à figurer dans le groupe de l'enseignement;

3° Les ébauches. Seuls sont admis les objets finis pouvant être exécutés par unités, en nombre limité ou en série, soit qu'ils forment un tout complet et immédiatement utilisable, soit que ces objets constituent les parties principales d'un tout et soient alors présentés dans un état tel que le caractère artistique en soit incontestable. Certaines exceptions pourront être faites en faveur d'objets destinés à prendre place dans le groupe de l'enseignement.

Les objets doivent être accompagnés de mentions indiquant les noms des artistes créateurs des modèles et ceux des éditeurs ou fabricants.

## TITRE III. — SECTION FRANÇAISE

### Comité d'admission et d'installation. Comités régionaux.

ART. 5. — Les demandes d'admission doivent contenir la désignation des œuvres, leurs dimensions et toutes indications utiles, conformément aux modèles arrêtés par le Commissaire général.

Il doit notamment y être joint une représentation photographique ou graphique ou une maquette ou une esquisse de l'objet présenté.

Les demandes d'admission doivent être déposées dans le délai prescrit par le Commissaire général.

*Comités d'admission.*

ART. 6. — Les demandes d'admission sont soumises à l'examen d'un Comité général d'admission. Ce comité est composé de membres choisis par tiers parmi les artistes, parmi les industriels et parmi les personnalités spécialement qualifiées par leurs fonctions ou leur compétence. Il est nommé par le Ministre du Commerce sur la proposition du Commissaire général.

Il est divisé, pour les opérations d'admission, en comités de groupe, correspondant aux cinq groupes de la classification, lesquels sont subdivisés en comités de classe, correspondant aux trente-quatre classes de la classification. La représentation proportionnelle des artistes, des industriels et des personnalités compétentes sera, autant que possible, la même dans les Comités de groupe ou de classe que dans le Comité général.

Les Comités de classe préparent le travail d'admission, qui doit être ensuite approuvé par les Comités de groupe, puis par le Comité général.

Les admissions prononcées sont modifiées par le Commissaire général.

ART. 7. — Le caractère général des œuvres présentées à l'admission, tel qu'il résultera des photographies, dessins, maquettes ou esquisses, joints aux demandes d'admission, ne peut être modifié sans nouvel examen du Comité qui a statué sur l'admission.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Comités d'installation.*

ART. 8. — Les Comités d'admission seront convertis par le Commissaire général en Comités d'installation. Font partie de droit des Comités d'installation les architectes et décorateurs chargés des installations de groupes et de classes ainsi que les architectes chargés de la construction des pavillons de l'Exposition.

*Comités régionaux.*

ART. 9. — Il est institué, dans chaque région où ont été créés par arrêté du 10 août 1915 des Comités d'arts appliqués, un Comité dont les membres seront nommés par le Ministre sur la proposition du Commissaire général, et qui aura pour mission :

1° de faire connaître dans toute l'étendue de la région les actes officiels concernant l'organisation et le but de l'Exposition;

2° de signaler les artistes, artisans, industriels et éditeurs dont la participation à l'Exposition serait considérée comme utile à son succès;

3° de provoquer toutes mesures destinées à faciliter les participations individuelles ou collectives de la région.

## TITRE IV. — SECTIONS ÉTRANGÈRES.

ART. 10. — Les pays étrangers qui doivent être invités à prendre part à l'Exposition seront désignés par le Gouvernement.

ART 11. — Chacun des pays étrangers admis à participer à l'Exposition doit se faire représenter par un délégué auprès du Commissaire général. Ce délégué est seul chargé de traiter avec le Commissaire général les questions qui intéressent ses nationaux, notamment celles qui sont relatives à l'attribution ou à la répartition des emplacements entre les exposants de son pays, aux constructions spéciales et à l'admission des objets ou à leur installation.

L'administration de l'Exposition ne correspond pas directement avec les exposants étrangers.

ART. 12. — Les sections organisées par les pays admis à participer à l'Exposition sont soumises à tous les règlements généraux et doivent se conformer aux mesures touchant à la sécurité et à l'ordre public.

ART. 13. — L'admission des œuvres dans les sections étrangères est prononcée par le Commissaire général français, sur la demande et sous la responsabilité du délégué du pays auquel appartient l'exposant.

Le Commissaire général français a le droit de s'opposer à l'installation d'œuvres qui ne seraient pas reconnues conformes au programme de l'Exposition.

## TITRE V. — JURYS ET RÉCOMPENSES.

ART. 14. — Le jugement des objets exposés est confié à un Jury international, nommé par arrêté ministériel sur la proposition du Commissaire général et constitué en conformité des règles suivantes :

1° Chaque pays est représenté dans le jury en proportion de la part qu'il prend à l'Exposition, cette part étant déterminée en tenant compte :

*a*) du nombre de ses exposants, non compris les collaborateurs et coopérateurs;

*b*) de la superficie qu'ils occupent.

Chaque pays a droit à un juré au moins dans toute classe où ses produits sont exposés, sauf dans le cas où l'Administration de l'Exposition et le Commissaire ou Délégué du pays

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

intéressé sont d'accord pour reconnaître que cette représentation n'est pas justifiée par l'importance de sa participation dans cette classe.

Aucun pays ne peut avoir plus de sept jurés dans une même classe.

2° Les jurys sont autorisés à procéder ou à faire procéder à des expertises techniques à moins que le Commissaire ou Délégué du pays intéressé ne déclare cette opération impossible en raison de circonstances spéciales.

3° Le jury comporte trois degrés de juridiction : jury de classe, jury de groupe, jury supérieur.

La décision du jury supérieur est définitive.

ART. 15. — Les délibérations du jury à tous les degrés sont tenues rigoureusement secrètes.

ART. 16. — Les membres français du jury sont pris parmi les membres du Comité général d'admission ou sur les listes de présentation dressées par ce comité.

ART. 17. — Les jurys doivent récompenser aussi bien les créateurs de dessins et modèles que les éditeurs ou fabricants.

Pour décerner les récompenses, les jurys ne doivent prendre en considération que les objets exposés.

Le nombre des hautes récompenses sera limité.

Les récompenses se divisent en six catégories :

1° Diplômes de grands prix;

2° Diplômes d'honneur ;

3° Diplômes de médaille d'or ;

4° Diplômes de médaille d'argent;

5° Diplômes de médaille de bronze;

6° Mentions.

En outre, il peut être attribué des diplômes aux collaborateurs des exposants récompensés ou mis hors concours.

La liste des récompenses n'est définitive qu'après avoir été sanctionnée par le jury supérieur.

ART. 18. — La mise hors concours, ne donnant lieu à aucun jugement des objets exposés, ne peut être considérée comme une récompense.

Sont mis hors concours :

1° Dans toutes les classes, les exposants membres du jury, les sociétés ou associations représentées dans le jury;

2° Dans les classes où ils en remplissent les fonctions, les exposants experts du jury.

Cette mise hors concours n'est applicable ni aux administrations publiques ni aux sociétés ou associations poursuivant un but désintéressé.

Les exposants mis hors concours recevront un diplôme commémoratif indiquant la collaboration qu'ils ont apportée aux opérations du jury.

## TITRE VI. — PROTECTION DES OBJETS EXPOSÉS

ART. 19. — Les objets exposés bénéficient de la protection temporaire prévue par la loi du 13 avril 1908 dans les conditions déterminées par le décret du 17 juillet 1908 relatif à la protection de la propriété industrielle dans les expositions organisées en France avec l'autorisation de l'Administration ou son patronage.

ART. 20. — Il est rigoureusement interdit de dessiner, copier, mesurer, photographier, de reproduire par modelage ou moulage ou sous une forme quelconque les objets exposés sans l'autorisation écrite de l'exposant visée par le Commissaire général.

ART. 21. — L'Administration prendra des mesures pour protéger contre tous dommages les objets exposés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Néanmoins, elle ne sera en aucun cas responsable des incendies ou des autres accidents dont ces objets auraient à souffrir, quelles que soient la cause et l'importance du dommage. Les exposants auront à assurer leurs objets, directement et à leurs frais, s'ils jugent à propos de le faire.

ART. 22. — Bien que repoussant toute responsabilité pour les vols et détournements qui pourraient être commis dans l'enceinte de l'Exposition et indépendamment des services spéciaux qui pourraient être institués dans les Sections, le Commissaire général organisera et dirigera un service de surveillance destiné à prévenir les délits.

## TITRE VII. — CATALOGUE DES OBJETS EXPOSÉS

ART 23. — Il sera dressé, en langue française, un catalogue méthodique et complet des objets exposés, avec indication du nom des exposants et de leurs collaborateurs ainsi que des places occupées dans les pavillons, galeries, parcs et jardins.

Des décisions ultérieures prises par le Ministre du Commerce et de l'Industrie, sur la proposition du Commissaire général, règleront le mode de publication de ce catalogue et fixeront le nombre de lignes accordées aux exposants.

ART. 24. — Chaque pays étranger aura le droit d'imprimer et de publier à ses frais un catalogue spécial des objets exposés dans sa section après visa du Commissaire général français.

ART. 25. — Toutes les annonces ou pièces imprimées émanant d'exposants et destinées à être affichées ou distribuées dans l'enceinte de l'Exposition devront, au préalable, être approuvées par le Commissaire général, après avis du Délégué du pays intéressé s'il s'agit des sections étrangères.

## TITRE VIII. — VENTE DES OBJETS EXPOSÉS

ART. 26. — Les exposants ont la faculté de vendre les objets exposés ou des exemplaires desdits objets, s'il s'agit d'objets édités.

Toutefois, les objets figurant à l'Exposition ne pourront, qu'ils soient vendus ou non, être retirés de l'Exposition avant la clôture.

## DISPOSITIONS GÉNÉRALES

ART. 27. — Les locaux affectés à l'Exposition seront constitués en entrepôt réel de douanes et d'octroi.

Un décret interviendra pour régler l'application du présent article.

ART. 28. — La qualité d'exposant comporte soumission sans réserve aux dispositions ci-dessus, à celles des règlements spéciaux ainsi qu'aux mesures d'ordre et de police qui seront prescrites tant par les autorités françaises que par le Commissaire général français.

ART. 29. — Le Commissaire général est chargé de l'exécution du présent règlement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTE III. — PROJET DE CLASSIFICATION GÉNÉRALE

## GROUPE I. — ARCHITECTURE

### CLASSE 1. — **Architecture.**

1° *Architecture exécutée.*
2° *Maquettes, représentations graphiques et photographiques.*

Architecture publique :

Plans de ville, places publiques, mairies, maisons du peuple, hôtels de ville, musées, bourses, églises et temples, halles et marchés, casernes, observatoires, lycées, écoles, hôpitaux, asiles, crèches, monuments funéraires, postes, gares, ponts, aqueducs, palais, stades, terrains de jeux et de sports, installations d'expositions, etc.

Architecture privée :

Immeubles industriels, banques, usines, établissements de bains et thermaux, hôtels de voyageurs, auberges et hôtels de tourisme, boutiques, hôtels particuliers, immeubles de rapport, habitations à bon marché, habitations à loyer modéré, cités-jardins, cités ouvrières, maisons ouvrières, villas, écuries, remises, garages, châlets, cottages, fermes, etc.

### CLASSE 2. — **Art et Industrie de la Pierre.**

*Matières.* — 1° Pierre, grès, granit, lave, schiste.
2° Marbre, albâtre.
3° Ciment, béton armé, chaux, plâtre, stuc, etc.
4° Matériaux artificiels (pierre armée, marbres reconstitués, composés du ciment et du liège, staff, etc.).

*Destinations.* — Revêtement du mur, du sol et du plafond, cheminées, escaliers, vases, vasques, piédestaux, etc.

### CLASSE 3. — **Art et Industrie du Bois.**

*Matières.* — Tous bois assemblés, sculptés, menuisés, découpés, plaqués et contre-plaqués.

*Destinations.* — Tous travaux de charpente et menuiserie ouvragée; lambris, solives, escaliers, parquets, devantures, huisseries, persiennes, palissades, auvents, treillages, etc.

### CLASSE 4. — **Art et Industrie du Métal.**

*Matières.* — Acier, fer, fonte, cuivre, zinc, plomb, aluminium, étain.

*Tous procédés.* — Martelé, fondu, découpé, estampé, étampé, embouti.

*Destinations.* — Construction métallique, persiennes, balcons, grilles, rampes, tuyaux de descente, lucarnes, chéneaux, crêtes, épis, girouettes, ancres, marquises, réverbères, cages d'ascenseurs, enseignes, serrures, verrous, targettes, poignées de tirage, crémones, espagnolettes, appareils de chauffage et de ventilation, poêles, radiateurs, etc.

### CLASSE 5. — **Art et Industrie de la Céramique.**

*Matières.* — Terre cuite, faïence, grès, porcelaine.

*Destinations.* — Revêtement et pavement, cheminées, épis, antéfixes, tuiles et briques, mosaïque, installation de salle de bains.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CLASSE 6. — **Art et Industrie du Verre.**

*Matières.* — Verre incolore et de couleur, glace, cristal, pâtes de verre, émaux.
*Destinations.* — Vitraux, mosaïques de verre, verre émaillé, verre armé, imprimé, vitrifications pour revêtement et pavement, etc.

## GROUPE II. — MOBILIER

CLASSE 7. — **Ensembles de Mobilier.**

1° *Mobiliers exécutés.*
2° *Maquettes, représentations graphiques et photographiques.*
3° *Destinations.* — Mobiliers réunissant tous les arts, pièces d'habitation pour toutes destinations, cabines téléphoniques, installations de salles d'usine, de magasins et de boutiques, cantines, salles à manger, bureaux, salons, cuisines, bibliothèques, logements d'ouvriers, installations de wagons et de bateaux, salles de classe, etc.

CLASSE 8. — **Art et Industrie du Bois et du Cuir.**

*Matières.* — Tous bois, joncs, rotins, osier, paille, fibres végétales, rafia, abaca, cuirs pour l'ameublement et la tenture.
*Destinations.* — Meubles et sièges, moulures, cadres, baguettes, vannerie, stores de bois filés, instruments et appareils de sports, etc.

CLASSE 9. — **Tabletterie, Maroquinerie.**

*Matières.* — Laque, ivoire, écaille, corne, nacre, celluloïd, galalithe, etc.
*Destinations.* — Tous objets pour la toilette, étuis, fume-cigares, brosserie, etc.

CLASSE 10. — **Art et Industrie du Métal.**

*Matières.* — Or, argent, platine, bronze, aluminium, cuivre, tôle, acier, étain, fer battu, fonte de fer, zinc, etc.
*Destinations.* — Orfèvrerie religieuse ou civile, bronze d'ameublement, monnaies et médailles, grosserie et petite partie d'or et d'argent, émaillerie, dinanderie, ferronnerie, luminaire, coutellerie, horlogerie, armurerie, quincaillerie, literie de métal, batterie de cuisine, articles de ménage de fer battu et de fer blanc et tôles peintes ou émaillées, étamées ou galvanisées, etc.

CLASSE 11. — **Art et Industrie de la Céramique.**

*Matières.* — Terre cuite, faïence, biscuit, porcelaine, grès.
*Destinations.* — Service de table, de cuisine, de toilette, salle de bains, etc., luminaire, céramique de décoration, émaillerie sur céramique.

CLASSE 12. — **Art et Industrie du Verre.**

*Matières.* — Verre et cristal, pâtes de verre, émaux sur verre.
*Destinations.* — Gobeleterie, flacons, bouteilles, service de table et toilette, verreries d'éclairage, miroiterie, vitrifications, perles, couronnes mortuaires, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

### Classe 13. — **Art et Industrie des Textiles.**

*Matières.* — Soie, laine, coton, chanvre, lin, ficelle, jute, abaca, tissus de poils, tissus de fibres, papier, feutre et autres textiles naturels ou artificiels.

*Destinations.* — 1° Étoffes d'ameublement et de tenture :

*a*) Façonnées, brochées, lamées;

*b*) Imprimées, peintes, teintes.

2° Passementerie, broderie, dentelles d'ameublement.

3° Lingerie de table et de tenture.

4° Tapis.

5° Tapisseries.

### Classe 14. — **Art et Industrie du Papier.**

*Matières.* — Tous papiers de chiffons, bois, paille, etc.

*Destinations.* — 1° Papiers peints :

*Tous procédés.* — Gaufrage, satinage, métallisation, imitation de cuir, etc.

2° Livre :

Papiers, caractères, dispositions typographiques, illustrations et tous ornements destinés à la décoration du livre, reliures et couvertures, papiers et étoffes de garde.

3° Journaux et revues.

4° Estampe, chromolithographie.

5° Photographie.

6° Papeterie :

*a*) Menus, faire-part, titres et papier-monnaie, prospectus, cartes à jouer, timbres-poste, almanachs et calendriers;

*b*) Papier à lettres, cartes postales, tabletterie spéciale de bureau.

7° Cartonnage :

*a*) Boîtes à parfumerie, pour modes, etc.;

*b*) Objets en pâte de papier comprimé.

### Classe 15. — **Jeux et Jouets.**

### Classe 16. — **Appareils scientifiques.**

Tous instruments de précision concernant l'optique, la photographie, etc.

### Classe 17. — **Instruments de musique.**

### Classe 18. — **Moyens de transport.**

Rentrent dans cette classe toutes maquettes et toutes décorations fixes extérieures ou intérieures de paquebot, yacht, tramway, wagons, automobiles et moyens de transport.

## GROUPE III. — PARURE

### Classe 19. — **Vêtement.**

1° Vêtements de femme, vêtements d'homme y compris chasublerie, vêtements de travail, vêtements d'enfant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° Lingerie et bonneterie.
3° Broderies et dentelles, tissus perlés et décorés pour vêtements.
4° Passementerie, rubanerie, boutons et accessoires.

### Classe 20. — **Mode et accessoires du Vêtement.**

Chapeaux et coiffures, gants, chaussures, parapluies, cannes, ombrelles, éventails, sacs à main, etc.

### Classe 21. — **Fleurs.**

Fleurs naturelles, stérilisées, artificielles en toutes matières (satin, papier, porcelaine, celluloïd), arrangements en vase, fleurs pour la mode, etc.

### Classe 22. — **Bijouterie, Joaillerie.**

1° Bijouterie et joaillerie, lapidairerie.
2° Bijouterie de fantaisie et d'imitation.

## GROUPE IV. — ARTS DU THÉATRE, DE LA RUE ET DES JARDINS

### Classe 23. — **Arts du théâtre.**

1° Architecture (salle de théâtre) :
*Maquettes, représentations graphiques et photographiques.* — Architecture extérieure et intérieure, disposition et décoration des théâtres (salle, dégagements, tribunes, foyers, vestiaire), théâtre en plein air, cirque, hippodrome, vélo et aérodrome, maquettes de décors et de mise en scène, maquettes de féeries, maquettes chorégraphiques, dispositions d'éclairage, etc.
2° Mobilier :
Sièges, luminaires, décoration et ameublement des loges de spectateur et d'acteur, accessoires de théâtre, etc.
3° Vêtements et parures de scène.

### Classe 24. — **Arts de la rue.**

1° Architecture, maquettes d'alignement d'immeubles, dispositions des rues et trottoirs.
2° Objets d'utilité publique ou destinés au décor de la rue :
Lampadaires, réverbères, fontaines, lavatories, baraque, kiosque, mât et potence de trolley, devanture, plaque indicatrice, entrées souterraines, édicules, etc.
3° Publicité :
Affiches, enseignes.
4° Fêtes publiques, maquettes de cortèges, arcs de triomphe, installations de tribunes, illuminations, etc.

### Classe 25. — **Arts du jardin.**

Architecture (jardins réalisés et maquettes) :
Cités-jardins, parcs, squares, arcs de verdure, portiques, jeux de plein air, disposition des massifs, mosaïques, fontaines, buffets d'eau, belvédères, kiosques, serres, treillages, bacs, cages d'animaux, volières.
Mobilier : bancs, sièges, vases, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## GROUPE V. — ENSEIGNEMENT

### CLASSE 26. — **Enseignement.**

Installation, organisation, programmes et méthodes des écoles et cours d'art décoratif, d'enseignement technique et d'apprentissage.

Développement de l'art dans l'école.

### CLASSE 27. — **Pierre.**

*Matière.* — Pierre, marbre, granit, chaux, ciment, plâtre, matériaux artificiels.

*Technique.* — Travail manuel et outillage mécanique de sciage, tournage, taille, sculpture, moulage, gravure, incrustation, mosaïque, peinture, etc.

Compositions, modèles, dessins et fragments exécutés dans les écoles.

### CLASSE 28. — **Bois.**

*Matière.* — Bois durs et tendres, indigènes et exotiques.

Osiers, fibres végétales.

*Technique.* — Travail manuel et outillage mécanique de débitage, sciage, dégauchissage, rabotage, assemblage, découpage, tournage, moulure, sculpture, courbage, montage, vernissage, peinture, laquage, tranchage, déroulage, placage, etc.

Compositions, modèles, dessins et fragments exécutés dans les écoles.

### CLASSE 29. — **Métal.**

*Matière.* — Acier, fer, cuivre, zinc, aluminium, plomb, étain, argent, or, platine, etc., alliages.

*Technique.* — Travail manuel et outillage mécanique de laminage, étirage, découpage, reperçage, emboutissage, estampage, sertissage, forge, martelage, soudure, fonte, ciselure, gravure, doublage, émaillage, incrustation, damasquinage, frappe, galvanoplastie, etc.

Compositions, modèles, dessins et fragments exécutés dans les écoles.

### CLASSE 30. — **Céramique.**

*Matière.* — Briques, tuiles, terre cuite. Faïence, grès, porcelaine, biscuit.

*Technique.* — Travail manuel et outillage mécanique de broyage, malaxage, compression, étirage, découpage, moulage, tournage, dessiccation, séchage, émaillage, cuisson, etc.

Compositions, modèles, dessins et fragments exécutés dans les écoles.

### CLASSE 31. — **Verre.**

*Matière.* — Verre incolore et de couleur, glace, cristal, pâtes de verre, émaux.

*Technique.* — Travail manuel et outillage mécanique de soufflage, coulage, moulage, taille, gravure, émaillage, découpage, peinture, mise en plombs, mosaïque opaque et translucide, etc.

Compositions, modèles, dessins et fragments exécutés dans les écoles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

### Classe 32. — **Textiles.**

*Matière.* — Coton, chanvre, lin, jute, soie, laine, poils et crins.

*Technique.* — Travail manuel et outillage mécanique de filature, moulinage, tissage, gaufrage, impression, broderie, guipure, couture, mode, passementerie, dentelle, etc.

Compositions, modèles, dessins et fragments exécutés dans les écoles.

### Classe 33. — **Papier.**

*Matière.* — Pâtes de chiffons, de bois, de paille, etc.

*Technique.* — Travail manuel et outillage mécanique de gaufrage, satinage, moulage, cartonnage, enluminure, gravure, impression typographique, lithographique, photographique, photolithographique, phototypique, zincographique, brochage, reliure, etc.

Compositions, modèles, dessins et fragments exécutés dans les écoles.

### Classe 34. — **Matières d'origine animale ou végétale non classées antérieurement.**

*Matière.* — Cuir, ivoire, corne, écaille, nacre, celluloïd, etc.

*Technique.* — Travail manuel et outillage mécanique.

Compositions, modèles, dessins et fragments exécutés dans les écoles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

## SÉANCE PUBLIQUE

### DU 1er JUILLET 1922

Présidence de M. L. BACLÉ, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance publique du 17 juin est adopté.

M. BACLÉ, *président*, annonce que, comme suite à la communication faite le 17 juin en séance publique par M. Louis Le Chatelier, le Comité d'Études pour l'Abolition de la Syphilis qu'il prévoyait vient d'être créé. Il a obtenu le patronage de la Société d'Encouragement et de la Société des Ingénieurs civils. Son siège social est dans l'hôtel de la Société, 44, rue de Rennes; il y tiendra sa première réunion le 10 juillet à 17 h. Tous les membres de notre Société ont été informés de ces faits par une lettre circulaire qui leur a été adressée le 30 juin par M. Baclé, président.

Cette lettre sollicite le concours de tous les industriels qui, disposés à intervenir dans la lutte contre la syphilis, approuvent le programme de lutte proposé par M. L. Le Chatelier. Les membres de la Société disposés à prêter leur concours, sous quelque forme que ce soit, sont priés de se faire connaître au Secrétariat de la Société et sont invités à la réunion du 10 juillet.

M. L. LINDET présente un rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur une *presse continue, pour graines oléagineuses, construite par* M. OLIER.

Ce rapport est approuvé (1).

M. J.-AMBROISE FARCOT fait une communication sur un *moteur thermique à chambre de combustion très chaude et sous forte pression.*

Dans ce moteur, la combustion des gaz se fait dans une chambre distincte qui peut, grâce à un garnissage intérieur de matière réfractaire appropriée, supporter

(1) Voir ce rapport dans le présent numéro, p. 725.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une température de 2.000°. Tout danger d'auto-allumage est ainsi écarté, quel que soit le combustible employé. C'est ce danger qui empêche de recourir aux très hautes températures initiales, si on veut améliorer le rendement thermique de cette manière, lorsqu'on emploie des huiles minérales.

La détente, qui est très longue, s'opère en deux temps et dans deux cylindres différents : l'un, de petit diamètre, fonctionne à la pression initiale de 100 kg : cm²; l'autre, de section plus grande, reçoit la majeure partie des gaz du premier, sans abaissement de température, à un point de la course du petit piston où les gaz sont déjà notablement détendus.

La compression de l'air nécessaire à la combustion s'opère dans un cylindre indépendant. L'air comprimé entre dans la chambre de combustion par une soupape commandée; le combustible y est introduit ensuite par une pompe de pulvérisation. Les parois de la chambre étant portées à l'incandescence en cours de fonctionnement, on peut employer toute espèce de combustible et réaliser une combustion complète.

La chambre de combustion constituant un espace nuisible pour le cylindre H. P., celui-ci comprime une partie des gaz brûlés restants pour les amener, à fin de course, à la pression de l'air à la fin de sa compression.

La température des gaz d'échappement étant de 50°, on conçoit que le rendement thermique de ce moteur soit élevé, 85 p. 100. Le rendement total (thermique et mécanique) d'après les essais faits sur un premier moteur de 50 ch, serait de 45 à 48 p. 100.

Ce moteur est à échappement silencieux, sans pot; il ne comporte ni magnéto ni carburateur. On peut lui adjoindre des dispositifs tels que sa mise en marche soit automatique; son fonctionnement serait aussi souple que celui du moteur à vapeur.

E. L.

M. Baclé, *président*, remercie M. Farcot de son intéressante communication. Il est heureux de constater les progrès réalisés dans l'emploi des hautes températures initiales pour améliorer le rendement thermique des moteurs à combustion. Jusqu'ici l'essence n'a pas permis de le faire parce qu'elle présente à un suprême degré le phénomène de l'auto-allumage, dont M. Farcot a montré le danger. Mais l'alcool est beaucoup moins auto-inflammable; aussi fournit-il à température initiale élevée, bien qu'il ait un pouvoir calorifique moindre, un rendement thermique notablement supérieur à celui que donne l'essence employée à température initiale plus basse. Grâce à des progrès du genre de ceux que M. Farcot vient de signaler, il est permis d'espérer que le carburant national va prendre l'avantage sur l'essence, produit importé.

M. Baclé, *président*. — M. Pierre Toulon, licencié ès sciences, Ingénieur de l'École supérieure d'Électricité, va nous décrire une invention qu'il a réalisée pour permettre à de nombreux spectateurs de voir des projections avec leur relief véritable.

M. Pierre Toulon est ingénieur à la Société de Recherches et de Perfec-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tionnements industriels où il a déjà fourni des preuves de son esprit inventif dans le service électrique dont il est chargé. M. Pierre Toulon porte un nom qui nous est cher. Vous retrouverez en lui cet esprit de recherche et d'initiative, ce désir de progrès qui a marqué la carrière d'ingénieur de son père que nous sommes heureux de compter parmi nos collègues du Conseil.

M. Pierre Toulon fait une communication sur les *projections en relief par la lumière polarisée.*

Dans ce procédé, chaque moitié d'un diapositif stéréoscopique est projetée sur un écran, qui reçoit au même emplacement les deux images agrandies. Ces deux images présentent un certain décalage, qui en rend la vision trouble à l'œil nu. Par l'emploi de deux polariseurs, l'une des deux projections est effectuée avec de la lumière polarisée dans le plan vertical, l'autre avec de la lumière polarisée dans le plan horizontal. Dans ces conditions, si l'on regarde l'écran avec un polariseur dont le plan de polarisation est vertical, on ne perçoit que la première des deux images; avec un polariseur dont le plan de polarisation est horizontal, on ne perçoit que la deuxième image. En plaçant chacun de ces polariseurs devant un seul œil, la combinaison des deux images rétiniennes donne la sensation du relief.

L'appareil de projection se compose d'une lanterne contenant deux lampes à arc, pour les grands écrans, et de deux lampes à incandescence pour les petits, ces dernières pouvant fonctionner sous n'importe quelle distribution de courant à 110 V. Les polariseurs sont interposés entre chaque source lumineuse et la moitié du diapositif qui lui correspond. Les polariseurs de la lanterne sont des empilages de glaces à faces parallèles, sur lesquelles la lumière tombe avec une incidence de 54°; les rayons sortants sont presque totalement polarisés avec 18 glaces de 1 mm d'épaisseur; l'expérience prouve, d'ailleurs, que l'œil élimine automatiquement les images parasites, peu lumineuses, qui pourraient se former sur l'écran dans ces conditions. Les diapositifs peuvent être présentés dans un passe-vues approprié ou, mieux encore, dans l'appareil à lampe à incandescence, au moyen d'un stéréoclasseur.

L'observation de l'écran se fait au moyen de lunettes analogues à celles des automobilistes ou d'une sorte de face-à-main très léger. Ces lunettes sont à écartement réglable; leurs polariseurs sont des lames de couvre-objet de microscope, dont l'épaisseur est de 0,1 mm.

L'emploi de la lumière polarisée a, sur les autres dispositifs qui permettent de voir des projections en relief, l'avantage de ne provoquer aucune altération, ni dans la forme, ni dans la couleur des projections. Le procédé est applicable aux vues cinématographiques. E. L.

M. Baclé, *président,* remercie M. Pierre Toulon de son intéressante communication et le félicite des résultats auxquels il est arrivé.

La séance est levée à 18 h. 45 m.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMMISSION PERMANENTE DE STANDARDISATION

## Unifications adoptées le 1er juillet 1922.

Dans sa séance du 1er juillet 1922, la Commission permanente de Standardisation (Ministère du Commerce et de l'Industrie, 80, rue de Varenne, Paris, 7e) a adopté définitivement les trois normalisations suivantes (1) faisant l'objet d'autant de fascicules (2) :

| Désignation du fascicule. | OBJET DU FASCICULE | Pri (francs). |
|---|---|---|
| $F_6$ — 1. | Normalisation des tôles, bandes, profilés et tubes en aluminium et en alliages légers à haute résistance . . . | 1,50 |
| J — 6. | Normalisation du matériel des constructions navales : écubiers de pavois. . . . . | 0,50 |
| J — 8. | Normalisation du matériel des constructions navales : dimensions des trous d'homme de water-ballast. . . | 0,40 |

(1) Pour les normalisations précédentes, voir le *Bulletin* : de mars-avril 1920, p. 241 ; — de juillet août 1920, p. 492; — de mars 1922, p. 506.

(2) Ces fascicules sont en vente à l'Imprimerie nationale (Bureau de Vente), 87, rue Vieille-du-Temple, Paris (3e).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE
## EN JUILLET, AOUT ET SEPTEMBRE 1922.

RENOUARD (ALFRED). — **Les industries textiles et connexes. Lin, chanvre, jute et leurs succédanés.** Dictionnaire de termes techniques français-anglais-allemands-italiens. *Guides techniques Plumon*, vol. XV. Tome I. In-18 (15 × 10) de XXVI + 565 p., 105 fig. Paris, Ch. Béranger, 1921. **16414**

MARIE (ROBERT). — **Manuel pratique de l'apprenti et de l'amateur électricien.** 4e partie : **La traction électrique. Tramways et chemins de fer.** 2e édition (*Bibliothèque des actualités industrielles*, n° 123). In-12 (18 × 13) de 163 p., 46 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **16415**

GRANJON (R.), ROSEMBERG (P.) et PIETTE (M.). — **Éléments de soudure autogène par questions et réponses** constituant l'A B C des connaissances techniques et pratiques en la matière, suivis de quelques problèmes courants de soudure autogène. 2e édition. In-12 (19 × 12) de 272 p., 220 fig. Paris, *Publications de l'Acétylène et de la Soudure autogène*, 104, Boulevard de Clichy. **16416**

LIGGINSON (EDWIN W.). — **Vade-mecum de l'inventeur.** 777 inventions à réaliser de haute importance industrielle. Version française, par J. ROUSSET (*Bibliothèque des Monographies techniques*). In-8 (23 × 14) de VII + 259 p. Paris, Desforges, 1922. **16417**

POURIAU (A.-F.). — **La laiterie.** Art de traiter le lait, de fabriquer le beurre et les principaux fromages français et étrangers. 7e édition complètement remaniée, mise au courant des progrès modernes et augmentée, par LOUIS AMMANN. In-12 (19 × 12) de VI + 630 p., 194 fig. **Bibliographie**, p. 627. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1922. **16418**

HUC (P.). — **Manuel du tanneur, mégissier, corroyeur** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 402 p., 162 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16419**

BELLONI (A.). — **Manuel pratique de l'ouvrier fumiste en bâtiment** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 432 p., 231 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16420**

ANGÉ (LOUIS). — **Manuel de publicité à l'usage des commerçants et des industriels, des professionnels de la publicité et des écoles de commerce** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 344 p., fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16421**

VINCENT (M.). — **Manuel du modeleur. Construction des modèles de fonderie et disposition de moulage** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 334 p., 416 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16422**

DAVAL (M.). — **Construction des réseaux d'énergie** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de VIII + 275 p., 102 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16423**

ROUCH (J.). — **Manuel d'océanographie physique.** In-8 (21 × 13) de 229 p., 93 fig. Paris, Masson et Cie, 1922. **16424**

GRANJON (R.) et ROSEMBERG (P.). — **Manuel pratique de soudure autogène.** In-8 (21 × 13) de VI + 400 p., 286 fig. Paris, Dunod, 1922. **16425**

LOBEL (LÉOPOLD). — **La technique cinématographique. Projection. Fabrication des films.** 2e édition. In-8 (25 × 16) de XVI + 360 p., 377 fig. Paris, Dunod, 1922. **16426**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MAUDUIT (A.). — **Machines électriques** (Théorie, essais et construction). 3e édition. In-8 (25 × 16) de XXVIII + 1180 p., 594 fig. Paris, Dunod, 1922. **16427**

PACORET (ÉTIENNE). — **Appareils de levage, de manutention et de transports mécaniques industriels.** In-8 (25 × 16). Tome I : **Technique et données de construction et de fonctionnement**, de XII + 808 p., 460 fig. Tome II : **Applications aux industries diverses**, de 235 p., 19 fig. Paris, Dunod, 1922. **16428-9**

JUVET (G.). — **Introduction au calcul tensoriel et au calcul différentiel absolu.** In-8 (25 × 16) de 101 p. **Bibliographie**, p. 95-100. Paris, Albert Blanchard, 1922. **16430**

JACQUINOT (O.) et GALLIOT (F.). — **Navigation intérieure. Canaux.** Cours professé à l'École nationale des Ponts et Chaussées (*Encyclopédie du génie civil et des travaux publics*). In-8 (23 × 15) de VII + 600 p., 244 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16431**

JOURDAIN (ARMAND). — **Comment nous organiserons le travail de bureau.** Manuel pratique à l'usage du personnel des bureaux et des élèves des écoles de commerce. 2e édition. In-8 (23 × 15) de XVI + 216 p., 148 fig. Liége, Nierstrasz; Paris, G. et M. Ravisse, 1922. **16432**

UNGERER (ALFRED et THÉODORE). — **L'horloge astronomique de la cathédrale de Strasbourg.** In-4 (32 × 24) de 152 p., XLII pl. **Bibliographie**, p. 139-148. Strasbourg, Imprimerie alsacienne, 1922. (*Don de M. Alfred Ungerer, membre de la Société*). **16433**

HIRSCHAUER (L.) et DOLLFUS (CH.). — **L'année aéronautique.** 3e année, 1921-1922. In-4 (28 × 19) de 118 + X p., fig. Paris, Dunod, 1922. **16434**

EHRMANN (EDOUARD). — **Traité des matières colorantes organiques et de leurs diverses applications.** In-4 (28 × 19) de XXIV + 615 p. **Bibliographie**, p. 599-605. Paris, Dunod, 1922. **16435**

CARNOT (ADOLPHE). — **Traité d'analyse des substances minérales.** Tome IV : **Métaux** (2e partie). In-8 (25 × 16) de 1050 p., fig. Paris, Dunod, 1922. **16436**

***

ROUSSEL (C.-E.). — **La fabrication et les essais des aimants permanents** (*Génie Civil*, 11, 18 et 25 mars 1922). In-8 (23 × 15) de 33 p., 6 fig. Annexe : 50 p. (dactylographié), 3 fig. Paris, 1922 (*Don de Mme Charles E. Roussel*). **Pièce 12718**

BREUIL (PIERRE). — **Appareils nouveaux pour l'essai des bois et spécialement des bois pour l'aéronautique** (*Génie Civil*, 13 et 20 mai 1922). In-8 (27 × 18) de 28 p., 17 fig. Paris, 1922 (*Don de M. Pierre Breuil*). **Pièce 12719**

MERCIER (ERNEST). — **L'Union d'Électricité et la centrale de Gennevilliers.** In-4 (28 × 22) de 52 p., 53 fig., V pl. Paris, *Revue industrielle*, 57, rue Pierre-Charron (8e), 1922. **Pièce 12720**

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Études des déformations causées sur les pellicules par le traitement photographique**, par G. LABUSSIÈRE et CHASTEL (*Bulletin technique*, n° 7, juin 1922, 19 p., 15 fig.). **Pièce 12721**

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Expérience de navigation sur Villacoublay-Istres et retour, du Goliath Renault du Service technique de l'Aéronautique** (*Bulletin technique*, n° 8, juin 1922, 41 p., 1 fig.). **Pièce 12722**

L. A. et A. C. — **Une technique nouvelle des affaires. Questions économiques d'aujourd'hui.** In-12 (19 × 12) de 44 p. Paris, *Service de l'enseignement de Pathé Consortium Cinéma*, 67, faubourg Saint-Martin, 1922. **Pièce 12723**

**L'Algérie** (*La vie technique, industrielle, agricole et coloniale*, numéro spécial hors série). In-4 (32 × 24) de 118 p., fig. Paris, 18, rue Séguier (6e), 1922. **Pièce 12724**

FERET (R.). — **Sur le choix des matériaux pouvant être employés comme sable dans les mortiers hydrauliques** (*Revue des Matériaux de Construction et de Travaux publics*, mars, avril et mai 1922). In-4 (32 × 24) de 15 p., 14 fig. Paris, 148, Boulevard Magenta, 1922 (*Don de M. R. Feret, membre de la Société*). **Pièce 12725**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SAUGER (MAURICE). — **Einstein ou Euclide.** In-12 (18 × 12) de 21 p. Paris, *Les Presses universitaires de France*, 49, Boulevard Saint-Michel, 1922. **Pièce 12726**

LAFOSSE (HENRI). — **Notes sur l'histoire de la Société industrielle de Rouen, 1872-1910.** In-8 (26 × 18) de 30 p. Rouen (Seine-Inférieure). **Pièce 12727**

KNAPEN (A.). — **La salubrité des locaux et bâtiments militaires.** In-8 (21 × 13) de 26 p., 5 fig. Bruxelles, 1922. **Pièce 12728**

ASSOCIATION COTONNIÈRE COLONIALE. — **Rapport présenté au Congrès de la Fédération internationale cotonnière de Stockholm et au Congrès de la Production à l'Exposition coloniale de Marseille en juin 1922.** In-8 (21 × 13) de 11 p. Paris, 9, rue Saint-Fiacre, 1922. **Pièce 12729**

***

COMITÉ CENTRAL DES HOUILLÈRES DE FRANCE. — **Rapports des ingénieurs des mines sur la situation des mines en 1919 et 1920.** Paris, 35, rue Saint-Dominique, 1922. **Pér. 237**

ASSOCIATION FRANCO-BELGE POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX. — **1922, 1er procès-verbal, séance du 4 mars.** Paris, Éditions de la *Revue de Métallurgie*, 5, Cité Pigalle (9e). **Pér. 343**

ASSOCIATION PARISIENNE DES PROPRIÉTAIRES D'APPAREILS A VAPEUR. — **Bulletin annuel.** 47e exercice, **1921**. Paris, 66, rue de Rome. **Pér. 33**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LA PROTECTION DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE. — **Bulletin.** 2e série, n° 15 (**1922**) : *Travaux de l'Association*. Paris, 117, Boulevard Saint-Germain (6e). **Pér. 320**

**Mémorial des Poudres**, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. — Tome XIX, 2e fascicule. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **Pér. 223**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. — **Bulletin** (Section des Sciences économiques et sociales, d'histoire moderne (depuis 1715) et d'histoire contemporaine. Sous-Section des Sciences économiques et sociales). *Congrès des Sociétés savantes de 1920 tenu à Strasbourg*. Paris, Imprimerie nationale; Ernest Leroux, 1921. **Pér. 26**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. — **Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements, tenu à Paris en 1921.** Section des sciences. Paris, Imprimerie nationale, 1921. **Pér. 26**

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE REIMS. — **Bulletin.** Tome XXI, n° 97, **1914-1921**; Tome XXII, n° 98, **1921**. Reims. **Pér. 81**

INSTITUT POLYTECHNIQUE DE L'UNIVERSITÉ DE GRENOBLE. — **Publication n° 101**, mai-juin 1922 : *L'organisation sociale des entreprises*, par E. ROMANET, 38 p. Grenoble, 1, rue Général-Marchand. **Pér. 331**

COLONIE DE MADAGASCAR ET DÉPENDANCES. — **Bulletin économique** publié par les soins du Gouvernement général. 18e année, **1921**, n° 4 (4e trimestre). Tananarive, Imprimerie officielle, 1921. **Pér. 446**

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES. — **Mémoires, 1922**, n° 1 : *Les mousses du vignoble de Lavaux. Étude biologique et phytogéographique*, par J. AMANN, 79 p., II pl. — n° 2 : *La chorologie sélective et sa signification pour la sociologie végétale*, par PAUL JACCARD, p. 81-107. Lausanne, 1922. **Pér. 209**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings. 1922**, vol. I (January-May). London, 1922. **Pér. 114**

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. — **Report for the year 1921.** London, 1921. **Pér. 62**

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. — **Collected Research**, vol. XVI, **1921**. London, 1921. **Pér. 62**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, Vol. XVII (**1922**), nos **431** : *The field radiated from two horizontal coils*, by G. BREIT, p. 589-606, 5 fig. — **432** : *An improved*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*method for preparing raffinose*, by E. P. CLARK, p. 607-610, 1 fig. — **433** : *Thermal expansion of a few steels*, by W. SOUDER, P. HIDNERT, p. 611-626, 22 fig. — **434** : *Electromotive force of cells at low temperatures*, by G. W. VINAL, F. W. ALTRUP, p. 627-634, 2 fig. — **435** : *Metallographic etching reagents. II. For copper alloys, nickel, and the alpha alloys of nickel*, by H. S. RAWDON, M. G. LORENTZ, p. 635-676, 27 fig. — **436** : *Interference methods for standardizing and testing precision gage blocks*, by C. G. PETERS, H. S. BOYD, p. 677-713, 21 fig. — **437** : *The solubility of dextrose in water*, by R. F. JACKSON, C. G. SILSBEE, p. 715-724, 2 fig. — Vol. XVIII (**1922**), nos **441** : *Notes on standard wave lengths spectrographs, and spectrum tubes*, by W. F. MEGGERS, K. BURNS, p. 185-199, 6 fig. — **442** : *Wave length measurements in the arc spectra of neodymium and samarium*, by C. C. KIESS, p. 201-219.

**Technologic Papers**, Vol. XVI (**1922**), nos **209** : *Thermal stresses in chilled iron car wheels*, by G. K. BURGESS, R. W. WOODWARD, p. 193-226, 23 fig. — **210** : *The redwood viscometer*, by W. H. HERSCHEL, p. 227-246, 8 fig. — **213** : *Power losses in automobile tires*, by W. L. HOLT, P. L. WORMELEY, p. 451-461, 8 fig. — **214** : *Durability of cement drain tile and concrete in alkali soils : third progress report (1919-20)*, by G. M. WILLIAMS, p. 463-494, 6 fig. — **215** : *Durability of sole leather filled with sulphite cellulose extract*, by R. C. BOWKER, p. 495-500.

**Circular** no **120** : *Construction and operation of a simple homemade radio receiving outfit*, 16 p., 4 fig. (1922) **Pér. 61**

AMERICAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGICAL ENGINEERS. — **Transactions.** Vol. LXVII. New York, 1922. **Pér. 201**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Annual Report of the Board of Regents, 1920.** Washington, 1922. **Pér. 27**

SMITHSONIAN MISCELLANEOUS COLLECTIONS. — Vol. 67, no 7 (publ. 2584). — Vol. 72, no 12 (publ. 2658); no 15 (publ. 2669). Washington, 1921-1922. **Pér. 27**

LIBRARY OF CONGRESS. — **Report, 1921.** Washington, 1921. **Pér. 350**

*L'agent général, gérant,*
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

121e ANNÉE. NOVEMBRE 1922.

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

## COMITÉ DES ARTS MÉCANIQUES

Rapport présenté par M. E. Sauvage, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un *appareil automatique d'alimentation des chaudières*, imaginé par Mlle Yvonne Chrétien.

Mlle Yvonne Chrétien, chef de service à la Société des Chaudronneries du Nord, a soumis à la société une étude d'un appareil automatique d'alimentation pour chaudières à vapeur.

Cet appareil (fig. 1) consiste en un flotteur, qui commande une soupape qui peut mettre en communication la chaudière et une conduite de refoulement. Ce flotteur est dans un récipient alternativement rempli de vapeur et d'eau, suivant que le niveau dans la chaudière est au-dessous ou au-dessus du débouché du tuyau P de la figure. Le mouvement du flotteur est transmis par une tige traversant une garniture G, dont l'entretien doit être soigneusement surveillé.

L'eau est refoulée dans la conduite d'alimentation par une pompe à vapeur à deux cylindres moteurs commandant des pompes en tandem, avec arbre à deux manivelles à angle droit. Une petite pompe supplémentaire refoule en outre une dissolution de désincrustant au titre convenable.

Mlle Chrétien ajoute facultativement un petit accumulateur sur la conduite de refoulement, pour augmenter le débit de l'alimentation à certains moments, s'il y lieu. Cet accumulateur peut commander la



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

prise de vapeur du moteur, qui, d'ailleurs, se met en marche et s'arrête automatiquement lorsque la prise de la vapeur est ouverte.

Les appareils d'alimentation automatique étant devenus d'un emploi fréquent, il a paru intéressant, à votre Comité des Arts méca-

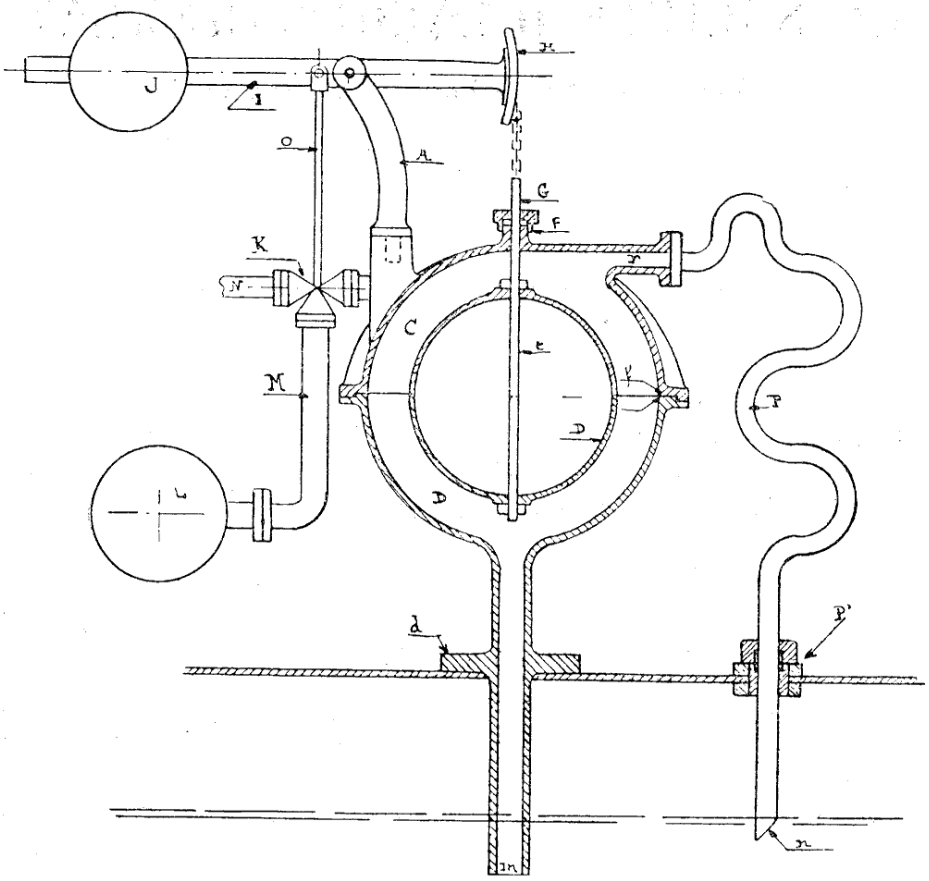



Fig. 1. — Appareil d'alimentation automatique des chaudières, de Mlle Yvonne Chrétien.

niques de faire connaître celui de Mlle Yvonne Chrétien. C'est pourquoi il vous propose de remercier Mlle Y. Chrétien de son intéressante communication et d'insérer le présent rapport, avec la figure qui l'accompagne, dans le *Bulletin* de la Société.

*Le Rapporteur*,
E. SAUVAGE.

*Lu et approuvé en séance publique le 18 novembre 1922.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'ÉCOLE FRANÇAISE DE TANNERIE DE LYON ANNEXÉE A L'ÉCOLE DE CHIMIE INDUSTRIELLE DE LYON

(reconnue par l'État.)

L'utilisation des peaux des animaux se confond avec l'origine du monde et, malgré cela, l'industrie de la tannerie est restée, jusqu'à une époque relativement très récente, une industrie très empirique; c'est surtout depuis une trentaine d'années que la science a contribué sérieusement à son développement.

Ce retard est dû à la complexité extraordinaire des substances et des phénomènes intervenant dans cette industrie, qui relève à la fois de la chimie des matières protéiques, des tanins, des sels chromiques, etc.

L'étude judicieuse de la tannerie nécessite, en outre, une connaissance parfaite des chapitres les plus importants de la physico-chimie, de la bactériologie et de la biologie. En particulier, le développement de la chimie colloïdale, pendant ces dernières années, a permis d'élucider un grand nombre de problèmes dont on n'avait pu donner, jusqu'à présent, qu'une solution très imparfaite.

D'autre part, l'expérimentation industrielle et la recherche des perfectionnements sont particulièrement lentes et délicates dans cette industrie, en raison des irrégularités de la matière première et de la durée de certaines opérations; un essai, pour être concluant, doit être répété un grand nombre de fois et observé sur des lots importants, avant que le technicien puisse affirmer judicieusement qu'une modification peut être appliquée avec fruits et qu'elle n'entraînera pas, à côté d'une amélioration apparente sur un point spécial, des inconvénients plus grands à d'autres points de vue.

L'importance de la tannerie en France peut être mise en évidence par le tableau ci-après, qui résume les importations et les exportations pour deux années antérieures à la guerre, en 1894 et en 1913.

Indépendamment du commerce intérieur français, le commerce extérieur relatif à l'industrie de la tannerie se présentait donc, en 1913, avec les chiffres suivants;

| | | |
|---|---|---|
| Importations . . . . . | 546.604.651 | francs. |
| Exportations . . . . . | 592.501.605 | — |
| Total. | 1.139.106.256 | — |

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

| IMPORTATIONS Valeur en francs. | | DÉSIGNATIONS | EXPORTATIONS Valeur en francs. | |
|---|---|---|---|---|
| 1894 | 1913 | | 1894 | 1913 |
| 129.095.275 | 301.429.585 | Peaux brutes. | 79.731.935 | 233.056.920 |
| 31.008.669 | 85.457.245 | Peaux préparées. | 90.000.505 | 159.449.972 |
| 20.867.967 | 159.717.821 | Objets en peau ou en cuir. | 90.413.479 | 199.994.713 |
| 180.971.911 | 546.604.651 | | 260.145.919 | 592.501.605 |

Centres d'études scientifiques. — Les centres d'études scientifiques relatifs à l'industrie de la tannerie furent créés d'abord en Angleterre, en Allemagne, et en Autriche; puis, plus récemment, en France, en Italie, en Belgique et aux États-Unis.

Avant d'examiner l'organisation de l'École française de Tannerie, nous allons passer en revue les écoles créées à l'étranger.

*Angleterre.* — Le département des industries du cuir au Yorkshire College de Leeds, fondé en 1891, représente la plus ancienne école de tannerie. Jusqu'en 1904, le Yorkshire College était inclus dans l'Université Victoria, avec les collèges de Manchester et de Liverpool; il fut ensuite transformé en université technique indépendante, dont les principaux départements se rapportaient à l'industrie du cuir, aux textiles, à la teinture, à l'industrie électrique et à la mécanique.

La section relative aux industries du cuir fut créée de toutes pièces par le professeur Procter; c'est à ce savant que l'on doit une partie très importante des contributions scientifiques dans l'industrie de la tannerie.

L'enseignement de l'Université de Leeds constitue un enseignement supérieur; aussi, en 1895, on institua à l'Institut Herold à Londres, un nouvel enseignement, à caractère plus professionnel et destiné à un public d'une culture scientifique moins élevée. La direction en fut confiée au docteur Parker. Cet institut, actuellement transformé en collège technique, comporte un outillage industriel complet et, en particulier, une section de teinture des cuirs parfaitement équipée. Une station d'essais, pour les analyses commerciales, est annexée à cet organisme.

En 1912, sous les auspices de l'Association internationale des Chimistes du Cuir, un laboratoire international de hautes recherches scientifiques sur l'industrie de la tannerie fut créé à l'Université de Leeds. Le professeur Procter dirige les travaux de ce laboratoire depuis sa mise à la retraite comme professeur de l'Université où il fut remplacé par M. le professeur Mc Candlish.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le développement de l'enseignement technique en Angleterre a été l'œuvre des puissantes et riches *Livery Companies*, anciennes corporations des métiers de la Cité de Londres. Deux corporations s'intéressèrent particulièrement au développement des écoles de tannerie anglaises : la *Skinners' Company* et la *Leather Sellers'Company*.

*Allemagne.* — L'École de Tannerie de Freiberg fut fondée en 1889 par le professeur von Schroeder, professeur à l'Académie forestière de Tharandt, avec le concours du gouvernement saxon, de la ville de Freiberg et des industriels allemands. Le professeur Courtier et le professeur Haenlein furent les successeurs de von Schroeder.

En 1897, fut également créé à Freiberg, à côté de l'École de Tannerie, une très importante station expérimentale, qui fut aussi utilisée comme laboratoire d'analyse, réglant toutes les transactions commerciales de produits se rapportant à la tannerie. Son directeur est le docteur Paessler.

L'École de Tannerie de Freiberg possède une orientation plutôt professionnelle que scientifique, en raison de la diversité d'origine de ses étudiants. La lacune qui existait en Allemagne vient d'être comblée par la création, à Dresde, d'un Institut de Recherches scientifiques appliquées à l'Industrie de la Tannerie. (*Institut Kaiser Wilhelm.*)

*Autriche.* — L'École de Tannerie et la Station d'Essais de Vienne furent fondées par le docteur Eitner, qui en assura la direction jusqu'à la guerre. Ces institutions présentaient une organisation assez voisine de celle de Freiberg; c'étaient des établissements d'État relevant directement du Ministère de l'Instruction publique.

*Belgique.* — L'École de Tannerie de Liége fut fondée en 1899, sous forme d'un établissement indépendant, subventionné principalement par les tanneurs belges. L'enseignement fut crée par le docteur Nihoul, professeur de chimie industrielle à l'Université de Liége.

*Italie.* — C'est en 1902 que fut organisé à Turin, par le docteur Baldracco, un enseignement demi-scientifique et demi-professionnel; aussi l'École de Turin est-elle parfaitement outillée pour réaliser un certain nombre de fabrications; elle est administrée par un conseil comportant des représentants du Ministère de l'Agriculture, de l'Industrie et du Commerce et des représentants de la ville, de la Chambre de Commerce et des industriels.

Une Station d'Essais, dirigée par le docteur Casaburi, fonctionne à Naples et s'est spécialisée dans toutes les questions intéressant la petite peau et, en particulier, la ganterie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*États-Unis.* — En 1917, l'American Leather Research Laboratory fut créé à New York par le docteur J.-B. Churchill. En 1921, ce laboratoire fut transféré à l'Université de Cincinnati et inclus comme fondation du *Tanners' Council* dans le Collège des Ingénieurs de cette université. La direction fut confiée à M. G.-D. Mc Laughlin.

### École française de Tannerie de Lyon.

L'École française de Tannerie fut fondée en 1899, à la suite d'un accord entre le Syndicat général des Cuirs et Peaux de France et la chaire de chimie appliquée de l'Université de Lyon dirigée alors par M. le professeur Vignon ; elle fut annexée à l'École de Chimie industrielle et installée dans les locaux de l'Institut de Chimie.

Elle a pour but de former des ingénieurs-chimistes, des directeurs techniques et des chefs de service pour les usines de tannerie, ainsi que pour les industries annexes (teinture des cuirs, fabriques d'extraits tanniques, fabriques de colles et gélatines, etc.).

Les élèves sont admis au concours, après des épreuves dont le niveau correspond au moins à celui du baccalauréat-mathématiques. La durée des études normales est de deux ans; cependant, les anciens élèves des grandes écoles techniques, déjà diplômés, peuvent être admis directement en deuxième année.

L'enseignement de l'École comporte :

1° *Les cours de culture générale*, se rapportant à la chimie minérale, la chimie organique, la chimie colloïdale, la technologie générale des industries chimiques, la physique industrielle (facultatif), la législation et la comptabilité industrielles, le dessin industriel et l'allemand. La plupart de ces cours sont communs avec ceux de l'École de Chimie industrielle.

2° *Les cours spéciaux*, se rapportant à la chimie appliquée à la tannerie, à la micrographie et à l'histoire naturelle appliquées à la tannerie. L'enseignement comprend également un cours de fabrication et un cours de marchandises.

3° *Les travaux du laboratoire de chimie* (trente heures par semaine). Ces travaux se rapportent à l'analyse minérale, à l'analyse et à l'essai des matières premières et des produits fabriqués utilisés dans l'industrie de la tannerie. En outre, les élèves répètent au laboratoire la partie expérimentale des cours de chimie appliquée à la tannerie et du cours de fabrication.

4° *Les travaux pratiques d'histoire naturelle*, qui complètent le cours et familiarisent les élèves avec l'emploi du microscope et avec les techniques histologiques et microbiologiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

5° *Les travaux pratiques de l'atelier expérimental.* Un atelier expérimental de demi-grandeur est adjoint à l'École. Cet atelier comprend le matériel nécessaire à la réalisation d'essais demi-industriels, relatifs aux différents genres de fabrication.

6° *Les visites* aux abattoirs, aux magasins de négociants en peaux brutes, aux usines de tannerie, aux fabriques d'extraits et aux fabriques de chaussures de la région.

Un *musée d'enseignement* a été organisé pour permettre d'illustrer tous les cours spéciaux.

Tous les élèves ayant fréquenté l'École de Tannerie jusqu'à présent ont été placés sans difficultés; les services qu'ils rendent dans les usines où ils sont occupés comme ingénieurs-chimistes, ou comme directeurs techniques, ont démontré que le but poursuivi avait été parfaitement résolu par la création de l'École française de Tannerie : aussi cette école a été reconnue par l'État le 3 janvier 1922.

Le Sous-Secrétariat de l'Enseignement technique au Ministère de l'Instruction publique s'intéresse tout particulièrement au développement et au bon fonctionnement de l'École; il contribue par une subvention importante à son budget.

Nous donnons, ci-dessous, le programme de quelques-uns des cours enseignés.

## PROGRAMME DES COURS

### Cours de Chimie appliquée a la Tannerie.

Étude générale de la tannerie et de la fabrication du cuir.
Matières albuminoïdes.
Généralités sur les colloïdes.
*Gonflement de la peau.* Gonflement par les acides et par les bases. Picklage.
*Opérations préparatoires au tannage. Travail de rivière.*
Trempe ou reverdissage.
*Épilage.* Pelanage. Théorie et pratique du pelanage. Procédé Pullmann.
Épilage aux sulfures alcalins et aux sulfures d'arsenic.
*Écharnage.*
*Purge de chaux.* Déchaulage à la jusée, aux acides étendus, aux sels ammoniacaux. Emploi des confits.
*Dégraissage de la peau.*
*Matières tannantes et tanins.*
Définition. Propriétés générales et classification.
Étude des principaux tanins.
Recherches qualitatives et détermination quantitative.
Préparation des tanins à l'état de pureté.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tannage à la fosse, tannage mixte, tannage rapide.

Théorie du tannage au tanin. Tanin combiné, tanin interposé.

Action des phénols et de leurs produits d'oxydation sur la peau. Tannage à la quinone.

Propriétés comparées des différentes matières tannantes.

Rendement dans la fabrication des cuirs.

*Tannage minéral.*

Mégisserie en blanc. Étude de l'action du sulfate d'alumine sur la peau en l'absence et en présence du sel marin.

Hongroyage.

Tannage à l'alun combiné.

Tannage au chrome. Méthodes à un bain et méthodes à deux bains. Théorie et pratique de chacune de ces deux opérations.

*Tannage au formol.*

*Corps gras* utilisés dans la fabrication des cuirs.

Étude complète de l'émulsion des matières grasses; applications en tannerie.

Chamoiserie. Théorie de la chamoiserie. Moellons et dégras.

*Fabrication des extraits tanniques.* Décoloration et clarification. Concentration des jus. Extrait de quebracho, extrait de châtaignier. Extrait de retannage. Examen des extraits tanniques.

*Matières colorantes.* Matières colorantes naturelles. Campêche. Bois rouges ou du Brésil. Bois jaunes. Bois de Fustet. Préparation des décoctions de bois.

Emploi des colorants naturels pour la teinture des peaux mégies.

Emploi des matières colorantes naturelles pour l'obtention des noirs.

Étude des matières colorantes artificielles. Couleurs acides et couleurs basiques. Couleurs d'alizarine ou couleurs pour mordants. Couleurs directes. Couleurs grasses.

Dissolution des matières colorantes artificielles. Mélanges de colorants artificiels.

Teinture des cuirs tannés au tanin : 1° Aux colorants basiques; 2° Aux colorants acides.

Teinture des cuirs au chrome.

Teinture des cuirs chamoisés.

Différents modes opératoires de teinture : à la brosse, au tourniquet, au foulon, au turbulent.

*Des travaux pratiques, effectués au laboratoire de chimie, complètent le Cours de Chimie appliquée à la Tannerie.*

### Histoire naturelle appliquée aux Industries des Cuirs et Peaux.

*La peau des mammifères* : modifications au cours du développement, constitution histologique.

Derme et ses éléments : cellules conjonctives, fibres blanches ou collagènes, fibres élastiques.

Épiderme et productions épidermiques : poils, sabots, cornes, etc. Fleur de la peau. Grain naturel.

Conditionnement des peaux : abat des animaux, confection de la dépouille, parfendage. Modifications de la dépouille. Procédés de conservation. Défauts de conservation. Ennemis des cuirs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Caractères, origine et défauts des principales peaux employées en tannerie. Peaux des bovidés (bœuf, vache, taureau, veau, zébu, buffle).

Peaux de chèvre, de mouton, de cheval.

*Aperçu sur les caractères des autres peaux de vertébrés.*

*Le tanin dans le règne végétal. — Principales matières tannantes végétales.* — Écorces tannantes : écorces de chêne, leurs caractères et leur exploitation; écorces de pin et de sapin; écorces de bouleau, de saule et d'aune; écorces de mimosa; écorces de palétuvier.

Bois tannants, de chêne, de châtaignier, de quebracho.

Racines tannantes : canaigre, tizerah, etc.

Fruits tannants : valonées, myrobolams, algarobilles, dividivi, blabla, gonakié, teri, etc.

Feuilles tannantes : sumacs vrais et faux.

Galles tannantes : galles de chêne, knoppern, rove, galles de Chine, etc.

Sucs tannants : kinos.

Extraits tannants exotiques : cachous, gambiers.

*Fermentations.* Diastases ou catalyseurs biochimiques.

Micro-organismes des fermentations : bactéries, moisissures, levures.

Putréfaction. Épilage à l'échauffe. — Confits naturels et artificiels.

Fermentation gallique. Fermentations des jus tannants.

*Des travaux pratiques correspondant au cours complètent l'enseignement et familiarisent les élèves avec l'emploi du microscope et les techniques histologiques et microbiologiques* (15 séances).

*Des visites sont faites aux abattoirs de Lyon et chez les réceptionnaires de cuirs en poil.*

### Fabrication des Cuirs.

Considérations générales sur les fabrications des cuirs et peaux. Disposition des ateliers et du matériel de rivière, de tannage et de finissage; travail manuel et mécanique de la peau et du cuir.

*Fabrications de tannage végétal.*

*a. Gros cuirs.* — Cuirs à semelles. Tannage à l'écorce. Tannage mixte. Tannage rapide.

Cuir à courroies. Fabrication des courroies.

Cuir en suif pour bourrellerie. Harnachement.

*b. Cuir à dessus* (Peausserie et cuir refendu). — Croupon et veau en huile. Veau iré. Veau blanc. Tannage et corroyage des croutes.

Peaux de chèvres et moutons au sumac.

Teinture et impression.

*Fabrications au chrome.*

*a. Gros cuirs.* — Cuir à semelles au chrome. Cuir à courroies au chrome. Cuir au chrome pour bourrellerie. Fouet de chasse. Antidérapant.

*b. Peausserie.* — Box-calf. Chèvre et chevreau glacé. Mouton au chrome.

*Cuir semi-chrome. Cuirs vernis.*

*Fabrications à l'alun.*

*a. Gros cuirs.* — Cuirs hongroyés pour bourrellerie, lanières.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*b. Peausserie.* — Cuirs mégissés pour la chaussure. Ganterie. Qualités que doivent présenter les peaux de chevreau et d'agneau destinées à la fabrication des gants. Traitement de la peau en poil pour glacé. Mégisserie. Tannage. Teinture.

*Chamoiserie.* — Blanchiment et teinture des cuirs chamoisés.

### Technologie générale des Usines d'Industrie chimique.

*Matières premières.*

Résistance des matériaux.

Fers, fontes, aciers.

Petits métaux.

Alliages et produits divers.

Cuir, liège, caoutchouc.

Les lubrifiants.

*Appareils utilisés dans les industries chimiques.*

Transport des matériaux solides.

Transport des matériaux liquides.

Transport des matériaux gazeux.

Appareils à pulvérisation et à tamisage pour les corps solides.

Étude des vases à réaction.

Appareils à lixiviation et à épuisement.

Appareils à filtration.

Appareils à absorption, lavage et condensation des gaz et des vapeurs.

Appareils de concentration.

Séchage industriel.

Appareils de distillation.

*Installation générale de l'usine.*

Choix de l'emplacement et construction de l'usine.

Production, distribution et transmission de la force motrice.

Précautions spéciales à prendre contre les accidents, les dangers d'incendie, les explosions.

Évacuation des eaux résiduaires et récupération des vapeurs dangereuses et des poussières.

### Chimie colloidale et ses Applications.

*Première partie.*

Historique de la chimie colloïdale.

Nature de l'état colloïdal. Systèmes dispersés. Théorie de la suspension. Ultramicroscope.

Séparation des deux phases constituant l'état colloïdal.

Propriétés générales des solutions colloïdales : filtration, conductivité électrique, cataphorèse, action des électrolytes, action des non-électrolytes, action des colloïdes.

Préparation des solutions colloïdales. Étude des différentes méthodes.

Évolution des solutions colloïdales.

Phénomènes d'énergie superficielle, adsorption et pseudo-adsorption.

Suspensions et émulsions. Préparations et propriétés. Cas particulier des corps gras.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Deuxième partie.*

Applications de la chimie colloïdale à l'industrie des matières colorantes, de la teinture, des collodions, des matières plastiques, de l'albumine, de la gélatine, de la caséine, des amidons et fécules, des extraits tanniques, de la tannerie, des savons, de la purification des eaux résiduaires, etc.

COURS D'ANALYSE ET D'ESSAI DES MATIÈRES PREMIÈRES ET PRODUITS FABRIQUÉS.

Essai des eaux industrielles, leur purification.

Essai de l'acide sulfurique, de l'acide chlorhydrique, de l'ammoniaque et des sels ammoniacaux.

Titrage du carbonate de soude.

Essai de la chaux.

Acide sulfureux, bisulfite de soude, hyposulfite de soude. Dosage de l'acide sulfureux dans les extraits sulfités.

Sulfure de sodium. Titrage et essai.

Orpins.

Analyse complète des vieux pelains.

Aluns. Titrage des bains de hongroyage.

Essai du bichromate de potasse. Analyse d'un mélange de bichromate et d'acide. Dosage de l'oxyde de chrome et de l'acidité dans une solution d'un sel de chrome; basicité du sel.

Cendres de tannée.

Détermination qualitative des matières tannantes.

Recherche des falsifications dans les extraits commerciaux.

Falsification du sumac.

Dosage du tanin dans les matières premières et les extraits (Méthodes à la poudre de peau. Procédé Carpeni-Sisley. Procédé Lowenthal. Étude comparative de ces différents procédés. Méthode officielle adoptée par l'Association des Chimistes de l'Industrie du Cuir).

Emploi de l'aréomètre en tannerie. Travaux de Schrœder.

Dosage du sucre dans les matières tannantes, les extraits et les cuirs.

Essai de l'acide acétique et des acétates, de l'acide lactique, de l'acide formique et de l'acide butyrique.

Essai du formol.

Analyse des jusées. Analyse des huiles et des suifs, des huiles solubles.

Analyse du dégras.

Analyse du jaune d'œuf.

Analyse complète des différentes variétés de cuirs. Interprétation des résultats d'analyse.

Analyse des matières colorantes naturelles et artificielles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## Cours de Marchandises.

### I. — Matières premières.

#### *Cuirs.*

Race bovine. — *Bœufs, vaches, taureaux.* — Production française; cuirs frais et salés, importance, conditionnement, marchés.

Cuirs européens : leur nature, leurs qualités, principaux marchés.

Cuirs étrangers : pays d'origine, qualités, modes de vente.

*Veaux.* — De France, d'Europe, provenances exotiques; leurs qualités, défauts; modes de vente.

Race ovine. — *Moutons de France et d'Algérie.* — Peaux salées; peaux sèches, laines, cuirots; agneaux.

*Moutons étrangers.* — Cuirots, laines; principaux marchés.

Race caprine. — *Chèvres, chevrettes, chevreaux.* — Production française et étrangère. Qualités des différentes provenances. Principaux marchés.

Race chevaline. — *Chevaux, ânes et mulets.* — Production française, européenne. Cuirs étrangers salés et secs. Culée de cheval.

Cuirs divers. — Porc, buffle, peaux de serpent, peaux de lapin, de chien.

Exportation et importation des cuirs et peaux en poil; régime des douanes : statistiques.

#### *Matières tannantes.*

*Production française.* — Écorces de chêne, bois de châtaignier. Extraits. Exportation.

*Matières tannantes importées.* — Quebracho, sumac, valonée, gambier, cachou, mimosa, myrobolan, hemlock, etc.

#### *Matières grasses.*

Suif, graisse, jaune d'œuf; huile de baleine, de morue, de poisson; huiles végétales et minérales; dégras, etc. Production, qualités, marchés.

#### *Produits chimiques.*

Sels; alun; bichromates; matières tinctoriales; bois et couleurs d'aniline.

### II. — Marchandises fabriquées.

Classement des industries fabriquant les cuirs et peaux; centres de fabrication en France, importance, prix.

evue des différentes utilisations des cuirs fabriqués; natures et qualités qui leur sont nécessaires.

Chaussures civiles et militaires, équipement militaire.

Carrosserie, sellerie, bourrellerie.

Cuirs industriels, courroies.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ameublement, vêtement, chapellerie.
Maroquinerie, gainerie, reliure.
Chamoiserie, buffleterie.
Hongroirie.
Ganterie.

III. — Questions générales.

Commerce intérieur; usages, voyageurs et représentants
Importation et exportation.
Statistique des douanes.
Notions sur les transports à l'intérieur, à l'importation.
Tarifs internationaux.
Étude dans chaque pays des articles importés; puissance d'absorption des différents pays.
Régime douanier.
Concurrence à l'importation.
Cartels, dumping, primes à l'exportation, développement de l'exportation.
Office national du Commerce extérieur. Attachés commerciaux.
Consuls. Représentants. Voyageurs.

**Laboratoire de Recherches industrielles pour la Tannerie.**

Un laboratoire de recherches industrielles spécialisées pour l'industrie de la tannerie a été adjoint à l'École en 1922.

Ce laboratoire est destiné, en principe, à étudier toutes les questions d'intérêt général et les questions scientifiques relatives à l'industrie de la tannerie; il est pourvu d'un outillage complet et perfectionné.

Le Laboratoire de Recherches industrielles admet comme élèves des personnes déjà pourvues du titre d'ingénieur-chimiste et qui désirent être guidées dans des travaux de recherches industrielles ou préparer une thèse de doctorat d'université.

Le programme des travaux à effectuer est établi chaque année après entente entre la direction et le Syndicat général des Cuirs et Peaux de France.

Louis Meunier,
*Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon,*
*directeur de l'École française de Tannerie.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'AUTOMOBILE ET LES CYCLES A LA FOIRE DE PARIS DE 1922

Jamais les constructeurs d'automobiles, pas plus d'ailleurs que les fabricants d'accessoires, n'ont beaucoup fréquenté la Foire de Paris et c'est peut-être un tort, car ils pourraient atteindre là une clientèle qui vient moins volontiers au Salon de l'Automobile.

Cette année, leur participation à cette manifestation a été encore plus réduite, presque inexistante. La raison en est probablement d'ailleurs la défense faite à ses membres par la Chambre syndicale de l'Automobile, organisatrice du salon annuel, de prendre part à divers concours ou expositions, dont la Foire de Paris.

Aussi un compte rendu de la participation de l'industrie automobile à la Foire de Paris est forcément bien bref puisqu'on n'y a pas trouvé une seule voiture de tourisme. On n'y a rencontré non plus aucune camionnette, boulangère ou voiture de service qui auraient sûrement trouvé des clients parmi les nombreux visiteurs des stands agricoles.

1° L'Exposition comportait tout d'abord une assez grande quantité de *camions* de toutes dimensions et de forces diverses.

Les modèles sont d'ailleurs déjà anciens. Les constructeurs n'ont pas fait d'effort nouveau. Et c'est bien naturel, la vente de ces véhicules industriels étant tombée après la guerre à presque rien. Les stocks étaient garnis, les camps américains regorgeaient d'un matériel dont l'emploi diminuera d'ailleurs dès que les chemins de fer recommenceront à suffire à peu près aux transports.

Désormais, le camion ne va plus servir qu'à des transports bien spéciaux et sur courte distance. Ce qui importera surtout, ce sont les facilités de chargement ou de déchargement. Dans cet ordre d'idées, on trouvait à la Foire quelques nouveautés en bennes basculantes. A noter : la benne Fouchée; le camion La Buire, manœuvré par l'électricité; la benne Matile, qui peut déverser son chargement en arrière ou sur les côtés.

2° Dans les stands consacrés aux *bicyclettes*, on rencontrait quelques cyclotracteurs intéressants à signaler : le Micromoteur, petit moteur à deux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

temps qu'on monte sur le guidon et qui actionne la roue avant par friction. Ce moteur, qui donne au maximum 3/4 de cheval, ne permet guère que de soulager le cycliste et de l'aider à monter les côtes.

Un autre, un peu plus puissant, est le Bob qui donne près de deux chevaux. Il se monte soit sur le cadre, soit derrière la selle et actionne la roue arrière par l'intermédiaire d'une courroie. C'est un petit moteur à deux temps à deux cylindres opposés, bien conçu et bien réalisé. L'allumage se fait par magnéto haute tension. Le groupe comporte un embrayage et un changement de vitesse.

Dans la même catégorie d'exposants, on rencontrait quelques voitures intéressantes pour malades ou mutilés.

3° Les exposants les plus nombreux sont ceux qui présentaient les multiples *accessoires* que réclament l'automobile et la traction mécanique. Il serait fastidieux même de les citer. Parmi eux cependant il en est qui retiennent l'attention; ce sont ceux qui offrent au public les vulcanisateurs, réchappeurs, appareils de reconstitution, etc., bref tout ce qui a trait à la réparation des enveloppes, bandages de pneumatiques et des chambres à air, à la *recaoutchouture*, pour employer le néologisme usité.

C'est une véritable industrie qui s'est créée en marge de celle des fabricants de pneumatiques, qui a déjà acquis en Amérique un développement formidable et qui commence en France à se généraliser.

Au début de l'automobile, quand une chambre à air crevait, le conducteur se contentait de coller une pièce avec de la dissolution sur le trou ou la déchirure. Cette réparation durait rarement bien longtemps. Si une avarie se produisait à l'enveloppe, il introduisait à l'intérieur une toile ou un morceau de caoutchouc pour protéger la chambre à air, mais arrivé à l'étape, on changeait le tout.

Aujourd'hui, on vend encore des colles, des ciments dont le but est de permettre une réparation à froid : les résultats sont toujours très mauvais. Des préparations plus perfectionnées s'emploient à chaud pour les chambres à air et donnent d'assez bons résultats, mais on n'est encore arrivé à rien de bon dans cette voie pour les enveloppes.

En réalité, il faut donner la réparation à exécuter à un spécialiste et celui-ci est arrivé à des résultats merveilleux. On reconstitue maintenant des enveloppes et des pneus qui sont aussi durables qu'avant l'accident, mais le réparateur est aussi un véritable industriel qui applique des procédés scientifiques avec un matériel tout à fait spécial et parfaitement approprié au but. C'est que l'opération est délicate : pour les chambres à air, il faut, suivant l'avarie, boucher le trou ou la fente avec une matière qui se soude parfaitement avec le caoutchouc de la chambre et qui ait les mêmes propriétés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

physiques et chimiques, de façon à ne plus faire qu'un avec elle, malgré les échauffements variables et continuels qui se produisent pendant la marche. On voit de suite combien la préparation de la matière qui comporte en principe du caoutchouc ou para, du soufre, de la litharge, de l'huile de lin, est délicate puisque le corps obtenu devra présenter les mêmes propriétés que le corps *usagé* à réparer. L'emploi en sera aussi délicat, la température à laquelle est porté le mélange jouant un rôle capital.

Le problème est le même pour l'enveloppe, en ce qui concerne la réfection de la gomme; il s'y ajoute en plus la réparation des toiles et la reconstitution de la forme extérieure s'il s'agit de pneus sculptés, câblés, etc.

Mais tout ce travail se trouve très simplifié si le réparateur s'adresse pour la fourniture de son outillage à une maison spécialisée.

A la Foire de Paris, la firme américaine Haywood était justement représentée; on peut dire en effet que c'est presque elle qui a créé dès 1909 cette industrie. Elle a acquis une expérience considérable qui se traduit par un matériel très simple et cependant très complet.

Il comprend une série de moules de formes et de dimensions diverses, à circulation intérieure de vapeur qui permet d'obtenir exactement la température que l'on désire.

Des sacs à air de forme convenable permettent de venir appliquer et comprimer le pneu ou l'enveloppe dans le moule.

On emploie aussi pour les petites réparations des sacs de sable comprimés par une petite presse à mains.

L'atelier comporte en outre un appareil de chauffage à gaz ou à essence et une petite chaudière. Un compresseur d'air avec un réservoir et quelques outils.

La maison Haywood fournit ces installations complètes et a en outre même une école où elle forme en quelques jours des réparateurs.

En Amérique, c'est par milliers que se comptent maintenant ces installations, et on ne peut que souhaiter d'en voir se créer de nombreuses en France. Outre qu'elles seront une source de revenus pour les garagistes, elles permettront de faire durer plus longtemps et de réparer les pneumatiques restés si coûteux.

On voit donc, ainsi que nous le disions en commençant, combien était restreinte la participation de l'industrie automobile à l'Exposition du Champ-de-Mars. Il serait sûrement à souhaiter cependant que le Salon de l'Automobile se décongestionnât un peu à son profit. Tout le monde y gagnerait, les petits exposants comme le public.

G. DELAGE,
*membre du Conseil.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE FRANÇAISE A LA XIVe FOIRE DE PARIS (1922)

*Coup d'œil rétrospectif sur les foires de Paris.* — La XIVe Foire de Paris qui s'est tenue, du 10 au 25 mai 1922, sur l'Esplanade des Invalides et au Champ-de-Mars. a été particulièrement brillante; elle fut inaugurée le 10 mai par M. Dior, ministre du Commerce, assisté de M. Strauss, ministre de l'Hygiène et de la Prévoyance sociale.

Le mercredi 17 mai, M. Millerand, président de la République, l'honora de sa présence et, comme les Ministres, il fut très frappé des efforts considérables fournis par toute l'industrie française.

Au cours de la réception des exposants à l'Hôtel de ville, le 10 mai, M. César Caire, président du Conseil municipal, et M. Roger, président de la Chambre de Commerce, ont rappelé les modestes débuts de la Foire de Paris et montré les étapes franchies ensuite sur le chemin du succès.

L'origine de l'institution remonte à 1902. Dans l'esprit des organisateurs, elle s'adressait plus spécialement aux fabricants de jouets et d'articles de Paris. La première Foire se tint en 1903, au vieux marché du Temple et ce début, quoique satisfaisant, fut loin de faire augurer le brillant développement actuel.

Neuf foires se succédèrent jusqu'en 1914; l'enthousiasme du commencement s'affaiblit graduellement mais la ténacité et la persévérance des organisateurs devaient triompher de toutes les nombreuses difficultés rencontrées.

C'est en 1914 qu'une profonde transformation devait se produire, l'heure favorable allait enfin sonner. Le Conseil municipal de Paris avait, au printemps de cette même année, envoyé une délégation chargée d'étudier sur place le fonctionnement de la Foire de Leipzig, si ancienne et si renommée.

A la suite du rapport déposé par cette délégation, il se créa, en 1915, un nouveau comité comprenant certains membres de la Chambre de Commerce de Paris, du Conseil municipal, du Conseil général, diverses personnalités du commerce, de l'industrie et quelques membres de l'ancien comité.

La présidence en fut confiée à M. Roger, alors membre de la Chambre de Commerce et aujourd'hui son président, qui, par son intelligente initiative,



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

parvint à donner à la Foire de Paris son ampleur si grande qui ne fait que s'accroître chaque année. Dès le début, M. Roger s'assura le concours de M. Martel, actuellement administrateur général, dont tout le dévouement et l'active collaboration contribuèrent et contribuent toujours au succès de cette manifestation. Le champ d'action fut considérablement agrandi par un appel à toute l'industrie française qui saisit avec empressement l'occasion de mettre annuellement en valeur les progrès se succèdant si rapidement depuis le commencement du siècle.

Ainsi reconstituée et rénovée, la Foire de Paris se tint en 1917 sur l'Esplanade des Invalides qu'elle ne devait plus quitter désormais, et, bien que la France vécut alors des heures bien tragiques, bon nombre d'exposants eurent à cœur d'y montrer leur esprit d'entreprise et de perfectionnement.

Par la suite, la Foire empiéta chaque année sur de nouveaux emplacements; elle engloba successivement le Cours-la-Reine, le Quai d'Orsay, l'Avenue La-Motte-Piquet et finalement la partie libre du Champ-de-Mars comprise entre les avenues de La-Motte-Piquet, de La-Bourdonnais et de Suffren, occupée autrefois par la Galerie des Machines.

En 1917, elle groupait 1.500 exposants.
— 1919 — — 2.500 —
— 1920 — — 3.500 —
— 1921 — — 4.000 —

Cette année le nombre des exposants atteint 4.500.

Dès maintenant, on laisse espérer qu'en 1924, un emplacement spécial et définitif, suffisamment vaste pour contenir le nombre sans cesse grandissant des exposants, sera mis par la Municipalité à la disposition du Comité de la Foire de Paris, présidé aujourd'hui par M. Godet, membre secrétaire de la Chambre de Commerce de Paris.

Sa réputation est donc bien établie; elle est due à une bonne et sage administration; elle tient aussi à ce que la Foire correspond à un besoin réel.

En effet, c'est là que l'acheteur trouve sur place, groupés et présentés mieux que dans les plus beaux catalogues, tous les objets qui peuvent l'intéresser. Il peut les comparer, les juger et se rendre compte en quelques instants des améliorations apportées dans leur construction, ou leur adaptation à leur but d'utilité. L'exposant, d'autre part, se renseigne sur l'orientation des désirs de la clientèle et la direction à donner à ses recherches; il se rend compte des progrès de ses confrères, il met les siens en valeur et surtout il traite des affaires, favorisées par un courant d'émulation profitable à tous, producteurs et consommateurs.

Ainsi les foires, nées du manque de moyens de communication obligeant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les marchands à offrir périodiquement à jour fixe leurs produits, et qui périclitèrent peu à peu par l'amélioration des procédés de transport permettant la livraison rapide des objets de provenance éloignée, redeviennent à nouveau florissantes par le besoin de comparaison des perfectionnements journellement imaginés par l'esprit humain.

La Foire de Paris est nationale; toutes les industries y sont représentées et toutes méritent le plus grand intérêt mais il faut se borner ici à examiner avec quelle importance les constructions électriques y participèrent en 1922.

*
* *

## GROUPE DE L'ÉLECTRICITÉ

*Rôle du Syndicat professionnel des Industries électriques et de l'Union des Syndicats de l'Electricité.* — De 1917 à 1919, Eugène Sartiaux, ancien et regretté président du Syndicat professionnel des Industries électriques, installa ce groupe, et sa voix si autorisée fut promptement entendue par de nombreux constructeurs.

En 1920, le Comité de la Foire, tout en conservant la direction générale de ce vaste marché, demanda au Syndicat professionnel des Industries électriques d'organiser le Groupe de l'Électricité en mettant à sa disposition un hall de 1.000 m², situé sur l'Esplanade des Invalides, et un certain nombre de boutiques.

Il estimait à juste titre que les constructeurs électriciens français affiliés pour la plupart au Syndicat répondraient avec empressement à son appel. Ses prévisions se réalisèrent amplement.

En 1921, devant l'affluence des demandes, il fut alloué au Syndicat deux halls et demi soit 2.500 m² ainsi que des boutiques, le tout installé cette fois au Champs-de-Mars. Grâce à la grande influence du Syndicat professionnel des Industries électriques, auquel l'Union des Syndicats de l'Électricité donna son patronage, les plus importants constructeurs participèrent à la Foire.

Prévoyant pour 1922 l'importance grandissante de cette manifestation nationale, le Syndicat professionnel des Industries électriques institua un comité d'organisation dont les membres furent choisis parmi les représentants des principales industries électriques, tandis que l'Union des Syndicats de l'Électricité créa un comité de patronage, tous deux ayant un bureau commun. Le travail d'organisation fut considérable, car le Comité de la Foire avait mis à la disposition du Syndicat deux halls, bien plus importants que les précédents, représentant une surface totale de 3.600 m² ainsi que plusieurs boutiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les exposants se présentèrent si nombreux qu'il fallut empiéter sur l'un des halls de la mécanique pour porter la surface totale utilisée à 3.800 m².

Toutes les classes de la construction électrique y furent brillamment représentées. Pour faciliter aux acheteurs, dans la mesure du possible, la comparaison du matériel et des objets exposés, des plaques placées au-dessus des stands indiquaient aux visiteurs la classe dans laquelle ils se trouvaient.

Au pourtour des halls et au-dessus des enseignes, une série de devises, dont la liste est donnée ci-après, rappelaient avec une éloquente concision les bienfaits de l'électricité.

On lisait ainsi :

« *Si Diogène avait connu l'électricité, il l'eût installée dans son tonneau.* »

« *L'éclairage électrique vous apporte économie, hygiène, propreté et simplicité.* »

« *A la maison, aux champs, à l'usine, partout, pour tout, l'électricité s'impose.* »

« *L'électricité éclaire, chauffe, rafraîchit, parle, transporte et guérit.* »

« *L'électricité tue les microbes, purifie l'air et l'eau.* »

« *Avec ou sans fil, l'électricité rapproche les distances, elle répand la pensée à travers le monde.* »

« *L'électricité rend la vie agréable, sans elle pas de confort.* »

« *A la maison, aux champs, à l'usine, l'électricité économise la main d'œuvre.* »

« *La traction électrique est la locomotion de demain.* »

« *La houille blanche est le carburant national de l'avenir.* »

« *Le chauffe-eau par accumulation prépare votre bain pendant votre sommeil.* »

« *La construction électrique française résout tous les problèmes.* »

« *L'art français est un précieux allié de l'industrie électrique.* »

« *Une installation électrique bien faite est sans danger.* »

« *Faites votre cuisine à l'électricité, une côtelette de 2 francs est cuite à point pour 2 centimes.* »

« *L'aspirateur électrique nettoie votre appartement pour 20 centimes par jour.* »

« *Nous bénéficions chaque jour d'un bienfait nouveau de l'électricité.* »

Six allées séparaient les stands dans le sens de la longueur et deux larges allées transversales les reliaient aux halls de la Mécanique. On ne négligea pas la ventilation, car au-dessus des vélums, des lanterneaux assuraient une bienfaisante aération.

L'entrée était libre en principe. Toutefois, aux jours d'affluence, samedis

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et dimanches, les visiteurs étaient canalisés par des tourniquets permettant de les admettre dans les halls dès que l'espace y devenait disponible.

Seuls, les porteurs de cartes d'acheteurs ou les personnes qualifiées munies des entrées spéciales délivrées par un guichet aménagé à cet effet, purent pénétrer à tous moments dans les halls du groupe.

Le nombre des exposants ayant répondu à l'appel du Comité d'Organisation fut tel qu'il fallut les diviser en différentes catégories d'industries dont le tableau suivant donne la répartition ainsi que les surfaces respectives occupées par chacune d'elles.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Classe | I | : Accumulateurs et piles . . . . . | 12 | exposants | 138 m² |
| — | II | : Aluminium . . . . . | 1 | — | 8 — |
| — | III | : Appareillage électrique . . . . . | 45 | — | 977 — |
| — | IV | : Appareils de mesure . . . . . | 9 | — | 100 — |
| — | V | : Chauffage électrique . . . . . | 17 | — | 309 — |
| — | VI | : Conducteurs et canalisations . . | 6 | — | 64 — |
| — | VII | : Éclairage électrique . . . . . | 27 | — | 469 — |
| — | VIII | : Industries diverses . . . . . | 11 | — | 85 — |
| — | IX | : Machines et transformateurs . . | 29 | — | 1.022 — |
| — | X | : Petits moteurs et ventilateurs . . | 9 | — | 84 — |
| — | XI | : Porcelaine et isolants. . . . . | 13 | — | 107 — |
| — | XII | : Téléphonie-Télégraphie . . . . . | 20 | — | 323 — |
| | | Enseignement technique . . . . | 4 | — | 45 — |
| | | Groupements et syndicats. . . . | 3 | — | 22 — |

La comparaison de l'importance des halls de l'électricité et des boutiques édifiées au Champ-de-Mars en 1921 et 1922 se résume comme suit :

| | En 1921. | En 1922. |
|---|---|---|
| Surface totale des halls. . . . . | 2.500 m² | 3.800 m² |
| Nombre d'exposants . . . . . | 156 — | 206 — |
| Nombre d'exposants dans les boutiques . . . | 32 — | 14 — |

Ainsi, d'une année à l'autre, la surface occupée augmenta de moitié et le nombre d'exposants dans les halls d'un tiers.

Par contre, les boutiques furent moins nombreuses en 1922 qu'en 1921, les constructeurs s'étant rendu compte du grand intérêt qu'ils ont à se grouper suivant leur spécialité et s'étant aussi aperçus que les visiteurs examinent plus volontiers les produits exposés à la vue de tous que ceux enfermés dans un local où il faut pénétrer tout exprès.

Les efforts accomplis par les exposants trouvèrent une juste compensation dans un mouvement de transaction si nécessaire à ce moment-là.

En parcourant les deux halls, il fut réconfortant de constater la puissante vitalité de l'industrie électrique française, de voir les immenses ressources d'énergie qu'elle possède et qui lui permettront de traverser victorieusement les difficiles moments qu'elle connaît actuellement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## DESCRIPTION DU MATÉRIEL EXPOSÉ

La diversité des produits exposés dans les 12 classes formant l'ensemble du Groupe fut frappante. On vit les génératrices, les alternateurs puissants; on rencontra les transformateurs et le gros matériel de haute tension; on remarqua l'appareillage électrique, les appareils de chauffage et d'éclairage, les canalisations, en cuivre et en aluminium. La téléphonie avec et sans fil et la radiotélégraphie, les appareils de mesure, la porcelaine électrotechnique y furent largement représentés ainsi que tous les accessoires de l'électricité.

Enfin, certains grands groupements et les écoles d'électricité les plus importantes de Paris tinrent à affirmer l'intérêt qu'ils portèrent à cette manifestation en y montrant les travaux exécutés par eux.

Le Comité d'organisation du Syndicat professionnel des Industries électriques consacra les dernières matinées à la visite des halls, par diverses écoles de Paris, sous la conduite de professeurs, s'étant, au préalable, rendu compte des spécialités intéressant plus particulièrement leurs élèves qui ont ainsi retiré meilleur profit de leur visite.

Le matériel et les appareils de même que les travaux exposés font l'objet de la description contenue dans les lignes qui suivent.

### Classe I. — Accumulateurs et piles.

#### 1° *Accumulateurs.*

*Batteries pour T. S. F.* — Le développement rapide de la télégraphie sans fil et surtout de la téléphonie sans fil, conduisit les constructeurs d'accumulateurs à étudier des types nouveaux de batteries pour amplificateur de T. S. F. possédant les qualités demandées pour cette application, soit : bon isolement, faible poids, encombrement restreint et petite capacité.

L'isolement des éléments de ces batteries, qui travaillent sous des tensions de 40 et 80 V, nécessite des agencements spéciaux évitant toute chance d'avaries graves par courts-circuits.

Certains modèles sont prévus montés avec des éléments non renversables et spécialement destinés aux postes de T. S. F. installés à bord des avions. Un dispositif très simple, placé à l'intérieur de ces éléments, empêche les projections de liquide, quelle que soit la position qui leur est donnée.

D'autres batteries à liquide libre, étanches dans toutes les positions, sont à remplissage automatique à niveau constant.

A signaler également des petites batteries de T. S. F. modèles des télégraphies militaires française et belge et pour amateurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Batteries de démarrage.* — On est arrivé à établir des batteries de démarrage joignant aux qualités électriques les plus sûres, celles toutes spéciales de robustesse et d'endurance, primordiales pour un organe soumis à des conditions de travail des plus dures et dont le bon fonctionnement est si important pour l'automobiliste.

Comme principal perfectionnement apporté dans ces batteries, il y a lieu de citer l'emploi de la matière active spéciale jusqu'ici réservée à la fabrication des plaques de grosses batteries et des éléments de sous-marins.

*Batteries transportables.* — Dans certaines de ces batteries dont les applications sont très variées (traction, éclairage des trains, éclairage et démarrage des automobiles, etc.), les caisses de groupement en bois ou en métal, fragiles et attaquables par l'acide, sont complètement supprimées, les bacs étant moulés dans un même bloc de verre dont les parois sont suffisamment épaisses.

*Batteries stationnaires.* — Parmi ce genre de batteries, on relève un type dont les éléments positifs sont constitués par des plaques Planté en plomb pur, les négatifs par des plaques à oxydes rapportés.

D'un montage très facile, ces petites batteries stationnaires sont particulièrement indiquées pour accompagner les petits groupes électrogènes.

Indépendamment de ces appareils les plus récents, diverses firmes françaises présentent des batteries à poste fixe montées tant en bacs de verre que de gummite ou de bois doublé de plomb, dont les capacités varient de 150-1.000-5.000 et même 11.000 Ah.

*Batteries à usages divers.* — Dans l'ensemble il y a lieu de signaler divers types de batteries servant à des usages multiples présentant certaines améliorations sur les modèles précédents : des éléments pour sous-marins type *Brumaire* montés dans des bacs en gummite moulés d'une seule pièce; — des batteries de traction, l'une du modèle fourni à la ville de Paris pour l'équipement de ses électromobiles destinées à l'enlèvement des ordures ménagères, l'autre pour l'équipement de tracteurs de route; — des batteries d'éclairage des trains, l'une fournie aux Chemins de Fer de l'État et l'autre à la Compagnie du Chemin de Fer de Paris-Lyon-Méditerranée.

Diverses autres batteries, telles que : batteries d'éclairage d'automobiles, batteries pour standards téléphoniques, groupe d'éclairage portatif, etc.

Enfin un poste de soudure électrique, d'un récent modèle destiné au montage sur place des batteries.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

### 2° *Piles.*

De même que pour les accumulateurs, les progrès de la T. S. F. ont nécessité la création de nouvelles batteries de piles s'adaptant aux besoins actuels.

*Batteries pour T. S. F.* — C'est dans cet ordre d'idées que les constructeurs ont porté leurs efforts, et leurs divers modèles exposés répondent bien aux conditions imposées (très long et faible débit sans abaissement sensible de la tension).

Ils sont tous établis, à peu de chose près, sur le même principe et constitués par l'accouplement de 30, 40 ou 60 piles réunies dans un même récipient ou coffret, formant ainsi un ensemble transportable et d'un emploi pratique.

*Pile à oxyde de cuivre.* — Cette pile étanche, à laquelle divers perfectionnements viennent d'être apportés, se caractérise par sa courbe de décharge en palier.

*Pile à dépolarisation par l'air.* — Une nouvelle pile à dépolarisation par l'air, dont les avantages permettent son utilisation dans de multiples applications, est établie sur un principe entièrement nouveau. Elle est impolarisable : sa force électro-motrice reste invariable jusqu'à épuisement de l'électrolyte.

Son originalité réside dans la création d'une électrode positive inusable et pouvant fournir un débit élevé ininterrompu, en utilisant l'air comme dépolarisant.

## Classe II. — Aluminium.

L'emploi de l'aluminium en électricité prend chaque jour de plus en plus d'importance.

C'est tout spécialement dans la construction des lignes, que ce métal est appelé à se substituer au cuivre, par l'emploi de conducteurs mixtes à âme d'acier.

*Répartiteurs et distributeurs de branchement.* — Parmi les divers modèles exposés, on remarque :

Un répartiteur après compteur, étudié en vue d'équilibrer les circuits de départ au moyen d'un curseur spécial qui peut se déplacer le long des barres de l'appareil;

Un répartiteur à barres transversales, à contacts amovibles, permettant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'isoler un circuit ou de le changer de pont sans avoir à toucher aux câbles;

Un coupe-circuit de branchement d'un encombrement très réduit, muni d'un système de fermeture plombable placé sur le dessus du coffret.

*Interrupteurs et coupe-circuits.* — Un perfectionnement apporté aux interrupteurs et coupe-circuits montés sous coffrets vitrés en aluminium consiste en leur exécution avec pièces entièrement démontables et interchangeables permettant la réparation et au besoin le montage complet de l'appareil par l'électricien lui-même sans autres outils qu'une pince et un tournevis.

A signaler également :

Une barrette de coupe-circuit ouvrante, dans laquelle le fusible est complètement enfermé;

De nombreux petits interrupteurs et commutateurs d'appartements dont un modèle à bascule, genre Tumbler, à détente directe avec rupture très rapide;

Des appareils dits invisibles se dissimulant sous la moulure (interrupteur va-et-vient ordinaire et prise de courant);

Une poire interrupteur ou va-et-vient, dont la forme se rapproche de celle d'une montre et qui ne possède aucun système d'articulation.

*Appareils divers.* — Un limiteur très sensible permettant le réglage exact du courant à fournir et fonctionnant aussi bien sur courant continu que sur courant alternatif;

Un régulateur pendulaire spécial pour la signalisation. Cet appareil très simple permet la commande intermittente d'un circuit, avec cadence régulière et réglable; il est spécialement étudié pour les compagnies de chemins de fer;

Un commutateur veilleuse, une douille-veilleuse et un bouchon-veilleuse, réglant l'intensité lumineuse avec consommation proportionnelle de courant;

Un réducteur de lumière et de courant à intensités variables pouvant se placer sur toutes les douilles à baïonnettes;

Une douille à baïonnette simplifiée, se composant essentiellement d'un corps en porcelaine et de deux pistons étudiés pour le serrage rapide des fils de connexions. Cette douille se construit également avec une disposition des encoches permettant d'allumer ou d'éteindre la lampe par simple rotation;

Un petit rhéostat pour réglage des moteurs de 1/60 à 1/4 ch, composé de deux résistances parallèles dans un carter en aluminium ayant la forme d'une demi-lune. Un curseur frotte simultanément sur les deux résistances;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une série d'interrupteurs spéciaux destinés à l'allumage intermittent des enseignes et transparents lumineux;

Un appareillage étudié spécialement pour les automobiles (démarrage, éclairage et allumage).

### 2° *Gros appareillage.*

*Disjoncteurs basse tension à rupture dans l'air.* — Le développement très considérable des grandes usines de distribution nécessite souvent l'emploi de disjoncteurs basse tension à rupture dans l'air construits pour de très fortes intensités et pour remplir un service des plus durs.

Ils sont formés d'éléments placés côte à côte et manœuvrés simultanément.

Un de ces appareils comprend deux interrupteurs accouplés, constitués chacun par trois éléments de 3.000 A, l'ensemble pouvant ainsi couper 18.000 A.

Les contacts de ces appareils, du type controller, sont en nombre suffisant pour ne pas dépasser un échauffement admissible sous une pression convenable des balais.

On remarque également :

Un disjoncteur type tableau 1.200 V-1.500 A avec soufflage magnétique, l'armature formant circuit magnétique de la bobine à maxima direct;

Un disjoncteur ultra rapide pour commutatrices de sous-station, à séparation quasi instantanée des contacts pour 1.500 V, types de 500 à 3.000 A;

Un modèle de disjoncteur automatique à réenclenchement empêché, dont le perfectionnement réside en l'absence totale de crochets, l'armement, se faisant par un dispositif de deux leviers;

Des appareils présentant des particularités intéressantes dans le mécanisme d'accrochage et dans les dispositifs de déclenchement;

Un interrupteur automatique à balais dans l'air de 750 V-4.000 A, pour courant continu avec commande électrique à distance;

Des appareils avec dispositifs automatiques complets pour toutes applications spéciales (étuves et frigorifiques, pompes et compresseurs, machines-outils, traction, etc.).

Un conjoncteur-disjoncteur automatique, destiné à être placé en tête des installations ou des groupes de moteurs di ou triphasés.

Aujourd'hui, les types normaux de ces câbles utilisés couramment, sont à 7 brins avec âme constituée par un fil d'acier ou à 37 brins avec âme formée par 7 fils d'acier.

Des échantillons de ces conducteurs avec leurs divers modes de jonction et de dérivation ainsi que leur moyen de fixation sur leur isolateur permettent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de se rendre compte de la facilité avec laquelle les lignes peuvent être montées.

A côté de ce matériel, des exemples d'assemblage de barres plates pour tableaux de distribution indiquent également les avantages de ce métal pour cet usage.

Dans l'appareillage électrique, l'aluminium s'emploie sous forme d'éléments soit fondus, soit emboutis, repoussés ou matricés. Il prend par nickeou simple polissage, un aspect séduisant tout en apportant dans la construction cette qualité primordiale qui fait sa valeur : la légèreté.

## Classe 1 . — Appareillage.

Cette classe, la plus importante du groupe comme nombre d'adhérents, se subdivise en trois catégories :

1° le petit appareillage;

2° le gros appareillage;

3° l'appareillage pour haute tension.

Certaines maisons se sont spécialisées dans la construction du matériel d'une des trois catégories, d'autres au contraire fabriquent les deux dernières et quelquefois l'ensemble de ces trois subdivisions.

### 1° *Petit appareillage.*

*Minutiers.* — Les minutiers, ou minuteries, plus spécialement utilisés pour l'éclairage des escaliers pendant un temps déterminé sont employés depuis nombre d'années.

Un type récent de ces appareils, de construction simple et robuste, fonctionnant sur tous courants, ne comprend ni mouvement d'horlogerie, ni ressort moteur, ni huile, ni mercure; il est mécanique, avec électro-aimant d'amorçage.

Le réglage est obtenu par un dispositif qui limite dès la première oscillation l'amplitude initiale d'un pendule.

*Poulie agrafe instantanée.* — Ce nouvel attache-fils à 4 rainures, exécuté en une seule pièce soit en porcelaine, soit en verre, permet de tendre deux fils en les posant sans ligature, ni serrage, et de les enlever sans rien démonter ni abîmer. D'où grande économie de main-d'œuvre.

*Disjoncteurs basse tension à rupture dans l'huile.* — Divers appareils établis suivant ce principe, parmi lesquels un disjoncteur pour 8.000 A-250 V, à commande électrique pour 250 A.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Controllers.* — Des controllers se font remarquer par les perfectionnements apportés à leurs dispositifs, spécialement étudiés pour la commande des machines-outils, des appareils de levage et de la traction.

L'un d'eux est muni d'un dispositif qui substitue aux touches à frottement des controllers ordinaires, de véritables interrupteurs, à rupture brusque et soufflage magnétique, commandés par des cames.

Un autre modèle de controller de construction robuste et étanche à la lance se construit pour commande de moteur de treuil de bord.

*Coffrets de manœuvre.* — Il convient de citer :

Une série de ces coffrets, avec interrupteur, interrupteur et coupe-circuit, avec disjoncteur à rupture dans l'air ou dans l'huile du type blindé ou complètement étanche ou simplement protégé avec couvercle tôle.

Ces appareils se signalent par la généralisation du mouvement de roulement du contact mobile sur le contact fixe.

L'un de ces coffrets est spécialement étudié pour la commande de moteurs de métiers renvideurs avec démarrage étoile-triangle et mouvements brusques, assurant automatiquement la correction des manœuvres.

*Contacteurs.* — Ces appareils sont généralement destinés au démarrage, au règlage de vitesse ainsi qu'au renversement de marche des moteurs industriels dont le service est particulièrement dur et trop pénible pour les démarreurs et les controllers ordinaires.

Ils rendent impossible toute fausse manœuvre due à l'inexpérience ou à la négligence du personnel.

A signaler :

Un modèle de contacteurs à courant alternatif, pour tableaux de démarrage, caractérisé par la suppression des dash-pots et par un réglage du temps de démarrage suivant la charge;

Des contacteurs pour courant continu et courant alternatif, construits le plus simplement possible avec pièces facilement interchangeables. Les modèles à courant alternatif possèdent un dispositif de décalage classique assurant le blocage constant des appareils pour l'alimentation monophasée.

Parmi les démarreurs, régulateurs, interrupteurs, coffrets de branchement et électro-aimants on trouve :

*Démarreurs.* — Des démarreurs blindés dans l'air et dans l'huile et combinaisons de ces appareils avec des coffrets de manœuvre sous forme de tableaux de démarrage. Ces tableaux constituent des ensembles de construction homogène assurant la mesure et la protection nécessaire pour la bonne marche des moteurs;

Des démarreurs dont la disposition des résistances montée sur porcelaines

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à rainures, formant des éléments séparés donne une grande ventilation et un faible encombrement des appareils. Leurs carcasses sont établies soit en fer, soit en zinc, selon leur utilisation pour courant continu ou alternatif.

*Régulateurs.* — Un régulateur de tension à action rapide, limiteur d'intensité et appareil pour la mise en parallèle automatique de machines asynchrones et de stations centrales électriques;

Un régulateur par absorption pour turbine ou roue hydraulique;

Un réducteur automatique pour batterie d'accumulateurs, combiné avec un groupe de contacteurs;

Un régulateur automatique à très grande rapidité de régulation, dont la conduite du rhéostat de réglage est assurée directement par un organe de mesure agissant électriquement sur des embrayages magnétiques, sans interposition de relais;

Un système d'éclairage électrique des trains, à régulateur électro-magnétique de la tension, et calage constant des balais de la dynamo.

*Interrupteurs.* — Une série d'interrupteurs à couteaux en cuivre rouge dans lesquels les mâchoires sont établies en une seule pièce;

Une série d'interrupteurs sous coffrets vitrés constitués avec les éléments à couteaux et munis d'un système de commande extérieure.

*Coffret de branchement.* — Un coffret de branchement à bain d'huile, protégé contre l'humidité, la poussière et l'action des gaz inflammables, qui se recommande chaque fois que les conditions de service sont particulièrement dures.

*Électro-aimants.* — Des appareils magnétiques tels que :

électro-aimants de freins;

électro-aimants de manutention et de levage;

mandrins et tables magnétiques;

presses magnétiques à mouler et vulcaniser;

embrayages magnétiques;

séparateurs et trieurs magnétiques;

plateaux magnétiques et démagnétiseur qui est l'auxiliaire de ceux-ci en supprimant le magnétisme rémanent des pièces après usinage;

électro-aimants pour réaimantation d'aimants de magnétos.

### 3° *Appareillage de haute tension.*

Les stations de haute tension prennent un développement de plus en plus considérable, aussi cherche-t-on dans la conception des appareils utilisés sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ces courants, en plus de la solidité et du bon fonctionnement, le maximum du coefficient de sécurité.

*Disjoncteurs.* — Un très grand nombre de disjoncteurs pour courants de haute tension, à rupture dans l'huile, sont étudiés dans ce but; il y a lieu de signaler un modèle pour tensions à partir de 45.000 V, disposé pour recevoir le transformateur d'intensité dans la cuve même de l'interrupteur.

Jusqu'à 45.000 V, il est créé des groupes monoblocs pour toutes puissances de rupture pouvant donner 70.000 kVA.

Ces disjoncteurs ont l'avantage de pouvoir être équipés à la fois pour le déclenchement par bobine à maxima directement dans la haute tension et par bobine de déclenchement basse tension commandée par transformateur d'intensité et par relais : ils peuvent également être munis de l'enclenchement brusque. En outre, un dispositif provoque l'ouverture du circuit lorsque le niveau de l'huile baisse au-dessous d'une certaine valeur, et la fermeture reste impossible tant que ce niveau n'est pas rétabli à sa valeur normale;

Un disjoncteur à rupture dans l'huile à commande électrique pour 250 A, 45.000 V;

Un disjoncteur à rupture dans l'huile avec relais à maxima et action instantanée ou retardée dont l'intensité peut atteindre 2.000 A et la tension 40.000 V;

Un disjoncteur à rupture dans l'huile à commande électrique pour 2.000 A, 15.000 V;

Une série de disjoncteurs à rupture dans l'huile de 3.000 à 15.000 V, établis pour des intensités normales variant de 120 à 2.000 A, dans lesquels il est fait emploi de contacts fixes du type controller.

Des disjoncteurs à huile pour très hautes tensions, 60.000 à 250.000 V, à chambres de projection d'huile, et double rupture à grande vitesse, capacités de rupture 350.000 kVA, avec dispositif spécial d'évacuation des gaz et transformateur spécial pour la commande du déclenchement;

Un disjoncteur pour courant continu 1.000 A, 3.000 V, destiné à la protection des feeders de traction.

*Postes automatiques.* — Ces postes de manœuvre, destinés à remplacer la main de l'homme, sont constitués par une boîte blindée renfermant tout l'appareillage automatique nécessaire aux diverses manœuvres : coupure normale de la ligne ; fermeture du disjoncteur lorsque la ligne est sous tension et si rien d'anormal ne se produit; rupture si le courant vient à manquer; rupture pendant un certain temps, en cas de surintensité, puis fermeture brusque et nouvelle rupture si la surintensité persiste. Après plusieurs manœuvres, le disjoncteur reste ouvert, un voyant apparaît et un contact de signalisation indique à l'usine qu'il y a une anomalie sur le départ.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Postes et cabines de départ.* — Il est exposé :

un poste de transformation aérien sur poteaux pour l'électrification des campagnes comprenant, montés sur cadre rigide, des parafoudres avec leurs résistances liquides et en série, et par phase, 1 sectionneur, 1 self et 1 coupe-circuit ;

un poste haute tension 15.000 V ;

une cabine pour départ 5.000 kVA, 15.000 V, renfermant un matériel perfectionné dont un disjoncteur à dispositif de réenclenchement empêché et retardateurs à glycérine, bobine à minima alimentée par le secondaire du transformateur de tension monté dans la cabine. Bac mobile à descente par vis sans fin et roue hélicoïdale. Un système de sécurité assuré par la commande mécanique des sectionneurs et du disjoncteur combiné avec un dispositif de verrouillage des postes d'accès pour éviter toute fausse manœuvre.

*Appareils divers.* — A noter :

Des sectionneurs, coupe-circuits, selfs, parafoudres établis pour des tensions de 5.000 à 45.000 V, parmi lesquels un sectionneur spécial de 1.500 A à trois couteaux, monté sur porcelaines lisses pour 45.000 V, et un sectionneur rotatif pour très hautes tensions ;

Un interrupteur aérien construit pour 70.000 V, à quadruple rupture par couteaux horizontaux, pouvant couper en charge des réseaux à très haute tension ;

Des parafoudres à limiteur d'intensité et à grande puissance de décharge ;

Un limiteur de tension à intervalles multiples avec extincteur d'arc électromagnétique.

## Classe IV. — Appareils de mesure.

Une très grande diversité d'appareils se rencontre dans cette classe.

A côté des ampèremètres et voltmètres de tableau il convient de signaler :

Un galvanomètre enregistreur à aimants conjugués et des millivoltmètres remarquables par leur sensibilité que n'exclue pas une grande solidité, ce sont maintenant des appareils industriels qui jusqu'ici ne pouvaient guère sortir du laboratoire. Ce résultat est obtenu par suite de la substitution de pivots à la suspension élastique qui enlève la fragilité aux galvanomètres ;

Des boîtes de contrôle, ampèremètres et voltmètres électromagnétiques à compensation d'hystérésis fonctionnant indifféremment sur courant continu et sur courant alternatif ; les graduations de ces appareils d'une grande régularité permettent de faire des lectures pour les valeurs de l'intensité ou de la tension égale à 1/10 du maximum de l'échelle ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Des wattmètres-voltmètres de laboratoire paraissant appelés à rendre de grands services dans les opérations de contrôle par la réunion de 2 appareils sous un volume réduit et par la multiplicité des sensibilités : deux de puissance et deux de tension;

Un microfaradmètre, appareil à aiguille indicatrice qui, branché sur courant alternatif, mesure par lecture directe les capacités;

Des pyromètres dans lesquels l'augmentation de la robustesse des couples et des galvanomètres en permet la manipulation par des ouvriers;

Des potentiomètres destinés à la mesure de faibles forces électro-motrices constitués pour la vérification et la détermination des couples thermo-électriques;

Des relais voltmétriques d'une grande précision et pouvant donner des contacts pour une variation d'un centième de volt;

Des phasemètres ayant un couple puissant et à peu près indépendant du voltage, ces appareils restent précis même lorsque l'intensité tombe au dixième de sa valeur normale;

Des fréquencemètres que le constructeur s'est efforcé de rendre indépendant du voltage dans de grandes limites;

Un synchronoscope avec équipage très léger et consommant peu de courant;

Des ampèremètres haute fréquence à thermo-couple, la lame conductrice de courant étant employée comme un des éléments du couple, les déviations de ces appareils sont instantanées et suivent fidèlement les variations du courant;

Un appareil multi-calorique combiné, permettant de faire par simple déplacement d'un commutateur des mesures d'intensité, de force électromotrice et de puissance et de déterminer par simple déduction le facteur de puissance;

Un enregistreur photographique pouvant enregistrer avec un appareil robuste des courants de l'ordre du millième de microampère;

Des potentiomètres à cadran pour la mesure de la concentration en ions hydrogène, dont l'emploi deviendra indispensable dans les distilleries, sucreries, laboratoires, etc., et d'une façon générale pour l'analyse des liquides;

Des mégohmmètres à lecture directe construits pour la mesure des isolements, pouvant être employés en plein air et donner des résultats que l'on n'avait obtenus jusqu'ici qu'en laboratoire;

Un appareil électro-magnétique à échelle amplifiée dans lequel l'emploi de certains fers spéciaux sélectionnés et l'étude rationnelle de la position de ces derniers permettent d'amplifier, dans de grandes proportions, la déviation;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Des ohmmètres haute tension. Il était impossible d'utiliser les courants continus de haute tension dans les ohmmètres à magnéto par suite de la difficulté de réaliser des collecteurs sans étincelles.

Pour obvier à cet inconvénient on utilise le courant alternatif à tension normale que l'on relève à l'aide d'un transformateur. Ce courant est ensuite commuté sur l'arbre même de la magnéto en courant continu.

Un relais sélectif dont le rôle consiste à faire fonctionner d'une façon sélective quelle que soit la valeur du courant, des disjoncteurs automatiques se trouvant placés en série sur une canalisation principale et sur les dérivations. Ainsi pour une valeur quelconque de celui-ci et surtout en cas de court-circuits, les déclenchements ont toujours lieu dans des temps différents fixés à l'avance et suivant un ordre bien déterminé.

*Pendules électriques.* — Parmi les appareils dans lesquels le courant électrique est utilisé pour actionner directement le balancier il y a lieu de citer une pendule récemment mise au point dont le fonctionnement peut être assuré par n'importe quelle pile.

En effet dans ce système les amplitudes sont limitées et sensiblement constantes dans leur période, quelle que soit la force électromotrice de la pile, grâce à l'application du régulateur de Foucault.

On ne se sert du courant que pour donner une impulsion au balancier toutes les 4 ou 5 oscillations.

*Compteurs.* — On remarque, en plus des modèles courants :

Un compteur d'énergie complexe permettant une tarification dégressive de l'énergie suivant le décalage chez l'abonné;

Un compteur à dépassement lumière qui réalise une excellente solution de la tarification à forfait;

Un compteur pour la mesure de l'énergie déwattée;

Un compteur établi sur un principe nouveau augmentant largement la sensibilité.

## Classe V. — Chauffage.

Le développement considérable apporté ces dernières années au chauffage électrique a provoqué la construction d'appareils les plus variés soit pour les usages domestiques soit pour l'industrie.

*Chauffage par accumulation.* — Un principe nouveau d'utilisation de l'énergie électrique pour le chauffage de l'eau et désigné « Chauffage par accumulation » attire particulièrement l'attention.

Le problème de la production de l'eau chaude pour les besoins domes-



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tiques a toujours hanté l'esprit des maîtresses de maison et des architectes. Le besoin d'eau chaude est, en effet, plus grand qu'on ne se l'imagine au premier abord. Il varie suivant les cas, les saisons et les latitudes, mais sous nos climats tempérés les statistiques montrent qu'il est de 30 à 50 l par jour et par personne pour tous les besoins : toilette, cuisine, vaisselle, etc., non compris le grand bain qui prend à lui seul 150 l.

L'application du chauffage par accumulation permet de fournir à tous instants une quantité d'eau à température élevée qui ne dépend que de la capacité de l'appareil installé.

Ce principe est basé sur l'utilisation du courant électrique aux heures de moindre débit (courant d'heures creuses, la nuit par exemple) de manière à permettre aux secteurs d'en favoriser l'emploi par des tarifs particulièrement avantageux.

Il permet aux constructeurs de réaliser des appareils fonctionnant d'une manière entièrement automatique et pouvant se monter sur toutes les installations par suite de la faible puissance instantanée requise.

Le chauffage par accumulation est applicable, depuis le petit réservoir de 15 l jusqu'aux grosses chaudières d'immeubles en passant par le chauffe-bains.

On construit ainsi :

Des chauffe-eau de modèle simple se composant d'un récipient cylindrique calorifugé à double enveloppe muni d'un robinet de vidange, d'un registre de chauffe avec prise de courant et d'un évent de remplissage et de sûreté ;

Des chauffe-eau automatiques de diverses capacités à registre de chauffe et relai interrupteur actionné par un dispositif de réglage de la température assurant un fonctionnement entièrement automatique et réglable à volonté avec exactitude et sécurité. Normalement l'enclenchement s'opère lorsque la température de l'eau descend au-dessous de 85° et le déclenchement dès qu'elle atteint 90°.

*Appareils divers.* — A citer également :

De grandes étuves à 24 nacelles pour *réactions chimiques*, munies d'éléments chauffants constitués par des toiles résistantes interchangeables dont le remplacement se fait avec la plus grande facilité. La chambre de travail est rigoureusement étanche et les gaz dégagés au cours des réactions sont entièrement recueillis par une canalisation aménagée à la partie supérieure.

La température obtenue dans ces étuves est homogène à 3 p. 100 près, dans toutes les parties de la chambre de travail ;

Des appareils employés en *médecine* ou dans les *laboratoires*, comprenant :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un autoclave électrique pour stérilisation des pansements dont la particularité réside en l'utilisation complète des calories provenant du courant électrique;

Un bain-marie basé sur ce même principe;

Un bain de sable chauffant par bobines;

Différentes étuves électriques à cultures avec régulateur réglant la température à 1 p. 100;

Une étuve électrique à double enveloppe calorifugée dont l'élément chauffant placé à la partie inférieure permet d'obtenir une température uniforme de 170°;

Une boîte chauffée à l'électricité et calorifugée pour la stérilisation des instruments médicaux.

Le chauffage électrique trouve son application dans la construction de *couveuses*. Les dispositifs employés permettent d'obtenir une température constante dans les tiroirs recevant les œufs.

On trouve également :

Des fours électriques à résistance ou à induction pour les températures variant de 100 à 1.600°;

Un fer à souder d'établi par l'arc électrique en vase clos fonctionnant sur tous courants et utilisable aussi bien pour la soudure à l'étain qu'à l'aluminium.

Les *appareils de cuisine* et d'*usage domestique* attirent l'attention par leurs perfectionnements récents.

Ce sont :

Des cuisinières de différents modèles pouvant se brancher sur courant triphasé, des fours à pâtisserie, des fours à rôtir consommant de 3 hW à 3,5 kW;

De nombreux modèles récents de bouilloires, réchauds, chauffe-plats, chauffe-fer à friser, chauffe-assiettes, service à thé, grille-pain, etc.;

De grands assortiments de fers à repasser depuis les fers mignons jusqu'aux gros fers de tailleurs dans lesquels les constructeurs se sont efforcés d'appliquer aux éléments chauffants des principes nouveaux leur assurant une très longue durée en même temps qu'un chauffage économique et régulier, ces éléments sont interchangeables et peuvent être facilement remplacés;

Enfin, des radiateurs de différents styles très décoratifs montés soit avec des lampes, soit avec des résistances portées au rouge ou établies pour réaliser le chauffage obscur.

Certains d'entre eux ont leur partie chauffante formée par des résistances

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tissées non inductives rendant sur courant alternatif, le facteur de puissance de l'appareil sensiblement égal à l'unité.

Ces radiateurs sont exécutés de façon à réaliser l'équilibrage des phases ou des ponts sur les réseaux polyfilaires.

## Classe VI. — Conducteurs et canalisations.

*Fils et câbles.* — Les fils et câbles ainsi que leurs accessoires sont représentés par de nombreux échantillons tels que :

Des fils et câbles nus et isolés;

Des câbles armés pour toutes tensions;

Des tubes isolants avec boîtes et matériel accessoire;

Des câbles de tous genres à conducteurs multiples pour la téléphonie;

Des cordons souples pour tous appareils de téléphonie et de télégraphie;

Des câbles spéciaux pour sorties de bobine, communications intérieures de postes, appareils médicaux, etc.;

Des fils fins de cuivre rouge et de maillechort de 5/100 à 10/10 mm, isolés par une ou deux couches soie;

Des fils de cuivre rouge et de maillechort de 20/100 à 60/10 mm isolés par 1 ou 2 couches coton et sous tresse coton;

Enfin, divers échantillons de fils émaillés montrent que cette fabrication a pris aujourd'hui une grande extension en France.

Il y a lieu de rappeler les fils et câbles en aluminium décrits dans la classe II.

A citer également :

*Boîtes de jonction.* — Divers modèles de boîtes de jonction parmi lesquelles une boîte d'extrémité d'extérieur pour câble triphasé 35.000 V.

*Support des lignes aériennes.* — Un dispositif de support en acier à 4 pieds avec châssis en bois créosoté réduisant la profondeur d'enfouissement dans le sol sans nécessiter de béton, de maçonnerie ou de plâtre, la terre seule suffisant;

Un modèle analogue pour poteaux d'angle basé sur le même principe, à deux pieds seulement;

Un autre support, formé d'un pied en béton armé pour poteau en bois qui a pour but d'assurer la durée et la sécurité d'exploitation des lignes aériennes;

Un support isolateur pour extérieur à poutre intérieure, supportant les efforts de flexion et de torsion.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## CLASSE VII. — ÉCLAIRAGE.

Cette classe réunit tout le matériel se rapportant à l'éclairage électrique ou à ses applications.

Sa note gaie et les sujets artistiques qu'on y rencontre lui donnent un attrait tout spécial.

Ces appareils d'une grande multiplicité comprennent entre autres :

*Lustres. Bronzes. Ferronnerie d'art.* — Des lustres, plafonniers, suspensions de salle à manger, appliques, lampes, lampadaires, torchères, plafonniers, flambeaux, lanternes et sujets divers de tous genres et de tous styles en bronze ou ferronnerie d'art.

*Vasques et décorations lumineuses diverses.* — Des vasques d'éclairage, exécutées d'une seule pièce, jusqu'à 56 cm de diamètre avec un verre spécial, sur lequel sont sertis des émaux translucides;

Une table en fer forgé à jet d'eau, dissimulant à l'intérieur un groupe moto-pompe, donnant au centre d'une coupe lumineuse exécutée, comme les précédentes, un jet en pluie de 80 cm de hauteur;

Un aquarium à jet d'eau, composé d'une coupe en cristal et d'un pied en cuivre argenté, contenant également un groupe moto-pompe;

Des coupes et lampes en verre et en albâtre avec fruits et raisins transparents, en verre massif et en verre soufflé;

Des vases, coupes, veilleuses et objets de formes diverses atteignant des diamètres de 95 cm, taillés, creusés ou sculptés dans des blocs d'albâtre, de bardilles, d'onyx et d'agatine;

Des motifs lumineux d'éclairage en forme de chapelets et de bouquets, exécutés avec de petites lampes spéciales placées dans de petits coquillages;

Des lampes portatives en bois sculpté ou décoré à bras flexibles ou à articulations multiples munies d'une rotule à serrage élastique concentrique.

*Diffuseurs.* — Des appareils d'éclairage rationnel, scientifiquement conçus, rigoureusement exécutés et qui permettent, grâce à leur haut rendement une grande économie sur les dispositifs habituellement en usage.

Les réflecteurs, les diffuseurs, les projecteurs de ce système sont établis pour répondre à tous les besoins de l'éclairage public ou privé : depuis l'éclairage particulier jusqu'à celui des grands espaces.

Ils sont aussi employés dans les cas spéciaux de l'automobile, de l'aviation, de la médecine, des recherches sous-marines, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

D'autres appareils d'éclairage à ventilation intérieure utilisent d'une façon intégrale le flux lumineux des lampes en renvoyant sur le sol les rayons émis à la partie hémisphérique supérieure de celles-ci et les dirigent suivant un angle approprié avec la surface à éclairer.

Des diffuseurs avec globe en verre spécial à superficie unie et ajustage empêchant l'entrée d'insectes ou de poussière et possédant néanmoins une ventilation intensive. Ces appareils permettent, par un réglage de la douille, l'emploi des lampes de toutes fabrications et intensités;

Une armature étanche pour 3 lampes de 400 à 1.000 bougies, donnant un éclairage maximum sous un angle de 20° avec l'horizontale;

Un réflecteur elliptique, muni de 2 lampes de 300 bougies, pouvant se placer dans des lanternes à gaz existantes destinées à l'éclairage des petites rues.

*Lumière blanche.* — Un dispositif composé d'une ampoule spéciale placée dans un générateur qui, par ses multiples réflecteurs, recompose la lumière du jour. Cette lumière blanche et actinique ne dénature pas les coloris, ne fatigue pas les yeux; elle trouve de multiples applications.

*Lampes de poche, lanternes portatives.* — Une pile-lampe de poche, complète, supprimant les parties métalliques du boîtier et évitant les courts-circuits accidentels si fréquents dans ce genre d'appareil. La pile elle-même forme boîtier et peut cependant être remplacée très simplement et très économiquement par une pile de rechange;

Divers modèles perfectionnés de lampes magnéto-électriques, lampe de poche, lampe de garde, lampe de vélo;

La lampe de garde, fixée à deux courroies se porte devant soi, à la hauteur désirée et est actionnée par une chaînette. Une seule tirée donne une lumière qui dure vingt secondes, en tirant de suite trois ou quatre fois, la durée est d'une demi-minute;

La lampe de vélo fonctionne au moyen du pneumatique ou de la jante de la roue avant et d'une poulie d'entraînement fixée à l'arbre de la dynamo. La lumière intense produite est proportionnelle à la vitesse, sans qu'il y ait crainte de brûler l'ampoule;

Des lanternes portatives à différents systèmes d'accrochage donnant environ 150 heures de lumière intermittente avec une ampoule de 2,8 V, fabriquée spécialement pour cet usage.

*Enseignes lumineuses.* — Divers panneaux réclames et enseignes lumineuses électriques dont un modèle à déroulement automatique permettant à un nombre indéfini de réclames de se dérouler continuellement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Lampes à incandescence.* — Parmi les lampes à incandescence, on remarque :

Des lampes spéciales :

Pour l'éclairage des phares d'automobiles de forme sphérique, en atmosphère gazeuse;

Pour lanterne latérale ou arrière, de forme sphérique ou tube, dans le vide;

Pour projections de forme cylindrique en atmosphère gazeuse;

Des lampes de plafonnier de forme cylindrique à deux culots;

Des lampes pour amplificateurs de T. S. F. comprenant :

Des lampes pour réception, de type normal, ainsi que des lampes ne demandant qu'un très faible courant de chauffage et pouvant être alimentées par des piles;

Des lampes pour émission, d'une puissance de 10 et 50 W.

*Éclairage au néon, lampes à mercure et applications.* — L'éclairage au néon et au néon-mercure, aux belles colorations graduées rouges et bleues, permet de réaliser tous les effets d'illuminations, de réclames lumineuses et de décorations d'intérieurs.

Le néon est également employé sous forme de petits tubes comme révélateur de courant de haute tension.

On utilise les propriétés extrêmement actiniques de l'arc au mercure dans des appareils à tirer des bleus, auxquels on peut adjoindre une petite laveuse verticale très peu encombrante et une machine rotative continue pour laver et sécher automatiquement les dessins en feuilles ou en rouleaux.

*Applications photographiques.* — Certains appareils dont la construction est basée sur la grande richesse des lampes à mercure en radiations actiniques s'emploient aussi bien pour la photographie artistique que pour les applications photographiques industrielles : éclairage de portraits, tirage d'épreuves, agrandissements, appareils pour procédés photographiques, vitrines et dispositifs lumineux pour présentation de photos en couleurs, appareils d'éclairage d'atelier de pose et de documents, etc.

*Applications médicales.* — Les lampes à mercure en quartz produisent à très haute dose des radiations de toutes les longueurs d'onde du spectre solaire, depuis l'infra-rouge jusqu'à l'ultra-violet. Convenablement dosées ces radiations sont appliquées, soit comme stimulant, soit comme agent microbicide au moyen d'appareils construits dans ce but.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## Classe VIII. — Industries diverses.

Cette classe réunit les industries dans lesquelles l'énergie électrique est utilisée à des applications spéciales ainsi que celles dont le matériel ne nécessite pas de classement séparé.

On y trouve :

Des appareils de levage, de nettoyage par le vide, des cireuses électriques, des appareils médicaux, de sécurité contre le vol et l'incendie, des filtres à air, des machines à bobiner, à soudure électrique, à glace, des sonneries, etc.

Dans cette grande diversité d'appareils il est à mentionner :

*Appareils de levage.* — Un chariot de pont roulant de 15 t monté avec moteur de levage courant continu 220 V, puissance unihoraire 24 ch, et moteur de translation courant continu 220 V, puissance unihoraire 5 ch. Il comprend un frein électro-magnétique sur le moteur et un frein de descente électrique, un électro de frein, un interrupteur de fin de course à réenclenchement automatique, un crochet de levage monté sur billes, un câble de levage en acier de haute résistance ;

Des palans et monorails électriques d'un encombrement réduit : ces appareils établis pour tous courants et jusqu'à une puissance de 3 t peuvent fonctionner à point fixe où être pourvus d'un chariot guidé par l'aile inférieure d'un fer.

*Appareils de nettoyage par le vide.* — Une installation fixe de nettoyage par le vide constituée par un groupe : moteur électrique, pompe à vide, filtre à poussière et boîte à poussière, convenant partout où il existe une prise d'aspiration ;

Un appareil aspirateur monté sur deux roues pour le nettoyage des wagons, tramways, usines, etc. D'un poids très léger et de peu d'encombrement, il possède habituellement deux prises d'aspiration ;

Des modèles d'appareils domestiques de dépoussiérage par le vide s'adaptant sur une prise de courant quelconque, à rendement très élevé malgré leur petite taille et leur peu d'encombrement ;

Des appareils à grande puissance d'aspiration dont l'emploi est particulièrement indiqué pour le nettoyage des installations importantes : magasins, ateliers, grands appartements, etc. Leur dispositif supprime le sac à poussières, l'aspiration se faisant directement dans le collecteur, empêchant la turbine et le moteur de se détériorer.

Ces appareils utilisent les tubes flexibles, les rallonges et ventouses pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le nettoyage des tentures, meubles, casiers, etc., ainsi que la ventouse articulée spéciale à brosse et roulettes à l'usage des tapis et surfaces dures.

Ces aspirateurs cylindriques qui ont les mêmes avantages que les précédents mais de consommation plus faible et de dimensions réduites sont utilisés pour le nettoyage domestique des appartements.

Légers et de grande aspiration ils possèdent une grande surface à toile filtrante qui permet un long travail de l'appareil sans perte à vide;

De nombreux modèles d'aspirateurs de poussières portatifs très légers à embouchures combinées et interchangeables selon les applications;

Des balais électriques robustes et puissants;

Une cireuse électrique qui permet de cirer les parquets et de laver les carrelages; elle est complétée par un aspirateur; le même moteur pouvant fonctionner sur tous les courants est utilisé pour les deux usages.

*Appareils médicaux.* — Des appareils portatifs de haute fréquence combinés pour cautère, lumière et radiographie, dont la manœuvre est d'une très grande simplicité;

Des vibros-masseurs à intensité et vitesses réglables;

Des séchoirs à air chaud, également réglables, pour usage médical ou pour coiffeurs;

De tout petits moteurs légers sur lesquels s'adaptent les organes mécaniques pour emploi médical et chirurgical (tels que : pompes, flexibles pour opérations, etc.).

*Appareils de sécurité contre le vol et l'incendie.* — Le dispositif de protection dans ces appareils est formé dans la plupart des cas de deux ressorts concentriques dont la déformation oblige le conducteur central à prendre contact avec celui extérieur. Ces conducteurs ne peuvent être ni touchés, ni coupés sans que le contact s'établisse de lui-même.

Il existe ainsi des avertisseurs :

contre le découpage des coffres-forts par chalumeau oxydrique ou à froid;

contre le découpage des panneaux de portes, glaces, etc.;

pour la protection des tableaux et tapisseries;

un avertisseur d'incendie, réglable à volonté;

divers avertisseurs de passage et d'effraction pour portes et fenêtres, pour marche d'escalier, seuil de porte, pour serrures.

*Filtres à air.* — Des filtres en aluminium, ininflammables, purifiant l'air de ventilation des turbo-dynamos, dont le principal intérêt réside dans leur très grande capacité de poussières. Les installations munies de ce système peuvent fonctionner normalement 6 mois sans le moindre nettoyage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Machines à bobiner, machines à souder, machines à glace.* — Une bobineuse, rangeant du fil de 5/100 à 20/100 mm ou de 12/100 à 50/100 mm, suivant le type, sur des bobines de n'importe quelle forme, à un régime variable jusqu'à 2.500 spires à la minute avec arrêt automatique au nombre de spires voulu ou en cas de rupture de fil.

Un avantage appréciable de cette machine est de laisser pendant le bobinage les mains libres à l'opérateur qui peut pendant qu'une bobine se remplit sur la machine, en terminer une autre précédemment remplie;

Des machines électriques à souder par points, en ligne et en bout;

Un poste de soudure électrique à l'arc avec génératrice spécialement prévue pour donner la tension nécessaire aux bornes de l'arc, permettant ainsi un fonctionnement stable sans interposition de résistances;

Des travaux de soudure électrique tels que : réparation de chaudières, de pièces de fonte et d'acier et en particulier les rechargements de cœurs de croisement, aiguilles, etc., au moyen d'électrodes en acier au manganèse;

Également des soudures de joints de rails et rechargement des rails usés. Ce procédé donne des résultats bien meilleurs que le joint mécanique aussi bien au point de vue de la résistance électrique qu'à celui de la sécurité mécanique;

Une machine à glace pour usage domestique, de force un demi-cheval, montée sur chambre froide et fournissant 5 kg de glace à l'heure. Cet appareil ne nécessite aucun entretien ni aucun graissage, la seule manœuvre d'un interrupteur deux ou trois heures par jour suffit simplement pour avoir le froid et la glace.

*Sonneries.* — Diverses sonneries :

rendues absolument inaltérables à l'air et indérégables;

de faible encombrement, à socle rectangulaire en matière moulée pouvant s'exécuter en différentes teintes et comportant une fente transversale qui permet d'y loger le mécanisme. Ce dernier essentiellement simple, homogène et réglable est entièrement protégé;

à mouvement spécial à un coup;

pendantes étanches à un seul timbre fonctionnant directement sur le courant alternatif de force et lumière et qui présentent sur les sonneries polarisées l'avantage d'avoir une frappe beaucoup plus puissante.

Une cloche de diamètre réduit à 70 mm dont le mécanisme est entièrement monté dans une carcasse située à l'intérieur. Deux bras prolongés du bâti portent à leurs extrémités les pattes de fixation, supprimant ainsi tout support additionnel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Appareils divers.* — Un matériel complet pour installations de signaux lumineux pour appels des gens de service dans les hôtels;

Des tableaux indicateurs à voyants par disques et par signaux lumineux;

Un ouvreur électrique pour ouverture de porte à distance;

Un appareil tournant pour publicité dans les vitrines;

Un appareil tournant présentant les objets sur 4 faces par mouvement continu de marche et d'arrêt;

Des compresseurs d'air, l'un de 5, l'autre de 20 $m^3$ à l'heure;

Une pompe à vide pour laboratoires;

Une poulie-pompe constituée par une pompe rotative accouplée directement à un moteur électrique dont la commande se fait soit à la main, soit automatiquement à l'aide d'un régulateur;

Un poste cinématographique portatif d'enseignement.

*Appareils de signalisation.* — Les appareils de signalisation sont employés à bord des navires, sur les lignes de chemins de fer, dans les mines, les aciéries et hauts fourneaux ainsi que dans un grand nombre d'exploitations industrielles.

Dans certains modèles, la construction monobloc a été adoptée, ils forment ainsi des postes complets dans lesquels les organes sont groupés dans une même enveloppe étanche en vue d'éviter l'obligation de les relier avec des câbles.

On trouve dans cette catégorie :

Un transmetteur et un récepteur montés tous deux sur colonne et établis pour être utilisés dans les aciéries et hauts fourneaux;

Une colonne téléphonique à deux récepteurs avec appel par klaxon et avec son transmetteur, pour communications entre chaufferie et centrale;

Un transmetteur sur colonne pour Brown-Hoist à grande vitesse;

Des appareils de signalisation acoustique et lumineuse pour puits de mines.

Dans tous ces appareils, l'étanchéité est obtenue suivant les cas soit par juxtaposition de surfaces dressées, soit par serrage sur caoutchouc encastré.

La membrane charbon des microphones est prolégée par une membrane de cuivre rouge argentée soudée à la monture et rendant le microphone étanche même à l'immersion prolongée dans l'eau.

Dans le cas où les appareils téléphoniques sont destinés à fonctionner dans l'air sous pression, tels les téléphones pour scaphandriers et les caissons à air comprimé; de même pour les travaux intermittents sous congélation, les microphones et les récepteurs sont établis de façon à conserver aux membranes la possibilité de vibrer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les sonneries étanches présentent diverses particularités de construction, elles fonctionnent sans aucune difficulté sur le courant continu et ont l'avantage de donner de très bons résultats sur les courants alternatifs avec des timbres d'assez grand diamètre.

Sur les lignes de chemins de fer on se sert :

De répétiteurs électriques de signaux-relais, dont différents types à voyants ou à coupures de contacts, utilisés pour la répétition des signaux de disques et de sémaphores. Ces appareils fonctionnent même lorsque les piles d'alimentation sont presque complètement épuisées;

De relais constitués avec les appareils précédents combinés avec contacts supplémentaires pour sonnerie ou lumière;

De commutateurs d'aiguilles, de disques, spéciaux pour lignes électrifiées, de contrôle, de secours, employés pour les installations signalétiques;

D'appareils de contrôle de l'éclairage électrique des signaux;

D'appareils parafoudre avec bobine de self, pour protection d'installations signalétiques.

D'une façon générale, ainsi que dans diverses industries, on emploie :

Différents types de sonneries étanches ou non à la pluie avec ou sans annonciateurs, avec ou sans dispositif parafoudre;

Un modèle de boussole verticale carrée, indicatrice de sens de courant;

Des voyants magnétiques pour tableaux téléphoniques et à contacts pour commande de relais;

Des indicateurs de position pour ascenseurs et monte-charges;

Des indicateurs d'allumage à distance;

Des transformateurs d'ordres;

Des relais de mise en charge et décharge pour batteries d'accumulateurs.

Tous ces appareils sont exposés dans les halls de l'électricité.

## Classe IX. — Machines. — Transformateurs. — Condensateurs.

Cette classe, qui comprend les génératrices, les moteurs, les transformateurs et les condensateurs, est la plus importante par la puissance du matériel exposé.

On y voit, par exemple, de gros alternateurs et transformateurs ou seulement des éléments de chacun d'eux, les appareils complets ne pouvant être amenés sur place en raison de leur poids et de leur encombrement.

L'examen de ce matériel montre les nombreux perfectionnements qui y sont apportés par les constructeurs dont les efforts tendent surtout à améliorer le rendement des moteurs asynchrones en relevant leur facteur de puissance et en utilisant l'application avantageuse des condensateurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

### 1° *Machines.*

Parmi les grandes variétés de machines, on rencontre :

*Génératrices.* — Des génératrices à courant continu de puissance variant de 10 à 300 kW;

Des types établis spécialement pour l'électrolyse d'une intensité de 50 à 2.000 A;

Des alternateurs de diverses fabrications donnant une échelle de puissance de 10 à 200 kVA;

Une section d'alternateur triphasé, standard, d'une puissance de régime 6.000 kW, tension 10.500 V, vitesse 3.000 tours par minute; 50 périodes, $\cos \varphi = 0,8$,

*Moteurs à courant continu.* — Toute une série de moteurs à courant continu de type normal depuis 1 jusqu'à 150 ch;

Des modèles complètement cuirassés de 3 à 85 ch, parmi lesquels se trouvent des moteurs à deux bouts d'arbre spécialement applicables aux engins de levage, possédant un grand empattement en longueur et largeur, ce qui les rend très stables; leur carcasse en acier coulé en deux pièces s'ouvre à charnière et les paliers faisant corps avec elle sont également en deux parties, ils sont soigneusement étudiés pour éviter l'introduction de l'huile dans le moteur. La demi-carcasse supérieure peut rester d'elle-même dans la position ouverte.

Une chambre d'air aménagée entre la partie supérieure du palier et la carcasse évite la dépression due à la rotation de l'induit, dont les pôles de commutation sont séparément démontables.

*Moteurs monophasés.* — Un modèle à collecteur de 10 ch, pouvant démarrer en charge et spécialement destiné aux ascenseurs;

Un autre modèle sans collecteur démarrant en charge, sans le secours de bobines de self, par la simple fermeture d'un interrupteur ordinaire et permettant la commande à distance. Ce moteur s'utilise toutes les fois que ne disposant que de courant monophasé, on veut commander une machine manchonnée directement au moteur.

*Moteurs bi et triphasés.* — Une série de moteurs bi-phasés de 0,5 à 50 ch.

Une grande diversité de moteurs triphasés :

asynchrones à rotor à bagues du type ouvert de 0,5 à 100 ch;

protégé à cage de 10 ch, 1.000 tours à la minute;

blindés à rotor à bagues de 14 et 28 ch et un modèle ventilé de 52 ch;

à collecteur de 20 et 35 ch, 300 et 600 tours par minute;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à bagues concentriques montées sur un porte-bagues formant ventilateur et assurant à l'ensemble du système un renouvellement d'air maximum. Ces derniers moteurs de 0,5 à 30 ch se construisent aussi pour courant monophasé; ils peuvent travailler facilement même ouverts, dans les poussières non conductrices, la circulation d'air assurant le balayage de celles-ci à l'intérieur du moteur.

Pour mettre ce résultat en évidence, le constructeur fait tourner l'un de ces moteurs dans une cage de verre à moitié remplie de sciure de bois;

A cage d'écureuil fermé, à double suspension élastique pour commande de métier à tisser;

A axe vertical, puissance 45 ch, 50 périodes pour commande de pompes;

Un autotransformateur de rotor pour moteur à collecteur.

*Commutateurs et convertisseurs.* — Divers modèles de commutatrices dont l'une de 1.500 V, 1.500 kW, pour sous-station de traction;

Un groupe convertisseur comprenant un moteur monophasé à collecteur, un coupleur et une dynamo à courant continu, servant de démonstration au relèvement de facteur de puissance par condensateurs. Ce dispositif de coupleur présente de grands avantages pour la commande des ascenseurs et monte-charges sur les réseaux monophasés : grand couple de démarrage avec faible absorption de courant et grande simplicité de manœuvre, le démarrage s'obtenant par la fermeture d'un interrupteur et l'inversion de marche au moyen d'un inverseur bi-polaire.

*Divers.* — Divers systèmes de réducteurs de vitesse permettant de réaliser avec un moteur tournant normalement, la commande directe des machines à faible vitesse. L'un de ces dispositifs consiste en une courroie entraînant un arbre secondaire constituant un renvoi mobile monté sur le moteur et pouvant osciller autour de l'arbre de ce dernier;

Un moteur combiné avec enrouleur, système indispensable lorsque la distance d'axes du moteur et de la machine est insuffisante ou lorsque l'écart des vitesses est trop grand;

Des balais métalliques et en charbon, ainsi que divers modèles de porte-balais dont certains à pression rigoureusement constante.

### *Transformateurs.*

*Transformateurs statiques.* — Ces appareils comprennent :

1° Une série du type intérieur pour courant triphasé 50 périodes de puissances variant de 50 à 300 kVA, et rapports de tension 15.200/220 V à 45.000/15.000 V.

2° Des types pour extérieur tels que :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un modèle de 3.125 kVA, tension primaire 60.000 V ;

Un couvercle avec sortie de transformateur triphasé en étoile à circulation d'eau d'une puissance de 3.333 kVA, 50 périodes, rapport de tension 120.000/6.200 V ;

Un modèle dont les sorties se font au moyen d'isolateurs étanches à prises multiples et prévu pour éviter la pénétration de l'humidité et supprimer les inconvénients dus aux intempéries. Un commutateur aux bornes duquel sont reliées les différentes prises du bobinage est placé à l'intérieur de la cuve et à une extrémité de l'isolateur ;

Des appareils sur poteaux avec conservateur d'huile intéressant particulièrement les installations agricoles.

3° Divers modèles, parmi lesquels :

Des transformateurs sélectifs pour la protection des installations contre les surintensités et pour l'élimination, sans répercussion sur l'installation, des parties ayant subi une avarie. Ces appareils se composent d'un transformateur d'intensité spécial et d'un relais temporisé à cataractes à mercure, de relais à retour de courant et de relais à résonance dont la combinaison totale ou partielle assure la solution dans les cas les plus complexes ;

Un modèle pour essais à haute tension, courant monophasé, puissance 100 kVA, et tension pouvant atteindre 250.000 V ;

Une grande variété de petits transformateurs de mesure haute tension potentiel et intensité, mono, bi et triphasés du type intérieur et extérieur de puissance 0,6 à 15 kVA. L'un de ces appareils pour mesure de potentiel donne un rapport de tension de 60.000/100 V, un autre pour mesure d'intensité un rapport de 250/10 A pour courant à 30.000 V ;

De petits modèles basse tension pour lampes à bas voltage, lampes à arc, cinéma, soudure à l'arc et applications diverses, ainsi qu'un petit transformateur destiné à remplacer complètement les piles actionnant les sonneries chaque fois qu'on peut disposer de courant alternatif servant pour la lumière ou la force motrice ;

Un auto-transformateur de démarrage qui permet d'utiliser des moteurs asynchrones à cage à la place des moteurs à rotor bobiné ;

Un filtre-presse pour l'huile de transformation ;

Des transformateurs pour alimentation des postes d'émission à lampes en T. S. F. Ces derniers appareils comportent un primaire à 110 V et trois enroulements secondaires dont deux de 6 et 10 V pour chauffage de filaments et le troisième de 300 à 1.200 V pour alimentation des plaques ;

Un relais-redresseur pour charger les accumulateurs sur courant alternatif, utilisant les deux demi-périodes et ne nécessitant aucun réglage au cours du fonctionnement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Redresseurs à mercure.* — Parmi ceux-ci on distingue :

Des modèles courants établis pour toutes puissances entre 3 à 80 A et 30 à 250 V;

Un modèle à faible débit et très forte tension continue, 2 A, 5.000 V;

D'autres très réduits spéciaux pour la recharge de petites batteries, pouvant charger automatiquement de 4 à 18 éléments sous une intensité de 3 A;

Un gros redresseur à grande capacité, à ampoule de verre pouvant débiter jusqu'à 200 A, 500 V.

*Valves.* — On trouve des valves :

de redressement pour tension de 1.500 à 20.000 V et puissance de 25 à 3 kW, pour la recharge des petites batteries d'accumulateurs;

à très haute tension, 150 et 200.000 V, pour essais de câble, précipitation de fumée, triage électrique, etc.

*Condensateurs.*

Il se construit des condensateurs haute tension destinés à être branchés sur les lignes de distribution d'énergie électrique au moyen de montages particuliers, qui ont pour but l'amélioration du facteur de puissance.

Certains de ces appareils sont formés par des faisceaux de tubes de cristal fermés d'un bout, plongeant dans une cuve contenant l'électrolyte et dont la partie supérieure est remplie d'huile empêchant les pertes par effluves et par conduction.

Ces appareils peuvent être montés également sur les distributions basse tension par l'intermédiaire de transformateurs-élévateurs de puissance convenable, constituant ainsi de véritables générateurs de puissance réactive destinés à compenser la puissance magnétisante des réseaux.

On fabrique aussi :

Des condensateurs électriques de toute forme et pour toutes applications : téléphonie, télégraphie, T. S. F., médecine, laboratoires, établissements d'enseignement;

Un appareil de résonance à basse fréquence montre par l'allumage et l'extinction d'une rampe de lampes, le jeu de la self et de la capacité dans un résonateur fonctionnant à la fréquence de 42 périodes par seconde.

## Classe X. — Petits moteurs et ventilateurs.

L'application de plus en plus étendue de l'énergie électrique aux appareils domestiques et scientifiques nécessite une fabrication très intensive des petits moteurs qui sont du reste étudiés pour fonctionner sur les divers courants actuellement en usage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On rencontre dans cette classe :

Une série de moteurs à courant continu de 1/8 à 1/4 de cheval munis d'un coupleur-inverseur pour changement de marche instantané sans crainte de court-circuit et sans décalage des balais;

Une autre série asynchrones pour courants triphasé et diphasé à cage d'écureuil démarrant sous charge;

Un type mixte fonctionnant sur courant continu et alternatif monophasé à couple énergique au démarrage et convenant particulièrement pour la commande de machines à charge constante;

Des moteurs universels fonctionnant indifféremment sur courant continu ou alternatif monophasé, biphasé et triphasé, de 1/100 à 1/2 cheval. Certains d'entre eux ont un grand couple de démarrage et s'adaptent à toutes machines auxquelles il est demandé de grandes variations de vitesses;

Des moteurs avec réducteurs;

Des moteurs et génératrices basse tension;

Des groupes convertisseurs utilisés pour la charge des petits accumulateurs et la T. S. F.;

Des perceuses électriques à une ou plusieurs vitesses, à main ou d'établi;

De petites polisseuses électriques;

De nombreux modèles de ventilateurs électriques pour tous courants : ventilateurs de table, fixes, muraux, inclinables, à rotules, aspirateurs, plafonniers, de cabine, de forge et de chalumeau électriques, etc.

## Classe XI. — Porcelaine et isolants.

### 1° *Porcelaine.*

*Porcelaine pour le petit appareillage.* — Ces porcelaines dont les échantillons sont très variés : interrupteurs coupe-circuits, rosaces, prises de courant, socles, coffrets, etc., se remarquent par la meilleure qualité des pâtes employées, leur cuisson aux environs de 1.400°, leur émaillage et leur parfaite blancheur.

*Porcelaine pour haute tension.* — Dans le but de satisfaire aux tensions élevées auxquelles le matériel se trouve soumis et offrir un coefficient de sécurité suffisant, les industriels se sont efforcés de développer, dans la fabrication de la porcelaine pour haute tension, les procédés permettant d'obtenir l'homogénéité absolue de la matière et d'adopter pour les différentes pièces des formes appropriées leur assurant les qualités diélectriques demandées.

Comme exemples on peut citer :



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une traversée de 45.000 V, dont la rupture de la porcelaine poussée à l'essai diélectrique ne s'est produite qu'aux environs de 190.000 V;

Une traversée de 70.000 V d'une seule pièce, type extérieur essayée dans les mêmes conditions n'a laissé manifester aucun arc extérieur à 220.000 V, tension maximum dont on pouvait disposer;

Des traversées en condensateurs pour appareils à huile et passage de toiture ou de mur;

Un type d'appareil de bornes à 135.000 V, pour transformateurs ou disjoncteurs;

Des isolateurs pour transport d'énergie à très haute tension 100.000-150.000 V et au-dessus;

Une chaîne de suspension, à conduits intérieurs, caractérisée par ce fait que la rupture d'un élément n'entraîne pas la chute de la ligne;

Deux autres modèles de chaîne dont l'une pour 150.000 V, pouvant supporter des efforts de traction puissants et l'autre très robuste, dont la tension de perforation dépasse 250.000 V;

Des isolateurs de ligne d'une seule pièce de 5.000 à 85.000 V;

Des passages de conducteurs en une pièce de 6.000 à 120.000 V;

Des poignées de coupe-circuits et supports isolateurs divers;

Des noix de traction robustes et des maillons isolants d'un montage particulièrement facile, entrant dans l'établissement des lignes caténaires et des installations de T. S. F.

### 2° *Isolants divers.*

En plus de la porcelaine, l'industrie électrique utilise une grande diversité d'isolants établis pour résister les uns aux agents atmosphériques ou aux agents chimiques, les autres à la traction où à la compression, etc.

Chacune de ces matières présente le maximum d'isolement compatible avec le rôle qu'elle doit jouer.

Cette qualité d'isolement est bien caractérisée dans :

*La bakélite.* — C'est une résine synthétique obtenue par l'action de l'aldéhyde formique sur les phénols; elle se présente sous trois aspects différents : 1° liquide ou déjà solide mais fusible et soluble dans certains dissolvants; 2° solide et dure mais se ramollissant à chaud; 3° solide, dure et infusible.

On l'utilise sous toute les formes dont les principales sont : les poudres à mouler, les résines et les vernis, servant à faire des pièces moulées, des tubes et papiers isolants ainsi que des bobines imprégnées.

On emploie également :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*le carton laqué* sous forme de bacs et chapeaux pour piles; bobines, carcasses et tubes pour bobinages; capots et couvercles pour appareils; cloisonnements plaquettes et tubes isolants; coffrets, panneaux, etc.;

*le mica* en lames, en poudre et en feuilles découpées et calibrées; en pièces de formes diverses pour différentes applications;

*la micanite* pour collecteurs, sous toile, sous papier, et comme rondelles, tubes, bobines et cônes.

## Classe XII. — Téléphonie, télégraphie, t. s. f.

Les récents progrès réalisés aussi bien dans le matériel téléphonique que dans la télégraphie et plus particulièrement la téléphonie sans fil, donnent à cette classe une importance qui s'accroît de jour en jour.

Les visiteurs sont particulièrement intéressés par toutes les nouveautés que l'on y rencontre et par l'attrait des communications et auditions entendues à distance à l'aide d'appareils haut parleurs les plus perfectionnés.

### *Téléphonie.*

Ces appareils comprennent entre autres :

Des postes téléphoniques d'intercommunication directe pour les installations privées, ou combinés pour installations privées et réseau;

Des postes à appel magnétique;

Des appareils téléphoniques pour tous réseaux et pour postes supplémentaires de bureau;

Des appareils spéciaux pour mines et marine;

Des téléphones automatiques supprimant l'intermédiaire entre l'appelant et l'abonné;

Des postes munis de combinés téléphoniques à commutateur intérieur avec capsule microphonique et récepteur interchangeables;

Des appareils mobiles et muraux à batterie centrale ou à batterie locale ou encore à batterie locale avec appel magnétique solidaire;

Des tableaux commutateurs pour réseaux à batterie centrale ou à batterie locale, avec ou sans organes de poste d'opérateur;

Des appareils comportant une clé de « renvoi », qui permet tout en gardant une communication en cours, d'en amorcer une deuxième, pour renseignements par exemple, avec un autre poste téléphonique;

Divers modèles de standards et multiples à batterie centrale pour installations privées, mixtes ou « tout au réseau »;

Un type de tableau commutateur extensible avec voyants à relèvement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mécanique qui donnent à celui-ci pour réseaux à batterie locale certains avantages de la batterie centrale;

Des tableaux commutateurs standards simples (privés ou de réseaux) ou mixtes, réunissant sur le même meuble les lignes de réseau, les lignes de postes supplémentaires qui doivent communiquer avec le réseau et les lignes de postes exclusivement privés.

Ces appareils se construisent soit à une place d'opératrice, soit à deux places;

Un central automatique à 50 directions, en état de marche; il met en évidence la rapidité et la sûreté de fonctionnement de ce système;

Des amplificateurs téléphoniques de réception branchés sur postes isolés et sur standard pour usage sur plusieurs postes; ces appareils, destinés aux communications lointaines, renforcent la voix étouffée au cours de sa transmission et donnent les résultats les plus probants pour les relations entre grandes villes;

Une boîte de coupure et d'écoute pour les réseaux téléphoniques à batterie centrale ou à batterie locale, donnant la facilité : soit de téléphoner par l'intermédiaire du tableau commutateur comme un poste supplémentaire ordinaire; soit de téléphoner directement avec la ville sans passer par le tableau; soit, étant en communication avec le réseau, de téléphoner au tableau en gardant la ligne Réseau et en la reprenant après sans qu'elle ait été coupée; soit encore de surveiller toutes les conversations téléphoniques de l'établissement, de les écouter et, au besoin, d'y intervenir;

Un poste destiné aux essais de lignes. Cet appareil, enfermé dans une sacoche cuir comprend : un dispositif combiné à coulisse, un appel magnétique, deux piles microphoniques, une sonnerie et ne pèse que 2,7 kg;

Un poste téléphonique étanche pour remblayage hydraulique dans les mines qui présente la particularité d'avoir toutes les parties intérieures entièrement noyées dans l'huile;

Une applique téléphonique étanche étudiée spécialement en vue de son emploi sur les réseaux de chemins de fer (postes de manœuvre, postes d'aiguilleurs, etc.).

*Téléphonie et Télégraphie sans fil.*

Les appareils exposés, destinés à assurer la transmission des communications sans fil comprennent des postes : émetteurs et récepteurs de télégraphie, de téléphonie, mixtes pour les deux applications; de réception privée de téléphonie utilisables par les particuliers et l'on remarque plus spécialement :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Télégraphie.* — Un poste d'émission et de réception de télégraphie sans fil destiné aux navires de commerce de faible et moyen tonnage satisfaisant aux prescriptions édictées par les règlements internationaux, sa portée diurne en mer est de 300 km environ, la nuit elle est généralement doublée.

Il est disposé de façon à ce que tous les instruments permettant le contrôle soient sous les yeux du télégraphiste et tous ceux nécessaires à la manœuvre à portée de sa main et muni des dispositifs de sécurité évitant les avaries par oubli, imprudence ou négligence de l'opérateur.

L'émission est du type à étincelles musicales par excitation indirecte, elle réalise trois longueurs d'onde comprises entre 300 et 800 m.

Les appareils de réception permettent de recevoir les émissions de tous les postes de télégraphie sans fil de navires et en général toutes les émissions de T. S. F. faites sur étincelles dans la gamme d'ondes comprise entre 200 et 4.000 m.

Il possède enfin un émetteur de secours, alimenté par une batterie d'accumulateurs, dont la portée diurne en mer est de l'ordre de 100 km.

*Téléphonie.* — Un poste de téléphonie sans fil pour réseaux d'intérêt privé à lampes de puissance très réduite. Cet appareil possède toutes les commodités et sécurités de la téléphonie ordinaire avec fils et peut être mis entre les mains d'un personnel quelconque après une simple démonstration.

Monté sur antenne fixe de hauteur moyenne de 15 m au moins il peut assurer de bonnes communications à une trentaine de kilomètres. Il constitue également un petit poste portatif très léger, les antennes étant montées dans ce cas sur les mâts démontables de 12 m.

Son installation comprend essentiellement : un émetteur permettant l'emploi de sept ondes différentes et un récepteur complété par un annonciateur avec sonnerie déclanchée par simple émission sur l'onde pour laquelle le récepteur est accordé.

*Poste mixte.* — Un ensemble émetteur-récepteur formant meuble pour télégraphie et téléphonie sans fil, il comprend un émetteur utilisant des lampes à 3 électrodes comme générateurs d'ondes au moyen duquel on obtient des communications soit par téléphonie sans fil soit par télégraphie par ondes entretenues ou par ondes découpées.

A terre, avec une antenne d'une trentaine de mètres de hauteur sa portée peut atteindre : 120 km en téléphonie ou en télégraphie par ondes découpées et 200 km en télégraphie par ondes entretenues.

*Postes récepteurs de téléphonie sans fil.* — Les émissions quotidiennes de téléphonie sans fil étant d'un intérêt tout particulier, de nombreux construc-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

teurs se sont appliqués à établir des appareils donnant aux particuliers la possibilité de suivre les prévisions météorologiques, bulletins de presse et radio-concerts envoyés par les grandes stations.

Ces postes sont de divers types prévus soit pour fonctionner dans Paris et la région parisienne (50 km environ), soit pour les grandes distances; en général on les règle une fois pour toutes sur la longueur d'ondes utilisée par la Tour Eiffel.

Leurs organes, rassemblés dans une boîte portative, sont peu encombrants et facilement transportables. Le nombre des lampes employées, détectrice et amplificatrices varie de 1 à 5 selon la puissance des postes.

Certains modèles sont composés du poste récepteur proprement dit raccordé à une antenne ou à un cadre approprié.

D'autres forment un ensemble complet avec cadre fixe ou mobile auquel est ajouté s'il est nécessaire une batterie de piles pour l'alimentation du circuit grille plaque et des accumulateurs pour le chauffage des lampes. Parmi ces derniers un type à trois cadres circulaires, à self définie et mesurée, couplés par rotation autour d'un axe vertical, donne avec un minimum d'encombrement pour un maximum de puissance une gamme de longueur d'ondes pratiquement illimitée.

A signaler également :

Des postes récepteurs à galène comportant une bobine Oudin avec montage détecteur-condensateur et récepteur téléphonique;

Des amplificateurs à deux lampes amplificatrices haute fréquence, à résistances et une ou deux lampes détectrices basse fréquence; ils sont munis en outre d'un dispositif autodyne par compensateur;

Un amplificateur pouvant remplir les fonctions suivantes par simple manœuvre d'un commutateur :

1° amplification d'une réception de T. S. F. obtenue par un détecteur quelconque (galène, carborundum, etc.);

2° détection et amplification d'une réception de T. S. F.;

3° amplification d'un courant téléphonique, capté par le sol ou dans un cadre.

L'appareil comporte trois transformateurs dont les rapports sont appropriés aux résistances « grille » et « plaques » des lampes;

Plusieurs modèles de meubles : tables, secrétaires, renfermant toutes les parties d'un poste de T. S. F. qui se trouve ainsi complètement dissimulé. La particularité principale est la disposition de l'arrière formant cadre spécial permettant de capter les ondes sans aucun autre appareil auxiliaire;

Enfin des pièces accessoires telles que :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Détecteur à cristaux avec galène sélectionnée, condensateurs spéciaux variables, rhéostats de réglage, récepteurs et casques pour T. S. F. de grande résistance en fil de cuivre présentant le maximum de sensibilité.

### Enseignement technique.

Certaines grandes écoles d'électricité ont marqué l'intérêt qu'elles portent à la Foire de Paris en donnant diverses indications sur leur organisation et en montrant les travaux exécutés par leurs élèves.

*École supérieure d'électricité.* — On trouvera les renseignements sur cette grande école, émanation de la Société française des Électriciens au chapitre suivant.

*École Bréguet.* — Reconnue d'utilité publique par décret du 3 janvier 1922.

Tous les objets exposés sont des travaux d'élèves exécutés comme application des cours qu'ils suivent; ils comprennent :

Des exercices d'ajustage faits par les élèves des cours préparatoires et des exercices de tour, de modelage et de forge par ceux des cours normaux;

Un assemblage varié de travaux d'atelier des différents cours;

De nombreuses pièces d'appareillage électrique exécutées en vue de leur utilisation dans les divers laboratoires de l'École. Y figure en outre un tour à charioter entièrement usiné par les élèves au moyen des machines-outils des ateliers de l'École;

L'Exposition se complète par des collections de dessins et de croquis de pièces détachées ou de machines entières, exécutés par les élèves des cours normaux.

*École d'électricité et de mécanique industrielles* (*École Violet*). — Reconnue d'utilité publique par décret du 3 janvier 1922.

Cette école présente :

Un graphique des effectifs des élèves dans les années 1914 à 1922;

Une carte de France montrant la répartition des ingénieurs anciens élèves;

Des photographies relatives à la formation des ingénieurs de l'École;

Des dessins industriels exécutés par des élèves 2e et 3e année;

Des travaux de mécanique exécutés par les élèves des cours normaux et préparatoires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SYNDICATS ET GROUPEMENTS.

Comme il a été dit au commencement de cet article, la Foire de Paris voulant donner toute l'extension possible au Groupe de l'Électricité, en confia l'organisation au Syndicat professionnel des Industries électriques auquel l'Union des Syndicats de l'Électricité apporta son patronage.

*Union des Syndicats de l'Électricité.* — Constituée en 1907 et renouvelée en 1917 pour une durée illimitée, cette union comprend actuellement douze syndicats des plus importants dont huit de constructeurs de matériel électrique et quatre d'exploitants de réseaux.

Ce groupement défend les intérêts généraux de tous ses adhérents tant au point de vue économique que législatif et technique.

De nombreuses commissions y entreprennent de grands travaux dont les plus importants sont relatifs à la normalisation du matériel électrique, réalisant ainsi l'accord entre les constructeurs et leurs importants clients, non seulement dans la France entière mais encore à l'étranger.

Une série de brochures placées au regard des visiteurs font connaître les résultats de ces travaux si intéressants (1).

*Syndicat professionnel des Industries électriques.* — Fondé en 1877, ce syndicat compte actuellement 220 élablissements et 509 membres actifs ou associés.

Les établissements sont répartis en 6 sections professionnelles où ils se trouvent groupés par nature de fabrication.

Ces sections étudient toutes les questions économiques législatives et techniques qui les concernent et celles-ci sont examinées et approuvées s'il y a lieu par le Comité de Direction.

Des cours d'enseignement professionnel, dirigés par une commission spéciale, sont organisés dans le but de servir la cause de l'apprentissage en même temps qu'ils assurent aux industries électriques des collaborateurs précieux en chefs de fabrication, contre-maîtres, ajusteurs, ouvriers et monteurs.

L'utilité reconnue de cette œuvre par les industriels ainsi que par les jeunes apprentis, lui assure sa conservation et ses futurs succès.

Des graphiques donnent aux visiteurs toutes les indications sur l'organisation du Syndicat (2).

*Société française des Électriciens.* — La Société française des Électriciens, association scientifique reconnue d'utilité publique par décret du

(1) Voir l'*Annuaire de l'Union des Syndicats de l'Électricité*, édition 1922.
(2) Voir l'*Annuaire du Syndicat professionnel des Industries électriques*, publié en 1922.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

7 décembre 1886, de laquelle dépendent le Laboratoire central et l'École supérieure d'Électricité, donne son appui au Syndicat professionnel des Industries électriques en faisant connaître au public, par des graphiques et des courbes, le développement progressif réalisé par les trois organismes.

Une collection très complète des publications de la Société, du Laboratoire et des cours professés à l'École (section normale et section de radiotélégraphie) est également exposée. De plus, le Laboratoire central d'Électricité montre divers types d'étalons secondaires (piles étalons, lampes à incandescence, barreaux magnétiques, etc.), et l'École supérieure d'Électricité présente un ensemble de travaux d'élèves comprenant notamment des exercices pratiques d'enroulements de machines.

Pour rehausser encore l'importance de cette manifestation commerciale, la grande majorité des syndicats de la construction électrique ainsi que certains groupements connexes apportent leur concours au Syndicat professionnel des Industries électriques, tels sont :

*Le Syndicat des Constructeurs de Matériel de Chauffage électrique.* — Il expose un tableau donnant la liste de ses adhérents ainsi qu'un graphique montrant l'importance de l'énergie électrique utilisée pour le chauffage;

*Le Groupe commercial de l'Appareillage électrique,* rattaché au Syndicat professionnel des Industries électriques dans le but d'étudier et de défendre les intérêts commerciaux de ses adhérents; il présente, outre un tableau rappelant la liste de ces derniers, une exposition collective de différents panneaux portant quelques échantillons des fabrications les plus intéressantes;

*L'Association amicale des Ingénieurs-Electriciens de France,* fondée en 1893; elle reçoit comme adhérents les ingénieurs s'occupant des questions scientifiques et des applications pratiques de l'électricité et des branches qui s'y rattachent, mais reste étrangère aux considérations commerciales.

Elle discute entre autre les intérêts généraux de l'Association, étudie certaines questions techniques et se préoccupe plus particulièrement de venir en aide à ses membres dans les cas spéciaux et dans la limite des ressources du fonds de prévoyance qu'elle a créé.

Un panneau donne la composition du bureau de ce groupement avec diverses indications sur le but qu'il poursuit.

La Chambre syndicale des Constructeurs de Gros Matériel électrique, le Syndicat professionnel des Fabricants de Fils et Câbles électriques, la Chambre syndicale de la Porcelaine électrotechnique, apportent comme les précé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dentes leur participation au Groupe de l'Électricité en déléguant au Comité d'Organisation un de leurs adhérents qualifiés.

Enfin, la Chambre syndicale des Fabricants de Bronze, tout en formant le Groupe particulier des Bronzes à l'Esplanade des Invalides, a tenu une exposition collective spéciale dans le Groupe de l'Électricité.

*
* *

Le caractère essentiel de la Foire de Paris consiste à faciliter et à déterminer les transactions commerciales. Les nombreux constructeurs qui y prennent part y mettent en même temps sous les yeux des visiteurs et leur matériel nouveau ou perfectionné et celui plus ancien ayant conservé la faveur des acheteurs.

Aussi, dans la description des diverses classes formant le groupe de l'Électricité a-t-on tenu compte du but à atteindre en attirant plus spécialement l'attention sur les appareils récemment créés tout en réservant une place aux modèles principaux que l'usage a consacrés.

*Les lecteurs du* Bulletin *trouveront au Syndicat professionnel des Industries électriques, 9, Rue d'Édimbourg, Paris (8e), tous les renseignements détaillés qui pourraient les intéresser sur le matériel électrique exposé à la Foire de Paris ainsi que sur sa provenance.*

C. Zetter,
*Délégué général du Syndicat professionnel des Industries électriques, membre du Conseil de la Société d'Encouragement.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTE SUR LES PARE-BOUE POUR VÉHICULES AUTOMOBILES

Depuis qu'il existe des véhicules à allure rapide et à roues larges la question du pare-boue est posée.

Elle a naturellement pris une grande importance quand la circulation automobile s'est développée.

Il est certain qu'il n'est pas admissible que dans une ville, surtout à Paris, les piétons ou les riverains de la chaussée puissent être couverts de boue, ce qui se produit dès qu'il pleut ou même qu'on arrose, surtout dans les rues étroites et mal entretenues où l'eau stagne ; un autobus, à sa vitesse de route, projette facilement des éclaboussures à 2 ou 3 m.

Cette situation est intolérable. Comment y remédier?

Évidemment s'il n'y avait pas de boue, et il suffirait pour cela que les chaussées convenablement disposées pour l'écoulement des eaux soient bien entretenues et bien balayées, la question ne se poserait pas.

Mais ce problème de voirie doit être insoluble et les municipalités des grandes villes ont décidé d'imposer aux véhicules des dispositifs qui suppriment les projections de boue.

A Paris, la Préfecture de Police a déjà, par contrat, obligé la Compagnie des Transports en Commun de la Région parisienne à employer un pare-boue sur ses autobus et elle étudie la possibilité d'étendre cette obligation à tous les véhicules automobiles.

En Angleterre, même préoccupation et le Royal Automobile Club organise cette année un concours de garde-boue.

Aussi il n'est pas étonnant que cette question, souvent portée devant le grand public, notamment par les heureuses manifestations du journal *l'Auto*, ait provoqué l'ingéniosité et les recherches d'innombrables inventeurs : c'est ainsi que le Concours de la Ville de Paris en 1913 avait réuni 349 concurrents avec 469 projets.

C'est à l'intention des inventeurs, pour les mettre au courant de l'état de la question, leur éviter peut-être des recherches et des tentatives inutiles, que sont rédigées les lignes qui suivent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Conditions principales que doit remplir un pare-boue.* — Un pare-boue doit :

1° Être efficace ;

2° Applicable aux quatre roues ;

3° Léger ;

4° De durée pratiquement indéfinie ;

5° D'un prix de revient peu élevé ;

6° D'un montage et d'un démontage rapides ;

7° Sans entretien compliqué ;

8° Silencieux ;

9° Ne pas altérer l'esthétique de la voiture ;

10° Ne pas gêner son fonctionnement ni le démontage des roues ou des pneus.

Sur tous les pare-boue imaginés jusqu'à présent, on s'est ingénié à remplir plus ou moins ces conditions, qui sont, on le voit, nombreuses et souvent contradictoires.

Telles quelles, elles ont en tous cas toujours servi à classer les appareils dans les différents concours.

*Types de pare-boue.* — Les diverses solutions imaginées jusqu'à présent rentrent à peu près toutes dans des catégories principales qui sont les suivantes :

1° Pare-boue *tournants*, c'est-à-dire formés par un protecteur circulaire généralement fixé sur la jante et entraîné par celle-ci ;

2° Pare-boue *fixes*, en général constitués par des bavettes ;

3° Pare-boue *demi-fixes* ;

4° Pare-boue *oscillants*, c'est-à-dire constitués par un écran suspendu d'une manière folle au chapeau du moyeu de la roue ;

5° Pare-boue à *chasse d'air comprimé*, ou utilisant les *gaz d'échappement*.

Ces derniers appareils, qui permettent d'éviter l'adjonction d'éléments pouvant venir en contact avec la chaussée ou le trottoir, sont à cet égard intéressants. Ils semblent d'une réalisation difficile mais doivent cependant retenir l'attention des chercheurs.

Les systèmes oscillants ont longtemps eu la faveur de la Compagnie générale des Omnibus. Ils manquent un peu d'esthétique mais se montent et se démontent facilement. Ils sont assez efficaces.

La difficulté réside dans une bonne solution de la fixation qui doit être telle qu'il n'y ait jamais d'entraînement.

Tous les concours, tous les essais faits jusqu'ici ont nettement dégagé la supériorité des appareils tournants :

1° Leur esthétique est aussi bonne que possible ; certains d'entre eux se confondent presque complètement avec le bandage ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° Ils sont particulièrement résistants aux chocs;

3° Enfin, ils peuvent être, s'ils sont convenablement établis, parfaitement efficaces.

C'est donc, croyons-nous, surtout dans cette voie que les inventeurs devront chercher à perfectionner les appareils déjà existants.

*Règles à observer sur les pare-boue tournants.* — Les règles spéciales auxquelles doit satisfaire un pareil système sont les suivantes :

1° Le cercle protecteur, qu'il soit en caoutchouc, en cuir ou en toute autre matière, doit être à une distance du sol de 2 cm environ;

2° Il ne doit jamais venir en contact avec le sol quel que soit l'écrasement du pneumatique;

Par ailleurs, il doit satisfaire aux conditions énoncées au début.

La fixation peut s'effectuer sur les rayons ou sur la jante, être rigide ou comporter des ressorts. On peut interposer une fausse jante pour donner plus de solidité au système.

A titre d'exemple, nous décrirons rapidement deux appareils de cette catégorie qui ont été primés au Concours de la Ville de Paris en 1913.

Celui qui a obtenu le premier prix se caractérise par ce fait qu'il est double. Il comporte un jeu de pare-boue extérieur et un jeu de pare-boue intérieur. Cette innovation est intéressante. Il est bien certain qu'une partie des projections peut passer sous la voiture surtout si elle est haute sur roues.

L'appareil extérieur se compose d'une couronne faite en bronze ou en acier moulé emboîtant la jante sur laquelle elle est fixée par des vis.

Cette couronne présente un boudin extérieur dont la saillie maintient l'écran à 15 mm des trottoirs.

L'écran est formé d'un anneau plat en cuir chromé de 90 mm de largeur en 4 pièces réunies par des agrafes.

Chaque pièce est serrée entre la couronne de bronze et un cercle intérieur en fer plat par 3 boulons.

Le pare-boue intérieur n'étant pas exposé aux chocs contre les trottoirs ou les obstacles divers, comporte une unique couronne en deux demi-cercles de 30 mm fixée par des vis à la jante.

L'appareil qui a obtenu le deuxième prix est caractérisé par sa simplicité, donc son bas prix.

Il se composait d'une fausse jante en acier mince formant gorge dans laquelle est engagé le talon de l'écran annulaire en caoutchouc, dont le profil était tracé de façon à maintenir l'écran à une distance suffisante du bandage en caoutchouc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le caoutchouc n'était percé d'aucun trou mais retenu simplement par des butoirs ou boulons traversant la jante.

En terminant ces quelques renseignements on doit indiquer aux inventeurs :

1° Que ce dernier type a fait des progrès considérables et semble maintenant parfaitement au point;

2° Que quiconque voudra perfectionner ce système ou un système analogue ne devra pas perdre de vue que de nombreux brevets ont déjà été pris sur ce sujet et qu'il est bon de les consulter à l'Office national de la Propriété industrielle, rue de Pétrograd, n° 26 *bis*, Paris (8e), avant de rien entreprendre, et qu'enfin, les essais et la mise au point de ces inventions, qui apparaissent très simples et tentent les petits inventeurs, sont en réalité longs et coûteux.

G. Delage,
*membre du Conseil.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTE D'ÉLECTRICITÉ

## Nouveau système de télégraphie pour circuit à un seul fil, insensible aux perturbations causées par les courants induits des lignes de traction électrique à courant alternatif.

Le nouveau système de télégraphie, inventé en Italie et présenté à la 9e Section du Congrès international des Chemins de fer, à Rome, en 1922, par MM. Frattola, Castelli et Regnoni, fonctionnaires des Chemins de fer de l'État italien, a pour but de supprimer les inconvénients que les courants induits d'une ligne voisine, à traction électrique, peuvent causer à un réseau télégraphique.

On sait que les courants alternatifs, même aux faibles fréquences, employés dans certaines lignes, et, *a fortiori*, aux fréquences plus fortes, de 50 périodes, par exemple, produisent des perturbations souvent fort gênantes dans les postes récepteurs.

Bien des procédés sont employés pour corriger ces inconvénients. L'idée des inventeurs italiens a été d'adopter pour les courants de transmission, un courant à une fréquence 3 ou 4 fois plus forte que celle du courant utilisé pour la traction.

Il suffit pour cela de disposer d'un courant alternatif ordinaire, de 42 ou 50 périodes, et, à l'aide de transformateurs statiques, à fer saturé, d'isoler l'harmonique 3 ou l'harmonique 5, de ce courant, ce qui peut tripler ou quintupler la fréquence.

On arrive ainsi à atteindre des fréquences de 126 périodes, par exemple, ou même de 150 périodes, pour les courants de transmission, fréquence qui rendent les récepteurs tout à fait insensibles au courants induits perturbateurs dus à la traction électrique.

Telle est l'idée fondamentale du nouveau système. Elle a donné, paraît-il, d'excellents résultats lors des essais effectués sur la ligne Turin-Torre Pellice-Barge, où 35 postes télégraphiques avec autant d'appareils de réception, distribués en 16 stations différentes, ont fonctionné sans aucune difficulté, tandis qu'auparavant, les perturbations de la ligne de traction, qui est à courant alternatif, étaient des plus notables.

En France, nous avons appliqué d'autres dispositifs qui nous donnent d'ailleurs satisfaction, et l'on ne peut pas dire que nos lignes télégraphiques soient maintenant perturbées par le voisinage des chemins de fer ou tramways électriques. Mais, malheureusement, il n'en est pas de même de nos lignes téléphoniques : jusqu'ici, pour ces dernières, le problème n'a pas été résolu et la solution indiquée par les inventeurs italiens pour le télégraphe ne s'applique pas au téléphone.

JEAN REY,
*membre du Conseil.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# ÉTUDE CRITIQUE, PAR M. HENRY SOLUS, DU PROJET DE LOI SUR LES ASSURANCES SOCIALES

M. Henry Solus, professeur à la Faculté de Droit de Nancy, a publié une étude critique du projet de loi sur les assurances sociales, au sujet de laquelle la Société industrielle de l'Est a demandé l'avis de la Société d'Encouragement. La question a été étudiée par le Comité de Commerce, qui a chargé M. de Rousiers de rédiger le présent rapport.

L'auteur fait tout d'abord un exposé du caractère obligatoire de l'assurance sociale et du précompte établi par le projet de loi. Il rappelle, à ce propos, l'opinion des industriels d'Alsace et de Lorraine qui ont déclaré formellement que l'obligation et le précompte sont la condition nécessaire de la viabilité de tout système d'assurance sociale collective.

Il fait ensuite un exposé du principe de généralité et d'unité d'assurance contre tous les risques envisagés par le projet de loi. Il présente à ce propos de sérieuses et justes objections contre l'établissement simultané de toutes les assurances : maladie, invalidité, vieillesse, maternité, décès. Il lui eût semblé préférable, et nous partageons entièrement sa manière de voir à ce point de vue, d'adopter plutôt un système procédant par étapes, c'est-à-dire commençant par faire fonctionner l'assurance contre la maladie ou contre la vieillesse afin de profiter de l'expérience acquise, de recueillir les informations nécessaires, pour étendre ensuite le système de l'assurance aux autres risques. Ce système par étapes est d'ailleurs celui qui a été pratiqué en Alsace-Lorraine, où les diverses assurances ont été successivement et non simultanément introduites (maladie, 1883; accidents, 1884; invalidité-vieillesse, 1889; survivants, 1911).

En troisième lieu, M. Solus examine la détermination du montant des cotisations et la fixation de la quote-part respective des intéressés. Il fait observer que le taux de 10 p. 100 fixé dans le projet de loi français comme montant de la cotisation et se répartissant à raison de 5 p. 100 pour l'employeur et 5 p. 100 pour l'ouvrier est exagéré. A ce propos, il oppose à ce taux de 10 p. 100 le chiffre des cotisations en Alsace-Lorraine qui, pour la maladie, l'invalidité et la vieillesse ne s'élève qu'à 4,74 p. 100 des salaires, dont 1,90 p. 100 à la charge du patron et 2,84 p. 100 à la charge des ouvriers. Il met également en lumière les inconvénients de la fixation à 10.000 f du chiffre-limite du taux du salaire pour les assurés, faisant ressortir que s'il est opportun pour le célibataire gagnant 9.500 f d'être obligatoirement assuré, les raisons sont les mêmes d'imposer l'assurance au salarié marié et père de famille gagnant par exemple 10.500 f. M. Solus observe donc, à bon droit, que le régime du projet de loi est trop simpliste et qu'il conviendrait de permettre l'assurance facultative à des salariés remplissant certaines conditions et touchant des salaires ou traitements supérieurs à 10.000 f.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour ce qui a trait aux soins médicaux et pharmaceutiques, nous nous rangeons entièrement à l'avis de M. Solus qui approuve le système du ticket-modérateur mais qui, en revanche, fait une critique sévère de l'organisation établie par le projet de loi et, en vertu de laquelle, seuls les médecins syndiqués pourront donner leurs soins aux assurés. Cette solution est, en effet, la suppression du principe du libre choix du médecin et peut avoir les plus sérieux inconvénients. M. Solus signale, à ce propos, la suggestion de la Chambre de Commerce de Troyes qui, au lieu d'accorder à l'assuré des soins médicaux et pharmaceutiques en nature, propose de lui allouer une indemnité journalière lui permettant de se soigner au mieux de ses convenances. Nous formulerons contre cette suggestion les plus expresses réserves, dans la crainte que l'assuré ne détourne souvent pour un autre usage les allocations qui lui seraient remises pour se procurer médecin et médicaments.

En ce qui concerne l'organisation juridique et administrative des assurances sociales, nous nous rallions entièrement à l'opinion de M. Solus qui insiste sur la trop large part faite dans les Conseils d'Administration des Caisses d'Assurances aux représentants des intérêts généraux et aux fonctionnaires par rapport aux intéressés. Nous estimons également, comme M. Solus, que les opérations des assurances seraient effectuées avec trop de lenteur par les divers organismes administratifs, et que l'alimentation de la Caisse de Garantie par les deux tiers des bénéfices des caisses régionales est tout à fait critiquable, car elle aurait pour résultat de décourager les bons gestionnaires de ces caisses si on exigeait d'eux l'abandon d'une partie de leurs bénéfices pour rétablir l'équilibre des caisses mal gérées. Nous retenons à cet égard la suggestion de M. Solus consistant dans le prélèvement d'un tant pour cent du chiffre des cotisations encaissées par les caisses régionales et qui servirait à l'alimentation de la Caisse de Garantie sans toucher aux bénéfices. Pour ce qui a trait aux conséquences financières et économiques du projet de loi, nous approuvons entièrement les réserves faites par M. Solus car, étant donné l'ambition des auteurs du projet de loi qui entendent faire face à tous les risques, il y a tout lieu de supposer que les cotisations envisagées, et qui sont cependant déjà très considérables comme nous l'avons fait ressortir plus haut, seraient insuffisantes. Il faudrait donc, vraisemblablement, recourir avant peu au relèvement des cotisations ou à des impôts nouveaux particulièrement difficiles à accepter dans les circonstances critiques que nous traversons.

En revanche, nous ne partagerons pas entièrement l'opinion de M. Solus pour ce qui est de l'augmentation des salaires suscitée, d'après lui, par le système du précompte. En admettant que cette augmentation puisse se produire momentanément, nous croyons que le salaire serait ramené à un taux normal en raison des nécessités qu'a l'employeur de fixer son prix de vente à un taux acceptable pour l'acquéreur, du libre jeu de la concurrence et de la loi de l'offre et de la demande.

En résumé, nous acceptons très volontiers les conclusions de l'étude de M. Solus. Nous croyons comme lui que la réforme intégrale du système des assurances sociales, telle qu'elle est établie par le projet de loi gouvernemental, est dangereuse en droit et inopportune en fait et qu'il est préférable de procéder par étapes en perfectionnant les organismes privés qui fonctionnent déjà actuellement, suivant les vœux émis par la Société industrielle de l'Est, dans sa séance du 8 avril 1922 (voir l'Annexe ci-après).

Divers groupements industriels ont, d'ailleurs, déjà procédé à des études sous ce



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rapport; les uns se sont prononcés en faveur de l'institution primordiale de l'assurance-maladie, d'autres en faveur de l'assurance-vieillesse. Nous croyons que c'est du côté de ce système, échelonnant les diverses assurances sur une période d'assez longue durée, que doit être recherchée la solution, en commençant par l'assurance-maladie ou l'assurance-vieillesse, constituant ainsi une sorte de noyau primitif auquel viendraient s'ajouter ensuite les autres assurances.

P. DE ROUSIERS,
*membre du Conseil.*

---

## ANNEXE

### Vœux émis par la Société industrielle de l'Est, à propos du projet de loi sur les assurances sociales.

Dans sa séance du 8 avril 1922, le Bureau de la Société industrielle de l'Est a adopté, à l'unanimité, les considérants et les vœux suivants :

La Société industrielle de l'Est :

Considérant qu'il est souhaitable que la France soit dotée d'un régime d'assurances sociales destinées à protéger les travailleurs contre les risques sociaux qui les menacent (maladie, vieillesse, maternité, décès); mais que le projet de M. Daniel Vincent qui veut atteindre ce résultat contient des dispositions inacceptables, soit au point de vue juridique, soit au point de vue financier et économique;

**Au point de vue juridique :**

Considérant que le projet a entendu édifier, d'un seul coup et d'un seul effort, un système général d'assurances sociales contre tous les risques; considérant qu'il a, pour ce faire, institué une assurance unique, sans tenir suffisamment compte de ce fait que les différents risques, ainsi englobés dans la même institution, sont de nature et d'importance très diverses, qu'ils ne présentent pas les mêmes difficultés au regard de l'assurance, et que même leur intensité et leur nombre varient suivant les régions et les entreprises;

Considérant que, dans ce désir d'uniformité, le projet a fixé au chiffre arbitraire et immuable de 10.000 f le montant du salaire au-dessous duquel l'assurance est obligatoire;

Considérant que le taux de la cotisation, déterminé à 10 p. 100 du salaire (avec participation par moitié de l'employeur et de l'ouvrier) peut, bon droit, paraître élevé;

Considérant que l'organisation des secours médicaux et pharmaceutiques repose sur le postulat que les médecins et pharmaciens sont syndiqués;

Considérant que l'organisation juridique et administrative des caisses d'assurance est sous la dépendance étroite de l'État et aboutit à une centralisation excessive; que le projet méconnaît le principe de l'égalité, dans la participation à la gestion, des représentants du patronat et du salariat alors qu'il a admis ce principe dans la participation aux charges; et considérant surtout qu'il assigne aux organismes privés ou mutualistes déjà existants et ayant fait leurs preuves, un rôle secondaire et beaucoup trop limité;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**Au point de vue financier et économique :**

Considérant que l'assurance sociale, avec l'ampleur et l'étendue prévues dans le projet entraînerait pour l'État des charges financières, non seulement lourdes, mais encore et surtout, dans une certaine mesure, imprévisibles; et que cette éventualité est d'autant plus à redouter pour un budget dont l'équilibre est, à l'heure actuelle, si précaire;

Considérant que la mise en œuvre u projet nécessiterait la création de nombreux fonctionnaires nouveaux, ce qui rendrait l'assurance sociale onéreuse et ajouterait aux difficultés du contrôle et de la surveillance;

Considérant que, en dernière analyse, il en résulterait pour la production une charge nouvelle se traduisant par une augmentation importante du prix de revient, augmentation de laquelle découlerait inévitablement un accroissement du coût de la vie à l'intérieur et un surcroit de difficultés à l'exportation; que ces conséquences seraient particulièrement funestes dans la période actuelle de crise économique;

Considérant enfin, et d'un point de vue général, que la réforme profonde et intégrale, telle qu'elle est conçue dans le projet, ne peut être introduite avec succès dans un pays que si la population y a été préparée par l'organisation successive des diverses branches d'assurances;

Émet le vœu :

Que la discussion du projet de loi de M. Daniel Vincent devant le Parlement soit ajournée, la réforme d'ensemble qu'il prévoit étant actuellement en droit dangereuse, et en fait inopportune;

Que l'organisation des assurances sociales ait lieu par étapes successives, chacun des risques étant tour à tour soumis à l'assurance, selon un programme déterminé à l'avance; cette méthode (suivie à l'étranger) ayant le triple avantage : 1° d'éviter les heurts et les difficultés en mettant à profit l'éducation et la formation de la population à la pratique de l'assurance; 2° de permettre au législateur de se rendre compte des conséquences qui pourront découler de l'application de chacune des assurances successivement organisées et de s'inspirer ainsi, dans les branches nouvelles, des enseignements de la pratique; 3° enfin et surtout, de régler le développement de l'assurance sociale selon le rétablissement progressif de l'équilibre financier et de la prospérité économique;

Que la réalisation des assurances sociales soit confiée à l'initiative privée, ce moyen étant reconnu comme celui qui permet l'organisation la plus économique, la surveillance la plus efficace et l'adaptation la plus parfaite aux besoins spéciaux d'une entreprise ou d'une région;

Que le rôle de l'État, étant donné l'intérêt général de la réforme, se borne à la subvention des entreprises privées et à l'établissement d'une caisse centrale de garantie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# BIBLIOGRAPHIE

**L'azote.** La fixation de l'azote atmosphérique et son avenir industriel, par M. LOUIS HACKSPILL, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg (*Encyclopédie Léauté*, 2e série). Un vol. (19×13 cm) de XII + 271 p., 39 fig. Paris, Masson et Cie; Gauthier-Villars et Cie, 1922 (Prix : 14 f).

En 1875, le regretté Schlœsing traça le cycle que parcourt continuellement à travers le monde l'azote sous ses trois formes, organique, ammoniacal et nitrique. Les corps des animaux ne renferment l'azote que sous forme protéique, c'est-à-dire organique; ceux-ci meurent, se putréfient; les protéines se transforment en composés ammoniacaux, qui se nitrifient à leur tour, et le nitrate de calcium, d'ammonium ou de sodium va nourrir les végétaux terriens ou marins, par les ruisseaux et les fleuves, et là reconstituent les protéines dans les cellules des animaux et des poissons.

Ces transformations successives constitueraient un véritable cycle s'il n'y avait pas quelque fuite : c'est la matière organique qui reste cachée dans nos cimetières; ce sont les composés azotés dont la décomposition fournit de l'azote gazeux. Il est donc nécessaire de réparer les pertes; or, on comptait, vers cette époque de 1875, sur les nitrates du Chili, d'une part, sur l'acide nitrique né des décharges électriques de l'atmosphère, d'autre part, pour refaire le plein, comme l'on dirait aujourd'hui, dans la provision de l'azote en circulation.

Depuis cette époque, un grand nombre d'éléments azotés, restés inconnus pendant des siècles ou découverts par la science, sont entrés dans le cycle, les uns à la phase protéine, comme les produits azotés des bactéries des légumineuses de Hellriegel et Wilfarth, des clostridiums de Winogradsky, des algues de Schlœsing et Laurent, des azoto-bacters de Beijerinck; d'autres, à la phase ammoniaque, comme les cyanures de Margueritte et Sourdeval, la cyanamide de calcium, de Frank et Caro, l'azoture d'aluminium de Serpek, tous produits susceptibles d'être tranformés en ammoniaque, comme l'ammoniaque synthétique à partir de l'azote et de l'hydrogène; d'autres enfin, à la phase nitrique, comme les produits obtenus par la synthèse directe de l'azote et de l'oxygène ou par la combustion de l'ammoniaque en présence d'un catalyseur.

Dans l'esprit de Schlœsing le cycle de l'azote restait agricole et, même renforcé par les facteurs normaux que Schlœsing connut plus tard, le cycle ne sort pas des limites où il préside à l'alimentation des plantes et des animaux, à leur décomposition et à la nitrification de l'ammoniac.

Cependant à côté de lui, l'azote parcourt un autre cycle, celui de la nitration des explosifs, que la science permet de régler avec une connaissance des réactions que nous sommes loin de pouvoir obtenir quand il s'agit de la synthèse des protéines, ou

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même de la nitrification. Car à peine le composé nitrique est-il formé, aux dépens de l'azote atmosphérique, absorbant un nombre de calories calculé d'avance, qu'il se décompose brusquement sur le champ de bataille, et qu'il rend à l'atmosphère l'azote, les oxydes d'azote et les calories absorbées.

Déjà le lecteur aperçoit combien la question est complexe; c'est le même azote que se disputent, sur le marché atmosphérique, d'une part la plante qui le transforme en protéines, à la suite d'un processus si mystérieux que nous ne saurions le reproduire, d'autre part l'industrie des engrais et des explosifs, dont la fabrication au contraire n'a rien de secret. Cette industrie, tout entière artificielle, distribue ses produits azotés tantôt à la culture, tantôt au Service des Poudres, suivant ses disponibilités et les exigences de ces deux consommateurs.

C'est en face de cette question que s'est placé M. Hackspill, professeur à l'Université de Strasbourg, qui, après avoir acquis la documentation, surtout à la suite de la guerre, dans les commissions militaires de contrôle chimique, a voulu nous faire connaître comment, dans cette course à l'azote, et devant une matière première inépuisable, les différentes méthodes pourvoient aux demandes des deux consommateurs que nous avons nommés.

Nous n'en retiendrons que trois qui semblent aujourd'hui en concurrence économique.

La plus ancienne en date est la synthèse de l'acide nitrique, par les procédés de Birkeland et Eyde, et qui, commencée par la formation des oxydes d'azote sous l'action de l'arc électrique, se termine par la peroxydation de ceux-ci en acide nitrique. L'auteur a soin de décrire le travail tel qu'il se poursuit : dans les usines norvégiennes, où Schlœsing fils a perfectionné le procédé primitif; dans les usines suisses et françaises, avec les procédés de A. Ph. Guye, Gros, etc.; dans les usines italiennes avec le procédé Rossi.

Nous citerons encore, par ordre de date, la fabrication de la cyanamide de calcium, qui tire ses avantages en France de l'existence de nos grandes chutes d'eau. Le carbure de calcium de Moissan et Bullier, absorbe l'azote à haute température et se transforme en la cyanamide de Frank et Caro; celle-ci constitue un excellent engrais à l'état pur ou transformé en urée; mais les besoins de la guerre en dégagent l'azote à l'état d'ammoniac, et par la réaction de Kuhlmann, dite aujourd'hui d'Ostwald, perfectionnée au cours des hostilités par Pascal et Decarrière, oxyde l'ammoniac pour en faire de l'acide nitrique.

Enfin, nous ferons une place à part à la synthèse directe de l'ammoniac, parce que c'est elle qui semble appelée à un meilleur avenir, et parce que c'est avec elle que l'Allemagne nous menace. On sait que la méthode fut incontestablement découverte par Henry Le Chatelier, qui, malheureusement, abandonna la suite de ses recherches tandis qu'Haber, en Allemagne, savait en recueillir l'héritage scientifique et, ce qui est plus grave, la gloire et le profit. M. Hackspill expose les nombreuses recherches, qui furent faites par nos ennemis sur l'équilibre $N^2 + 3\,H^2$ aux différentes pressions et aux différentes températures, sur les catalyseurs, sur la préparation de l'hydrogène, etc. De ces études, est sortie, au cours de la guerre, une puissance énorme, qui nous aurait écrasés, si nos chimistes et nos industriels ne s'étaient pas défendus, avec l'emploi de moyens de fortune qui sont tout à leur honneur, mais qui marquent, d'une note lamentable, l'imprévoyance de notre Gouvernement d'avant guerre. Pour illustrer ce chapitre, l'auteur décrit en détails l'usine d'Oppau et l'usine de Mersebourg. C'est au moment où les missions d'études nous permettent de connaître de près

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ces fabrications, que le Gouvernement, impatient de voir Georges Claude sortir d'une période préparatoire, jugée trop longue, signe un contrat avec la société même qui exploitait les brevets Haber. Les travaux de Claude, pendant ce temps, se poursuivirent et ses formidables pressions de 1.000 kg : cm² lui permirent de réaliser la synthèse de l'ammoniac dans des conditions pouvant être mises en parallèle avec celles de nos adversaires. Cette compétition de deux procédés analogues, atteignant le même but, fait que les opérations sont suspendues et que, pendant ce temps, l'Allemagne capte et transforme des milliers de tonnes d'azote par jour.

Le livre se termine par une étude comparative des différents procédés de fixation de l'azote, tant au point de vue de la fabrication que du prix de revient, que l'exposé des modes d'emploi des engrais azotés et la comparaison de leurs pouvoirs fertilisants.

Telle est l'œuvre de M. Hackspill, que l'on ne saurait trop louer, parce qu'elle nous met en face de la fabrication des composés azotés, fabrication susceptible d'un développement indéfini, tant qu'il y aura des végétaux alimentaires, et tant que les hommes videront leurs querelles par les armes. Des deux consommateurs l'un l'emportera sur l'autre, et l'on se demande si en temps de guerre, la France sera nourrie ou défendue.

En tout cas, quel que soit le développement de cette double fabrication, le cycle de Schlœsing subsistera. Plus on fabriquera d'ammoniac ou d'acide nitrique pour nos besoins agricoles, plus le cycle multipliera ses transformations, tout en restant identique à lui-même, et les gaz provenant de la décomposition des explosifs au moment où ceux-ci détonent, reconstitueront les matières premières dans lesquelles une nouvelle fabrication viendra puiser.

L. LINDET.

**Traité des matières colorantes organiques et de leurs applications**, par M. ÉDOUARD EHRMANN, chargé de cours à l'École de Chimie et de Physique industrielles de Paris. Préface de M. A. HALLER, membre de l'Institut. 1 vol. broché (28 × 19 cm) de XXIV + 615 p. **Bibliographie**, p. 599-605. Paris, Dunod, 1922 (Prix : 58 f).

Extrait de la préface de M. Haller :

Ce volume a été conçu et élaboré avant la guerre par un savant qui joignait à une grande pratique du laboratoire une érudition très étendue; il est le fruit de longues méditations suggérées par le besoin d'être clair et concis, tout en ne sacrifiant rien à la rigueur ni à la profondeur du sujet exposé.

Par sa composition, sa parfaite ordonnance et son caractère pratique, ce traité donne une image de ce groupe indéfini de matières colorantes, qui se chiffrent par centaines de mille, et de leurs multiples applications.

Comme dans tous les traités du genre, ces matières sont divisées en un certain nombre de familles caractérisées par leurs chromophores.

L'auteur prend ensuite chaque famille en particulier, en fait l'historique, y choisit quelques types, les étudie à fond tant au point de vue théorique qu'au point de vue pratique, en expose la préparation industrielle et les propriétés principales. Au cours de ces descriptions, il n'a garde d'oublier l'élaboration des matières intermédiaires dont le rôle est si important dans la fabrication des colorants artificiels. Après avoir donné un aperçu de ces familles allant des dérivés nitrés aux couleurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sulfurées, M. Ehrmann consacre un certain nombre de pages aux colorants naturels dont plusieurs furent de nouveau mis en honneur pendant la guerre. Il fait judicieusement observer, en passant, qu'à l'exception de l'*orseille*, de la *berbérine*, du *rocou*, du *carthame*, du *curcuma* et de l'*indigo*, toutes ces matières appartiennent à la classe des colorants à mordants et que beaucoup d'entre elles renferment des principes identiques à ceux obtenus par voie synthétique. Mais il ne manque pas d'ajouter que si « pour un certain nombre de ces colorants, on a réussi à réaliser la synthèse, dans deux cas seulement, garance et indigo, la reproduction artificielle a conduit à un résultat industriel et à la substitution du produit synthétique au produit naturel ».

L'application des matières colorantes, quelle que soit leur origine, a été envisagée par l'auteur dans toute son étendue et sous toutes ses formes ainsi qu'à tous les produits dont la valorisation est opérée par la teinture ou l'impression.

La liste de ces produits n'est pas restreinte aux fibres d'origine végétale ou animale, mais comprend encore un grand nombre d'autres substances comme le papier, le bois, la paille, l'herbe et les feuilles, les cuirs, les fourrures, les plumes, la corne, l'ivoire, etc.

L'auteur passe une revue complète de tous ces produits, les classe suivant leur origine et leur composition et insiste sur les différentes opérations qu'elles doivent subir avant d'entrer dans le bain de teinture ou d'être prêtes à l'impression.

Envisageant le phénomène proprement dit de la fixation des colorants, il classe à nouveau ces derniers suivant leurs applications :

1° aux textiles d'origine végétale, coton, soies artificielles, lin, chanvre, jute, etc., puis au papier, paille, bois, herbes, feuilles, etc. ;

2° aux textiles d'origine animale, laine, soie, avec en plus, cuir, fourrures, peaux, plumes, corne, ivoire, etc.

Il aborde enfin la technique de la teinture, avec toute la suite des opérations en usage dans les usines où elle se pratique, de même celle de l'impression. Là encore, il donne des exemples bien choisis de façon à permettre aux commerçants de faire leur premier apprentissage d'applicateurs de colorants.

Tel est le programme que s'est imposé l'auteur. Accompli dans toutes ses parties, ce programme permet à tout esprit non initié de se faire une idée de cette grande famille des colorants organiques et des modalités diverses suivant lesquelles l'industrie les utilise et les applique pour enluminer et accroître la valeur de ses marchandises.

Bien que composé avant la guerre, cet ouvrage est néanmoins au courant des derniers progrès accomplis dans la technique des colorants et de leurs applications, grâce au dévouement éclairé de M. Nœlting et de M. Battegay, titulaire actuel de la chaire de chimie tinctoriale à l'École de Chimie de Mulhouse. En se chargeant de la revision du manuscrit et de la correction des épreuves, ces deux savants n'ont pas manqué de combler les lacunes qui ont pu se glisser dans l'œuvre première et de la mettre à jour; ils y ont, en outre, inséré deux conférences, l'une sur les dérivés de la naphtaline dont M. Noelting est l'auteur, et la seconde sur ceux de l'anthraquinone due à M. R. Schmidt, auquel la chimie de l'anthracène est redevable de tant de découvertes originales et précieuses.

Par la contribution personnelle qu'il a apportée à l'édification de ce traité, M. Noelting a voulu rendre un dernier hommage de fidélité à son ancien disciple qui était devenu son ami.

A. HALLER.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**L'usine et l'habitation ouvrière aux États-Unis**, par M. CHARLES CESTRE, professeur de Civilisation américaine à la Sorbonne (Collection « Urbanisme », série E). In-12 (19 × 12 cm.) de XXXVI + 301 p. Paris, Éditions Ernest Leroux, 28, rue Bonaparte (6e), 1921 (Prix 5 f).

La littérature de l' « urbanisme » et du « mouvement social » s'est enrichie récemment d'un ouvrage intéressant : *L'usine et l'habitation ouvrière aux États-Unis*, par M. CHARLES CESTRE, professeur de Civilisation américaine à la Sorbonne.

L'auteur nous fait bénéficier des observations qu'il a pu recueillir lors d'un récent voyage d'études aux États-Unis, sur l'usine, le logement ouvrier et les institutions vouées à l'amélioration de l'état moral, physique et matériel des travailleurs dans la plus grande nation industrielle du monde.

Les institutions décrites ne peuvent pas être qualifiées « d'œuvres patronales » mais « d'œuvres sociales de l'usine »; elles procèdent d'un sentiment nouveau des devoirs dont les chefs d'industrie, favorisés d'autre part, se sentent chargés.

A eux reviennent la direction souveraine et les initiatives en faveur des travailleurs astreints à un labeur quelquefois dur et parfois monotone, mais dont les obscures vertus sont indispensables au succès de l'entreprise et, en fin de compte, à la vie et à la progression de la société tout entière.

Les ouvriers acceptent quelquefois, difficilement maintenant, les « dons gracieux », et les patrons, d'autre part, même lorsqu'ils consentent de larges sacrifices, doivent le faire en ménageant les susceptibilités et en affirmant en toute occasion les droits de l'ouvrier à l'indépendance et à la pleine liberté de décision dans la direction de sa vie.

Ils admettent généralement que la reconnaissance ne s'impose pas; ils estiment que celle qui s'échange entre hommes légalement égaux, mutuellement fidèles à leurs engagements, se traduit d'une manière réelle par la considération et la sympathie.

Sous l'influence de philosophes tels qu'Emerson et Ruskin, les milieux industriels américains, comme les cercles cultivés anglais, en vinrent à reconnaître que la nation riche est celle qui est composée, dans tous les milieux, du nombre le plus grand d'individualités supérieures et de citoyens robustes, affinés, habiles dans leur profession, accomplissant leur travail avec joie, avançant dans la vie avec confiance, considérant l'état social avec gratitude. Ils estiment qu'améliorer les conditions matérielles d'existence du travailleur, c'est le rendre capable d'un labeur plus productif et que lui assurer une vie meilleure, c'est préparer, à longue échéance, mais de la manière la plus certaine, la prospérité de l'industrie et l'accroissement de la richesse nationale.

Le livre I est consacré à l'usine. Après quelques pages sur son organisation et son outillage, l'auteur examine d'une façon détaillée quels ont été les efforts faits par les industriels, les associations patronales et les comités d'ouvriers pour donner au personnel l'hygiène, le confort, la sécurité et la santé qui seules permettent d'obtenir la stabilité et le meilleur rendement au profit même de l'entreprise à laquelle tous collaborent.

Signalons qu'au point de vue de ces horribles accidents mortels qui se produisent quelquefois dans les usines, une diminution considérable a été obtenue.

Dans l'industrie, en y comprenant celle des chemins de fer qui est plus que d'autres exposée, la moyenne a baissé de 35.000 par an à 25.000 en 1912 et 22.000 en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1916; malheureusement la guerre a amené une augmentation et le chiffre actuel est de 60.000.

L'auteur consacre tout un chapitre à l'éducation des patrons, des contre-maîtres et des ouvriers, sur l'importance de l'enseignement de l'hygiène au personnel ouvrier et sur le rôle des infirmières visiteuses.

Ces diverses mesures ont amené de bien grands progrès moraux et matériels et se sont aussi traduits par des économies appréciables : économie de temps, économie de primes d'assurances ou de dommages pour accidents, économie de dépenses pour la formation de nouveaux ouvriers.

Le livre II est consacré au « home », à la cité-jardin et à la vie en commun.

La croissance industrielle a été si rapide et si formidable que les industriels ont intensifié leurs efforts depuis un quart de siècle pour retenir leurs collaborateurs auprès d'eux, aussi bien ceux qui s'étaient offerts que ceux qu'il était indispensable d'attirer. Ils ont vite compris que l'habitation salubre était indispensable à la croissance physique comme l'habitation agréable était indispensable à la croissance morale. Un livre d'Upton Sinclair : *La jungle*, avait dénoncé les horreurs du taudis et provoqué un magnifique mouvement connu sous le nom de « housing movement », de « city planning », et de « garden cities ».

Grâce au concours des universités, la science du tracé des villes et de la construction des maisons modestes s'est répandue dans tout le pays et, individus, sociétés ou pouvoirs publics sont intervenus rapidement, tantôt pour créer de toutes pièces des cités ouvrières lorsqu'une population de travailleurs devait s'établir en pleine campagne ou dans une banlieue éloignée, tantôt pour remédier à l'intérieur ou à la périphérie des villes à des conditions fâcheuses de salubrité, de confort et d'esthétique.

L'auteur nous fait parcourir d'une manière très intéressante les véritables cités créées soit par la Plymouth Cordage C° pour loger ses 1.200 ouvriers et ouvrières près de Boston, soit par le Gouvernement fédéral lui-même pour abriter à Washington, pendant la guerre, le personnel féminin des ministères. Il nous invite également à visiter avec lui les nombreuses cités-jardins créées et améliorées depuis moins de trente ans par les puissantes sociétés industrielles. Toutes sont entourées de terrains de jeux, voisinant avec les écoles et les salles de spectacles.

Pour laisser toute indépendance et toute liberté de mouvement aux travailleurs, les maisons peuvent être soit louées, soit vendues au gré des intéressés; et des sociétés mutuelles et immobilières ont été constituées, qui ont pour but d'avancer, dans de bonnes conditions, les fonds nécessaires aux acheteurs.

Un grand nombre d'industriels ont également installé, près de leurs usines, des restaurants, des salles de concerts et de cinéma, des salles de repos pour les ouvrières, des crèches, des salles d'allaitement, des salles de réunions, des terrains de jeux, voire même des parcs à la campagne.

Nous devons signaler tout spécialement une création originale de la maison Ford : celle d'un corps d'éducateurs moraux qui ont pour mission de s'efforcer d'inculquer aux travailleurs trois vertus fondamentales : le devoir familial, la tempérance et l'économie.

L'auteur termine en consacrant quelques pages aux « revues d'usine » qui, aujourd'hui, sont publiées par un grand nombre d'établissements industriels et distribuées gratuitement aux employés et ouvriers. On s'est aperçu que, par ce procédé, on facilitait grandement les échanges de vues entre la direction et le personnel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous sommes persuadé que nos compatriotes, les patrons français, qui sont tout aussi attachés au progrès que leurs confrères d'outre-mer, puiseront dans cet ouvrage des renseignements forts intéressants qui aideront encore au développement du magnifique faisceau d'œuvres sociales qu'ils ont érigé et qu'ils ont à cœur d'élargir et d'embellir constamment.

GEORGES RISLER.

**Congrès de la Pomme. Rennes, 4, 5, 6 novembre 1921.** 1 vol. broché (23 × 15 cm) de 358 p. Rennes, Imprimeries réunies, 22, rue de Nemours, 1922.

M. Charrière, Ingénieur-agronome, Ingénieur des chemins de fer de l'État, qui, en cette double qualité, développe, avec autant d'initiative que de compétence, les services agricoles de cette compagnie, a organisé l'année dernière, avec le concours de l'Office agricole régional, dans la capitale de la Bretagne, le premier Congrès de la Pomme. Le compte rendu de ce congrès vient de paraître.

Des progrès incontestables ont été accomplis en Bretagne, et, dans un rapport général, M. Warcollier, directeur de la Station pomologique de Caen, s'en félicite; il permettra à son ancien professeur d'ajouter que c'est en grande partie à son influence qu'on les doit : « aménagement des greniers et des hangars, manutention mécanique des pommes; leur transport hydraulique, leur lavage; la défécation du jus, l'emploi de l'électricité à tous les postes de la cidrerie ».

Ces progrès, très isolés, méritaient d'être connus : « Aucun plan d'ensemble, s'inspirant de l'intérêt général, nous dit M. Charrière, dans un autre rapport,... des bonnes volontés, des dévouements, des compétences même, qui s'ingénient à combler cette grave lacune; mais à cette poussière d'efforts qui s'ignorent et même se jalousent, pourquoi ne pas substituer un organisme capable de vulgariser les progrès accomplis? » Voilà le but du Congrès, défini par son animateur même.

Le Congrès n'est donc pas de ceux qui entraînent de longues discussions professionnelles, qui se terminent par des vœux.... que l'on n'a jamais vu s'accomplir. Il a été la réunion de conférenciers, choisis parmi ceux qui connaissent le mieux les différents sujets de l'industrie pomologique; il n'y a pas eu de discussion parce qu'aucun auditeur n'était plus compétent que le conférencier. Le Congrès n'a pas été une vaine parlotte, comme il y en a souvent : il a été un enseignement, et, pour peu que les Congrès de la Pomme se multiplient, et que l'on en publie le compte rendu, nous aurons entre les mains un traité technique de première valeur.

Les pomiculteurs ont pris la lourde charge de débrouiller la terminologie des innombrables espèces de poires et de pommes cultivées, et les Directeurs des Services agricoles ou leurs adjoints, MM. Danguy, Revirieux, Sevegrand, Crochetelle, Roseray, Hidoux et Perrault, sont venus énumérer les synonymies des différentes espèces cultivées dans la Loire-Inférieure, la Mayenne, les Côtes-du-Nord, le Finistère, les Deux-Sèvres, le Morbihan, la Sarthe.

Les plantations de pommiers le long des routes ont été recommandées par M. Wagner, du Luxembourg, sans contester que nous les négligions en France, et M. Martin nous a montré que sur les routes du Morbihan, la récolte paye une partie de leur entretien.

Il convient de ne livrer au pressoir que des fruits sains. M. Chavastelon voudrait en outre que ceux-ci soient lotis auparavant, suivant qu'ils appartiennent à la pre-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mière, deuxième, troisième saison, suivant qu'ils représentent telle ou telle espèce, qu'ils sont fruits doux ou fruits acides.

Nous avons intérêt à ce que ces fruits à couteau ou à cidre soient expédiés ou exportés dans les meilleures conditions; suivez dès lors les conseils de M. Barbet, de M. Jacob, de M. Villandré, et prenez connaissance de l'étude des transports et des droits de circulation de M. Auffray, de M. Lemains.

Le Dr L. Bordas a dénoncé les insectes ennemis du pommier.

M. de Pontbriand nous a fait part d'une étude fort intéressante qu'il a poursuivie sur l'action de l'eau vis-à-vis du tissu de la pomme; cette eau la fait gonfler, active sa maturation et développe sa fermentation. En même temps M. Chavastelon étudiait la question contraire, celle de la dessiccation des pommes.

Deux questions fort importantes aussi et tout à l'ordre du jour ont été développées par M. Warcollier : celle de la défécation des moûts, destinée à ne faire fermenter que des liquides clairs, et pour laquelle le meilleur agent est le sucrate de chaux, d'autre part celle de la production d'un cidre doux, destinée à conserver, au cours de l'année, des liquides encore sucrés, et pour laquelle, le meilleur procédé consiste à faire fermenter le moût dans les conditions d'anaérobie, à l'abri de l'air.

Ces deux questions ont été traitées également d'un côté par M. Chavastelon, qui défèque les moûts en ajoutant, sur la pulpe sortant du broyeur, une certaine quantité d'acide sulfureux, d'un autre côté par MM. Gimel et Pique, en ensemençant le moût par des *Saccharomyces apiculatus*, qui ne sauraient supporter une dose d'alcool supérieure à 2 ou 2,5 p. 100.

Cette sélection n'a pas d'ailleurs échappé à M. Kayser, à qui nous devons une très belle conférence sur les levures de cidre sélectionnées. L'étude de cette question, menée par lui, au Laboratoire des Fermentations à l'Institut national agronomique, est également poursuivie au laboratoire du Dr Wagner, à Ettelbruck (Hollande).

La question des cidres sans alcool, c'est-à-dire des jus de pommes non fermentés, a été abordée par M. Ray, et, à un autre point de vue, par le Dr Perrier.

La confiturerie, la fabrication des gelées, des marmelades et compotes devait avoir également son représentant, dans la personne de M. J. Martin.

Enfin, l'eau-de-vie de cidre a eu l'honneur d'une communication de M. Truelle, membre de l'Académie d'Agriculture. Il a, non seulement recherché l'étymologie du « calvados », sous lequel on désigne d'ordinaire l'eau-de-vie du cidre et vanté ses qualités, mais encore défendu, en vrai Normand, l'appellation d'origine du calvados et défini la région ayant droit à cette appellation.

LÉON LINDET.

**Les turbines à vapeur**, par M. POINCET, répétiteur à l'École polytechnique, professeur à l'École d'application du Génie maritime (*Encyclopédie de mécanique appliquée*, publiée sous la direction de M. L. LECORNU). Un vol. (23 × 15 cm) de 340 p., avec 181 fig. et I pl. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. (Prix : 35 f).

L'excellent ouvrage sur les turbines à vapeur de M. Poincet, répétiteur à l'École polytechnique, professeur à l'École d'Application du Génie maritime, fait partie de l'encyclopédie de mécanique appliquée, publiée sous la direction de M. L. Lecornu, avec le patronage de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et de la Société des Ingénieurs civils de France.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les bons traités sur les turbines à vapeur ne sont pas encore nombreux, et celui de M. Poincet sera fort utile à tous ceux qui veulent bien connaître cette classe de machines. La théorie du fonctionnement y tient une grande place; mais les détails d'exécution sont loin d'y être négligés; tout en étant présentés avec des descriptions concises, ils sont bien étudiés et discutés à fond.

L'ouvrage débute par l'étude des propriétés de la vapeur d'eau, étudiées avec l'aide du diagramme entropique; les phénomènes irréversibles y sont présentés d'une manière ingénieuse. Un diagramme entropique à grande échelle, fort développé dans la zone de surchauffe, est joint à l'ouvrage. Vient ensuite l'examen de l'écoulement de la vapeur par des tuyères.

Les chapitres suivants sont consacrés à la classification des turbines, aux pertes de rendement qui s'y produisent à l'étude du fonctionnement avec un régime déterminé.

Le lecteur est alors bien préparé pour arriver aux applications : l'auteur expose comment on détermine les éléments d'un avant-projet; il analyse l'effet des variations de régime, puis donne le calcul d'un projet. Les principaux types de turbines fixes sont alors décrits, puis un développement important est donné à l'étude des turbines marines, sujet auquel son professorat à l'École du Génie maritime avait tout spécialement préparé M. Poincet.

Vient alors l'étude d'une série d'appareils se rattachant aux turbines, tels que condenseurs, engrenages réducteurs de vitesse, auxiliaires divers. Les procédés de mesure de la puissance sont ensuite exposés.

L'ouvrage se termine par l'étude approfondie de quelques questions particulières intéressant les turbines.

En résumé, l'étude de M. Poincet est très sérieuse; elle comporte un appareil mathématique modéré, dont les formules sont faciles à suivre; elle donne quantité d'indications fort utiles tant pour l'étude théorique que pour les applications.

Il convient d'ajouter que la présentation matérielle de l'ouvrage est fort satisfaisante : l'impression est excellente, les figures, en général assez simples, sont remarquables par leur netteté et leur clarté.

ED. SAUVAGE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

## EN OCTOBRE 1922

VIGNERON (EUG.). — **Cours de mesures électriques** professé à l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie. Livre II : **Essais de machines.** In-8 (25 × 16) de 613 p., 372 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, 1922. **16439**

CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — **Catalogue de la Bibliothèque.** *1er Supplément.* In-8 (26 × 17) de XXIV+288 p. Paris, 2, Place de la Bourse, 1922. **16440**

MICHEL (JACQUES). — **La coloration des métaux.** Nettoyage, polissage, patinage, oxydation, métallisation, nielle. 2e éd. (*Nouvelle collection de Recueils de recettes rationnelles*). In-12 (18 × 12) de X+325 p., 28 fig. **Bibliographie,** p. 313. Paris, Desforges, 1922. **16441**

LIÉGEART (A.). — **Manuel du cordonnier.** Technologie à l'usage des élèves des Écoles pratiques, des Cours professionnels et des apprentis (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 16 × 10) de 298 p., 246 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16442**

DENIS (J.). — **Manuel du mineur** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 384 p., 195 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16443**

DUBŒUF (R.). — **Manuel du mécanicien-automobiliste.** Construction et réparation (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 317 p., 310 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16444**

ARBOS (PHILIPPE). — **La vie pastorale dans les Alpes françaises.** Étude de géographie humaine. In-8 (25 × 16) de 717 p., 54 fig., XVI planches dont 2 en couleurs. **Bibliographie,** p. 671-698. Paris, Librairie Armand Colin, 1922. **16445**

ACHALME. — **Les édifices physico-chimiques.** Tome II : **La molécule.** Équilibres et réactions chimiques. In-8 (23 × 14) de 232 p., 149 fig. Paris, Payot et Cie, 1922. **16446**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS (2e partie). — **Service des grandes forces hydrauliques (Région du Sud-Ouest).** Tome VII, fasc. E-1 : *Résultats obtenus pour le bassin de l'Ariège pendant les années 1917 et 1918*; fasc. E-2 : *Résultats obtenus pour le bassin de l'Aude pendant les années 1917 et 1918.* — Tome VII, fasc. F : *Résultats obtenus pour les bassins de l'Agly, de la Têt, du Tech et du Ségre pendant les années 1917 et 1918.* — Tome II *bis*, fasc. E : *Résultats obtenus pour les bassins de l'Ariège et de l'Aude (1910-1916).* **16447-16450**

* * *

LOUVEL. — **Note sur les bois de Madagascar** (*Bulletin économique de Madagascar*, 3e et 4e trimestres de 1921, 14 p., XXXII pl.). **Pièce 12731**

SOHM (MICHEL). — **Centrale électrique des mines de Bruay. Chauffage des chaudières au charbon pulvérisé** (*Publication de « Chaleur et Industrie »*). In-4 (27 × 22) de 38 p., 25 fig., I pl. Paris, 5, rue Michel-Ange, 1922. **Pièce 12732**

UNION DES GRANDES ASSOCIATIONS FRANÇAISES POUR L'ESSOR NATIONAL. — **Rapport général sur l'action de l'Union des Grandes Associations françaises pour l'Essor national pendant la guerre et depuis la guerre (1915-1922).** In-4 (27 × 22) de 59 p. Paris, 3, rue Récamier, 1922. **Pièce 12733**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MINISTÈRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE. OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE. — **Rapport général au Ministre du Commerce et de l'Industrie sur la situation et les travaux de l'Office national de la Propriété industrielle. Année 1921** (*Journal officiel de la République française*, 15-16 juillet 1922, 8 p.). **Pièce 12734**

***

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS. — LABORATOIRE D'ESSAIS MÉCANIQUES, PHYSIQUES, CHIMIQUES ET DE MACHINES. — **Bulletin n° 20** : *Note sur les variations de la hauteur de rebondissement d'un mouton en fonction du nombre de chocs*, par C. DROUILLARD, 9 p., 6 fig. Paris, Ch. Béranger, 1922. **Pér. 308**

**Mémorial des Poudres** publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. — Tome XIX, 3e fascicule. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **Pér. 223**

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE (École supérieure de l'Agriculture). — **Annales**. 2e série, Tome XVI. Paris, J.-B. Baillière et fils; Librairie agricole de la Maison rustique, 1922. **Pér. 20**

SOCIÉTÉ DE SECOURS DES AMIS DES SCIENCES. — **Compte rendu du soixante-cinquième exercice** (*59e séance publique annuelle, tenue le 1er juin 1922, à l'Institut Pasteur*). Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **Pér. 151**

FÉDÉRATION DES INDUSTRIELS ET DES COMMERÇANTS FRANÇAIS. — **Annuaire 1922**. Paris, 74, Boulevard Haussmann. **Pér. 92**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Journal. 1922**, n° I. Vol. CV. London, 28, Victoria Street, S. W. 1. **Pér. 157**

ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH. — **Transactions**. Vol. LIII, part I (Session 1921-22). Edinburgh, 1922. **Pér. 2**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**. Vol. XVII (1921), nos **420** : *Specific volume of liquid ammonia*, by C. S. CRAGOE, D. R. HARPER, p. 287-315, 3 fig. — **421** : *Wave lengths longer than 5 500 Å in the arc spectra of yttrium, lanthanum, and cerium and the preparation of pure rare earth elements*, by C. C. KIESS, B. S. HOPKINS, H. C. KREMERS, p. 317-351. — **423** : *Operation of the modulator tube in radio telephone sets*, by E. S. PURINGTON, p. 377-406, 12 fig., I pl.

**Technologic Papers**, nos **170** : *Pyrometric practice*, by PAUL D. FOOTE, C. O. FAIRCHILD, T. R. HARRISSON, 326 p., 185 fig. (1921). — **201** : *Friction and arrying capacity of ball and roller bearings*, by H. L. WHITTEMORE, S. N. PETRENKO, 34 p., 30 fig. (1921). — **202** : *Results of a survey of elevator interlocks and an analysis of elevator accident statistics*, by C. E. OAKES, J. A. DICKINSON, 30 p. (1921).

**Circulars**, nos **38** : *The testing of rubber goods*. 4th ed., 127 p., 47 fig. **Bibliography**, p. 124-125 (1921). — **113** : *Structure and related properties of metals*, 104 p., 71 fig. (1921). — **115** : *Recommended specifications for pneumatic tires, solid tires and inner tubes*, 18 p. (1921). — **117** : *Recommended specification for interior varnish*, 6 p. (1921). — **118** : *Recommended specification for limestone, quicklime, and hydrated lime for use in the manufacture of glass*, 7 p. (1921). **Pér. 61**

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (Washington). — **Annual Report**. 36th, **1915**; 37th, **1916**; 38th, **1917**; 39th, **1918**; 42d, **1921**.

**Mineral Resources. 1915**, parts : I, *Metals*; II, *Nonmetals*. — **1916**, parts : I, *Metals*; II, *Nonmetals*. — **1917**, parts : I, *Metals*; II, *Nonmetals*.

**Bulletins. 385** : *Briquetting tests at the United States fuel-testing plant Norfolk, Virginia, 1907-8*, by C. L. WRIGHT, 41 p., IX pl. **Bibliography**, p. 36-41 (1909). — **413** : *A reconnaissance of the gypsum deposits of California*, by F. L. HESS; with a note on *Errors in the chemical analysis of gypsum*, by G. STEIGER, 36 p., 2 fig., IV pl. (1910). — **529** : *The enrichment of sulphide ores*, by W. H. EMMONS, 260 p. (1913). — **548** : *Electric activity in ore deposits*,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

by R. C. WELLS, 78 p., 7 fig. (1914). — **625** : *The enrichment of ore deposits*, by W. H. EMMONS, 530 p., 29 fig., VII pl. (1917). — **640** : *Contributions to economic geology* (Short papers and preliminary reports). *1916*. Part. I : *Metals and nonmetals except fuels*, 255 p., 24 fig., IX pl. (1917). — **657** : *The use of the panoramic camera in topographic surveying*, with notes on the *Application of photogrammetry to aerial surveys*, by J. W. BAGLEY, 88 p., 22 fig., XV pl. (1917). — **660** : *Contributions to economic geology* (Short papers and preliminary reports) *1917*. Part I : *Metals and nonmetals except fuels*, 304 p., 33 fig., XI pl. (1918).

**Water-Supply Paper 345** : *Contributions to the hydrology of the United States*, 1914, 225 p., 24 fig., XVII pl. (1915).

**Professional Papers 85-C** : *Interpretation of anomalies of gravity*, by G. K. GILBERT, p. 29-37, 1 fig., I pl. (1913).

**World atlas of commercial Geology**. Part I : *Distribution of mineral production*, 72 p., LXXII pl. — Part II : *Water power of the world*, 39 p., VIII pl. (1921). **Pér. 158**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Bulletin**. Tome IV. Session 1921-1922. Le Caire, 1922. **Pér. 32**

K. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIEN I STOCKHOLM. — **Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik**. Bd 16, H. 3-4; Bd 17, H. 1-2 (1922). — **Arkiv för Kemi, Mineralogi och Geologi**. Bd 8, H. 3-4 (1921-22). **Pér. 8**

COLLEGE OF SCIENCE. IMPERIAL UNIVERSITY OF TÔKYÔ. — **Journal**. Vol. XLII, art. 3 (1921). — Vol. XLIV, art. 1, 2 (1922). **Pér. 441**

*L'agent général, gérant,*
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

121e ANNÉE. DÉCEMBRE 1922.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

# L'ÉLECTRICITÉ RURALE, A LA FERME ET AUX CHAMPS [1]

MESSIEURS,

L'importante question de l'électricité rurale, à la ferme et aux champs, est, depuis la guerre, au premier rang des préoccupations administratives et agricoles.

Elle était, avant la guerre, la chose de quelques-uns seulement. Et je dois à l'initiative d'un grand agriculteur du plateau de Dreux à Houdan, Oscar Benoist, de Rosay-Prouais (Eure-et-Loir), la bonne chance d'y avoir été intéressé dès 1911. Cette heureuse initiative, secondée par l'action bienveillante de M. l'Inspecteur général du Génie rural Le Couppey de la Forest, aboutit, il y a 11 ans, à l'une des premières coopératives agricoles électriques de France, celle de Rosay-Prouais. En quelques mois, elle étendit son rayon sur un territoire de 1.700 ha exploité par 140 coopérateurs, patrons, artisans et ouvriers agricoles. Grâce à la ténacité de son fondateur, qui réussit à la maintenir en fonctionnement pendant toute la guerre, tout en cultivant les 1.200 ha d'exploitation agricole de ses quatre fils, elle rendit les plus grands services, et prépara ainsi l'évolution de l'électricité rurale dans cette partie de l'Ile-de-France. Depuis le milieu de l'année dernière, elle s'est transformée en une grande société d'intérêt collectif agricole qui englobe 20 communes, alimente une population de 6.600 habitants et les 15.000 ha arables qu'ils cultivent.

Ce bel exemple de solidarité rurale n'est pas isolé en Eure-et-Loir : dès le 5 mai 1919, le Conseil général, convaincu de l'urgence de mettre l'énergie

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique, le 2 décembre 1922.



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

électrique à la portée des populations des campagnes, a décidé de donner son concours à l'électrification générale et méthodique des cantons ruraux de son territoire.

Dans sa séance du 30 septembre 1919, il a résolu de procéder à des démonstrations d'électromotoculture destinées à compléter les travaux de propagande de la motoculture qu'il avait entrepris dès le mois de septembre 1916. Enfin, le 29 septembre 1920, l'assemblée départementale a tracé le programme de cette électrification et voté une subvention de quatre millions de francs en nombre rond pour le transport, par un réseau de répartition de 125 km de développement, de l'énergie électrique dans les régions rurales agricoles qui représentent les 4/5 de sa superficie.

Déjà, au mois d'août 1920, s'étaient formés des comités d'organisation de grands syndicats intercommunaux de distribution de l'énergie comprenant chacun de 30 à 60 communes (la commune rurale moyenne d'Eure-et-Loir est une unité de 480 habitants et de 1.370 ha de superficie totale). La décision du Conseil général leur assura toutes chances de succès. Trois de ces syndicats sont maintenant constitués. Quatre autres sont en formation par les soins de leurs comités d'organisation qui groupent les cotisations d'études puis les subventions communales aux travaux, recherchent un concessionnaire ou exploitant, et dressent les avant-projets des travaux à exécuter dans les communes définitivement adhérentes.

Messieurs, ces deux procédures, par voie de coopérative agricole, d'une part, ou par voie de syndicats intercommunaux, d'autre part, se sont révélées, dans les départements de plus en plus nombreux où la question est posée, les plus efficaces entre les diverses combinaisons qu'offre actuellement la législation aux populations rurales pour leur électrification.

Le tableau de ces diverses combinaisons est reproduit en annexe (Annexe I).

Et je me propose, après quelques indications d'ensemble sur la production et le transport de l'énergie, d'exposer les caractéristiques principales des réseaux électriques ruraux en construction en Eure-et-Loir, de développer les deux méthodes de réalisation qu'offrent la coopérative de Rosay et les grands syndicats intercommunaux, et de résumer, à grands traits, les applications principales de l'électricité actuellement pratiquées à la ferme d'abord, puis aux champs, c'est-à-dire en électromotoculture puisque l'électroculture ne sortira des laboratoires que l'année prochaine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## I. — Production et transport de l'énergie électrique.

Il n'y a en Eure-et-Loir aucune usine hydraulique de quelque importance Et les usines thermiques qui produisent l'énergie électrique sont lointaines. Le département a traité pour la fourniture d'énergie avec la Société de Distribution d'Électricité de l'Ouest, propriétaire à Rai-Aube (Orne) sur la haute Risle, près de Laigle, d'une usine thermique de 12.000 kW, — qui a été tracée et construite pour une puissance de 20.000 kW capable d'alimenter une partie des trois départements de l'Orne, de l'Eure et d'Eure-et-Loir, — et qui produit du courant alternatif triphasé à 50 périodes par seconde. Ce courant est amené dans la vallée de l'Avre par un feeder qui vient d'être équipé pour la tension de 60.000 V jusqu'à Bérou (Eure-et-Loir). En ce point, situé entre Verneuil et Dreux, sera construit, dès que la tension de 60.000 V sera motivée par la quantité d'énergie à débiter, le poste abaisseur de 60.000 à 30.000 V. C'est en ce poste de Bérou que prend son origine le feeder de répartition à 30.000 V de Bérou à Luisant, au sud de Chartres.

Sur cette ligne principale seront alimentés directement les syndicats en formation dans le Pays Drouais (50 communes) et dans le Perche (30 communes). A Luisant, une sous-station intersyndicale est en construction pour l'alimentation du grand syndicat du Pays Chartrain qui compte 56 communes, et des syndicats plus modestes d'Auneau-Maintenon (38 communes), du Pays Beauceron (50 communes) et du Pays Dunois (30 communes).

La subvention de 4 millions votée par le Conseil général s'applique à la construction par la Société de Distribution d'Électricité de l'Ouest concessionnaire de l'État de ce réseau de répartition, et par les syndicats de distribution des sous-stations syndicales et intersyndicales.

La création au centre du pays rural d'une usine thermique n'a pas été retenue : outre la difficulté d'approvisionnement en charbon et en eau de réfrigération, elle n'aurait produit l'énergie qu'à un prix de revient très élevé en raison même de l'utilisation saisonnière de l'agriculture. Cette utilisation saisonnière qui varie, d'après les premiers résultats aujourd'hui acquis, dans la proportion de 1 à 5, exige que l'usine alimente d'importantes industries permanentes et, si possible, complémentaires de l'industrie agricole. De sorte que, si l'on s'était décidé à construire une centrale départementale aux confins du pays de Beauce, il aurait fallu lui chercher une clientèle complémentaire de l'agriculture dans les régions industrielles, c'est-à-dire développer un feeder depuis la centrale jusqu'aux vallées de l'Avre et de la haute Risle où se trouvent les usines de textiles et de métallurgie les plus voisines des plateaux d'Eure-et-Loir. Il était donc plus simple de demander au producteur qui alimente ces usines de renforcer la centrale

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'Aube de ce qui est ou sera nécessaire pour l'alimentation des plateaux agricoles.

Le département d'Eure-et-Loir n'a pas été en 1920 admis à prendre la concession de cet important réseau de répartition à l'exemple de ce qui est pratiqué pour les voies ferrées d'intérêt local; mais de telles concessions ont été accordées depuis l'année dernière.

Le réseau d'Eure-et-Loir est construit pour un débit de 5.500 kVA dont 5.000 kVA agricoles.

Par l'ampleur même des utilisations actuelles et prochaines de l'énergie électrique, ce réseau de répartition doit être considéré comme formant, avec celui de la distribution, une véritable voirie nouvelle superposée à la voirie routière et comprenant comme elle des grandes routes et des chemins vicinaux. Le développement de la voirie routière a été l'un des éléments principaux de la prospérité agricole au siècle dernier, celui de la voirie électrique est peut-être l'une des conditions de la prospérité agricole au XXe siècle.

## II. — Caractéristiques des réseaux électriques ruraux d'Eure-et-Loir.

Les réseaux électriques ruraux en construction en Eure-et-Loir alimentent, ceux de Beauce et de l'Ile-de-France, une région de culture intensive dans une vaste plaine dont un peu plus de moitié est ensemencé en céréales (blé, orge et avoine), le reste cultivé en betteraves, pommes de terre, cultures sarclées et prairies artificielles, et ceux du Perche, une région vallonnée à culture familiale, pratiquant l'élevage et exploitant les herbages, les pommes à cidre et les plantations forestières.

L'électrification est plus difficile dans cette dernière région que dans celle de la Beauce dont les populations sont mieux groupées et les récoltes plus riches. Mais elle présente, dans les deux régions, à un degré différent, les deux caractéristiques principales des réseaux ruraux : d'une part, un très grand développement des lignes, qui atteint, par habitant, 8 à 10 fois celui des réseaux urbains, et nécessite ainsi l'investissement de capitaux très élevés; et, d'autre part, une consommation saisonnière très variable qui correspond à une mauvaise utilisation de l'énergie puisque, si l'usine productrice est réglée sur les périodes de consommation maximum, elle ne sera plus utilisée qu'au quart ou au cinquième de ses moyens pendant les mortes-saisons. Et, si elle est réglée sur la période de consommation moyenne, elle sera insuffisante pendant les mois de grands travaux agricoles. C'est pour ce motif que, comme il est dit plus haut, l'alimentation électrique des régions agricoles doit être conjuguée avec celle des régions industrielles voisines.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Même dans ce cas, l'utilisation moyenne annuelle par l'agriculture est actuellement si médiocre qu'on irait à un échec certain en se limitant aux tarifs des réseaux urbains, — que les populations agricoles doivent se résigner à pratiquer des prix élevés supérieurs d'au moins moitié à ceux des villes pendant les premières années d'exploitation, — et que, sauf des circonstances très exceptionnelles, la solidarité s'impose entre les communes en même temps que la discipline entre les consommateurs.

La solidarité intercommunale permet, par un prix moyen appliqué à un grand territoire, de porter le courant électrique non seulement dans les vallées où la population est bien groupée et assez dense, mais sur les plateaux dont les habitants, disséminés, plus timides, plus hésitants, sont néanmoins nécessaires à la culture et, par conséquent, à la prospérité du pays. Elle permet également de tracer, construire et exploiter les réseaux dans les meilleures conditions techniques, puisque les limites administratives sont effacées et que chaque groupe d'habitants est desservi par les lignes et les transformateurs les mieux placés géographiquement. Elle favorise enfin le rapide développement des services généraux d'édilité, éclairage, alimentation en eau potable dont l'insuffisance actuelle est notoire dans nos campagnes.

La discipline des consommateurs agricoles est nécessaire également à la réussite de l'œuvre. Actuellement, elle est limitée aux transports en chemin de fer, aux relations postales et à de courtes obligations, chez le barbier par exemple. Il s'impose de l'étendre rigoureusement aux consommations électriques. Et il appartient à l'électricien rural de faire saisir à l'agriculteur, par des tarifs dégressifs bien étudiés, tous les avantages qu'il tirera de cette discipline, c'est-à-dire d'une utilisation de l'énergie concertée et régularisée le mieux possible. La régularisation peut être obtenue par l'emploi de moteurs de petite puissance fonctionnant plus longtemps. Et le concert des consommateurs résultera du développement des industries spéciales, équipages de batterie de grains, de pressage de pailles, de pressoirs à pommes se déplaçant de ferme en ferme, de hameau en hameau ; et, dans les fermes, de l'emploi de machines de modèle réduit et de brouettes électriques aménagées pour la commande *successive* des divers outils de l'exploitation. Comme le faisait remarquer d'heureuse façon, dans une récente conférence M. Juppont, l'un des vétérans de notre industrie électrique, dix cultivateurs qui ont besoin pour telle opération chacun d'une heure de cheval par jour la paieront beaucoup moins cher s'ils s'arrangent pour faire travailler successivement le même cheval que s'ils entendent conserver leur indépendance, et exécuter leur travail à telle heure à leur convenance, ce qui exigera 5, 6 ou même 10 chevaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour tenir compte, aussi bien que possible, des circonstances défavorables du début, les divers groupements électriques d'Eure-et-Loir ont admis que le prix de l'énergie-lumière pourrait être fixé, à l'index de base de 130 f, à 1,70 f ou même 1,80 f le kilowattheure, celui de la force motrice à basse tension atteignant 1 f le kilowattheure pendant les 40 ou 50 premières heures d'utilisation mensuelle, sauf dégressions successives jusqu'à 0,80 f ou 0,75 f pour les utilisations plus prolongées.

A ces prix de base s'ajoute le terme correctif qui est calculé à raison de 0,004 f pour la lumière et 0,003 f pour la force par franc de hausse ou de baisse à partir de 130, dès que l'index s'éloigne de plus de 10 p. 100 de 130, c'est-à-dire dépasse 143 ou descend au-dessous de 117.

Les tarifs syndicaux ou coopératifs comprennent également un barème de prix à la haute tension de 15.000 V variant de 0,42 f à 0,36 f à l'index de base de 100 f selon la puissance abonnée et comportant, en outre, une prime par kilovoltampère variant de 220 f par an aux petites puissances à 180 f par an aux puissances de 51 à 100. A ces deux termes, s'ajoute le terme correctif de 0,0025 f par franc de hausse ou de baisse de l'index de base, sauf le palier de 5 p. 100 de chaque côté de l'index de base.

La livraison directe à l'agriculture de l'énergie à haute tension est, en effet, désirable à plusieurs titres : le cultivateur sera ainsi beaucoup moins limité dans ses consommations d'énergie, paiera moins cher les parties de ligne laissées à sa charge, et enfin se fournira d'éclairage au même prix que de force, tandis qu'à basse tension le prix de l'énergie d'éclairage est notablement plus élevé que celui de la force motrice. D'ensemble, on peut dire que la vente de l'énergie à haute tension est une vente en gros et celle à basse tension une vente au détail. Or, par l'importance que ne peut manquer de prendre sa consommation d'énergie, le chef d'une culture d'une centaine d'hectares a tout intérêt à acheter en gros.

A un autre point de vue, et si peu conforme que cela paraisse aux errements administratifs actuels, la fermeture méthodique des réseaux pendant les semaines de morte-saison a été formellement envisagée pendant la journée au cours du mois de juin. Elle ne lèse aucun intérêt urgent, mais elle réduit les pertes à vide et permet d'accélérer les réparations du réseau en vue de la période des grands travaux qui commence avec la moisson au milieu de juillet.

La construction des réseaux syndicaux ou coopératifs a soulevé également nombre de questions spéciales. Examinons les principales :

Dans la coopérative, comme dans les groupements syndicaux, la tension de 15.000 V a été choisie après étude comparative avec celle de 5.500 V. Les administrations compétentes n'ayant pas encore standardisé l'une ou l'autre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de ces tensions, celle de 15.000 a été préférée en raison de sa portée beaucoup plus grande pour le transport de l'énergie dans des conditions industrielles (50 à 55 km au lieu de 18 à 20), du débit d'énergie qu'elle assure à égalité de section de cuivre (près de 9 fois plus), et de la possibilité démontrée d'y brancher directement, sans plus de risques électriques, les transformateurs particuliers des grandes exploitations et les transformateurs ambulants des ateliers de plein air. Seule la perte à vide des transformateurs est plus élevée sous la tension de 15.000 V, mais l'industrie des transformateurs se développe et se perfectionne d'année en année, la fabrication des tôles spéciales s'améliore et la différence de ces pertes à vide dans deux transformateurs abaisseurs, l'un de 15.000 V et l'autre de 5.500 à 210, est maintenant très réduite. Dans les bonnes fabrications, elle ne dépasse pas 0,30 p. 100 de la puissance du transformateur.

Pour le labourage électrique en particulier, un réseau à la tension de 5.500 V sera d'une exploitation malaisée dès que plusieurs équipages de puissance moyenne travailleront simultanément.

En basse tension, les deux syndicats en construction se sont arrêtés à celle de 210 V entre phases. La tension de 380 V a les préférences de deux autres des syndicats en formation, bien qu'elle ne soit pas encore admise par l'administration des Travaux publics à bénéficier de tous les avantages de la basse tension, qu'elle augmente la dépense des installations intérieures et des moteurs particuliers et qu'elle présente, dans la pratique, des risques sérieux quand les installations intérieures ne sont pas très soigneusement construites et entretenues. Il est regrettable, sur ce point, qu'une standardisation, — et les mesures corrélatives —, n'ait pas encore été fixée par les administrations compétentes.

La détermination de la puissance des transformateurs a amené à envisager, dans presque tous les cas, l'installation, pour diminuer les pertes à vide, de deux transformateurs dans chaque cabine, l'un de faible puissance, 5 ou 7 kVA, pour les périodes de morte-saison, et l'autre de 20 à 30 qui est mis en circuit pendant les semaines de travaux intensifs. Les premiers résultats de l'exploitation de la Coopérative font ressortir toute l'importance de cette disposition, un peu coûteuse *a priori*, mais reconnue indispensable.

Par raison d'économie, les diverses lignes rurales ont été projetées et sont exécutées sur poteaux en bois, sauf une quarantaine de kilomètres des feeders principaux de chaque syndicat qui sont en construction sur poteaux en béton.

Les études économiques, notamment celles du trafic probable, ont été faites sur la base de la consommation probable par hectare arable électrifié, c'est-à-dire faisant partie des exploitations abonnées à la distribution. La

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

base habituelle par tête d'habitant est en défaut dans notre cas spécial puisque l'électrification a pour but de remédier au défaut de main-d'œuvre, et qu'en conséquence la consommation de courant sera d'autant plus élevée que la main-d'œuvre, c'est-à-dire la population, sera plus faible. En fait d'ailleurs, sur les plateaux de Beauce, décimés par la guerre, la population est maintenant réduite au minimum commandé par le façonnage des terres, et l'ensemble des opérations à effectuer est ainsi, pour les habitants comme pour les animaux et les travaux (battage, pressage des récoltes) à peu près proportionnel aux surfaces cultivées.

Sur cette base, la longueur moyenne des lignes projetées par les divers groupements d'Eure-et-Loir peut être estimée *grosso modo* à 10 m par hectare arable en Beauce.

Sur la même base, la consommation probable annuelle en régime normal, — c'est-à-dire *après une dizaine d'années d'exploitation* —, a été évaluée, abstraction faite des labourages électriques dont la pratique courante est un peu plus lointaine, de 16 à 20 kWh dans le Perche, de 20 à 22 kWh dans les zones intermédiaires entre Perche et Beauce et de 24 à 26 sur les plateaux à culture intensive.

Cette dernière probabilité, confirmée par les renseignements qui nous ont été fournis dans les quelques secteurs agricoles exploités depuis plus de 10 ans (22 kWh notamment dans l'ancienne coopérative de Rosay-Prouais mal alimentée par ses deux moteurs à gaz pauvre de 40 ch), peut être répartie comme suit, à titre de première approximation, entre les divers travaux pratiqués à l'électricité :

| | | |
|---|---|---|
| Lumière (1/2 lampe de 25 bougies par hectare à 400 heures) . . . | 5 | kWh |
| Battage et triage des grains (24 à 26 quintaux par hectare sur la moitié de la superficie) . . . . . | 10 | — |
| Pressage des pailles . . . . . | 2 à 3 | — |
| Nourriture des bestiaux (concassage, aplatissage, coupe-racines, abreuvage, etc.) . . . . . | 3 | — |
| Ménage de la ferme (barattes, essoreuses, réchauds et fers à repasser, scie à bûches, ventilateur, radiateur, chauffe-eau, machines à glace et frigorigènes, etc.) . . . . . | 2 | — |
| Services généraux de la ferme (pompages, coltinages, monte-charges, élévateurs et transporteurs à chaînes, à godets ou à vis d'Archimède, pressoirs, tondeuses, arrosage des jardins, etc.) . | 2 à 3 | — |
| | 24 à 26 | kWh |

Les tarifs donnés plus haut correspondent approximativement, pour cette répartition des consommations, et dans l'hypothèse d'une proportion de 20 p. 100 de ventes à haute tension, au prix moyen de 1 f par kilowattheure. Le produit par le nombre d'hectares arables électrifiés de la consommation moyenne par hectare donne donc la recette probable en régime normal.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les dépenses probables se répartissent en 4 postes, achat de l'énergie, frais de gestion et d'entretien, fonds de réserve de renouvellement, intérêt et amortissement du capital investi.

L'énergie à acheter à haute tension doit être calculée, en régime normal, à raison d'une fois et demie au moins l'énergie vendue, ce qui correspond à un rendement de 66 p. 100. Au prix d'achat probable de 0,33 f le kilowattheure, y compris la prime annuelle par kilovoltampère, le kilowattheure vendu coûtera ainsi au syndicat 0,50 f. Les frais de gestion et entretien peuvent être estimés à une moyenne de 0,24 f à 0,26 f; le fonds de renouvellement absorbera de 0,06 f à 0,08 f selon la nature du sous-sol et les soins apportés à l'entretien des supports. Il restera seulement 0,16 à 0,20 f par kilowattheure pour la rémunération du capital investi. En Beauce, à raison de 10.000 f par kilomètre de *réseau* et de 10 m ou 100 f par hectare, on ne disposera donc que de 4 à 5 f pour 100 f de ce capital, y compris tous amortissements.

Ces probabilités font ressortir la nécessité absolue, pour assurer le succès d'une entreprise d'électricité rurale, des subventions de l'État et de la participation des contribuables sous forme de subventions communales.

Il convient d'insister plus particulièrement sur la période de début de l'exploitation de ces réseaux ruraux : pendant les premières années d'une telle exploitation, il ne faut pas compter sur plus de 40 à 50 p. 100 de la consommation normale, tandis qu'il faut subir la presque totalité des pertes à vide. Il est donc indispensable de recourir, pour franchir cette période difficile dont la durée peut atteindre 8 à 9 ans, à des arrangements financiers par voie de comptes d'attente des insuffisances ou d'émissions de bons à intérêts différés qui permettent d'assurer la marche des services en reportant, à l'époque du régime normal, les divers paiements ou rémunérations qui peuvent attendre.

Il est recommandé, en outre, pour réduire le plus possible ces insuffisances des premières années, de commencer l'exploitation par les groupes de communes consommateurs de lumière, par exemple les communes suburbaines, celles qui sont desservies par le chemin de fer, celles où il s'exerce quelque industrie de machines agricoles ou autres annexes de l'agriculture, etc.... Et il ne faut pas hésiter à faire patienter deux ou trois ans, s'il est nécessaire, les communes les plus disséminées ou les plus lointaines des centres. Cette patience est, en réalité, leur intérêt bien entendu.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

### III. — Coopératives et Sociétés d'intérêt collectif agricoles.

Les sociétés d'intérêt collectif agricoles (S. I. C. A.) ont été substituées aux coopératives pour l'application aux groupements coopératifs des dispositions de la loi du 5 août 1920, du règlement d'administration publique du 13 mai 1921 et de leurs bénéfices, notamment les emprunts à long terme à intérêt réduit aux caisses régionales de crédit mutuel agricole en vue des concessions d'énergie électrique.

Ces sociétés sont, en effet, des groupes concessionnaires, des organismes d'exécution, à la différence des syndicats intercommunaux électriques qui sont des organismes concédants. De sorte qu'une S. I. C. A. peut être concessionnaire d'un syndicat de communes.

Mais la formation d'un syndicat de communes est peu utile quand les concessions municipales sont confiées à une S. I. C. A. car la communauté de vues et d'idées est établie dans ces sociétés par les coopérateurs qui sont en même temps les consommateurs et les contribuables. Et la formule syndicale ne produit son plein effet que dans le cas où le réseau doit être construit puis exploité par un concessionnaire industriel, ou par une régie syndicale dans les termes du décret du 8 octobre 1917.

La S. I. C. A. de Rosay-Prouais et extensions a été fondée en 1912 comme il est dit ci-dessus, sous la forme coopérative (son histoire est résumée dans l'Annexe II). Elle est maintenant en exploitation dans la totalité des 20 communes de son territoire. Grâce à l'absence de tout organisme administratif communal dans son fonctionnement financier, elle a pu réunir rapidement la presque totalité de la somme nécessaire à son exploitation : sur le total de 2 millions auquel se sont élevées ses dépenses 1.400.000 f ont été réalisés par souscriptions directes, 600.000 f sont empruntés à la Caisse régionale agricole au taux réduit de 2,5 p. 100 d'intérêt.

Les travaux engagés fin décembre 1920, ont été terminés fin septembre 1922, soit après 21 mois. Ils comprennent :

82 km de lignes à la haute tension de 15.000 V, développés à partir du poste de comptage de Cherisy près Dreux qui reçoit l'énergie d'Aube;

74 km de lignes à la basse tension de 120 V pour la lumière et 210 V pour la force motrice;

et 33 transformateurs d'une puissance variant de 5 à 40 kVA desservant les 46 agglomérations, bourgs, hameaux ou grandes fermes actuellement alimentées.

Sur le territoire de la S. I. C. A. de Prouais, qui comprend, au centre l'ancienne Coopérative de 1912 et au nord l'ancien secteur de Bû qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

englobait 5 communes, le développement de l'électrification des 14 autres communes a été rapide et le nombre des installations existantes au 1er décembre 1922 est remarquable.

Il y a, en effet, pour la lumière 1.032 abonnés qui représentent environ 16 p. 100 de la population et pour la force 92 abonnés qui ont souscrit un ensemble d'abonnements de 400 kVA en nombre rond. Le total des exploitations actuellement desservies par le réseau étant d'environ 11.000 ha, ces premiers résultats correspondent à 3,6 kW de force motrice pour 100 ha.

La S. I. C. A. a terminé le 30 juin dernier sa première année d'exploitation partielle dans des conditions assez bonnes. La deuxième année est plus pénible, par suite notamment des pertes à vide nombreuses dans les transformateurs et du médiocre rendement de l'ancienne coopérative, dans laquelle la substitution au courant continu du courant alternatif d'Aube a été retardée de quelques mois.

L'outillage électrique se développe chaque mois et comprend, outre les installations de fermes spécifiées plus loin, 9 groupes coopératifs locaux pour le battage électrique des grains. Le programme de la S. I. C. A, est de développer le plus possible ces coopératives ou entreprises locales et de réduire son rôle ultérieur à la fourniture de l'énergie. Elle a déjà créé plusieurs boulangeries coopératives. Elle a encouragé la formation d'un atelier coopératif de réparations des machines agricoles. Et elle compte également transformer en établissement coopératif le moulin à orge qui a été annexé en 1912 à l'usine de Rosay. Il importe cependant de noter que, pendant la période de début, les recettes de ces industries électriques annexes aux services de fourniture d'énergie sont d'un grand secours pour l'équilibre du budget annuel.

Il convient de ne pas perdre de vue que le succès d'une telle coopérative est fondé sur le sentiment de la solidarité et ne s'obtient que par l'action énergique d'animateurs convaincus comme le sont, après leur père Oscar Benoist, ses fils Jean et Jacques Benoist. L'entreprise est exposée aux variations de l'esprit de mutualité, mais, par contre, l'esprit de discipline y est plus vif parce que les résultats d'une gestion médiocre réagissent directement sur le taux des intérêts à distribuer aux coopérateurs.

### IV. — Syndicats intercommunaux électriques.

Les syndicats intercommunaux électriques formés ou en formation en Eure-et-Loir sont au nombre de 7. Trois sont autorisés par arrêté préfectoral et deux d'entre eux, celui du Pays Chartrain et celui d'Auneau-Maintenon, fonctionnent depuis quelques mois.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces 7 syndicats englobent ensemble une superficie brute de 360.000 ha en nombre rond habités par une population de 160.000 habitants.

Le territoire des deux syndicats actuellement en fonctionnement est de 112.000 ha habités par une population de 42.000 habitants.

Sur des territoires de cette étendue, la formation syndicale est à peu près indispensable pour assurer les meilleurs tracés des lignes, les meilleures conditions de prix pour la construction et les meilleures conditions d'exploitation et d'alimentation en énergie. La formation en coopérative est très rarement extensible à d'aussi grandes surfaces.

Formés définitivement les 5 décembre 1921 (Syndicat d'Auneau-Maintenon) et 11 janvier 1922 (Pays Chartrain), ces deux syndicats ont constitué immédiatement leur comité syndical, leur bureau, leurs organes administratifs (secrétaire et receveur) et leurs commissions des travaux et des finances à l'exemple des conseils municipaux.

Ils bénéficient des subventions de l'État dans la proportion de 33 p. 100 des dépenses faites, en exécution de la circulaire interministérielle du 15 juin 1920.

Les deux autres tiers des dépenses de construction sont fournis par les communes associées qui ont accepté, dans une délibération conforme au type reproduit en annexe (Annexe III), d'adhérer au règlement syndical proposé dans le type, de remettre aux syndicats leurs droits et pouvoirs en matière électrique et de subventionner l'entreprise des sommes importantes qui ont été mises à leur charge.

Ces sommes ont été réparties entre les communes, au prorata de la valeur du centime communal dans l'un des syndicats, — et, dans l'autre, au prorata, pour moitié du centime communal, pour un quart de la population et pour le dernier quart de la superficie de chaque commune.

Notons, en passant, que ce dernier dispositif qui paraît mieux modelé que le précédent sur les réalités est d'une pratique beaucoup plus compliquée et ne semble pas, en définitive, à recommander.

En échange des importantes subventions communales consenties, les syndicats ont décidé de verser aux communes des redevances basées sur le nombre de kilowattheures distribués et prélevées sur les prix de vente.

Comme il serait d'une pratique malaisée pour le budget des communes de recevoir des sommes variables chaque année et difficiles à déterminer, il a été imaginé un arrangement financier aux termes duquel les services d'exploitation du réseau syndical, concessionnaires ou régies syndicales, assureront aux communes associées, dès le début de l'exploitation, une redevance au moins égale à la moitié des annuités des emprunts contractés par les communes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Et, pour récupérer les avances assez considérables qu'ils seront ainsi amenés à réaliser, ces exploitants, dès que le total des redevances dépassera celui de la moitié des annuités communales, sont autorisés à se couvrir de ces avances sur l'excédent des redevances par rapport à cette moitié.

Dès que la totalité des avances aura été ainsi récupérée, les redevances seront versées au syndicat, — et par lui aux communes, — telles qu'elles résulteront de l'application des coefficients et pourcentages convenus entre le syndicat et ses exploitants.

De sorte qu'en définitive, les charges du capital investi sont supportées : un tiers par l'État sous forme de subventions, un tiers au moins par les consommateurs sous forme de redevances et un tiers au plus par les contribuables du syndicat, cette dernière charge diminuant peu à peu, à mesure du développement de la consommation jusqu'à devenir nulle, d'après les probabilités calculées comme il est dit plus haut, aux environs de la vingtième année d'exploitation.

Dès leur première séance, les trois syndicats actuellement autorisés se sont prononcés pour la régie de préférence à la concession de longue durée, sauf à céder par traité ou marché temporaire, avec les modalités opportunes, telle ou telle partie des services de la régie, — et même à substituer à cette régie un concessionnaire d'exploitation dès que les circonstances seront reconnues favorables.

Les délibérations portant vote des subventions communales ont été approuvées par le Préfet et la première moitié des centimes votés, de 33 à 56 selon les communes et les syndicats, a été mise en recouvrement en 1922 dans les séries de communes comprises dans les premiers secteurs en construction de chaque syndicat.

Après quelques tâtonnements, les services techniques ont été formés dans chaque syndicat. Et les travaux sont engagés depuis le début de juillet.

Le réseau des 5 premières communes dans chaque syndicat a été traité de gré à gré pour aboutir à la mise en tension au début de l'hiver. Les autres communes ont été groupées en secteurs de 16 à 18 communes dont le premier a été mis en adjudication le 2 septembre. Les travaux de ce secteur viennent de commencer.

De ce rapide exposé, il résulte que, — à la différence de la coopérative dans laquelle l'ensemble de toutes les opérations, organisations et travaux a été terminé en 21 mois, — l'organisation seule de chaque syndicat a duré 16 mois en moyenne. Il faut voir l'une des principales raisons de cette lente procédure dans l'insuffisante activité de l'administration des nombreuses petites communes rurales intéressées, insuffisance qui vient beaucoup moins

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des personnes que de l'inertie inévitable d'organismes isolés et fonctionnant par intermittence.

Mais, par contre, la formule intercommunale dans les formes de la loi sur les syndicats du 13 novembre 1917 donne au bureau syndical des moyens d'action légaux et impératifs qui s'imposent à chacune des communes associées, tandis que la vitalité et l'action coopératives sont sujettes aux fluctuations qui peuvent atteindre, sous l'empire de tels ou tels événements, l'esprit de solidarité.

Le montant des travaux de construction dans les deux syndicats susvisés est de 8.000.000 f pour un ensemble de 430 km à haute tension et 330 km à basse tension reliés par 160 transformateurs.

A ces dépenses, il faut ajouter somme égale, approximativement, pour les installations particulières.

Les travaux sont dirigés par deux ingénieurs électriciens de l'École spéciale des Travaux publics sous le contrôle, pour les subventions de l'État, du Service du Génie rural, et pour l'ensemble des travaux, du Service du Contrôle des Distributions d'Énergie électrique.

Le nombre d'hectares arables, dont l'électrification est escomptée dans les deux groupes, s'élève à 80.000 en nombre rond. La consommation annuelle d'énergie atteindra donc, en régime normal, et abstraction faite des labourages électriques, 2.000.000 kWh sur la base moyenne de 25 kWh induite plus haut.

Ainsi qu'il est dit ci-dessus, les prix actuellement appliqués sont très élevés par suite de la très médiocre utilisation moyenne qui est annuellement de 600 heures environ sur 7.200 heures en nombre rond que le réseau restera sous tension, déduction faite des diverses périodes de suspension du service. Avec cette utilisation de 8,5 p. 100, la perte à vide des transformateurs s'applique à 91,5 p. 100 de l'année, et le prix de l'énergie ainsi perdue doit être récupéré sur les kilowattheures débités pendant la période de fonctionnement.

A mon avis, ces prix de début onéreux sont la condition même du succès de l'électricité rurale, et l'hésitation qu'on a eue à les pratiquer est l'un des motifs du très lent développement de l'électrification des campagnes.

Dès que, par l'extension des opérations et travaux électrifiés, l'utilisation moyenne annuelle passera à 1.000 heures puis à 1.200 et 1.300, peut-être 1.500, le prix de l'énergie payé à l'usine baissera ainsi que les pertes à vide, et le consommateur profitera de cette double moins-value, qui sera elle-même le motif de consommations d'énergie supplémentaires.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## V. — L'ÉLECTRICITÉ A LA FERME.

L'outillage électrique des fermes comprend deux séries de machines et engins, celle des équipages et outils d'usage commun, coopératifs ou autres, qui travaillent successivement de ferme en ferme, et celle des machines fixes ou mobiles à l'usage exclusif de la ferme. Celles-ci sont commandées par le ou les moteurs de la ferme, brouettes électriques pour les travaux à faire dans les cours, granges et hangars, moteurs individuels à commande par courroies ou par le galet de coincement Estrade, et moteurs centraux actionnant, par courroies et par arbres volantés, les diverses machines d'un même bâtiment.

La puissance des moteurs doit être étudiée de très près dans chaque cas : en général, le cultivateur n'aura pas avantage à choisir de gros moteurs et il aura intérêt à souscrire un abonnement de puissance modérée (par exemple la moitié de la puissance totale installée dans les divers bâtiments de la ferme) sauf à prolonger le fonctionnement des ateliers électrifiés. C'est le moyen d'améliorer l'utilisation annuelle au profit du syndicat et, par réaction directe, de tous les consommateurs qui en font partie. Dans les fermes largement pourvues, je n'ai relevé en moyenne que 6 à 7 kVA de puissance totale installée pour 100 ha. C'est un chiffre qui est de plus de moitié supérieur au chiffre moyen actuellement réalisé dans la coopérative de Rosay-Prouais et qui est très élevé. En général, 4 kVA par 100 ha suffiront : dans une exploitation de 200 ha, ils permettent d'actionner à la fois une batterie de grains produisant 50 quintaux par jour en même temps que la presse à haute densité de la paille correspondante à cette quantité de grains. A raison des circonstances peu industrielles dans lesquelles doit travailler l'agriculteur, avec des équipes dont les hommes n'ont pas la précision et l'habileté professionnelle des spécialistes, il est désirable du reste de ne pas utiliser des moteurs (surtout les ambulants) de plus de 15 kVA.

Le tracé et l'exécution des installations intérieures dépassent le cadre de notre causerie. Cependant, il est utile, en passant, de recommander d'une part d'éviter le plus possible les canalisations intérieures aux granges et hangars, et d'autre part d'encoffrer les prises de courant et les fusibles dans les parties de la ferme où elles avoisinent les tas de paille et de fourrage et les ateliers de battage qui dégagent beaucoup de poussière.

La liste des divers outils et des puissances électriques nécessaires à leur fonctionnement est donnée par les manuels de la spécialité. Et l'on trouvera, par exemple, dans la troisième édition de celui de M. l'Ingénieur PETIT, un grand nombre de renseignements intéressants et précis sur ce point. Je ne puis ici que mentionner, à grands traits,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*a*) Les installations de lumière qui exigeront en général de grosses lampes de 300 bougies dans les granges, dans les cours, à la porte des fermes ; et un grand nombre de petites lampes dans les bâtiments de la ferme, écurie, étable, bergerie, porcherie, etc., en plus des maisons et bâtiments d'habitation. On peut estimer à 1/2 lampe de 25 bougies puissance moyenne, par hectare, l'importance de cette partie des installations.

En fait, l'agriculteur ne doit pas hésiter à ajouter quelques lampes pour supprimer complètement dans la ferme l'usage des allumettes et des fanaux au pétrole. Dans les grandes exploitations de la région parisienne, le nombre de ces lampes atteint 3/4 de lampe par hectare, et le besoin de cet éclairage intense résulte de l'étendue même des espaces à éclairer.

*b*) Les installations de battage, triage des grains et pressage des pailles pour lesquelles il est très désirable, du point de vue de l'électricien, de ne pas dépasser la puissance de 5 à 6 kVA par machine en prévoyant une plus longue durée d'utilisation, ce que la commodité des éclairages électriques rendra facile pendant l'hiver. En particulier, le triage des grains est un façonnage qui était insuffisamment pratiqué jusqu'à ces dernières années dans un grand nombre de fermes : l'énergie électrique l'effectue dans de bonnes conditions techniques par l'aménagement d'élévateurs à godets et de vis d'Archimède pour le service des trieurs et tarares ;

*c*) Les machines affectées à la nourriture des bestiaux, concasseurs, moulins à orge, broyeurs, aplatisseurs, coupe-racines, mélangeurs, hache-paille, pompes élévatoires d'eau, etc., auxquelles s'applique également la recommandation de les faire travailler successivement plutôt que simultanément.

*d*) Les installations du ménage, barattes, malaxeurs, essoreuses, réchauds et fers à repasser, fours électriques, ventilateurs, radiateurs, chauffe-eau, scies à bûches, machines à glace et frigorigènes, etc.

*e*) Enfin les services généraux de la ferme, pompages, monte-charges, palans électriques, élévateurs de grains et de gerbes, transporteurs, pressoirs. tondeuses, arrosage des jardins, perceuses et tour, scies à ruban de l'atelier de réparations qui sera indispensable à chaque ferme électrifiée, coltinages.

Il importe d'insister sur ces dernières installations de coltinages qui rendront de grands services dans les granges et dans les cours des fermes pour les manutentions des pailles et fourrages, des grains, des engrais et des fumiers. Dans nombre de fermes d'Amérique, ces coltinages, qui sont pratiqués par funiculaires ou par monorails, constituent un réseau complet aérien qui permet d'atteindre, sans fatigue pour les ouvriers, tous les points de la ferme.

L'agriculteur devra régler dans le cours de la journée l'usage méthodique de ces diverses séries d'engins de façon que la dépense d'énergie soit aussi

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

régulière que possible, à l'exemple de ce qu'il doit faire actuellement pour assurer ses divers services sans surmenage des chevaux et des hommes. Et les syndicats, par l'usage des tarifs dégressifs, et horaires s'il en est besoin, parviendront à développer cette discipline du travail sur les vastes étendues de leur territoire, beaucoup plus rapidement que ne pourraient le faire les concessionnaires de communes isolées.

Quel que soit le dispositif qui sera adopté selon les circonstances, la régularité de consommation est la condition principale du succès. Je m'excuse de le répéter encore une fois parce que cette formule est la plus importante de ce chapitre de l'électricité rurale.

## VI. — L'ÉLECTRICITÉ AUX CHAMPS, ÉLECTROMOTOCULTURE.

La traction par l'électricité des outils dans la plaine et notamment des charrues a été tentée depuis longtemps.

Elle a déjà fait l'objet de nombreuses notices et d'essais ingénieux. Les premiers remontent à 1879; ils ont été effectués dans les terres de la sucrerie de Sermaize (Marne).

Depuis cette date, les divers systèmes, par double treuil se renvoyant la charrue en navette, par treuil unique actionnant des câbles périmétriques à la parcelle, ou même par tracteur direct, ont été réalisés sous des formes variées dont la description allongerait encore notre exposé.

Je me bornerai donc à mentionner, parmi les machines françaises,

Le puissant équipage à deux treuils de 120 ch de la Société générale agricole de Paris;

L'équipage Estrade à 2 treuils de 35 ch de la Société d'Électro-motoculture de Carcassonne et son ingénieuse flèche d'ancrage amortisseur;

Le petit équipage à treuil unique de 15 ch des établissements Douilhet, de Caudéran près Bordeaux, travaillant par round about;

L'équipage à treuil unique de 60 ch de la Compagnie d'Entreprises électro-mécaniques qui fonctionne également par round about.

Le Comité de Démonstration d'Électro-motoculture, formé par le Conseil général d'Eure-et-Loir en 1919 et subventionné par les offices régional et départemental agricoles ainsi que par l'Union des Syndicats de l'Électricité, a fait travailler l'année dernière ces deux derniers équipages dans la commune de Boutigny, sur le territoire de la coopérative de Rosay-Prouais.

Le petit équipage Douilhet est alimenté à basse tension. Il fait travailler une charrue bi-socs ou monosoc à une vitesse qui atteint 90 m : min avec la charrue monosoc. Dans les démonstrations d'Eure-et-Loir, la dépense

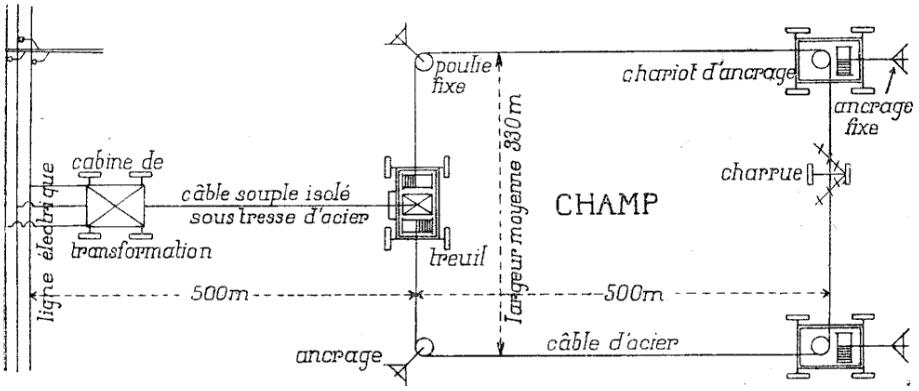


Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'énergie de ces treuils a été de 73 kWh par hectare pour une profondeur de 22 cm après 5 mois de sécheresse persistante.

Le mécanisme en est très simple et la manœuvre de l'outil a été impressionnante, notamment à la vitesse de 90 m : min que beaucoup de cultivateurs croyaient défavorable à une bonne exécution du labour. L'outil se recommande, d'autre part, par son prix d'achat modeste.

L'équipage de la Compagnie d'Entreprises électromécaniques, modèle 1921, a été minutieusement étudié par M. l'Ingénieur en Chef Guedeney. La prise de courant est effectuée directement en rase campagne sur le réseau à 15.000 V par une cabine ambulante de transformation de 15.000 à 500 V,




d'où l'énergie est transportée au treuil par un câble souple sous tresse d'acier de 500 m de longueur à la tension de 500 V. Le treuil est placé en rive de la pièce et actionne successivement 2 tambours tournant en sens inverse montés sur le treuil. Les câbles tracteurs contournent la pièce à labourer et tirent en navette, entre deux poulies de renvoi, la charrue-balance à 3 ou 5 socs. Ces poulies sont montées sur deux chariots d'ancrage placés à chaque bout de la raie et déplacés à chaque navette, de la largeur labourée, par le câble lui-même.

Chacun de ces câbles mesure 1 000 m de sorte que la charrue peut travailler à 1 000 m de la ligne d'alimentation en faisant des raies de 330 m de longueur.

La vitesse de marche est, en moyenne, de *1 mètre par seconde*.

Après un premier labour effectué dans une luzerne de 3 ans, au nord de la ferme de Cloches, commune de Boutigny, l'équipage a exécuté, dans de très bonnes conditions malgré la sécheresse, le labour à la profondeur de 0,30 à 0,32 m d'une grande parcelle de 10,60 ha située à l'ouest de la ferme. Plusieurs mesures dynamométriques ont été faites et les observations principales

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ont été groupées, — ainsi qu'un essai de prix de revient, — dans le compte rendu publié par le Comité de Démonstration.

En voici les principaux passages :

La mesure au dynamomètre effectuée à plusieurs reprises a accusé, pour 3 socs travaillant à 0,30 m sur 1,14 m de largeur, une traction de 2.500 à 3.000 kg, avec maximum de 4.200 kg au franchissement d'un banc argilo-siliceux qui a été disloqué. Aucun effort exceptionnel n'a été constaté au démarrage, et la grande longueur de câble nécessaire au fonctionnement en round about a joué, dans des conditions inattendues, le rôle d'un puissant volant.

Le débit de l'atelier a été de 3 ha par journée de 10 heures à 3 hommes, un au treuil et 2 à la charrue (dont un par intermittence).

La consommation par hectare de cet essai a été de 82 kWh.

Le prix de revient, estimé à titre de première approximation en supposant l'acquisition de l'équipage subventionné de 35 p. 100 par l'État, s'est élevé, par hectare, au total de 155 f dans lequel les charges du capital de premier établissement entrent pour 42 f. Cette estimation, — forcément assez sommaire, — ne tient pas compte des lignes de transport mobiles qui n'ont pas été nécessaires. Appliqué à une campagne de 250 ha labourés, partie en prise directe sur le réseau, partie sur ligne mobile, le supplément de ce fait pourra s'élever à une trentaine de francs en moyenne par hectare. Mais, en sens inverse, le prix de 0,70 f le kilowattheure payé pour l'énergie en 1921 doit être considéré comme un grand maximum, ainsi que la consommation d'énergie à l'hectare. Toutes compensations faites, le prix de revient probable sde l'hectare, dans des terres argilo-siliceuses analogues à celles de la démon tration, paraît pouvoir être chiffré à 180 f environ, à la profondeur de 30 cm. Pour un travail industriel, il faudra ajouter à ce prix de revient les frais généraux et les bénéfices de l'entreprise, ce qui fera ressortir la dépense à 220 f en nombre rond, soit 7 f environ par centimètre de profondeur.

Si sommaire qu'elle ait été, la démonstration de 1921 a mis définitivement en évidence les deux principaux avantages de la culture électromécanique : d'une part l'économie de main-d'œuvre puisque le système n'emploie qu'un homme par jour et par hectare à la grande profondeur de 30 et 32 cm avec un moyen de contrôle permanent de l'atelier par l'installation d'un wattmètre dans le bureau de l'agriculteur, — et d'autre part la possibilité d'augmenter notablement la puissance mise en œuvre, ce que la motoculture ne permet que dans une faible mesure, et *a fortiori* la culture à moteur animé qui ne peut pas, pratiquement, dépasser l'effort simultané de 8 bœufs.

Ce dernier avantage paraît devoir être de plus en plus apprécié par les agriculteurs, notamment pour le développement des labours profonds et des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

labours avec sous-solage qui sont recommandés toutes les fois que l'épaisseur de la couche arable le permet.

Les récoltes obtenues par l'agriculteur, dans les deux parcelles labourées ont atteint, à l'hectare, dans la première, 45 quintaux de blé, et dans la deuxième de 10,60 ha, une moyenne de 2.900 kg de graines de betterave, au lieu de 34 quintaux et 2.200 kg dans les parties des pièces labourées avec des bœufs après le départ de l'équipage électrique. Il les attribue, en partie, à la grande régularité de profondeur réalisée qui a donné en fond de raie, un plan général très régulier, sans les creux et bosses défavorables à l'assainissement qu'on ne peut éviter par le labour à bœufs.

Cet équipage a poursuivi du reste ses travaux dans la région de Pontoise où il travaille encore actuellement, remorquant une charrue-balance de 1.900 kg qui est manœuvrée par un seul homme, — dans la belle exploitation de Puiseux.

Par l'un ou l'autre de ces divers équipages, on peut dire qu'aujourd'hui l'électromotoculture est industriellement au point. Il reste à en faire la propagande, la vulgarisation et l'adaptation aux diverses régions agricoles. C'est le programme des comités de démonstration comme celui d'Eure-et-Loir.

*
* *

Messieurs, je m'excuse d'avoir retenu votre attention aussi longtemps, et je termine.

Les agriculteurs d'Eure-et-Loir cultivent plus de la moitié de leurs terres en céréales. Ils récoltent chaque année une moyenne de 5 millions de quintaux de blé, orge et avoine, dont la majeure partie est consommée dans la région parisienne. Par l'électrification de leur territoire, ils espèrent retenir aux champs les ouvriers qui n'ont pas encore déserté la campagne, améliorer les conditions de leur travail et intensifier le rendement de leurs récoltes. Le concours moral de tous est nécessaire à la réussite de leurs projets.

Il appartient à votre grande et belle société de leur apporter ce concours en répandant, dans le monde des électriciens, dans celui des financiers et dans celui des philanthropes, les idées et le programme d'évolution agricole que je viens d'exposer. Par là elle donnera une fois de plus son encouragement à la grande industrie nationale qu'est l'agriculture française.

G. DUPERRIER,
*Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## ANNEXE I

| CONCÉDANTS | CONSTRUCTEURS | EXPLOITANTS |
|---|---|---|
| Commune. Syndicat de Communes. État. | Concessionnaire. | Concessionnaire { industriel ; coopérative agricole ou S. I. C. A. ; département. |
| | Entrepreneur. | Concessionnaire idem. |
| | | Régie { simple. ; avec sous-traités. |
| | Régie { simple. ; avec entrepreneurs. | Régie { simple ; avec sous-traités. |
| | | Concessionnaire { industriel ; coopérative ou S. I. C. A. ; département. |

## ANNEXE II

### La Coopérative de Rosay-Prouais.

L'histoire de la Coopérative de Rosay-Prouais vaut d'être contée.

En s'établissant à la ferme de Cloches, située commune de Boutigny, entre Dreux et Houdan, en 1906, à sa sortie de l'École de Grignon, Jacques Benoist installa l'électricité dans sa ferme au moyen d'un petit moteur à gaz pauvre de 15 chevaux qui donnait l'éclairage et la force aux pompes à eau et à purin, à la batterie de grains, aux outils de concassage et aux tarares.

Son père, Oscar Benoist, qui lui avait cédé cette grande ferme de Cloches qu'il avait lui-même cultivée depuis 1872 (Cloches compte maintenant 280 hectares presque entièrement remembrés), suivit avec intérêt l'entreprise et conçut le projet d'en faire profiter la région de Prouais où il avait repris depuis quelques années la ferme de Rosay.

Une coopérative fut tentée en 1911, et une usine de 80 chevaux, alimentée par le gaz pauvre, construite à Rosay pour le service d'une quarantaine d'exploitations d'un développement de 1.200 hectares.

Les statuts de la Société furent arrêtés le 12 janvier 1912. Le réseau fut autorisé et mis en tension en 1912, le grand agriculteur que fut Oscar Benoist se multipliant auprès de tous pour obtenir les adhésions des uns, les autorisations des autres, entraînant les uns par la persuasion, les autres par l'exemple, prenant les hommes par les leçons de choses, les femmes par la curiosité. Ayant remarqué notamment que les eaux de réfrigération étaient rendues au puits d'alimentation à une température assez élevée, il eut l'idée d'annexer à l'usine un lavoir où l'eau chaude fut mise à la disposition des ménagères. Celles-ci de venir en nombre au nouveau lavoir et d'échanger leurs impressions sur le bel éclairage et la commodité de manœuvre des petites machines mises à leur disposition, puis sur les installations successives faites chez l'une et chez l'autre : barattes électriques, fers à repasser, scies électriques, etc. En quelques mois, les plus hésitantes étaient devenues les plus ardentes. De l'autre côté de l'usine fut monté un petit moulin où chacun vint faire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

concasser l'orge de ses animaux, passant le matin avec des sacs d'orge et repassant le soir pour prendre ses sacs de farine, convaincu peu à peu que ce moulin était des plus faciles à actionner et qu'il aurait intérêt à en installer un chez lui.

En 1913, la Coopérative déborda sur les communes voisines de celle de Prouais et s'étendit à 1.700 hectares arables intéressant une population d'environ 700 habitants.

Vint la guerre : à force d'énergie, Oscar Benoist réussit à tenir l'usine en activité. Chacun avait compris l'importance de l'œuvre, et, dès l'armistice, quand Jacques Benoist put reprendre la direction de sa grande ferme de Cloches, toute la région était acquise à l'opportunité, à l'urgence d'étendre la coopérative à tout le plateau. Oscar Benoist, mort en 1918, ne vit pas la réalisation de ce projet, mais sa foi dans l'avenir de l'électricité rurale avait gagné tout le monde.

## ANNEXE III

DÉPARTEMENT
**D'EURE-ET-LOIR**

ARRONDISSEMENT
de.....

CANTON
d.....

***Électricité***

Objet :
**SYNDICAT DE COMMUNES**

***Commune de*** .....

# Extrait du registre des délibérations du Conseil municipal.

Séance du ..... 1921.

L'an mil neuf cent vingt et un, le .....
le Conseil municipal de la commune d.....
s'est réuni à la Mairie à ..... heures sous la présidence de M. .....

Sont présents : MM. .....
.....
.....

Absents : MM. .....
.....

Les Membres présents formant la majorité des Conseillers en exercice, M. .....
a été élu Secrétaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le Maire rappelle que dans sa séance du..... 1920 le Conseil municipal a donné l'adhésion de la commune au Syndicat intercantonal en formation pour la distribution de l'énergie électrique, et abandonné au Syndicat les frais de contrôle et les redevances d'occupation du domaine public prévus aux cahiers des charges types. Il a en outre décidé de supporter sa part des frais de gestion du Syndicat, ces frais étant partagés entre toutes les communes du Syndicat au marc le franc de leur centime communal, — mais sans que la part de la commune puisse excéder le montant des cinq centimes spéciaux prévus par la loi du 22 mars 1890, — et nommé les délégués de la commune au Comité d'organisation du Syndicat.

Il rappelle que le Conseil municipal a voté sa cotisation pour les frais d'études des projets à établir et toutes autres dépenses du Comité d'organisation en 1920 et 1921.

Il ajoute que, depuis cette date, l'avant-projet du réseau électrique syndical projeté a été dressé et que, par une lettre du 31 décembre 1920, accompagnée d'un projet de tarif maximum des prix de vente de l'énergie électrique et d'une carte figurant la partie du réseau prévue pour le service de la commune, le Président du Comité d'organisation expose l'état d'avancement de l'affaire, — et invite les communes adhérentes à donner leur adhésion définitive et à voter leur part contributive dans les travaux de construction, ainsi que dans les frais annuels de gestion du Comité du Syndicat.

Il donne lecture de cette pièce et des pièces annexes qu'il dépose ensuite sur le bureau.

L'objet et le règlement du Syndicat sont les suivants :

1° Le Syndicat des communes rurales des cantons d'Auneau et de Maintenon a pour objet la distribution — et la production s'il y a lieu — de l'énergie électrique pour tous usages sur le territoire de ces communes et, s'il y a lieu de celles limitrophes situées en Eure-et-Loir.

Il prend le nom de Syndicat électrique intercantonal d'Auneau-Maintenon.

2° Il comprend toutes les communes rurales de ces cantons et, s'il y a lieu, celles limitrophes situées en Eure-et-Loir qui adhèrent ou adhéreront au présent règlement.

3° Le Comité du Syndicat se compose des Conseillers généraux et d'arrondissement des 2 cantons susvisés et des délégués élus par les Conseils municipaux des communes adhérentes, dans les termes prévus par la loi, à raison de 3 délégués pour les communes dont le Conseil municipal comprend plus de 12 membres, de 2 délégués pour celles dont le Conseil compte 12 membres et d'un délégué pour celles dont le Conseil compte moins de 12 membres.

4° La durée du Syndicat est fixée à 30 ans. Elle sera prolongée ultérieurement de telle durée qui sera décidée s'il y a lieu.

5° Le siège du Syndicat est fixé à Chartres, Hôtel du Syndicat agricole de l'arrondissement de Chartres. Le receveur du Syndicat, qui peut être un receveur municipal ou un receveur spécial, est choisi ou présenté à la nomination de l'Administration par le Comité du Syndicat.

6° Le Syndicat assure la totalité des travaux, opérations et actes de toute nature nécessaires à la construction et à l'exploitation du réseau électrique syndical selon les lois, décrets et règlements en vigueur.

Il exerce tous les droits et pouvoirs dévolus aux communes par les lois et règlements relatifs aux distributions d'énergie électrique.

Il perçoit en outre sur les ventes d'énergie des redevances proportionnelles aux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quantités d'énergie vendues, et les répartit entre les communes associées après prélèvement, s'il y a lieu, de tout ou partie de ses dépenses et frais de gestion.

7° Chaque commune adhérente participe aux dépenses de gestion du Syndicat au marc le franc de son centime communal et dans la limite des 5 centimes spéciaux prévus par la loi du 22 mars 1890.

Elle contribue en outre aux travaux de construction du réseau syndical, — et aux travaux complémentaires de premier établissement dans la limite de 15 pour 100 du montant des travaux de premier établissement, — par une subvention proportionnelle pour moitié à la valeur de son centime communal, pour un quart à sa population totale, et pour le dernier quart à sa superficie totale.

8° Elle abandonne au Syndicat les frais de contrôle et les taxes et redevances de toute nature, notamment celles d'occupation du domaine public prévues aux cahiers des charges types des exploitations électriques, — ainsi que le privilège d'occupation des voies publiques dont elle peut disposer en vertu de la loi du 15 juin 1906.

9° Elle reçoit du Syndicat une redevance annuelle proportionnelle aux subventions qu'elle a versées.

Cela exposé, M. le Maire fait connaître les dispositions financières à adopter pour assurer la réalisation du projet. Ces dispositions sont les suivantes :

| | |
|---|---|
| Montant total de la dépense prévue. . . . . | 4.200.000 fr. |
| A déduire : | |
| Subvention de l'État et participation du concessionnaire ou régisseur. | 1.505.000 fr. |
| Reste à la charge des communes associées. . . . . | 2.695.000 fr. |

Cette somme de 2.695.000 francs doit, aux termes de l'article n° 7 du règlement susvisé, être répartie entre chacune d'elles, savoir :

1.347.500 fr. au prorata de la valeur du centime communal,

673.750 fr. au prorata de la population totale d'après le dernier recensement.

673.750 fr. au prorata de la superficie totale.

L'ensemble des centimes communaux des 50 communes à associer, y compris celle de Saint-Martin-de-Nigelles, ayant une valeur de 3.993 fr. 085, la charge par franc de valeur du centime de chaque commune est égale à

$$\frac{1.347.500}{3.993.085} = 337 \text{ fr. } 4583.$$

La population totale des communes à associer étant, d'après le dernier recensement, de 25.432 habitants, la charge par habitant de chaque commune ressort à

$$\frac{673.750}{25.432} = 26 \text{ fr. } 4922.$$

La superficie totale des communes à associer étant de 50.443 hectares, la charge par hectare de chaque commune, ressort à

$$\frac{673.750}{50.443} = 13 \text{ fr. } 35666.$$

Le centime de la commune étant de ..... fr. ....., sa population de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

..... habitants et sa superficie de ..... hectares, sa participation ressort donc, en nombre rond de francs, à

337 fr. 4583 × ..... = .....
26 fr. 4922 × ..... = .....
13 fr. 35666 × ..... = .....

Ensemble. . . . .

M. le Président ajoute 1° que MM. .....

.....

.....

offrent de souscrire une somme de ..... pour l'exécution des travaux projetés; 2° que, aux termes de la lettre du 31 décembre 1920, le montant de la redevance annuelle à verser par le concessionnaire ou régisseur doit atteindre la moitié au minimum de l'annuité trentenaire du ou des emprunts correspondant aux subventions réalisées effectivement par la commune.

Le Conseil Municipal,

Ouï cet exposé, et après en avoir délibéré,

Donne son adhésion définitive au Syndicat intercantonal électrique dont l'objet est défini ci-dessus;

Adopte le règlement constitutif du Syndicat dans les termes spécifiés sous les nos 1 et 9 de la présente délibération;

Approuve dans son ensemble et plus particulièrement en ce qui concerne la commune, l'avant-projet du réseau de distribution électrique qui lui est présenté;

Accepte les offres de souscriptions de MM. .....

.....

s'élevant à la somme de .....

S'engage au nom de la commune à supporter les charges et à participer aux bénéfices du Syndicat dans les termes du règlement constitutif.

Avisant aux moyens de couvrir la dépense incombant à la commune et évaluée ci-dessus à . . . . . .

Vote :

1° un prélèvement sur les fonds libres de. . . . . .

.....

2° l'emploi du produit escompté des souscriptions particulières. . . . . .

Total . . . . . .

Reste à emprunter . . . . . .

3° un emprunt de ..... francs remboursable en 30 ans à partir de 1922 à contracter .....

.....

4° une imposition, — représentant la moitié de l'annuité de remboursement de cet emprunt —, de ..... centimes ..... /100mes pendant 30 ans à partir de 1922 pour,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le produit ..... francs, être affecté au remboursement de l'emprunt concurremment avec pareille somme à prélever sur les versements annuels à effectuer par le concessionnaire ou régisseur du Syndicat ;

5° une imposition, — représentant l'autre moitié de l'annuité —, de ..... centimes ...../100mes pendant 30 ans à partir de 1922 devant produire ..... francs, affectée spécialement au remboursement du même emprunt et qui ne sera mise en recouvrement, en totalité ou en partie, que si les versements effectués par le concessionnaire ou régisseur sont insuffisants ;

6° donne pouvoir au Maire de contracter l'emprunt avec l'établissement choisi et de s'engager à payer les intérêts moratoires au taux de ..... pour 100 pour le cas où le paiement des annuités n'aurait pas lieu aux époques fixées ;

7° prend l'engagement de s'interdire formellement le remboursement de l'emprunt avant le délai de 15 ans, du jour de la remise totale des fonds :

8° et pour assurer le fonctionnement du Syndicat et sa gestion (secrétariat, receveur, service technique) prend l'engagement d'inscrire au budget communal pendant 30 ans à partir de 1922, une imposition spéciale de 2 centimes (application du § 4 de l'art. 177 de la loi du 5 avril 1884).

Il est procédé ensuite, au scrutin secret, à l'élection d ..... délégué de la commune au Comité du Syndicat.

1er Tour.
Nombre de votants : ....., — de suffrages exprimés : .....
Majorité absolue : .....
Ont obtenu M. ..... voix, M. ..... voix
M. ..... voix, M. ..... voix.

2e Tour.
Nombre de votants : ....., — de suffrages exprimés : .....
Majorité absolue : .....
Ont obtenu M. ..... voix, M. ..... voix,
M. ..... voix, M. ..... voix.

3e Tour.
Nombre de votants : ....., — de suffrages exprimés : .....
Ont obtenu M. ..... voix, M. ..... voix,
M. ..... voix, M. ..... voix.

MM. ..... est sont en conséquence proclamé délégué de la commune d ..... au Syndicat électrique intercantonal d'Auneau-Maintenon.

La séance est levée à ..... heure ..... .

Ont signé MM. .....

*Pour expédition conforme au registre*

LE MAIRE,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# CONGRÈS INTERNATIONAL DES COMBUSTIBLES LIQUIDES

(Paris, 6-15 octobre 1922.)

La Société de Chimie industrielle, fondée et présidée par M. Paul Kestner, a pris depuis quelques années des initiatives à propos desquelles tous ceux qui se consacrent à la chimie pure et appliquée lui ont, à plusieurs reprises, manifesté leur reconnaissance. Mais aucune de ces initiatives n'aurait pu se développer, dans le sens où la Société l'avait conçue, sans l'activité, faite d'intelligence, de pondération et de bonne humeur, de son secrétaire général, M. Jean Gérard.

La Société de Chimie industrielle a donné une nouvelle preuve de ce qu'elle peut pour développer la science industrielle en organisant à Paris, sur l'Esplanade des Invalides, le premier Congrès international des Combustibles liquides, ainsi qu'une exposition qui permettait à tout visiteur de se rendre compte des réalisations pratiques.

Cette double manifestation, scientifique et industrielle, placée sous le patronage de plusieurs ministres, et présidée par le doyen de la Faculté des Sciences de Toulouse, M. Sabatier. membre de l'Institut, réunit un grand nombre de notabilités françaises et étrangères, parmi lesquelles les délégués des nations suivantes : Argentine, Belgique, Chili, Espagne, États-Unis, Grande-Bretagne, Italie, Luxembourg, Pologne, Roumanie, Tchéco-Slovaquie, Suisse.

Le but principal du Congrès, comme l'a défini M. Sabatier, dans son discours d'ouverture était de

1° *Stabiliser les dénominations des produits en fixant leurs caractéristiques;*

2° *Faire un inventaire des ressources naturelles de chaque pays au point de vue des combustibles liquides.*

3° *Rechercher les méthodes les meilleures de transformation et d'utilisation de ces ressources.*

En effet, les réserves mondiales en combustibles liquides sont immenses, mais la consommation est formidable et va toujours croissant. Un jour viendra où les réserves seront épuisées. Il faut donc économiser nos ressources naturelles et leur trouver des remplaçants pour le jour où elles viendront à manquer.

Peut-être même sera-t-il possible d'utiliser directement l'énergie solaire, comme le font les plantes, en fabriquant des hydrocarbures, à partir de l'eau et de l'acide carbonique, par l'intermédiaire d'un catalyseur. Les progrès constants de la chimie nous permettent tous les espoirs, mais il est prudent de ne pas trop escompter l'avenir.

Le Congrès fut divisé en six sections : Pétroles; — Schistes; — Lignites et tourbe; — Goudrons et benzols; — Alcool; — Huiles végétales; présidées respecti-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vement par MM. V. Grignard, Chabrié, Charpy, P. Mallet, d'Arsonval (excusé, remplacé par M. Patard) et M. Prudhomme.

Trois salles avaient été aménagées dans les bâtiments de l'Exposition, et les congressistes y suivirent assidûment les communications qui furent faites dans les journées des 11, 12 et 13 octobre.

## Conférence de M. Daniel Berthelot.

La séance d'ouverture fut presque entièrement consacrée à écouter un magistral discours de M. D. Berthelot, membre de l'Institut, président du Comité scientifique du Carburant national; il a fait ressortir l'importance des questions qui devaient être discutées et notamment celle des *carburants nationaux*. Il faut que chaque pays se suffise à lui-même, en s'adressant à des ressources nouvelles, non seulement pour ne pas être tributaire de l'étranger, mais aussi pour remplacer les pétroles dont les réserves diminuent.

La question des carburants nationaux a déjà été envisagée il y a près de vingt ans. On peut le constater en lisant la déclaration des chimistes de l'alcool et des industriels de l'automobile, lors de l'enquête faite en 1907 sur l'alcool par la Commission Ribot; mais on n'y prêta alors aucune attention.

Il a fallu la guerre pour que l'on se rendît compte que c'est une question vitale pour le pays. Les huiles lourdes étaient nécessaires aux moteurs des sous-marins, les essences de pétrole aux moteurs de camions, d'autos, d'avions, de chars d'assaut. Quand la guerre sous-marine fit craindre que l'Amérique ne pût nous envoyer ses pétroles, on comprit l'utilité d'un carburant provenant uniquement des ressources indigènes. Heureusement la France a toujours pu être ravitaillée en pétroles.

Il n'en a pas été ainsi des empires centraux : les pétroles de Galicie et de Roumanie ne suffirent pas à la consommation; on fabriqua un carburant composé de benzol, d'alcool et de 3 p. 100 d'un combustible liquide nouveau, la tétrahydronaphtaline ou tétraline, obtenu en fixant catalytiquement quatre atomes d'hydrogène sur la molécule de naphtaline.

L'Espagne fut aussi privée de carburants, car, après l'entrée en guerre des États-Unis, les Alliés seuls recevaient du pétrole d'Amérique. L'État se réservait le peu de benzol produit en Espagne. Les particuliers employèrent deux mélanges principaux :

1° Alcool et naphtaline : les résultats furent assez mauvais;

2° Alcool et essence de térébenthine avec un peu d'huile de ricin. Ce mélange donna des résultats beaucoup meilleurs.

Mais ce sont là des solutions de fortune, coûteuses, donc difficilement applicables.

Après la guerre, le problème a continué à se poser : car la consommation en combustibles liquides ne cesse de croître. Les grands producteurs, comme les États-Unis, non seulement exportent de moins en moins, mais encore cherchent des succédanés. Quand les réserves accumulées dans la terre depuis des siècles seront épuisées, ce qui peut arriver dans une soixantaine d'années, nous serons réduits à consommer au jour le jour, sous forme d'alcool ou d'huiles, l'énergie solaire emmagasinée par les plantes.

L'utilisation de l'alcool comme carburant a été essayée dès 1900 et a donné des résultats satisfaisants. En effet, si le pouvoir calorifique de l'alcool est inférieur à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

celui de l'essence, le mélange d'air et de vapeur d'alcool peut subir des compressions élevées sans danger d'auto-allumage. Si l'on disposait de moteurs appropriés et d'alcool en assez grande quantité, la question serait résolue.

On a dû renoncer momentanément à cette solution à cause des grandes variations du prix de l'alcool; mais l'État étant devenu seul détenteur de l'alcool industriel, ces cours aujourd'hui se stabilisent. La difficulté pratique est autre : la France ne produit que le dixième environ de la quantité d'alcool nécessaire au remplacement de l'essence qu'elle consomme.

D'autre part, la loi du 6 mai 1916 interdit la vente des alcools industriels pour les usages de bouche. L'État français, devenu seul acheteur et seul vendeur de ceux-ci, est parvenu à réduire considérablement l'alcoolisme : la consommation d'alcool de bouche est tombée au tiers de ce qu'elle était avant la guerre. Mais alors une grave question se pose : comment utiliser les stocks d'alcool d'industrie? Il faut les brûler dans des moteurs.

Le problème du carburant national se présente donc actuellement en France de la façon suivante.

Trouver un carburant contenant 10 p. 100 d'alcool et pouvant être employé dans les moteurs actuels.

Le Comice agricole de Béziers a étudié la question. Des recherches furent entreprises dans de nombreux laboratoires. La documentation complète du sujet a été rassemblée et sera prochainement publiée par les soins du Comité scientifique et du Comité de Béziers.

Ce Comité organisa un concours en avril 1922. Un grand nombre de mélanges furent proposés et étudiés au laboratoire et au banc d'essai. Du rapport présenté par M. G. Baume, secrétaire du Comité scientifique dont le président est M. Berthelot, il ressort que trois principaux types de formules furent proposés :

1° Essence plus 10 p. 100 d'alcool d'industrie, plus un troisième corps, soluble à la fois dans l'essence et dans l'alcool, qui rend le mélange stable et homogène;

2° Alcool d'industrie, plus essences extra-légères qui se mélangent bien à l'alcool sans l'intervention d'un tiers solvant;

3° Essence, plus alcool à 99°,6 ou 99°,7 déshydraté par un procédé industriel (1).

La conclusion est qu'aucune méthode ne peut être encore adoptée définitivement; la seule qui paraisse rapidement réalisable est celle de l'alcool absolu.

Les travaux de M. Loriette ont abouti à la découverte d'un procédé économique de fabrication de l'alcool à 99°,6 ou 99°,7 à partir de l'alcool d'industrie à 95° ou même 80°.

On a déjà préparé 10 000 l d'alcool absolu par cette méthode; ils vont servir à des essais qui aboutiront sans doute prochainement à un résultat pratique.

### Commission de Terminologie.

M. Sabatier, dans la séance d'ouverture, avait fait remarquer combien il serait souhaitable que les nations, présentes au Congrès, puissent s'accorder sur la *terminologie des combustibles liquides*. Un même mot sert à désigner des produits n'ayant

(1) Ces résultats ont été exposés dans le *Bulletin* de juin 1922, p. 557-565, par M. Mariller.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

aucune analogie et, d'autre part, un même produit se trouve désigné par des noms différents.

M. BORDAS avait été chargé de rapporter cette importante question. Il montra l'impossibilité d'unifier les méthodes d'analyse pour définir ensuite les produits. La solution qu'il propose est la suivante : chaque pays producteur de combustibles liquides en dressera la liste, accompagnée des caractères qui permettent de les différencier commercialement. Une Commission internationale fera ensuite le choix des appellations les plus justes et des méthodes les plus pratiques.

La Commission française de Terminologie a déjà dressé le catalogue des divers combustibles liquides français. M. Chesneau, directeur de l'École nationale supérieure des Mines, fait remarquer qu'une étude analogue a été entreprise par les soins de la Commission permanente de Standardisation au Ministère du Commerce, et qu'elle est sur le point d'aboutir.

On procède ensuite à la désignation des délégués étrangers qui doivent faire partie de la Commission internationale. Les raffineurs français soulèvent une assez vive discussion déclarant qu'ils ne doivent pas être oubliés dans cette Commission et demandent à y être représentés car la question de terminologie les intéresse autant que les producteurs.

La Commission se réunit les jours suivants; il y fut décidé d'établir, pour chaque pays, un inventaire analogue à celui qui vient d'être fait en France. Tous ces catalogues seront collationnés l'an prochain à Cambridge, à l'occasion de la Conférence internationale de la Chimie.

Cette décision fut approuvée à l'assemblée générale de clôture du Congrès.

## 1re SECTION : PÉTROLES.

L'ordre du jour comportait des communications très différentes.

M. J. P. WIBAUT fait une communication sur *L'énergie de valence des hydrocarbures*, théorie qui ne saurait être résumée ici.

Au point de vue économique, M. E. SALADIN montre l'*intérêt, pour les capitalistes et les ingénieurs français, de l'exploitation des pétroles roumains*. MM. H. GAULT et A. MERLE firent un rapport sur *Les hydrocarbures naturels et les pétroles de Madagascar*. Les malthes, sables imprégnés, et asphaltes y pourraient être distillés sur place en utilisant, dans des appareils spéciaux, un combustible mixte, constitué par un mélange de ces diverses matières bitumineuses, ce qui simplifierait l'exploitation et abaisserait le prix de revient des produits de distillation.

Les communications d'ordre technique abordèrent les questions les plus variées. Les unes portèrent sur les modes d'exploitation et les caractéristiques des pétroles, comme celle de M. P. DE CHAMBRIER sur l'*Exploitation du pétrole par drainage souterrain*, celle de M. C. SCHLUMBERGER sur *La technique de l'exploitation minière de Pechelbronn* où le drainage souterrain a été appliqué avec succès, si bien que le taux actuel de production est beaucoup plus élévé qu'il n'a jamais été (1).

D'autres travaux ont eu pour objet la production des essences légères à partir des hydrocarbures lourds. M. MAILHE décrit deux méthodes suivies à cet effet : le

(1) Voir le *Bulletin* de janvier-février 1920, p. 45 et celui de juillet-août 1920, p. 458.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*cracking* et la *catalyse*. Selon lui cette dernière est préférable car la dislocation de la molécule est poussée plus loin et on évite l'inconvénient d'opérer sous pression.

M. GAUDOUIN décrit les *appareils Seigle* qui sont une application de la méthode de catalyse et qui ont déjà donné des résultats fort encourageants. Il lut aussi une étude sur *le graissage* suivie d'une note sur l'*utilisation et la récupération des huiles de graissage employées dans la marine française*.

Plusieurs travaux portèrent sur les *moteurs à huiles lourdes Diesel et semi-Diesel* (M. MATHOT, M. DUFOUR, M. PONCHON). Enfin, M. NEU, traitant des *combustibles gazeux emmagasinés à haute pression*, préconise l'emploi dans les moteurs à explosion du gaz de four à coke, du gaz pauvre, du gaz d'éclairage, de l'acétylène, du gaz produit par le dédoublement catalytique des pétroles, etc. Les bouteilles d'acier, contenant le gaz comprimé, sont facilement installées sur les véhicules. Les moteurs alimentés au gaz peuvent aussi bien fonctionner à l'essence et s'adaptent aussi bien à la traction des poids lourds qu'à celles des automobiles élégantes. Des applications de ce genre ont fonctionné en France et en Angleterre peu avant la fin de la guerre.

### 2e SECTION : SCHISTES.

Les rapports présentés à cette section furent consacrés, les uns à la description de divers gisements de schistes bitumineux, les autres aux différents modes de distillation de ces schistes, dans le but d'avoir économiquement le meilleur rendement en huile.

D'après l'amiral PHILIP DUMAS et sir CINNINGHAM-CRAIG, l'*exploitation des schistes bitumineux et des torbanites fournirait une solution pratique au problème du carburant national.*

Les schistes bitumineux auraient pour origine des argiles qui se seraient imprégnées de pétrole, puis auraient été transformées en schistes. Les torbanites, dont la formation est un phénomène particulier à l'époque carbonifère, proviendraient d'algues selon les uns, de champignons selon les autres, d'une sorte de gelée colloïdale de pétrole avec des composés d'origine minérale suivant l'opinion de sir Cinningham Craig.

Les torbanites fournissent surtout des huiles légères riches en carbures saturés et peu de sulfate d'ammoniaque. Les schistes donnent plus d'ammoniaque et des huiles plus lourdes et plus riches en carbures non saturés.

L'exploitation des schistes et torbanites est une question d'intérêt général car on en trouve des gisements dans presque tous les pays du monde; notamment en Écosse, où ils sont exploités depuis longtemps, en France, au Maroc, à Madagascar, enfin en Esthonie où le gisement, à fleur du sol, est d'une importance considérable.

Cette industrie intéresse donc tous les pays qui ont été jusqu'ici dépourvus de combustibles liquides nationaux, et qui auraient ainsi de grands avantages à encourager ses progrès.

M. BRUNSCHWEIG décrit les *principaux gisements français de schistes bitumineux*. Le bassin de l'Autunois (Saône-et-Loire) est le seul actuellement en exploitation; il représente, à lui seul, la moitié des réserves françaises en schistes bitumineux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le rendement par tonne de schiste est de :

| | | |
|---|---|---|
| 90 l. d'huile brute qui, redistillés, donnent | essence | 5 l. |
| | huile lampante | 20 l. |
| | huile lourde | 10 l. |
| | paraffine | 5 kg. |

et 12 kg de sulfate d'ammoniaque.

La production a été la suivante :

| | | |
|---|---|---|
| en 1913 | 127.000 | t de schistes. |
| en 1920 | 60.000 | — |
| en 1921 | 63.000 | — |

Dans ces dernières années l'exploitation a été faite dans de très mauvaises conditions du fait de la guerre.

Pour le bassin de l'Aumance (Allier), le rendement par tonne de schiste a été de : 70 à 80 l d'huile brute et de 8 kg de sulfate d'ammoniaque. L'exploitation a été arrêtée depuis la guerre; la production en 1913 était de 60.000 t de schiste.

Le bassin de la Manosque (Basses-Alpes) a fait l'objet d'une étude particulière de M. RICHEMOND. Il y a trois zones d'affleurement; les couches y sont très redressées. Il n'y a pas actuellement d'usine pour les exploiter; mais on y trouverait : 1° des schistes qui produisent 140 à 70 l d'huile par tonne suivant la couche, 2° des grès et calcaires susceptibles de donner 14 p. 100 de matières bitumineuses, 3° des lignites qui fourniraient par distillation 7 à 14 p. 100 d'huile et du coke. Cette région, bien pourvue de routes et de voies ferrées, pourrait donc être exploitée avantageusement.

L'exploitation du bassin de Fréjus (Var) a toujours été restreinte et les rendements ont été très variables : de 12 à 20 p. 100.

Le bassin de Faymoreau (Vendée) n'a pas été exploité.

Le gisement de Vagnas (Ardèche) comporte deux couches de schistes et une couche de bitume. L'exploitation a été arrêtée par la rencontre de failles : on y poursuit actuellement des recherches pour retrouver le gisement.

Les couches du gisement de Vendes (Cantal) sont presque verticales, leur puissance est d'une dizaine de mètres; ce gisement n'a pas encore été très étudié.

Il convient de remarquer que les schistes bitumineux accompagnent presque toujours la houille; mais ceux qui exploitent le combustible solide se préoccupent assez peu du combustible liquide que les schistes peuvent fournir.

Les *calcaires bitumineux de Syrie* font l'objet d'une communication de M. VEYRIER. Dans ce pays, on n'utilise guère les bitumes et on manque de combustible; aussi est-il rémunérateur de faire brûler le calcaire imprégné qui laisse comme résidu de la chaux vive. Il serait préférable de le distiller en chauffant la cornue avec d'autre calcaire bitumineux. Une teneur de 5 p. 100 en matières bitumineuses suffit pour transformer tout le calcaire en chaux. Si la richesse est plus grande, l'huile considérée comme sous-produit pourra être vendue à un prix aussi bas que l'on voudra, la chaux étant le produit principal et valant très cher en Syrie.

Les *schistes d'Esthonie*, décrits par M. de JARNY, sont très riches : ils peuvent fournir environ 250 l d'huile par tonne. L'ensemble des concessions s'étend sur 60.000 ha dont l'Etat esthonien s'est réservé plus du tiers. Comme le schiste affleure

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le sol presque partout, l'extraction se fait à la pelle à vapeur. La seule usine actuellement en activité, celle de l'Etat esthonien, emploie des appareils construits en Allemagne et donne des résultats assez médiocres. Cependant cette exploitation toute récente semble devoir prendre une grande extension : on pense pouvoir extraire 100.000 t de schistes en 1923 et 200.000 t dans quatre ou cinq ans.

*L'industrie du schiste en France* fait l'objet d'une communication fort détaillée de M. CAMBRAY. Les schistes français présentent un avantage particulier : ils ne contiennent presque pas de soufre; ce corps, quand il est en quantité supérieure à 3 p. 100 dans les huiles, les rend inutilisables sauf dans le cas peu fréquent où les fumées sulfureuses ont peu d'inconvénients, et quand la teneur en soufre est grande, il est très difficile de l'abaisser. C'est la raison pour laquelle les schistes du Norfolk n'ont guère été exploités : les huiles qu'ils fournissent contiennent 8,9 p. 100 de soufre; après traitement au chlorure d'aluminium, ils en renferment encore 3,7 p. 100; on n'a pas pu pousser la désulfuration plus loin. M. Cambray décrit ensuite les différentes parties d'une exploitation de schistes : mine, usine de distillation, épuration, fabrication de sulfate d'ammoniaque, raffinage des huiles, enfin déparaffinage. Cette dernière opération consiste à refroidir l'huile vers — 12° : la paraffine cristallise et on l'extrait au filtre-presse. La cornue la plus pratique serait celle du type écossais. Elle se compose d'une trémie supérieure où le schiste perd son humidité et de la cornue proprement dite dont la partie supérieure est en fonte et la partie inférieure en maçonnerie réfractaire. Le schiste y séjourne environ 30 heures; il y est soumis à mesure qu'il descend à des températures croissant jusqu'à 800°-900°; un jet de vapeur d'eau active la distillation et facilite la formation d'ammoniaque. Cependant ce modèle de cornue ne doit pas être employé dans tous les cas : le prix en est élevé et la conduite assez délicate. Aux États-Unis, où le schiste est très abondant, on se sert de cornues horizontales en tôle d'acier munies de dispositifs qui font progresser le schiste de la région où la température est la moins élevée vers celle où elle est la plus élevée. Le rendement de ces appareils est moins bon, mais leur établissement est beaucoup plus économique.

Il y a des procédés de distillation plus récents que celui de la cornue écossaise. MM. DE LOISY et GRANCE décrivent un *four à cuve pour la distillation des schistes*. Le schiste des couches supérieures est chauffé au moyen des gaz chauds produits par la gazéification du carbone résiduaire contenu dans les schistes épuisés. Les produits de la distillation sont entraînés par les gaz dès leur formation et, comme la température est moins élevée à mesure qu'ils montent dans le four, le cracking est fortement atténué sinon tout à fait supprimé. Les huiles recueillies sont donc un peu plus denses que celles obtenues par la distillation en cornues.

Le principal inconvénient de cet appareil est une formidable production de cendres; mais il a d'importants avantages : son coût peu élevé, sa forte puissance (40 t à 50 t de schistes traités par jour) et sa conduite facile. Il est employé à Autun et il y donne de bons résultats.

Divers modèles de *cornues mécaniques* sont décrits par M. Ch. BERTHELOT : le four Fischer, le four Salerni. Le four Fischer, tournant, n'est avantageux que si les schistes traités contiennent au moins 100 kg d'huile par tonne; sa puissance de traitement est faible; on ne le remplit que jusqu'au quart de son diamètre et le schiste y reste 14 ou 15 heures. Le four Salerni serait le meilleur appareil de ce



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

genre : c'est un cylindre en tôle d'acier contenant un arbre à palettes qui agite régulièrement la masse. Le rendement en huile de schiste peut être de 120 l alors qu'il est de 75 seulement avec les cornues écossaises. On n'obtient que des quantités insignifiantes d'ammoniaque.

M. Bailey décrit d'une façon très détaillée *l'exploitation des schistes en Écosse*. L'auteur signale l'importance de l'industrie de la paraffine car ce produit est très recherché dans le Royaume-Uni.

Il résulte des communications qui ont été faites que l'huile de schiste serait capable de remplacer en partie les pétroles et de fournir un carburant national à beaucoup de pays. Mais cette industrie est encore très peu développée. En France, elle commençait à prendre de l'extension quand la guerre est survenue; la plupart des usines ont dû s'arrêter. Depuis, l'État, en abaissant les droits sur les huiles lourdes étrangères, a entravé son relèvement. Cependant la distillation des schistes bitumineux devrait être encouragée car nous pourrions ainsi acheter moins de combustibles liquides à l'étranger.

### 3e Section : Lignite et Tourbe.

Dans cette Section, on entendit d'abord les communications décrivant les gisements de lignite puis celles qui se rapportent aux divers modes de distillation. La tourbe fut étudiée de la même façon.

M. Kavan, délégué de la Tchéco-Slovaquie, parla des *lignites de Bohême* et M. Pritzbuer des *lignites de Serbie*.

Les *ressources françaises en lignite* furent étudiées par M. Brunschweig : le gisement le plus important est celui de Fuveau (Bouches-du-Rhône); il s'étend sur un millier de kilomètres carrés; le combustible, noir et brillant, se rapproche beaucoup de la houille. Les autres bassins sont ceux du Comtat (Vaucluse, Ardèche, Gard) qui comprennent ceux de Bagnols, d'Alais et de Méthamis; le bassin de la Manosque (Basses-Alpes); ceux des Landes, celui du Sarladais (Dordogne) et de la Caunette (Aude, Hérault). On trouve encore du lignite dans l'Aveyron, les Basses-Pyrénées et les Alpes. La production totale de lignite en France a été en 1913 de 79.300 t; en 1918 de 1.317.000 t; en 1920 de 960.000 t.

Dans ces totaux le bassin de Fuveau intervient pour 70 à 85 p. 100.

M. Ch. Berthelot passe en revue les *Fours modernes pour la carbonisation du lignite à basse température*; tous tendent vers un même but : maintenir toute la masse de lignite à une température uniforme voisine de 600°. Il y a deux types principaux : les fours verticaux et les fours horizontaux. Les premiers sont peu pratiques car ils ont une faible puissance de traitement ou bien un rendement en hydrocarbures liquides très peu satisfaisant. Parmi les types horizontaux, les fours tournants donnent de bons résultats mais leur capacité de traitement est très restreinte par rapport à leurs dimensions et à leur prix. Les meilleurs appareils, selon M. Ch. Berthelot, sont les fours à malaxeur intérieur Salerni : un de ces appareils peut traiter 100 t de lignite par jour et le poids de métal entrant dans sa construction ne dépasse pas 300 kg par tonne-jour, alors que pour la même quantité, il faudrait 2 000 kg de métal dans la plupart des autres fours.

Les *tourbières de France* sont décrites et évaluées par M. Richemond : dans les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

46 départements où l'on trouve des tourbières, celles-ci s'étendent sur 50.000 à 60.000 ha et renferment 200 à 300 millions de tonnes de tourbe, comptée desséchée, à 25-30 p. 100 d'eau. Malgré les efforts faits de 1917 à 1920, lors de la crise du charbon, l'extraction de la tourbe n'a été jusqu'à présent conduite en France que d'après des méthodes surannées. Il faudrait moderniser l'outillage, ne tabler que sur une forte production, enfin choisir judicieusement les aires à exploiter parmi les plus importantes.

M. HELLEMANS estime que *la tourbe est un combustible de premier ordre*, capable de rivaliser avec la houille, même au point de vue du prix, mais seulement à proximité des lieux de production. On peut fort bien l'employer pour chauffer les chaudières à vapeur, à condition d'avoir des foyers mécaniques. On a ainsi obtenu d'excellents résultats.

Deux applications intéressantes, quoique un peu spéciales, de la tourbe ont fait l'objet d'une communication de MM. ÉMILIO DAMOUR et LAFARGUE : 1° *Combustion en gazogène Riché à double combustion et emploi du gaz pour moteurs*; 2° *Emploi comme combustible auxiliaire dans les fours d'incinération des ordures ménagères.*

De l'ensemble des communications et des discussions qui les ont suivies, il se dégage que les lignites français sont exploitables dans des conditions aussi avantageuses que les lignites allemands. Quant à la tourbe, elle a donné de bons résultats dans certains cas; mais pour que son emploi se généralise, il faut auparavant trouver un procédé économique de séchage.

### 4e SECTION : GOUDRONS ET BENZOLS.

Les communications présentées à cette section visaient les moyens d'étendre la production du benzol et les méthodes permettant d'employer dans des carburants les divers produits de distillation des goudrons.

M. Paul MALLET a étudié *La production générale du benzol*; elle était en France de 12.000 à 14.000 t par an avant la guerre; elle est actuellement d'environ 15.000 t et va augmenter, car de nouvelles cokeries vont bientôt fonctionner, et le débenzolage du gaz d'éclairage, qu'une loi avait rendu obligatoire pendant la guerre en vue de la fabrication des explosifs, va sans doute être imposé à nouveau. L'Allemagne et le Territoire de la Sarre nous fournissent actuellement de grandes quantités de benzol; mais les États-Unis, le Royaume-Uni et la Belgique, qui autrefois nous en fournissaient beaucoup, en exportent maintenant de moins en moins pour diverses raisons : diminution de la production, consommation croissante dans le pays d'origine, droits de douane. En Tchéco-Slovaquie, cette industrie est en voie d'extension ; la production est d'environ 10.000 t par an; mais elle semble pouvoir augmenter beaucoup.

La *distillation du charbon à basse température* fait l'objet de la communication de M. CONNERADE, délégué de la Belgiqne. On obtient un pré-goudron qui se distingue du goudron de cornue : par un rendement notablement plus élevé; par l'absence totale de benzols naphtalène et anthracène, mais aussi par une plus grande quantité de phénols. Le semi-coke restant est un combustible excellent quoique difficile à briqueter.

On pourra bientôt transformer intégralement le pré-goudron en benzines

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et huiles pour moteur par le procédé allemand Bergius qui consiste à traiter les goudrons et huiles lourdes par l'hydrogène gazeux sous une pression de 100 à 200 atmosphères, à la température de 400°.

*Les procédés modernes d'extraction du benzol et du gaz de houille* sont énumérés par M. Ch. Berthelot.

1° Lavage du gaz avec huile lourde de houille (en Europe) ou de pétrole (aux États-Unis). Cette méthode est tout à fait défectueuse. On use beaucoup d'huile, on dépense une grande quantité de vapeur pour extraire le benzol (15 à 20 kg pour 1 kg de benzol), enfin on perd une fraction notable du benzol qui reste dans le gaz.

2° Lavage du gaz avec des crésols (Procédé Brégeat). L'auteur le considère comme bien préférable. En effet : les crésols absorbent quatre fois plus de benzol que les huiles lourdes ; les appareils sont trois fois moins coûteux que précédemment ; la perte du benzol est d'environ cinq fois moindre et la dépense de vapeur par kilogramme de benzol est de 5 kg au plus.

3° Absorption par le charbon de bois. Ce procédé, étudié par la firme allemande Bayer, n'est pas encore au point.

4° Récupération par refroidissement à — 70°. L'avantage de cette méthode est que l'on récolte la totalité du benzol à un degré de pureté très grand ; la dépense, assez élevée en force motrice, est compensée par l'économie considérable d'huile lourde.

L'auteur espère que la première méthode sera de plus en plus remplacée par la seconde et la quatrième, cette dernière devant se developper si l'extraction de l'hydrogène des fours à coke par le procédé G. Claude reçoit toutes les applications désirables.

Le rapport de M. Erhard établit que la production du benzol, dépendant de celle du gaz d'éclairage ou du coke métallurgique, ne peut être augmentée que dans la mesure des besoins en gaz ou en coke ; la pyrogénation de la houille n'est, en effet, rémunératrice que si le benzol est considéré comme sous-produit.

M. L. Roman fait connaître *une formule de carburant national* proposée par M. de Cosmo. C'est une dissolution de naphtalène dans du benzol, additionnée d'autres produits de distillation de la houille. Des moteurs alimentés avec ce carburant ont fonctionné de façon très satisfaisante. De plus, ce produit est miscible à l'alcool.

Un *procédé industriel de fabrication du cyclohexanol* est décrit par M. Brochet. C'est une application de la méthode de MM. Sabatier et Sanderens. Le phénol, mélangé de nickel réduit, est soumis, à 100°/150°, à l'action de l'hydrogène comprimé à 10-15 atmosphères. La même méthode, appliquée aux crésols, fournit les trois méthyl-cyclohexanols. Tous ces produits sont d'excellents solvants du mélange alcool-essence et sont proposés pour lui procurer plus de stabilité.

La production du benzol peut être augmentée en perfectionnant les procédés d'extraction. Cependant, la France étant tributaire de l'étranger pour une grande partie du benzol qu'elle consomme, ce produit ne peut, à lui seul, former le carburant national, ni entrer pour une forte part dans sa composition.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## 5e Section : Alcools.

Il y avait plusieurs façons d'envisager la question de l'alcool : d'une part la production de l'alcool à bas prix et en grande quantité afin de pouvoir s'en servir comme de carburant dans des moteurs appropriés, quand on n'aura plus d'essence de pétrole; d'autre part l'emploi immédiat de l'alcool d'industrie qui est produit actuellement et qui représente 10 p. 100 de notre consommation en carburants, avec cette condition que le combustible liquide ainsi préparé soit utilisable dans les moteurs existants. Or, seul l'alcool absolu est miscible à l'essence et donne une solution stable. On a donc cherché, pour résoudre le problème, soit à déshydrater économiquement l'alcool, soit à ajouter au mélange d'alcool 95° ou 80° et d'essence, un troisième corps solvant commun aux deux autres constituants.

Les différentes *méthodes capables de fournir de l'alcool* sont énumérées par Sir Frederick Nathan.

Après avoir montré que l'emploi à la distillation de la majorité des matières premières est en opposition avec nos besoins alimentaires, et que les autres n'ont pas encore reçu d'applications suffisantes, il conclut que le procédé économique pour fabriquer industriellement de l'alcool est encore à trouver.

Les communications de M. Vernet et de M. Meunier ont traité de la *préparation de l'alcool à partir de la cellulose*. L'idée est ancienne : des essais avaient été faits à l'époque du Blocus continental; les rendements avaient toujours été mauvais car les sucres formés sont attaqués par les acides chauds, en sorte que le sucre obtenu est la différence entre le sucre formé et le sucre détruit. M. Meunier a calculé les vitesses des réactions de formation et de destruction; elles varient avec les acides; de plus des attaques successives avec évacuation des produits formés, donnent un meilleur rendement qu'une seule attaque plus longue.

Dans le procédé Prodor, décrit par M. Vernet, la sciure de bois est traitée dans des appareils continus par l'acide chlorhydrique gazeux en évitant que la masse ne s'échauffe. Puis, la plus grande partie de l'acide est récupérée par la chaleur.

Les jus sucrés obtenus, après neutralisation, sont mis en levure; mais comme ils sont pauvres en matières azotées, il convient d'y ajouter, pour nourrir la levure, une décoction de la levure elle-même après que celle-ci, dans une opération précédente, est tombée au fond des cuves. L'acide peut être presque entièrement récupéré. On peut ainsi obtenir 250 l. d'alcool compté à 100° par tonne de sciure sèche. Une usine est actuellement en construction pour exploiter ce procédé : les appareils sont presque entièrement construits en un nouveau béton inattaquable à l'acide chlorhydrique, quelle que soit sa concentration (prodorite); les petites pièces sont en ébonite ou en verre. Les vinasses contiennent des produits résiduaires susceptibles d'applications intéressantes : la lignine, qui par pyrogénation fournirait autant d'alcool méthylique que le bois dont elle provient; et des pentoses non fermentescibles qui peuvent être transformées en furfurol; ce produit, jusqu'ici rare et coûteux, pourrait, selon M. Meunier, avoir des usages nombreux : fabrication de colorants, synthèse de divers produits organiques et, en particulier, du caoutchouc (1).

(1) Voir dans le *Bulletin* d'août-sept.-octobre 1922, p. 766-777, *L'alcool éthylique de cellulose* par M. G. Meunier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La *fabrication de l'alcool éthylique avec les lessives résiduaires de cellulose* fait l'objet d'un rapport très étendu de M. HARNIST. Cette méthode, d'un rendement assez faible, fut suivie en Scandinavie et en Allemagne pendant la guerre, alors que ces pays manquaient de combustibles liquides. Il y a de nombreuses difficultés pratiques à surmonter : l'enlèvement de l'anhydride sulfureux à l'état de sulfite de calcium ; la faible concentration des moûts en alcool (1 p. 100 environ) nécessitant la manutention d'énormes quantités de liquide ; l'absence d'éléments nutritifs pour la levure.

Un mode de *fabrication de l'alcool par synthèse à partir des gaz des fours à coke* est proposé par MM. DE LOISY et DAMIENS. La méthode suivie est celle de Berthelot qui consiste à faire réagir l'éthylène sur l'acide sulfurique : l'acide sulfovinique obtenu donne ensuite de l'alcool par hydrolyse. Mais il a été remédié à la lenteur de la première réaction par l'emploi de catalyseurs. Les sels cuivreux donnent de bons résultats à une température ne dépassant pas 35°. Les auteurs rendent compte des essais semi-industriels qu'ils ont faits et qui ont été pleinement satisfaisants. Ils établissent que, dans une installation importante qui traiterait 120.000 $m^3$ de gaz par jour, la production quotidienne serait de 17 à 19 hl d'alcool, compté en absolu, et le prix de revient serait d'environ 72 f l'hectolitre.

M. WATSON a exposé les *résultats d'essais faits sur divers mélanges carburants* employés au transport du public dans Londres. Il fut amené à conclure que l'éther, employé en fortes proportions, est à écarter, à cause des difficultés de magasinage, provenant de sa volatilité ; de plus il corrode les moteurs et dissout la peinture, ce qui détériore rapidement les carrosseries.

M. Lindet fait observer que l'aluminium résiste très bien aux alcools qui attaquent d'autres métaux.

La communication très documentée de M. SCHWERS porte sur *L'emploi des divers combustibles liquides dans les moteurs à combustion interne*. Les conclusions, appuyées à la fois sur des considérations théoriques et sur des résultats pratiques, sont les suivantes : le pouvoir calorifique de la cylindrée (carburant + air) est sensiblement le même, dans les mêmes conditions quel que soit le carburant ; d'autre part, la puissance maximum et le rendement maximum ne peuvent être obtenus simultanément dans des conditions pratiques car la première est liée à la présence d'un excès de carburant et le second à la présence d'un excès d'air. Pour des raisons de construction de moteur, de facilité de marche, et autres, la tendance générale est de fonctionner en maximum de puissance au détriment du rendement. L'alcool donne en puissance et en rendement des résultats meilleurs que l'essence et le benzol, à condition d'être employé dans des moteurs appropriés.

Le rapport de M. G. BAUME et celui de MM. GODECHOT, PASQUET, ROBERT et GAY ont rendu compte du *Concours du Carburant national* qui eut lieu à Béziers en avril dernier (1). Au cours des essais de laboratoire, MM. Godechot et Gay observèrent ce fait curieux : l'acétone étant un solvant médiocre du mélange alcool-essence, si, à ce corps on ajoute de l'éther, du phénol ou du benzol, qui, tout seuls, ne dissoudraient pas le mélange, la quantité d'acétone à employer est beaucoup moindre que lorsqu'on l'emploie seule.

M. LORIETTE décrit un procédé qu'il a trouvé pour déshydrater l'alcool : il consiste à faire passer les vapeurs d'alcool sur de la chaux. Pour avoir 1 hl d'alcool à 99°,8-

(1) Voir le *Bulletin* de juin 1922, p. 557-564.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

99°,9 à partir d'alcool à 95° on éteint 21 kg de chaux. La dénaturation se fera avec du méthylène soit déshydraté préalablement, soit ajouté à l'alcool à 95°, le mélange étant déshydraté ensuite. Le procédé est général et s'applique aussi à l'éther.

Pour répondre aux objections faites au sujet de la difficulté de conservation des mélanges à base d'alcool absolu, l'auteur a étudié son hygroscopicité; les résultats ont démontré qu'elle est du même ordre que pour l'alcool à 95°; les modes de bouchage et de magasinage pourront donc être analogues à ceux qui sont couramment employés pour celui-ci.

M. MARILLER mentionne qu'il a pu, avec la collaboration de M. VAN RUYSBECK, obtenir la *déshydratation de l'alcool par la glycérine et le carbonate de potassium.* L'avantage de cette méthode est que le déshydratant peut être régénéré.

M. GUINOT est partisan d'ajouter au mélange alcool-essence, un unisseur tel que l'alcool butylique, puis du benzène, de l'éther ou de l'acétone pour augmenter le pouvoir dynamique. Il propose d'autre part de déshydrater l'alcool, après l'avoir mélangé à l'essence, au moyen de carbonate de potassium que l'on peut ensuite régénérer par un chauffage à 135°. Il demande enfin que l'alcool, devant servir comme carburant, soit dénaturé par l'alcool isopropylique; ce produit présente de nombreux avantages : il n'est pratiquement pas séparable de l'alcool éthylique par distillation, son dosage (transformation en acétone par oxydation ménagée) est facile et précis, et, non plus que l'acétone, il ne préexiste dans les alcools de bouche; enfin, c'est un excellent carburant. Il faudrait ajouter à l'alcool ainsi dénaturé un produit à odeur désagréable; la pyridine, à ce point de vue, est supérieure aux huiles empyreumatiques habituellement employées et est d'un prix peu élevé.

MM. ROTHEN et BOUTHIER rendent compte des essais qu'ils ont faits, sous la direction de M. G. Baume, au sujet de la *solubilité réciproque de l'alcool et de l'essence en présence d'un tiers solvant.* Les meilleurs résultats ont été obtenus avec le butylcrésol, le cyclohexanol, et l'alcool amylique.

Une *étude graphique des colonnes à distiller* a été faite par M. P. SAVARY. Alors que le fonctionnement de ces appareils est très compliqué à exprimer sous une forme algébrique, il en existe une représentation graphique fort simple, due à M. Ponchon, et qui, perfectionnée par M. Savary, permet de résoudre facilement les problèmes de distillation relatifs à des mélanges binaires et même ternaires.

L'alcool paraît devoir être le carburant de l'avenir; mais on ne saurait en produire des quantités suffisantes par fermentation des produits végétaux, car ce serait au détriment de l'alimentation. Il semble plutôt que les méthodes de fabrication à partir de la cellulose ou de l'éthylène soient celles qui pourront se développer. Ce sont, comme l'a fait remarquer M. Patard, les plus intéressantes en temps de guerre parce que la matière première, la cellulose surtout, est inépuisable. L'emploi actuel comme carburant du mélange alcool + essence, rendu possible par la déshydratation économique de l'alcool, permettra de réserver à d'autres usages les solvants dont l'emploi avait été jugé indispensable jusqu'à ces derniers temps.

### 6e SECTION : HUILES VÉGÉTALES.

La Section étudia d'abord la question technique de l'utilisation des huiles végétales dans les moteurs, puis celle de leur production.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le premier ordre d'idées, M. MATHOT donna lecture d'une communication sur *La traction mécanique dans les colonies*. Le manque de houille et de pétrole rend très précaires les transports fluviaux ou ferroviaires : le transport automobile sur route doit donc s'accroître car les transactions sont nécessaires au développement économique des colonies. Pour alimenter ces véhicules, on ne peut songer à l'essence; leurs moteurs doivent pouvoir consommer un produit indigène : l'huile végétale que nos colonies nous fournissent en grande quantité est une source de force motrice tout indiquée.

Les rapports de M. LEDUC et M. DE LA HOUSSE portent sur les *moteurs capables d'utiliser les huiles végétales*.

M. CHARLES compare *les avantages et les inconvénients des huiles végétales* à ceux des huiles lourdes minérales. Il étudie l'emploi des huiles végétales comme combustible dans les foyers industriels, les locomotives et les chaudières marines; plusieurs de ces dernières fonctionnant au mazout, il suffirait d'une modification très minime pour les rendre capables de brûler l'huile végétale. Celle-ci peut aussi être utilisée dans des moteurs à combustion interne, en particulier Diesel et semi-Diesel, que l'on pourrait adapter à la traction sur route.

M. P. AMMANN décrit un *procédé de préparation de l'huile de palme neutre*. Les huiles végétales sont souvent très acides, ce qui peut provoquer une détérioration des moteurs. Cependant M. Charles affirme qu'on a employé sans inconvénients des huiles dont l'acidité n'était pas inférieure à 50 p. 100.

Les *ressources de nos colonies en oléagineux* sont passées en revue par M. YVES HENRY pour l'Afrique Occidentale française (palmier à huile, arachide, karité, cotonnier), par M. G. CAPUS pour l'Indochine (cocotier, ricin, sésame, arachide, cotonnier, sans compter diverses espèces forestières que l'on pourrait exploiter commercialement), par M. LUC pour Madagascar (pignon d'Inde, ricin, arachide, coprah et surtout sésame), pour le Cameroun (palmier à huile, raphia) et pour la région du Tchad (cotonnier), enfin par M. J. ADAM pour l'Afrique du Nord (olivier, lin, essais de culture du ricin) et pour les Établissements français d'Océanie (coprah).

Par son domaine colonial, la France peut être considérée comme l'un des plus grands producteurs de graines oléagineuses; cependant la production actuelle est très faible comparativement aux possibilités. Elle s'accroîtra considérablement le jour où une culture rationnelle et intensive sera appliquée dans toutes nos colonies. La Section adopte à l'unanimité le vœu de voir poursuivre, d'une manière aussi active que possible, les recherches concernant la production des huiles végétales et leurs applications, en particulier le transport sur route aux colonies.

***

A la suite des travaux des sections, M. PARAF, directeur général de la Société des Forces motrices de la Vienne, fit une conférence sur *L'emploi des moteurs Diesel dans les réseaux électriques alimentés par des chutes d'eau*. La houille blanche est la force motrice de l'avenir car elle existera encore quand les réserves de pétrole et même de charbon auront disparu; il serait bien plus avantageux, selon le conférencier, d'équiper une chute d'eau pour son débit moyen d'au moins six à huit mois,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

plutôt que pour son débit d'étiage qui est souvent dix fois moindre. A l'époque des basses eaux, on ferait l'appoint avec des usines thermiques situées dans les centres de consommation. Celles-ci pourront en outre : 1° venir en aide aux heures de pointe ; 2° fournir l'énergie en cas de panne à l'usine hydraulique ou de détérioration de la ligne ; 3° fournir de la force au cas où la demande excéderait le maximum de production de l'usine hydraulique, mais ne serait pas assez considérable pour permettre d'établir avantageusement une seconde centrale hydro-électrique.

Parmi les usines thermiques, la plus pratique, dans le cas considéré, serait celle qui serait équipée avec des moteurs Diesel. En effet : on peut la placer près des centres habités, car elle ne nécessite pas de grandes quantités d'eau et de combustible comme les usines à vapeur ; elle occupe un espace restreint, elle a un rendement satisfaisant même quand elle ne fonctionne pas en pleine charge, enfin et surtout, sa mise en action ne demande que quelques minutes. M. Paraf cite des exemples d'installations faites suivant ces principes : celle de la société Force et Lumière à Rive-de-Gier dont l'usine hydro-électrique est dans le Dauphiné, les usines du Refrain et celles des Forces Motrices de la Vienne.

## Conférence de M. Mailhe.

A la séance d'ouverture du Congrès, M. D. Berthelot avait montré la nécessité d'avoir à trouver dans un avenir prochain des remplaçants aux pétroles, le jour où les réserves mondiales en seraient épuisées. A la séance de clôture, M. Mailhe a indiqué à ce problème une solution aussi intéressante au point de vue théorique qu'au point de vue pratique.

Il exposa comment, *à partir d'huiles végétales ou animales, il a pu obtenir de véritables pétroles*, de composition tout à fait comparable à ceux de Galicie, de Roumanie ou de Bornéo ; il donna ensuite la théorie de la réaction dont il a fait une application à la formation des pétroles naturels.

Ses expériences étaient faites avec le dispositif suivant. L'huile traversait un tube en cuivre contenant un catalyseur, formé de magnésie ou d'alumine (déshydratant) et de cuivre électrolytique (déshyd rogénant) agglomérés en boulettes, la température étant de 600° à 650°. Les produits légers se condensaient dans un serpentin et les gaz étaient recueillis dans un gazomètre. Les essais ont porté sur les huiles de lin, d'arachide, de colza, de palme. Les produits de la réaction étaient analogues ; ce sont : 1° un gaz à très grand pouvoir calorifique et éclairant, formé de CO, $CO^2$, H, et des premiers termes des séries forménique et éthylénique ; 2° un liquide de couleur acajou, à odeur âcre et à réaction acide. Celui-ci fut distillé : entre 40° et 150°, passa une essence jaune à odeur âcre et à réaction acide qui, traitée par la soude, donnait une essence tout à fait analogue à celle qu'on obtient par le cracking des pétroles ; entre 150° et 230°, on recueillit des liquides volatils comparables aux pétroles lampants ; le résidu est catalysé à nouveau. Si on fait passer l'essence sur du nickel en présence d'hydrogène, on obtient un liquide incolore dont l'odeur n'est pas désagréable.

Les produits de la réaction sont formés de : benzène, toluène, xylène, cyclohexane, méthylcyclohexane, et hydrocarbures forméniques ; ce mélange a une composition tout à fait analogue à celle des pétroles de Roumanie ; mais on peut

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avoir une réaction différente : si on emploie du nickel très actif, on n'a plus de carbures benzéniques et la composition du liquide est celle des pétroles galiciens. Si on part d'huile de requin et si le nickel a une action peu énergique, on recueille un mélange de carbures forméniques et aromatiques semblable aux pétroles de Bornéo. Voici la théorie de la réaction qui comprend deux opérations distinctes :

1° Décomposition des huiles en anhydride carbonique, eau, oxyde de carbone, acroléine, produits acides :

2° Hydrogénation fournissant une véritable essence de pétrole.

Pour se rendre compte du mécanisme de la réaction, des essais furent faits sur des glycérides d'acides simples (acétique, propionique, butyrique, valérique). Leurs produits de décomposition sont l'acroléine, l'oxyde de carbone, l'anhydride carbonique, l'hydrogène, le méthane, l'éthylène, et des hydrocarbures éthyléniques et forméniques gazeux. Mais on n'obtenait d'hydrocarbures liquides que si l'acide était de richesse carbonée assez élevée. Les carbures formés dépendent donc uniquement de l'acide. Il s'ensuit que l'on peut saponifier l'huile au préalable, et recueillir la glycérine, au lieu de la laisser se transformer en acroléine.

D'autre part, l'étude de la décomposition des acides a montré qu'ils se dédoublent en anhydride carbonique, oxyde de carbone, hydrogène, eau, carbures gazeux et peu de cétones. Or si la chaîne des carbures longs se coupe en tronçons plus simples, qui constituent des hydrocarbures de nature éthylénique et forménique, c'est parce que les cétones se détruisent en oxyde de carbone et résidus forméniques. Mais si la température s'élève au-dessus de 600°, il y a cyclisation avec formation de carbures à chaine fermée.

On peut ainsi s'expliquer la formation des pétroles naturels : les huiles animales ou végétales, sous l'action de la chaleur terrestre et d'une pression élevée, se seraient décomposées, suivant un processus identique à celui qui est indiqué *in vitro*; puis, les produits éthyléniques se seraient hydrogénés en traversant des couches de métaux très divisés. Les conditions de température et de pression ayant dû être différentes, expliqueraient l'existence de pétroles de compositions variées.

Pour que cette théorie ait une certaine vraisemblance, il faudrait que les pétroles naturels renferment des acides éthyléniques ce qui est reconnu depuis longtemps, et des cétones. On en a trouvé des traces dans les pétroles allemands et galiciens. D'autre part, les pétroles naturels contiennent du soufre et de l'azote et les pétroles artificiels n'en contiennent pas. Mais on est parti d'huiles raffinées; si elles avaient renfermé des débris animaux ou végétaux contenant toujours du soufre et de l'azote on aurait retrouvé ces éléments dans le pétrole artificiel.

Les essais de laboratoire, faits dans de très mauvaises conditions, ont donné un rendement correspondant à 320-330 kg d'essence et pétrole par tonne d'huile, ainsi que 300 à 320 m³ d'un gaz à haute puissance calorifique : 12.000 à 13.000 calories. Mais ces réactions mériteraient d'être étudiées au point de vue industriel. Elles permettent, en effet d'obtenir :

de la glycérine;

des essences et des pétroles lampants;

des gaz combustibles à 80 p. 100 d'hydrocarbures qui, mélangés de gaz à l'eau, fourniraient un excellent gaz d'éclairage et de chauffage.

La difficulté la plus grave réside dans le prix élevé de la matière première, mais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on peut espérer qu'avec les perfectionnements apportés à la culture de l'arachide et des autres oléagineux, il sera possible, dans un avenir prochain, d'avoir une grande quantité d'huile à des prix suffisamment bas.

Cette conférence, longuement applaudie, clôtura le Congrès.

***

Ce Congrès aura donc préparé la simplification de la terminologie du pétrole; il aura permis d'établir le bilan de nos connaissances au point de vue de nos ressources en combustibles liquides et de leurs divers modes d'utilisation. Il a fait comprendre l'importance que pourraient prendre certaines industries, jusqu'alors peu ou point développées, telles que la distillation des schistes ou la préparation de l'alcool à partir de l'éthylène ou de la cellulose. Il nous fait espérer mieux encore, la science et ses applications faisant constamment de nouvelles conquêtes.

G. Caby,
*Ingénieur-chimiste, licencié ès sciences.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# NOTES DU COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET BEAUX-ARTS

## Le Congrès de la « Ligue fluviale ». (Bordeaux, 17-22 juin 1922),

PAR

M. G. BECHMANN,

*membre du Conseil.*

La « Ligue Fluviale », qui, en septembre 1919, avait tenu à Tours, avec un plein succès, un très intéressant congrès, portant sur la navigation intérieure, les forces motrices hydrauliques et l'agriculture dans le bassin de la Loire, a organisé cette année, du 17 au 22 juin, avec un programme analogue et sous les auspices de la Chambre de Commerce de Bordeaux, un deuxième congrès du même ordre, dont les séances se sont déroulées, avec un succès plus grand encore, devant une assistance très nombreuse, et ont été suivies d'excursions, que le temps a favorisées, sur la Garonne maritime d'une part et, de l'autre, dans les vallées d'Ossau et d'Aspe, et jusqu'à la frontière d'Espagne, qui ont permis aux congressistes de visiter les installations de guerre de Pauillac et de Bassens sur les deux rives du fleuve, et les établissements hydro-électriques de grande envergure en voie d'achèvement dans les massifs pyrénéens.

Ce congrès, préparé comme le précédent par le très actif délégué général de la Ligue, M. Audouin, a été présidé, avec une remarquable maîtrise, par M. Cels, député du Lot-et-Garonne, ancien sous-secrétaire d'État des Travaux publics, qu'entouraient une pléiade de hauts fonctionnaires de cette administration, de représentants qualifiés des régions du Sud-Ouest et du Centre, et une foule de spécialistes attirés par l'annonce d'un programme du plus haut intérêt.

Comme à Tours, ce programme comprenait trois sections :

1re section : Navigation et ports;

2e section : Houille blanche;

3e section : Hydraulique agricole et reboisement,

qui ont été présidées respectivement par MM. Clavel, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, directeur des Travaux maritimes de Bordeaux, de la Brosse, directeur des Forces hydrauliques au Ministère des Travaux publics, et Dabat, directeur général honoraire des Eaux et Forêts (suppléé par M. Le Couppey de la Forest, Inspecteur général du Génie rural).

Dans chacune de ces sections, des rapports d'un réel intérêt, présentés devant une assistance nombreuse et attentive, ont donné lieu à des développements et des discussions particulièrement remarquables.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais c'est la deuxième Section, celle de la houille blanche, qui a occupé la place prépondérante, appelé surtout l'attention et obtenu le plus légitime succès. C'était à prévoir, au surplus, puisque en ce moment les grands travaux d'utilisation des chutes d'eau tendent à se multiplier, à la fois sur le versant français des Pyrénées d'une part et de l'autre dans le bassin de la Dordogne, sur les pentes ouest du Massif central, pour suppléer le plus promptement possible à l'insuffisance de nos gisements de charbon, en mettant à contribution les richesses hydrauliques considérables de cette belle région du Sud-Ouest, qui est appelée à en profiter largement, dans un temps prochain, non seulement pour la traction des chemins de fer du Midi et de l'Orléans, mais aussi pour le développement industriel considérable qu'il lui est permis d'entrevoir et qui lui ouvre des perspectives nouvelles de prospérité et de progrès.

Le rapport de M. l'Ingénieur en Chef Willemin, chargé de la Direction des Forces hydrauliques de la Région de Toulouse, a fourni sur ce sujet de très intéressantes précisions, puisqu'il a pu supputer la puissance totale des forces hydrauliques de la région pyrénéenne à 715.000 kW au moins, dont 135.000 déjà en service, 50.000 en construction et 220.000 en cours de concession. Un travail analogue de M. de Folin, Ingénieur en Chef des Forces hydrauliques de la Région du Centre, ouvre des perspectives également intéressantes sur les ressources du versant ouest du Massif central, qui compte déjà d'importantes usines productrices d'énergie électrique et se prête à de nouvelles et puissantes installations, pour lesquelles des demandes de concessions sont déjà déposées, notamment par les représentants qualifiés de la 17e Région économique.

Les congressistes ont fort apprécié d'autre part le tableau des progrès d'ores et déjà réalisés, qui leur a été présenté dans les rapports de MM. Pendariès et Willemin sur les forces hydrauliques du département de la Haute-Garonne, de M. Parodi sur l'électrification d'une partie du réseau d'Orléans, de M. Bachellery, sur celle du réseau du Midi, y compris les travaux en cours ou en préparation. Ils ont aussi vivement goûté les très intéressants renseignements qui leur ont été fournis d'autre part par MM. Maroger, Giran, Cavaillès sur la situation actuelle des entreprises de production et de distribution de l'énergie électrique dans la région, sur les industries électro-chimiques et électro-métallurgiques des Pyrénées, sur les résultats généraux déjà obtenus et les conditions actuelles du marché de la houille blanche dans le Sud-Ouest.

Un rapport de M. Mestre, d'ordre surtout administratif et tendant à la création d'un régime spécial, en vue de la répartition de l'électricité sur tout le territoire de la France, a été enfin l'objet d'une attention particulière des auditeurs de la 2e Section et a provoqué des discussions assez vives, qui ont finalement abouti à un vœu d'ordre général tendant à la création d'une législation nouvelle à cet égard.

Les deux autres Sections, quelque intéressants que fussent les travaux, également nombreux qu'elles avaient provoqués, ne présentaient évidemment pas un aussi puissant attrait, puisque les questions, qui devaient y être traitées, n'avaient certainement pas les mêmes caractères de nouveauté et de pressante actualité. Les rapports n'y ont pas été cependant moins nombreux : l'assistance a d'ailleurs suivi les séances avec une assiduité qui témoignait de l'intérêt qu'elle attachait aux questions traitées; et les discussions y ont pris parfois un caractère assez vif pour en fournir la preuve manifeste.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans la première Section, les deux ports de Bordeaux et de Bayonne ont fait l'objet d'importantes communications.

MM. Sorre, professeur à la Faculté de Bordeaux, Blanquet et Broquaire, Ingénieurs des Ponts et Chaussées, ont traité respectivement : le premier, du rayonnement grandissant du port de Bordeaux, non seulement par ses exportations de plus en plus considérablees, mais aussi par le développement de ses industries et sa tendance à prendre un rôle international comme tête de ligne vers l'Europe centrale; le second, l'amélioration considérable réalisée par les travaux récemment exécutés en Garonne, qui ont déterminé un très sensible approfondissement de la passe et permis l'accès des quais de Bordeaux à des navires de 15.000 tonneaux; le troisième, du développement considérable des installations de Pauillac et de Blaye, en voies ferrées, engins de manutention, appontements, etc., en attendant les grands travaux projetés au Verdon et ceux du canal de Grattequina, qui doivent doter le port d'une magnifique rade d'escale et de darses multiples bordées de quais faisant suite au bassin à flot de Bacalan.

M. Le Roy, au nom de la Chambre de Commerce de Bayonne, a signalé par contre la régression notable du trafic du port de cette ville, dont la situation géographique est beaucoup moins favorable et qui, malgré ses excellentes installations, a vu son trafic décroître sensiblement dans les dernières années : on a du moins l'espoir d'une reprise prochaine, lors de la mise en exploitation de la voie ferrée internationale d'Oloron à Jaca (Espagne) et du développement de l'énergie électrique, qui ne tardera pas sans doute à mettre en valeur les ressources naturelles de la région.

La même régression est signalée, sur toutes les voies de navigation intérieure du Sud-Ouest, notamment sur l'Adour, la Baïse et le Lot, sauf pour le canal du Rhône à Cette, dont M. Rogie, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Nîmes, a signalé les très intéressantes caractéristiques, analogues à celles du canal de Marseille au Rhône, mais dont les travaux sont malheureusement suspendus depuis 1908 : un vœu motivé du Congrès en demande la reprise et le prompt achèvement.

Par contre, aucune intervention ne s'est produite en faveur de la voie de grande navigation dite « Canal des deux Mers, qui, naguère, avait été l'objet d'un engouement enthousiaste dans toute la région du Sud-Ouest, sinon dans la France entière : c'est là un fait caractéristique qui mérite assurément d'être signalé et qui semble condamner définitivement cette conception d'un passé récent.

Mais l'abandon justifié du Canal des Deux-Mers ne comporte pas nécessairement celui de l'œuvre remarquable de Riquet, de ce Canal du Midi, dont la région du Sud-Ouest était jadis si fière, et qui pourrait redevenir, moyennant des travaux d'importance raisonnable, une ligne très intéressante de notre réseau de navigation intérieure. Il suffirait de le mettre au gabarit des canaux dits de 1re catégorie, c'est-à-dire d'ouvrir au passage des péniches de 300 t, la ligne existante de Bordeaux à Cette; moyennant des travaux d'importance relativement modeste, comprenant la Garonne fluviale en amont de Bordeaux ou le canal latéral, puis le Canal du Midi. Mais, après la présentation des rapports de M. Chauve, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées à Agen, sur la navigation de la Garonne fluviale, et de son collègue de Toulouse, M. Lagrange, sur le canal latéral et le Canal du Midi, le Congrès, après une discussion confuse, n'a pas pris parti, de sorte que la question

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

demeure entière, avec la fâcheuse perspective d'en voir reculer bien loin la solution, au grand détriment des intérêts de la région.

La même incertitude s'est produite après la communication de M. Richard, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, à Angoulême, sur la navigabilité de la Charente et les divers canaux proposés en vue de la jonction entre les bassins de la Garonne et de la Loire, soit par Libourne, Confolens, Argenton, Châteauroux, Saint-Amand (438 km), soit par Libourne, Périgueux, Limoges, Montluçon (385 km), ou encore par Angoulême et Candes (356 km), avec embranchements sur Niort et la Rochelle. Et, au lieu d'entrer dans le vif de la question et de prendre parti pour le tracé jugé le meilleur, le Congrès s'est borné à recommander de nouvelles études, ce qui équivaut à un ajournement indéfini.

La troisième Section, qui n'a rassemblé qu'un nombre moindre de rapports et de congressistes que les deux précédentes et qui a terminé ses travaux dès le second jour du Congrès, n'en a pas moins traité des questions fort intéressantes, dont quelques-unes touchent d'assez près le sujet de la seconde Section.

C'est ainsi que M. Descombes, Ingénieur en Chef honoraire des Manufactures de l'État, — dans un rapport très condensé — a traité la question intéressante de l' « action hydrologique des forêts » et insisté sur les services que l'agriculture et la houille blanche peuvent attendre du « reboisement ». Des expériences sur ce sujet sont en cours pour déterminer les quantités d'eau déposées par les « condensations occultes ». D'autres doivent être entreprises pour déterminer le renforcement des débits par l'augmentation des « condensations végétales ».

MM. Beigbeder-Camp et Calvat, Ingénieurs du Génie rural, ont traité à leur tour un sujet analogue, sous le titre de l' « Aménagement agricole des bassins pyrénéens », et insistent sur la nécessité de l'utilisation complète et rationnelle de toutes les forces hydrauliques au mieux de l'intérêt général et de l'intérêt économique de la nation. C'est dans ce but qu'ils préconisent l'inventaire des forces hydrauliques et l'établissement de plans d'aménagement des divers bassins; les aménagements agricoles à envisager parallèlement aux aménagements industriels; la création et l'alimentation de réseaux ruraux de distribution d'énergie électrique, etc.

M. Ludovic Gaurier, géologue chargé de mission au Service des Forces hydrauliques du Sud-Ouest, préconise à son tour les études « glaciaires et nivométriques » dans les hautes montagnes, et s'est créé une méthode d'observation, qui permet de suivre en détail la marche de la fusion des neiges et de déterminer les « coefficients de ruissellement ».

Tous sont d'accord sur la nécessité du « reboisement » des terres en friche ou improductives. M. Pierre Buffault, conservateur des Eaux et Forêts à Aurillac, le constate, et va plus loin, en s'efforçant de définir ce qu'on doit entendre par un « reboisement rationnel ». Puis, considérant spécialement le versant ouest du Massif central, il rappelle les efforts déjà faits, indique les voies et moyens d'amélioration progressive désirable, et termine par des vœux qui ont été votés par le Congrès et qui ont pour objet de régulariser et faciliter le reboisement rationnel.

Un dernier rapport de M. Lapasse, conservateur des Eaux et Forêts à Bordeaux, porte sur les Landes, leur aménagement, la reprise du flottage des bois, leur transport sur les voies navigables, et les améliorations possibles.

Un vœu général, résumant les avis émis par les divers rapporteurs et les sections, a été finalement voté par le Congrès sur la question principale qui y a été

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

traitée, celle de la production de l'énergie électrique. Ce vœu préconise la libre concurrence, la participation financière de l'État, la préférence accordée aux collectivités et la recherche du maximum de rendement des installations existantes, avant d'en établir de nouvelles.

Le Congrès s'est terminé — avant le départ pour l'excursion dans les Pyrénées — par un banquet présidé par M. Yves Le Trocquer, ministre des Travaux publics, qui, dans un discours de haute envolée, et devant une assemblée nombreuse et enthousiaste, a constaté le succès de l'œuvre entreprise, félicité les initiateurs, remercié les rapporteurs, et fait entrevoir la France tout entière sillonnée, dans quelques années, par un vaste réseau de canalisations à haute tension, transportant, sur tout le territoire, la force motrice électrique en provenance des montagnes des Alpes, des Pyrénées, du Massif central, sous la forme de *houille blanche*, à laquelle viendraient s'ajouter la *houille verte* de nos cours d'eau et la *houille bleue*, que la mer, qui baigne nos côtes de la Manche et de l'Océan, ne tardera sans doute pas à nous apporter à son tour, pour le plus grand développement de nos industries.

G. BECHMANN,
*membre du Conseil.*

---

## Les expositions du mobilier au Pavillon de Marsan et au Salon d'Automne de 1922.

PAR

M. H.-R. D'ALLEMAGNE,

*membre du Conseil.*

En parcourant ces deux expositions, qui présentent entre elles beaucoup de points communs, on est frappé de l'effort réellement appréciable que depuis quelques années les artistes et les industriels ont fait pour créer des formes et des décors nouveaux.

Au point de vue du mobilier, on doit malheureusement reconnaître que le résultat n'a peut-être pas toujours répondu d'une manière très efficace à la peine que l'on s'est donnée pour faire mieux qu'autrefois.

On peut diviser en deux catégories distinctes les expositions actuelles. Les unes, et à notre avis ce sont de beaucoup les plus intéressantes, tendent à produire des mobiliers présentant un certain cachet et pouvant être établis à des prix relativement bas, puisque la simplicité de leur fabrication permet de les établir en série. Dans la seconde catégorie, nous ferons rentrer toutes les tentatives plus ou moins artistiques où l'on cherche le progrès dans l'emploi de bois précieux.

En ce qui concerne la première catégorie, nous devons signaler les résultats réellement intéressants qui ont été obtenus par certains magasins de nouveautés, qui arrivent à faire des salles à manger et des chambres à coucher dont le prix de vente peut soutenir la comparaison avec les prix d'avant-guerre.

Nos grands caravansérails parisiens se sont adjoint pour ce genre de fabri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cation, des directeurs artistiques dont le nom seul est tout un programme : tel le nom de M. DUFRESNE, qui s'occupe de l'ameublement aux Galeries Lafayette; celui de M. FOLLOT, le célèbre dessinateur de tapis, qui a consacré son temps aux Magasins du Bon Marché. Citons encore les productions réellement très artistiques du rayon Primavera des Magasins du Printemps.

Dans la seconde catégorie, les meubles de haut luxe, nous ferons remarquer qu'au Salon d'Automne, on a obtenu de fort beaux résultats par l'emploi de bois provenant de l'Afrique Équatoriale, bois veinés ou satinés, qui sont utilisés comme plaquages et dont un usage judicieux produit souvent les plus heureux effets. Nous signalerons tout particulièrement l'emploi de découpages de ces bois se détachant sur un fond rouge; il y a là une idée qui pourrait être utilement exploitée.

Le fer forgé et repoussé, employé comme plaques décoratives sur les meubles, est une heureuse utilisation de l'art de nos anciens ferronniers qu'il conviendrait d'encourager et, à ce sujet, nous ne pouvons manquer de constater qu'il y a de ce côté-là un effort très visible qui a déjà donné de fort beaux résultats. Avec les procédés actuels de soudure, on peut en effet réaliser des tours de force qui auraient paru absolument insurmontables aux serruriers du Moyen Age.

Là où nous avons constaté les progrès les plus sensibles, c'est dans l'établissement des appareils destinés au luminaire. Pendant longtemps, en effet, on s'est contenté de surmonter d'une lampe électrique les chandeliers et les lustres qui avaient été fabriqués pour l'utilisation de l'éclairage à la bougie, au pétrole ou au gaz. Depuis quelque temps, on s'est aperçu que l'électricité demandait à être mieux comprise, qu'il fallait s'appliquer à cacher la source lumineuse, car l'acuité du filament rayonnant de la lampe blesse la rétine de l'œil de l'observateur : c'est ce qui a donné naissance à l'invention des coupes en albâtre, en marbre ou en pâte de verre qui diffusent la lumière et la renvoient au plafond.

Maintenant, on s'applique plus spécialement à entourer les lampes de clochettes en cristal plus ou moins teinté. On peut ainsi éclairer directement la pièce : ce procédé donne un rendement infiniment meilleur du pouvoir éclairant des ampoules.

La leçon qui se dégage de l'impression produite par les expositions du Pavillon de Marsan et du Salon d'Automne, c'est que l'union des artistes et des industriels doit être plus étroite et plus intime que jamais. Le dessinateur, en effet, qui ne connaît pas à fond la technique des matières qui devront être employées pour la réalisation de ses dessins, peut commettre souvent des fautes lourdes, car il demande à la matière employée plus qu'elle ne peut donner et alors, quand bien même, par un tour de force et d'habileté, on arrive à réaliser sa maquette, l'objet ainsi produit n'est pas rationnel et, par suite, il est condamnable.

D'autre part, les artisans ou les industriels qui veulent se passer du concours des artistes, pêchent souvent à la fois par la composition et par le défaut d'invention. Ils reproduisent involontairement des formes et des objets déjà vus, ce qui n'est pas la manière de faire progresser les arts industriels en France.

Nous ne saurions donc trop recommander aux uns et aux autres de marcher la main dans la main et de s'entr'aider; nous sommes persuadés que cette entente, qui est déjà en grande partie réalisée, ne fera, avec le temps, que s'accroître et s'affermir pour la plus grande gloire de notre industrie française.

HENRY-RENÉ D'ALLEMAGNE,
*membre du Conseil.*



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# COMPTES RENDUS

## DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

### SÉANCE PUBLIQUE

DU 18 NOVEMBRE 1922.

Présidence de M. L. Baclé, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance publique du 1er juillet est adopté.

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

MM. Solvay et Cie, 33, rue du Prince-Albert, Bruxelles (Belgique), présentés par MM. Baclé et Lindet (membre perpétuel);

M. Pozzi-Escot (Marius-Emmanuel), ingénieur-chimiste, professeur de chimie à l'Institut agronomique industriel de Lima, casilla 446-456, Lima (Pérou), présenté par M. Lindet et M. E. Barbet;

la Société du Musée de Fleurier, à Fleurier (Suisse), présentée par M. Guillaume;

M. Loffet (Georges), Ingénieur des Arts et Métiers, ingénieur-conseil, professeur d'enseignement technique, directeur du Cours d'Enseignement industriel, 94, rue d'Amsterdam, Paris (9e), présenté par M. Quantin et M. Guillery.

M. Casacov (Christo), ingénieur, ancien élève de l'École municipale professionnelle d'Odessa et du Conservatoire national des Arts et Métiers de Paris, 137, West, 84 Street, New York City (U. S. A.), présenté par M. Sauvage et M. Guillet;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Poirier (René), industriel, 12, rue Cavallotti, Paris (18e), présenté par M. Albert Collet;

M. Derihon (Martin-Guillaume), administrateur-directeur de « la Manestamp » à Charleville (Ardennes), 125, avenue des Champs-Élysées, Paris (8e), présenté par M. Nusbaumer et M. Fremont;

M. Prache (Paul-Charles-François), Ingénieur des Arts et Manufactures, 17, avenue Niel, Paris (17e), présenté par M. Larivière et M. Lemaire;

M. Juel (Maurice), chef de laboratoire à la Société des Moteurs Salmson à Billancourt, 9, Villa des Hautes-Sorrières, Meudon (Seine-et-Oise), présenté par M. Androuin;

M. de Lacretelle (Robert), avocat-conseil, secrétaire parlementaire, membre de la Société d'Études législatives, 12, rue de Liége, Paris (9e), présenté par MM. Maurice Dupont et Effenterre;

M. Euverte (Ernest), directeur au Comptoir sidérurgique de France, 18, rue du Pré-aux-Clers, Paris (7e), présenté par M. Baclé (1923);

M. Colpin (Jean), diplômé de l'École de Mécanique de Liége, sous-chef de service technique à la Compagnie de Construction mécanique de Saint-Denis, 26. rue Chaptal, Levallois-Perret (Seine), présenté par M. Sauvage (1923).

M. Baclé, *président*, a le regret de faire connaître les décès suivants :

M. **Fouret**, membre de notre Conseil depuis 1888, ancien examinateur d'admission à l'École Polytechnique, officier de la Légion d'honneur. Un des plus anciens de nos collègues, M. Fouret était aussi un des plus dévoués à l'œuvre de notre Société : comme membre de notre Commision des Fonds notamment, il avait assumé la tâche lourde et ingrate, chaque année et depuis fort longtemps, de vérifier les comptes de notre Société.

M. **Georges Lemoine**, ancien président de l'Académie des Sciences, Inspecteur général des Ponts et Chaussées et professeur de chimie à l'École Polytechnique. M. G. Lemoine a mené de front, au cours de sa longue et laborieuse carrière, des recherches sur différents sujets de chimie et de travaux publics.

On lui doit une étude sur la transformation allotropique du phosphore et sur le sesquisulfure de phosphore qui a été substitué, depuis 1898, au phosphore dans la fabrication des allumettes.

Mais c'est surtout à l'étude de la dissociation et des équilibres chimiques que Lemoine a attaché son nom.

Dans ces dernières années, il avait élucidé l'action de l'acide iodique sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'acide oxalique et publié plusieurs notes sur la catalyse de l'eau oxygénée par les oxydes et par le charbon.

Tout en pratiquant le culte de la science pure, a dit M. Haller dans la séance de l'Académie des Sciences du 20 novembre 1922, Lemoine restait ouvert aux contingences journalières de son importante tâche d'ingénieur. Cette dualité assure à sa mémoire la pérennité, et dans les annales de la chimie française, et dans le corps distingué auquel il a appartenu. On lui doit notamment des travaux importants d'hydrologie. A l'Académie des Sciences, où il avait succédé à Friedel, Lemoine était le doyen de la Section de Chimie.

M. **Henry Vallot**, membre à vie de la Société d'Encouragement. Ancien élève de l'École Centrale des Arts et Manufactures, après s'être occupé de questions de mécanique, notre collègue s'était, depuis de longues années, plus particulièrement spécialisé dans l'étude du massif des Alpes et du Mont-Blanc. Il consacra tout son temps dans ces dernières années à dresser une carte de ces massifs et il a créé un refuge et un observatoire qui portent son nom. Il était membre du Comité national de Géodésie et de Géophysique et administrateur de la Société d'Études topographiques. Il était chevalier de la Légion d'honneur.

M. **E. Candlot**, Ingénieur des Arts et Manufactures. Dès son entrée dans l'industrie, M. Candlot se spécialisa dans la question des ciments, industrie à laquelle il fit faire de grands progrès et où il acquit une grande notoriété. Il était conseiller du Commerce extérieur de la France, président honoraire de l'Union des Fournisseurs du Bâtiment, président du Conseil d'administration de la Société des Ciments de l'Indochine, de la Compagnie algérienne des Chaux et Ciments, de la Société des Chaux, Ciments et Matériaux de Constructions au Maroc. Il était membre de la Commission des Chaux et Ciments au Ministère des Travaux publics et chevalier de la Légion d'honneur.

M. **L. Boudenoot**, ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École nationale supérieure des Mines, membre à vie de la Société d'Ecouragement, sénateur. M. Boudenoot s'est occupé plus spécialement pendant toute sa carrière de questions géologiques et métallurgiques. D'abord député du département du Nord, il fut élu sénateur en 1901 et eut son mandat constamment renouvelé. Il avait acquis une grande autorité au Sénat. dont il fut vice-président et président de la Commission de l'Armée. M. Boudenoot était conseiller général du Pas-de-Calais, membre du Comité consultatif de Navigation et des Ports et du Comité de l'Exploitation technique des Chemins de fer, du Conseil de Perfectionnement de l'École nationale supérieure des Mines et du Conseil d'administration du Conservatoire des Arts et Métiers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. **André Dalmar**, ingénieur-constructeur, à Rouen.

M. **Rodrigues-Ély**, ancien élève de l'École polytechnique, président de la Chambre syndicale des Fabricants de Lampes et de Ferblanterie, officier de la Légion d'honneur.

M. **Jules Siegfried**, député de la Seine-Inférieure, ancien ministre du Commerce, doyen de la Chambre des Députés. Il s'intéressait particulièrement aux œuvres de prévoyance sociale ou d'intérêt public.

M. **Émile Soulié**, Ingénieur civil des Mines.

M. **L. Lemerle**, ancien élève de l'École polytechnique, président de la Compagnie centrale des Émeris, chevalier de la Légion d'honneur.

Dans cette trop longue et douloureuse liste des collègues que nous avons perdus depuis notre dernière réunion, je dois une mention spéciale à M. **Élie Reumaux**, président de la Société des Mines de Lens qui a succombé accidentellement le 28 octobre dernier en gare d'Ars-sur-Moselle dans une chute qu'il a faite en tombant d'un train en marche. Vous savez en effet que, malgré son âge avancé atteignant 83 ans, M. Reumaux continuait encore à s'occuper avec cette même ardeur au travail et cette même activité juvénile qui ont caractérisé toute sa vie. Je n'essaierai pas de retracer devant vous les étapes de la laborieuse et brillante carrière de M. Reumaux qui occupera comme ingénieur et comme administrateur une place éminente dans l'histoire de la Société des Mines de Lens et même, peut-on le dire, dans celle du pays tout entier dont il a été un des bons serviteurs.

Il me suffira de rappeler qu'en sortant de l'École supérieure des Mines de Paris, il entra en 1863 comme ingénieur à la Société des Mines de Lens et y franchit successivement tous les degrés de la hiérarchie. En 1886, il était placé à la tête des services techniques de la compagnie dont il devint ensuite directeur général, puis administrateur et président du Conseil, poste qu'il occupait encore au moment de son décès. Pour montrer toute l'importance de la situation qu'il s'est acquise, du rôle éminent qu'il a joué, par l'impulsion énergique qu'il sut imprimer à tous les services de la compagnie, par le développement continuel qu'il sut apporter dans la production houillère des mines de Lens, il me suffira de dire qu'il réussit à décupler celle-ci, et, partant du chiffre de 350.000 t qu'elle atteignait annuellement en 1870, il la porta graduellement en effet, à celui de 3.800.000 t, qui fut atteint en 1913, la veille de la guerre; la production aurait certainement dépassé 4 millions de tonnes si la guerre n'était pas intervenue. Pendant l'invasion allemande, sans se préoccuper des souffrances et des dangers qui le menaçaient, il se

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

refusa à quitter la ville de Lens car il voulait par sa présence, apporter à la population ouvrière qu'il aimait tant et dont il était aimé, l'appui matériel et moral qui lui était nécessaire.

Vous connaissez toutes les douleurs et les angoisses qu'il éprouva en assistant à la destruction méthodique, par un ennemi aussi barbare que savant, de ces installations de Lens dont il avait fait un des plus beaux spécimens de l'art des mines, et en voyant ainsi s'anéantir en partie sous ses yeux l'œuvre à laquelle il avait consacré sa vie entière attaché toutes ses affections d'ingénieur. Aussi la nouvelle de sa libération provoqua-t-elle une joie unanime parmi tous ses collègues ingénieurs, et tous ses compatriotes, qui savaient apprécier la grandeur de son œuvre; je puis dire que les sociétés techniques, comme la nôtre, et les grandes écoles d'ingénieurs tinrent à honneur de s'associer à la manifestation solennelle que l'Association des Ingénieurs de l'École des Mines de Paris organisa le 28 mars 1917 pour fêter le retour en France d'un de ses membres les plus éminents.

C'est qu'en effet, en France et à l'étranger, nul n'ignorait la part si importante que Reumaux a prise dans les progrès de toute nature, techniques ou moraux, qui ont si profondément transformé l'art des mines au cours de la seconde moitié du siècle dernier, et son nom était devenu en quelque sorte le symbole même de l'industrie minière. Depuis son retour en France, et dès même son passage en Suisse, lors de son rapatriement, il s'occupa avec la même activité inlassable de la restauration des mines dévastées sans vouloir prendre jamais le repos auquel il avait tant de droit et c'est au cours d'un voyage d'études qu'il a ainsi trouvé la mort.

Il eut au moins la suprême consolation d'assister à la résurrection de son œuvre, à la réfection de ces puits d'extraction de Lens que les Allemands se flattaient d'avoir anéantis à jamais.

Nous conserverons le souvenir d'Élie Reumaux comme celui d'un ingénieur éminent qui fut un bon serviteur de la France, et notre Société se rappellera toujours avec fierté que nous avons eu l'honneur de le compter dans nos rangs.

Nous adressons aux familles de nos regrettés collègues l'expression de notre vive sympathie.

M. Baclé, *président*. — J'ai le plaisir de vous annoncer la nomination dans la Légion d'honneur de deux de nos collègues du Conseil :

M. Chesneau, directeur de l'École nationale supérieure des Mines, membre du Comité des Arts chimiques, bien connu pour ses travaux, tant ceux de laboratoire que ceux qui touchent à l'art des mines spécialement sur le grisou, a été promu commandeur de la Légion d'honneur;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. GUILLERY, de notre Comité des Arts mécaniques qui a été nommé chevalier de la Légion d'honneur. M. Guillery est directeur des Établissements Malicet et Blin qui se sont spécialisés dans la construction des appareils dont il est l'inventeur, appareils destinés à l'essai des métaux et des matériaux de construction, et qui, aujourd'hui, sont en usage courant dans les usines tant en France qu'à l'étranger.

J'adresse à nos deux Collègues mes très vives félicitations au nom de notre Société tout entière.

M. BACLÉ, *président*. — Deux de nos collègues ont bien voulu par leurs libéralités nous aider à la publication de notre *Bulletin*, qui grève si lourdement notre budget : M. LOUIS LUMIÈRE, membre correspondant de notre Conseil, nous a versé 500 francs, et M. LÉON APPERT, membre de notre Conseil, nous a versé 350 francs.

Que ces deux collègues veuillent bien recevoir les remerciements de notre Société.

MM. TOULON et H. HITIER, *secrétaires*, présentent et analysent quelques-uns des ouvrages offerts récemment à la Société ou acquis par elle et qui ont été versés à notre Bibliothèque.

M. HITIER présente les ouvrages suivants :

*La vie pastorale dans les Alpes françaises*. Étude de géographie humaine, par M. PHILIPPE ARBOS;

*Les édifices physico-chimiques*. Tome II : *la molécule*; *équilibre et réactions chimiques*, par M. ACHALME;

*Ministère de l'Agriculture. Direction générale des Eaux et Forêts. Service des grandes Forces hydrauliques* (Région du Sud-Ouest). Résultats obtenus : Pour le bassin de l'Ariège pendant les années 1917 et 1918; pour le bassin de l'Aude pendant les années 1917 et 1918; pour les bassins de l'Agly, de la Têt, du Tech et du Sègre pendant les années 1917 et 1918.

M. TOULON présente les ouvrages suivants :

*Cours de mesures électriques*, professé à l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie; livre II : *Essais de machines*, par M. E. VIGNERON;

*La coloration des métaux*. Nettoyage, polissage, patinage, oxydation, métallisation, nielle, par M. J. MICHEL;

*Manuel du cordonnier* (Bibliothèque professionnelle), par M. A. LIÉGEART;

*Manuel du mineur* (Bibliothèque professionnelle), par J. DENIS;

*Manuel du mécanicien-automobiliste* (Bibliothèque professionnelle), par M. R. DUBŒUF.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. SAUVAGE présente, au nom du Comité des Arts mécaniques, un rapport sur un *appareil automatique d'alimentation des chaudières*, imaginé par Mlle YVONNE CHRÉTIEN.

Ce rapport est approuvé (1).

M. BACLÉ, *président*. — M. Édouard Belin, que vous allez entendre, n'est pas un inconnu pour notre Société. Elle a eu la satisfaction de récompenser ses premiers travaux en 1908, après qu'il nous eut présenté en 1907 son ingénieux télestéréographe.

M. Belin veut bien nous entretenir à nouveau ce soir d'un sujet particulièrement passionnant dans lequel il est passé maître et, à une époque où la science multiplie sous nos yeux des découvertes qui, dans le passé, auraient stupéfié nos pères, celles que M. Belin a contribué à réaliser par ses études et ses persévérantes recherches, nous apparaissent comme plus surprenantes, on pourrait même dire comme plus merveilleuses encore.

Il s'agit en effet de la téléphotographie, cette transmission des images par l'électricité, ce problème merveilleux à la solution duquel M. Belin s'est consacré depuis de longues années et dont il nous a entretenus déjà à deux reprises différentes.

En 1907, lorsqu'il nous présenta les premiers résultats obtenus avec son téléstéréographe, il utilisait pour la transmission les reliefs des photographies obtenues à la gélatine bichromatée. Les valeurs de ces reliefs étaient traduites électriquement par un rhéostat minuscule mis en série avec la ligne télégraphique et les variations de courant qui en résultaient se trouvaient à leur tour transformées par un dispositif approprié en variations lumineuses sur l'écran récepteur.

Ce procédé donnait d'excellents résultats, mais comme la transmission était trop lente, M. Belin s'est attaché à le perfectionner, et il nous présenta, le 7 novembre 1913, un appareil nouveau grâce auquel il obtenait à grande distance des transmissions rapides sans aucune altération des documents originaux et cela en employant des appareils transmetteurs très portatifs éminemment propres au reportage téléphotographique. La guerre a empêché M. Belin de nous donner, pour notre *Bulletin*, l'intéressant mémoire que nous attendions comme suite de cette communication.

De même, en 1913, il a étudié et construit un appareil automatique émetteur de signaux horaires qui est en fonctionnement depuis cette époque à l'Observatoire de Paris où il assure l'envoi, par la Tour Eiffel, des signaux horaires (schéma international).

(1) Ce rapport a été publié *in extenso* dans le *Bulletin* de novembre 1922, pages 875 et 876.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, en août 1921, il a réalisé la première transmission d'un texte autographique par T. S. F. d'Amérique en France.

Il espère achever d'ici quelques mois une machine qui assurera la transmission ultra-rapide de la composition des journaux.

M. Édouard Belin fait une communication sur *l'état actuel de la radiotélégraphie des dessins, textes et photographies.*

Les premiers travaux de M. Belin ont eu pour point de départ la recherche d'une solution au problème de la télévision dans lequel on se propose de voir directement des événements vécus loin de soi. La solution de ce problème n'apparaît plus aussi difficile aujourd'hui qu'il y a vingt ans, grâce aux immenses progrès réalisés dans ces dernières années, mais M. Belin dut y renoncer bientôt pour se consacrer à une tâche beaucoup plus modeste, mais d'une plus grande portée pratique : la transmission des documents écrits.

L'abbé Caselli, en 1865, donna le premier une solution parfaite, mais malheureusement prématurée du problème de la téléphotographie. Le professeur Korn, de Munich, en a donné, lui aussi, plus tard, une solution, mais très imparfaite en raison de la lenteur de la transmission. Il utilise, en effet, l'exploration du document à transmettre par une cellule de sélénium, élément plus ou moins bon conducteur selon qu'il est plus ou moins éclairé, mais qui présente une inertie considérable.

M. Belin rappelle les principes généraux de sa méthode téléphotographique dont le but était bien à l'origine de transmettre les photographies, textes écrits et dessins, mais en utilisant les canalisations télégraphiques. Au départ, le document, qui présente le léger relief des photographies à la gélatine bichromatée, est enroulé sur un cylindre qui tourne devant un interrupteur léger; celui-ci fonctionne au passage de chaque trait devant un stylet explorateur et émet un courant sur la ligne.

A l'arrivée, les émissions sont reçues par un galvanomètre du type de l'oscillographe Blondel et les mouvements du spot ont pour conséquence d'éclairer, quand il convient, une fente qui découvre une préparation photographique tendue sur un cylindre maintenu, par un dispositif spécial, en synchronisme exact avec le transmetteur. Ce dispositif utilise des chronomètres et a pour effet une remise à l'heure exacte par l'envoi d'un courant de correction à chaque tour de cylindre. Il réalise le synchronisme à moins de 1/750 de seconde.

Dans le cas des photographies proprement dites, qui présentent toutes les gradations des demi-teintes, et non du noir sur du blanc comme les textes écrits, l'interrupteur de départ est remplacé par un microphone spécial. A l'arrivée, la lumière réfléchie par le galvanomètre est plus ou moins éteinte par l'intercalation d'un écran de verre dégradé ou « gamme de teintes ».

Tous les perfectionnements apportés aux appareils de transmission et de réception par télégraphie ordinaire ont permis la transmission à de très grandes distances et de réduire considérablement l'encombrement du poste de transmission.

Les premiers dispositifs utilisaient le courant continu; mais, pour rendre l'appareil vraiment pratique, il fallait pouvoir utiliser les lignes téléphoniques, et cela à partir d'un poste d'abonné quelconque, c'est-à-dire recourir à un courant de même

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

forme que ceux qui sont employés par le téléphone, soit alternatif de 800 périodes. La recherche de la solution du problème conduisit à rechercher l'utilisation de la télégraphie sans fil.

En 1914, M. Belin venait de résoudre le problème de la synchronisation de deux mobiles sans lien matériel et allait, comme conséquence, tenter de premières expériences de téléphotographie sans fil lorsque survint la mobilisation.

Ses recherches furent reprises en 1917 et des expériences furent poursuivies à Meudon dans le but, et avec l'espoir d'aider à la défense nationale, de réaliser un système cryptotélégraphique assurant le secret des messages télégraphiques et radiotélégraphiques. Les premiers résultats vraiment pratiques ne furent obtenus cependant qu'en 1920.

Les choses en étaient là quand, en 1921, sur l'insistance d'un grand quotidien parisien et de quelques amis, M. Belin résolut de tenter des expériences de transmission radiotélégraphique de dessins et d'écriture entre la France et l'Amérique.

Grâce au concours de l'Administration française des P. T. T. et à celui de la Marine américaine, une série d'expériences furent tentées, mais dans des conditions très défavorables, au cours de l'été 1921 et, le 5 août, un premier message autographe lancé par-dessus l'Atlantique parvint à Paris.

Quelques semaines plus tard, grâce à l'intervention bienveillante du général Ferrié, des expériences semblables, mais plus heureuses, purent avoir lieu en sens contraire, et c'est ainsi que M. Belin reçut lui-même aux États-Unis, à Bar-Harbor, dans l'île de Mount Desert, près de la frontière canadienne, des messages autographes de M. Briand et du général Pershing, alors en France. Le problème était résolu.

La solution trouvée par M. Belin présente des avantages nombreux; aussi peut-on, maintenant, envisager les applications pratiques de la nouvelle méthode. Son principal avantage est de garantir au destinataire l'authenticité du document qu'il reçoit; le second est de permettre la lecture du document dans bien des cas où, par l'excès de parasites atmosphériques, la lecture au son devient impossible. Le secret de la transmission est d'une réalisation très facile, car un très faible désaccord dans la synchronisation suffit pour faire perdre toute lisibilité au document reçu. Des expériences ayant un but pratique se poursuivent actuellement entre la puissante station de Sainte-Assise et une des stations d'Orient appartenant à la Compagnie Générale de Télégraphie sans Fil.

Au cours de ces expériences, les documents transmis sont, soit des textes autographes, soit des textes traduits en signes conventionnels, constituant en quelque sorte une sténographie spéciale capable d'augmenter, peut-être de manière très appréciable, le rendement commercial de la radiotélégraphie.

Le système Belin transmettant toutes les figures, quelles qu'elles soient, il est évident qu'il est désigné pour la transmission des écritures idéographiques, telles que le chinois et le japonais. Actuellement, l'emploi de l'alphabet Morse en télégraphie, avec ou sans fil, ne permet la transmission des dépêches dans ces langues qu'en recourant à une traduction, une transcription ou à une codification dont les inconvénients sont nombreux; le moindre est la lenteur, le pire est l'infidélité. En effet, le Morse transmet en réalité des lettres qui, par leur réunion, forment des sons dans les langues occidentales, puisque ces langues ont toutes une écriture phonétique. L'emploi du Morse ne convient donc pas aux langues à écriture idéographique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'est pas douteux que sous peu, grâce aux puissantes stations de radiotélégraphie dont l'action combinée tend à couvrir toute la surface du globe, le télégraphe permettra aux peuples de race jaune d'échanger leurs messages aussi aisément que les occidentaux. Dès à présent, la méthode de M. E. Belin pourrait couramment servir à la transmission radiotélégraphique des empreintes digitales nécessaires à l'identification des délinquants.

E. L.

M. Baclé, *président*. — Vos applaudissements expriment mieux que je ne saurais le faire combien vous avez apprécié les beaux travaux dont M. Édouard Belin vient de nous rappeler trop brièvement l'histoire. Vous avez retrouvé en effet, dans l'exposé de ses procédés, cette ingéniosité dont il a donné tant de preuves et qui, appuyée sur une persévérance inlassable, lui apportait certainement la meilleure garantie d'un succès mérité auquel nous sommes si heureux d'applaudir.

Nous le félicitons autant des résultats remarquables qu'il a obtenus et dont il vient de nous donner un spécimen, que de la persévérance qu'il a montrée en restant constamment dans la voie où il s'était engagé pour arriver à réaliser des appareils vraiment industriels, commodes et d'un fonctionnement impeccable pour ainsi dire entre toutes les mains. Nous souhaitons de tout cœur qu'il réussisse à atteindre la dernière étape qu'il s'était assignée, et cela afin qu'il puisse reprendre son beau rêve d'autrefois, la télévision, et qu'il le réalise enfin, puisque lui-même le considère beaucoup plus réalisable aujourd'hui qu'il y a vingt ans. Nous serons heureux d'insérer dans notre *Bulletin* le très intéressant mémoire que M. E. Belin nous remettra sur ses travaux et qu'il fera remonter, nous l'espérons, à 1913.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

## EN NOVEMBRE 1922

BARY (PAUL). — Les colloïdes dans l'industrie. **Le caoutchouc.** In-8 (25 × 16) de 255 p., 0 fig. **Bibliographie.** Paris, Dunod, 1923. (*Don de M. Paul Bary.*) **16451**

DE PRAT (D.). — **Nouveau manuel complet de filature.** 2e partie : **Fibres végétales** (*Manuels Roret*). In-18 (15 × 10) de VI + 514 p., 101 fig. Paris, L. Mulo, 1922. **16452**

GUILVERT (PAUL). — **Manuel du peintre en décors** (Filage. Lettres). (*Bibliothèque professionnelle.*) In-18 (16 × 10) de 232 p., 105 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1922. **16453**

DUMESNIL (P.). — **Fabrication de la poussière blanche. Chaux. Ciment. Plâtre.** In-8 (24 × 16) de 468 p., 40 fig. **Bibliographies**, p. 404-407 et 460. Paris, Revue des Matériaux de construction et de Travaux publics, 148, boulevard Magenta, 1922. **16454**

VU[illegible]N (M.). — **L'industrie des agglomérés et pierres artificielles** (Blocs, moellons, tuiles, carreaux, silico-calcaires, etc.). Technique et économie de la fabrication et de l'emploi. In-8 (24 × 15) de II + 149 p., 82 fig. Paris, 148, Boulevard Magenta, 1922. **16455**

CAQUAS (J.-M.). — **Organisation administrative industrielle appliquée à la construction mécanique en petite et moyenne série.** In-4 (27 × 18) de 80 p., 32 modèles de documents. Paris, Dunod, 1922. **16456**

TOCHÉ (CARLO). — **La radiotéléphonie.** In-8 (24 × 18) de 98 p., 44 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **16457**

SEYEWETZ (A.). — **Le négatif en photographie.** 2e éd. (*Encyclopédie scientifique*). In-12 (18 × 12) de 308 p., 44 fig. **Bibliographie**, p., 289-291. Paris, Gaston Doin, 1923. **16458**

GUÉRIN (MAURICE). — **Les brevets d'invention dans l'industrie chimique.** Législation, jurisprudence. In-8 (25 × 16) de 188 p., **Bibliographie**, p. 183-185. Paris, Librairie Dalloz, 1922. **16459**

**Congrès de la pomme. Rennes, 4, 5, 6 novembre 1921.** In-8 (24 × 16) de 358 p. Rennes, Imprimeries réunies, 1922. **16460**

**Gedenkboek aangeboden aan H. KAMERLINGH ONNES, Directeur van het Laboratorium bij gelegenheid van zijn vertigjarig professoraat op 11 november 1922.** In-8 (27 × 18) de 458 p., fig., IV pl. Leiden, Eduard Ijdo, 1922. **16461**

CESTRE (CHARLES). — **L'usine et l'habitation ouvrière aux États-Unis.** In-12 (19 × 12) de XXXVI + 301 p., Paris, Éditions Ernest Leroux, 1921. (*Don de M. Charles Cestre.*) **16462**

***

SAUVAGE (ÉDOUARD). — **Feed-water heaters for locomotives.** (*Minutes of Proceedings of the Meeting of the Institution of Mechanical Engineers*, in Paris, june 1922, p. 715-734, 9 fig.) (*Don de M. Sauvage, Membre du Conseil d'Administration.*) **Pièce 12735**

FERET (R.). — **Essais prolongés de résistance et de décomposition des principaux types de liants hydrauliques.** (*Annales des Ponts et Chaussées*, IV, 1922, 33 p., IV pl.) (*Don de M. R. Feret, Membre de la Société.*) **Pièce 12736**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LOZACH (P.). — **Agglomérés et pierres artificielles.** Considérations générales et technique particulière. In-8 (24 × 16) de 39 p., 2 fig. Paris, Revue des matériaux de construction et de travaux publics, 1922. **Pièce 12737**

BREGUET (LOUIS). — **L'avenir de l'aviation.** Exposé présenté à M. le Président de la République française, le 16 novembre 1921, à l'occasion de l'inauguration solennelle du 1er Congrès international de la navigation aérienne. In-8 (25 × 16) de 15 p. Paris. Imp. L. Maretheux, 1, rue Cassette. (*Don de M. Louis Breguet, Membre de la Société.*) **Pièce 12738**

BREGUET (LOUIS). — **Le rendement aérodynamique des avions et le prix des transports aériens.** Conférence faite à Londres, le 6 avril 1922, devant la « ROYAL AERONAUTICAL SOCIETY. (*L'Aéronautique.*) In-4 (31 × 24) de 10 p. (*Don de M. Louis Breguet, Membre de la Société.*) **Pièce 12739**

**Compte rendu du 1er concours de machines à calculer et de machines comptables,** organisé à Paris, le 24 avril 1921. (*La Revue du Bureau*, supplément au n° 124, juin 1921.) In-4 (27 × 21) de 80 p., fig. Paris, 97, avenue La-Bourdonnais (7e). **Pièce 12740**

MATIGNON (CAMILLE). — **L'avilissement du mark. Sa répercussion sur la situation de l'industrie française des produits de synthèse.** (*Chimie et Industrie*, septembre 1922, 3 p.) Paris, 49, rue des Mathurins. **Pièce 12741**

**D'un système de télégraphie pour circuits à un seul fil avec retour par la terre, troublés par la traction électrique à courant alternatif.** (*Congrès international des chemins de fer*, IXe session, Rome 1922.) In-4 (31 × 21) de 8 p., 4 fig. Rome, 1922. **Pièce 12742**

**Madagascar. Démographie indigène.** (*Bulletin économique de Madagascar*, 4e trimestre de 1921, 2 p., 2 cartes.) **Pièce 12743**

***

**Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie.** Vol. IV, années 1913-1914-1915-1916. 2e partie. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **Pér. 63**

ASSOCIATION FRANCO-BELGE POUR L'ESSAI DES MATÉRIAUX. — **1922. 2e procès-verbal, séance du 1er avril 1922.** Paris, Éditions de la *Revue de Métallurgie*, 5, cité Pigalle. **Pér. 343**

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin technique, n° 10** (octobre 1922) : *Le réducteur de vitesse sur les moteurs d'aéronautique*, par le Capitaine G. LEHR, 30 p., 8 fig. **Pér. 117**

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR. — **Situation financière des départements en 1918.** Melun, Imprimerie administrative, 1922. **Pér. 135**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TRAVAUX PUBLICS. — **Bulletin n° 18 (2e trimestre 1922).** Paris, 19, rue Blanche (9e). **Pér. 408**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Mémoires présentés.** Tome III : *Dolomieu en Égypte (30 juin 1798-10 mars 1799)*, par A. LACROIX et G. DARESSY, VIII + 140 p., 1 carte. Le Caire, 1922. **Pér. 32**

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES, DE LA CONSTRUCTION MÉCANIQUE, ÉLECTRIQUE ET MÉTALLIQUE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT. — **Annuaire 1922.** Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 86**

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE NAVIRES ET DE MACHINES MARINES. — **Annuaire 1922-1923.** Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 91**

CHAMBRE SYNDICALE DES FABRICANTS ET DES CONSTRUCTEURS DE MATÉRIEL POUR CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS. — **Annuaire 1922-1923.** Paris, 7, rue de Madrid (8e) **Pér. 399**

INSTITUTION OF ENGINEERS AND SHIPBUILDERS IN SCOTLAND. — **Transactions.** Vol. LXV (session 1921-1922). Glasgow, 39 Elmbank Crescent, 1922. **Pér. 5**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

**The Mineral Industry**. — Vol. XXX, **1921**. New York, Mc Graw-Hill Book Company, **1922**. **Pér. 198**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, Vol. XVII (**1922**), n° **438** : *Tests of stellar radiometers and measurements of the energy distribution in the spectra of 16 stars*, by W. W. COBLENTZ, p. 725-750, 4 fig., II pl. — Vol. XVIII (**1922**), n° **439** : *Sensitometry of photographic emulsions and a survey of the characteristics of plates and films of American manufacture*, by R. DAVIS, F. M. WALTERS, p. 1-120, 22 fig., LXXXVI pl.

**Technologic Papers**, Vol. XVI (**1922**), n$^{os}$ **211** : *Radiators for aircraft engines*, by S. R. PARSONS, D. R. HARPER, p. 247-430, 152 fig., V pl. **Bibliography**, p. 407-408. — **212** : *Carbon monoxide in the products of combustion from natural gas burners*, by I. V. BRUMBAUGH, and G. W. JONES, p. 431-450, 3 fig., I pl.

**Circulars**, n$^{os}$ **82** (2d ed.) : *Unites States Government specification for linseed oil, raw, refined and boiled*, 9 p. (1922). — **84** (2d ed.) : *United States Government specification for basic carbonate white lead, dry and paste*, 8 p. (1922). — **85** : *Recommended specification for basic sulphate white lead, dry and paste*, 11 p. (1920). — **88** : *Recommended specifications for leaded zinc oxide, dry and paste*, 8 p. (1920). — **91** (2d ed.) : *United States Government specification for ocher, dry and paste*, 8 p. (1922). — **93** (2d ed.) : *United States Government specification for iron-oxide and iron-hydroxide paints*, 9 p. (1922). — **97** (3d ed.) : *United States Government specification for green paint, semipaste and ready mixed*, 10 p. (1922). — **111** (2d ed.) : *United States Government specification for flat interior lithopone paint, white and light tints*, 8 p. (1922). — **117** (2d ed.) : *United States Government specification for interior varnish*, 6 p. (1922). — **121** : *Construction and operation of a two-circuit radio receiving equipment with crystal detector*, 14 p., 2 fig. (1922). — **122** : *Sources of elementary radio information*, 12 p. (1922). **Pér. 61**

KONNIKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN TE AMSTERDAM. — **Proceedings of the Section of Sciences**. Vol. XXI, p. 1, 2 (**1919**).

**Verhandelingen**. 1te Sectie, Deel XII, n$^{os}$ 6, 7 (1919). — 2de Sectie, Deel XVI, n° 6 (1919). — Deel XX, n$^{os}$ 5, 6 (1919-20). **Pér. 279**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES

## ADMIS PENDANT L'ANNÉE 1922

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE.

ALUMINIUM FRANÇAIS, 12, rue Roquépine, Paris (8e).

AUBERT (Laurent), pharmacien, président du Tribunal de Commerce d'Issoire, président du Conseil d'administration de la Société des Établissements L. Aubert de Clermont-Ferrand, 1, rue de Billom, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme) (membre à vie).

BASSET (Ernest-Charles) (✠, I. ⚙, Ⓜ), directeur de la Compagnie de Dégraissage des Cuirs et Peaux et des Glacières de Saint-Denis, 139, rue de Paris, Saint-Denis (Seine).

BELLESCIZE (André-Robert de), Ingénieur I. E. G. électricien, 51, rue Pierre-Charron, Paris (8e).

BERTHELOT (Charles), ingénieur-conseil-expert, 112 ter, avenue de Suffren, Paris (15e).

BOURSIN (Jules-Alexandre), ingénieur, membre du Conseil d'administration et président de commission du Syndicat des Inventeurs français, 22, rue Lhérillier, Ermont-Cernay (Seine-et-Oise).

CASACOF (Christo), ingénieur, ancien élève de l'École municipale professionnelle d'Odessa et du Conservatoire national des Arts et Métiers de Paris, 507 West, 121 Street, New York City (U. S. A.).

COMPTOIR CENTRAL D'ACHATS INDUSTRIELS POUR LES RÉGIONS ENVAHIES, 40, rue du Colisée, Paris (8e).

COUPAUD (Paul), constructeur-mécanicien, membre de la Chambre de Commerce française de Port-au-Prince, à Port-au-Prince (Haïti).

DERIHON (Martin-Guillaume) administrateur-directeur de « La Manestamp » à Charleville (Ardennes), 125, avenue des Champs-Élysées, Paris (8e).

FAIENCERIES DE SARREGUEMINES, DIGOIN ET VITRY-LE-FRANÇOIS, 28, rue de Paradis, Paris (10e).

FERRÉ, directeur de la Compagnie du Gaz, le Mans (Sarthe).

GARNIER (Paul-Henri-*Maurice*) (O. ✱, I. ⚙), Ingénieur en chef d'Artillerie navale, adjoint à l'Inspecteur général d'Artillerie navale (13, rue de l'Université, Paris, 7e), 10, rue Valentin-Haüy, Paris (15e).

GUILLOU (Henri-Joseph-Félix), ingénieur-constructeur, 41, rue de Bagneux, Montrouge (Seine).

JUHEL (Maurice), chef de laboratoire à la Société des Moteurs Salmson à Billancourt, 9, villa des Hautes-Sorrières, Meudon (Seine-et-Oise).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

JULLIEN (Georges-Louis-Edmond), général de division du cadre de réserve, chef du Service des Études au Crédit national (45, rue Saint-Dominique, Paris 7e), 7, rue Dupont-des-Loges, Paris (7e).

KAYSER (Edmond), directeur du Laboratoire des Fermentations à l'Institut national agronomique, 9 bis, rue d'Assas, Paris (6e).

KRIEG (E.) ET P. ZIVY, Ingénieurs E. C. P., industriels, 21, rue Barbès, Montrouge (Seine).

LACRETELLE (Robert de), avocat-conseil, secrétaire parlementaire, membre de la Société d'Études législatives, directeur-fondateur de l'Office juridique d'Information et de Documentation, 12, rue de Liége, Paris (9e).

LAZARKÉVITCH (Nikifor), ancien professeur à l'École polytechnique supérieure de Kiev, président de l'Association des Ingénieurs russes à Paris, 238, rue de Tolbiac, Paris (13e).

LELARGE (Georges), directeur général de la Société anonyme Lille-Bonnières et Colombes, 10, rue de Calais, Paris (9e).

LOFFET (Georges), Ingénieur des Arts et Métiers, ingénieur-conseil, professeur d'enseignement technique, directeur du Cours d'Enseignement industriel, 94, rue d'Amsterdam, Paris (9e).

MAZURE (Marcel-Pierre), Ingénieur des Arts et Métiers, 121, rue de la Convention, Paris (15e).

NISHIHAMA (Shibakichi), lieutenant-colonel, ingénieur, Arsenal d'Osaka (Japon).

OBSERVATOIRE PHYSIQUE CENTRAL DE PÉTROGRAD (Russie).

OETTLI (Émile), ingénieur à la General Electric Company, 4, rue d'Aguesseau, Paris (8e).

PARFUMERIE L. T. PIVER (MM. P. Nocard et Cie), 10, boulevard de Strasbourg, Paris (10e) (membre perpétuel).

PÉTOT (Antoine-Edmond-Lucien), ancien élève de l'École des Hautes-Études commerciales, trésorier de la Chambre syndicale des boîtes, emballages et tableaux métalliques, associé de la Maison Picard et Pétot (32, rue de la Fontaine-au-Roi, Paris, 11e), 76, avenue de la République, Paris (11e) (membre perpétuel).

PLUMET (Charles), architecte, 49, avenue Victor-Hugo, Paris (16e).

POIRIER (René), industriel, 12, rue Cavallotti, Paris (18e).

POMARET (Charles), auditeur au Conseil d'État, 44, boulevard Exelmans, Paris (16e).

PONSIN (Pierre-Lucien), constructeur-mécanicien, Buzancy (Ardennes).

PORTEVIN (Hippolyte-Antoine-Marie), ingénieur-architecte, 153, boulevard Malesherbes, Paris (17e).

POZZI-ESCOT (Marius-Emmanuel), ingénieur-chimiste, professeur de chimie à l'Institut agronomique industriel de Lima, casilla 446-456, Lima (Pérou).

PRACHE (Paul-Charles-François), Ingénieur des Arts et Manufactures, 17, avenue Niel, Paris (17e).

PROST AINÉ (LES FILS DE), atelier de forges, Saint-Vallier (Saône-et-Loire).

SOCIÉTÉ ANONYME DES MANUFACTURES DE GLACES ET DE PRODUITS CHIMIQUES DE SAINT-GOBAIN, CHAUNY ET CIREY (le Directeur général des Glaceries), 1 bis, place des Saussaies, Paris (8e).

SOCIÉTÉ DU MUSÉE DE FLEURIER, à Fleurier (Suisse).

SOCIÉTÉ DE RECHERCHES ET DE PERFECTIONNEMENTS INDUSTRIELS, 125, avenue du Président-Wilson, Puteaux (Seine).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

SOLVAY ET Cie, 33, rue du Prince-Albert, Bruxelles (Belgique) (membre perpétuel).

UNGERER (Alfred), fabricant d'horloges d'édifices (Maison J. et A. Ungerer), 16, rue de Labroque, Strasbourg (Bas-Rhin).

VAN EECKE (Charles-François-Joseph), Ingénieur diplômé de l'École des Hautes Études industrielles de la Faculté catholique de Lille, ingénieur civil, 12, boulevard de la Gare, Étrechy (Seine-et-Oise).

VINCENT (Adolphe-Paul), industriel (cuirs et peaux), 68, rue de Beaurepaire, Boulogne-sur-mer (Pas-de-Calais).

VIRMAUD (Jean-Charles), Ingénieur des Arts et Métiers, chef du Service des Presses hydrauliques à la S. O. M. U. A., 62, avenue du Général-Michel-Bizot, Paris (12e).

VOGT (Pierre-Jean), Ingénieur des Arts et Manufactures, 59, rue de Provence, Paris (9e).

WINDERGERST (Joseph), directeur de la Faïencerie de Sarreguemines, à Sarreguemines (Moselle).



Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

# NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA CENT VINGT ET UNIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JANVIER-DÉCEMBRE 1922)

**Tome 134.**

*Les nombres en chiffres romains indiquent le ou les mois du cahier. Le nombre en chiffres arabes qui les suit indique la page.*

## A


ALLEMAGNE (Henri-René d'). — Les ventes d'immeubles par appartement (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts). . . VII 693

— Les expositions du mobilier au Pavillon de Marsan et au Salon d'Automne de 1922 (Note du Comité des Constructions et Beaux-Arts). XII 1002

AMMANN (Louis). — *La laiterie; l'art de traiter le lait, de fabriquer le beurre et les principaux fromages français et étrangers* . . . . . VII 718

AMMANN (P.), ARIBERT (M.), CHALOT (C.), DENIS (M.), VIDAL (L.). — *Papyrus et papier de papyrus.* Préface de Em. PRUDHOMME. . . . . I 85

APPEL (Pierre). — L'organisation des économies de combustibles en Allemagne. . . . . VIII-IX-X 811

APPERT (Léon). — Conférence sur les progrès de l'industrie du verre (Compte rendu de la séance publique du 13 mai 1922). . . . . VI 607

— — (Mémoire) . . . . . VIII-IX-X 728

ARBEL (Pierre). — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un appareil de levage portatif dit « pont démontable » construit par M. DIARD. IV 317

ARIBERT (M.). — Voir AMMANN, VIDAL.

AUGER (Victor). — *Les principes de l'analyse chimique* . . . . . VII 719


## B


BACLÉ (L.). — Séances publiques du :

— 10 décemb. 1921. I 79

— 11 février 1922. III 246

— 25 — — III 254

— 11 mars — IV 381

— 25 — — IV 385

— 13 mai — VI 600

— 17 juin — VII 708

— 1er juillet — VIII-IX-X 867

— 18 novemb. — XII 1004

— 1re Assemblée générale, 14 janvier 1922 . . . . . II 151

— 2e Assemblée générale, 28 janvier 1922. . . . . II 155

— Assemblée générale solennelle du 8 avril 1922 . . . . . IV 261

— Assemblée générale extraordinaire du 13 mai 1922 . . . . . VI 600

— Assemblée générale extraordinaire du 17 juin. . . . . VII 702

BARBET (E.). . . . . III 249

BAUD (Paul). — *Les industries chimiques régionales de la France.* . . . . II 103

BEAU (M.). — Voir LINDET.

BECHMANN (G.). — Nouveaux procédés de montage des grands ponts en arc (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts) . . . . . III 232

— Le durcissement des rails par le traitement sorbitique (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts). . . . . III 233


Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BECHMANN (G.) Le Congrès de la « Ligue fluviale » (Bordeaux, 17-22 juin 1922). (Note du Comité des Constructions et Beaux-Arts) . . . . . XII 998
BELIN (Édouard). — Conférence sur l'état actuel de la radio-télégraphie des dessins, textes et photographies (Compte rendu de la séance publique du 18 novembre 1922) . . . . XII 1011
BELIN (Jean-Paul). — Conférence sur l'organisation de la librairie française (Mémoire) . . . . . I 36
BERGER (O.). — Voir TOULON.
BONNEVILLE (Ch.). — Voir LEJEUNE.
BORDET (Lucien). — Rapport présenté, au nom des Censeurs, sur l'exercice financier 1920 . . . . . I 35
BOURQUELOT (E.). — Voir HALLER.

## C

CABY (Mlle G.). — Le Congrès international des combustibles liquides (Paris, 6-15 octobre 1922). . . XII 981
CARLIOZ (J.). — *Le gouvernement des entreprises commerciales et industrielles* . . . . . II 170
CESTRE (Charles). — *L'usine et l'habitation ouvrière aux États-Unis* . XI 946
CHALOT (C.). — Voir AMMANN (P.).
CHRÉTIEN (Mlle Yvonne). — Voir SAUVAGE.
COLAS (Louis). — L'industrie de la pâte à papier d'alfa . . . . . VII 687
CORNUBERT (R.). — Voir HALLER.
— *Dictionnaire anglais-français-allemand de mots et locutions intéressant la physique et la chimie*. . . . VI 611
COUTURAUD (P.). — L'application du cinématographe à l'enseignement (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts). . . . . VII 698
CROS (Louis). — *L'Algérie et la Tunisie pour tous* . . . . . I 83

## D

DANTZER (J.). — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le *Traité de tissage au Jacquard*, de Daniel de PRAT . . . . . II 93
DANTZER (J.). — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le dispositif de séchage à air chaud de M. Alexandre LEGRAND. . . . . II 98
DELAGE (G.). — L'automobile et les cycles à la Foire de Paris de 1922. . . XI 888
— Note sur les pare-boue pour véhicules automobiles. . . . . XI 933
DELÉPINE (M.). — Voir HALLER.
DENIS (M.). — Voir AMMANN (P.).
DEROY (fils aîné). — *Guide pratique de l'ouvrier chaudronnier en cuivre*. II 164
DIARD. — Voir ARBEL.
DUPERRIER (M.). — Conférence sur l'électricité rurale, à la ferme et aux champs (Mémoire). . . . . XII 955

## E

EHRMANN (Édouard). — *Traité des matières colorantes organiques et de leurs applications*. . . . . XI 944
ESPITALLIER (Lieutenant-Colonel G.). — *Composition des façades et du parti architectonique. 11e Partie du Cours raisonné et détaillé du bâtiment*. II 166

## F

FARCOT (J.-Ambroise). — Conférence sur un moteur thermique à chambre de combustion très chaude et sous forte pression (Compte rendu de la séance publique du 1er juillet 1922). VIII-IX-X 867
FAROUX (Charles). — Conférence sur les progrès réalisés récemment dans la construction du moteur léger à explosions (Compte rendu de la séance publique du 11 mars 1922). IV 381
— — (Mémoire). . . . . VII 622
FAYOL (H.). — *L'incapacité industrielle de l'État. Les P. T. T.* . . . . . II 167
FLEURY (R. de). — *Technologie du caoutchouc simple* . . . . . I 87
FLORENTIN (D.). — Voir HALLER.
FONTÈGNE (Julien). — *Le choix d'un métier et les aptitudes physiques*. II 170
FOURNIER (Louis). — Voir TOULON.
FRANCHET (Antonin et Léon). — *La culture des jeunes gens se destinant à l'industrie* . . . . . I 83

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## G

GALIBOURG (Jean). — Voir GIOLITTI.
GARNIER (Maurice). — Détermination et coordonnées des points d'éclatement des projectiles. . . . . IV 333
— Mesure des durées de trajet dans les tirs de polygone . . . . . IV 359
GÉRARD-MANG. — Voir TOULON.
GIOLITTI (Dr Federico). — *Le traitement thermique préliminaire des aciers doux et demi-durs pour la construction mécanique*. Traduit de l'italien par Jean GALIBOURG . . . . . I 88
GIRARD (A.). — Voir GUILLET.
GRAFFIGNY (de). — Voir LEJEUNE.
GREBEL (A.). — Notes de Chimie . II 130
— Les progrès récents de l'industrie gazière (Note de Chimie). . . . II 130
GRUNER (E.). — Analyses de : *L'Algérie et la Tunisie pour tous*, par Louis CROS . . . . . I 83
— — *L'incapacité industrielle de l'État. Les P. T. T.*, par FAYOL . . . . II 167
GUILLERY. — Notes de Mécanique. II 121
— Machine à essayer les matériaux de construction à la compression (Notes de Mécanique). . . . . II 121
— Machine pour l'essai des matériaux de construction par la méthode de la bille Brinell (Procédé H. Le Chatelier et Bogitch.) (Notes de Mécanique) . . . . . II 125
GUILLET (Léon). — Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur un récupérateur pour cubilot, imaginé et construit par A. GIRARD. . . IV 321

## H

HACKSPILL (Louis). — *L'azote. La fixation de l'azote atmosphérique et son avenir industriel*. . . . . XI 942
HALLER (A.). — Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur *Les industries chimiques régionales de la France*, de Paul BAUD . . . . . II 103
— *Les actualités de la chimie contemporaine*. 1re Série, par R. CORNUBERT, D. FLORENTIN, A. MAILHE, E. BOURQUELOT, J. MARTINET, E. NOELTING, M. SOMMELET et M. DELÉPINE. . VII 719
— Analyse du : *Traité des matières colorantes organiques et de leurs applications*, par Édouard EHRMANN. . XI 944
HITIER (Henri). — Notes d'Agriculture. II 141
— La situation de l'agriculture au début de l'année 1922 (Notes d'Agriculture). . . . . II 141
— La récolte du blé en France en 1921. Les céréales autres que le blé (Notes d'Agriculture). . . . . II 141
— La production des vins en 1921. II 145
— Un essai d'abattoir industriel, régional, coopératif : l'usine de Cantarane (Notes d'Agriculture) . . II 146
— L'exportation de nos animaux reproducteurs et le Syndicat central d'exportation de la race bovine charolaise (Notes d'Agriculture) . . . II 148
— Rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur l'œuvre du Syndicat central d'exportation de la race bovine charolaise. . . . . VII 617

## J

JANNIN (L.). — Détermination rapide de l'allongement et de la résistance au choc des aciers, par pliage d'un barreau entaillé . . . . . VII 646

## K

KAMMERER (V.). — Production et utilisation de la vapeur. Rapport de la 1re Sous-Commission de la Commission d'utilisation des combustibles. I 52
KLING. — Rapport sur l'ignifugation des tissus et des bois employés à la confection des décors de théâtres. II 111

## L

LAFOSSE (Henry). — Rapport, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de l'exercice 1920. . . I 15

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LANCRENON. — Voir WALCKENAER.
LAUNAY (L. de). — *Traité de géologie et de minéralogie appliquées à l'art de l'ingénieur*. . . . . V 516
LAZARKÉVITCH (N. A.). — Lnianoïé Diélo b'zapadnoï Evropié (*La question linière dans l'Europe occidentale*). II 171
LEBOCQ (Robert). — Conférence sur un procédé de tissage mécanique « à palette libre » (Compte rendu de la séance publique du 25 février 1922). III 254
LE CHATELIER (Louis). — Conférence sur la lutte pour l'abolition de la syphilis, sa portée industrielle et sociale (Mémoire) . . . . . VII 657
— — (Compte rendu de la séance publique du 17 juin 1922). . . . VII 715
LECORNU (L.). — L'École supérieure de perfectionnement industriel (Note de Mécanique) . . . . . III 240
LEFRANÇOIS (Ch.). — Résumé des travaux du Comité du Retour aux Études techniques. . . . . VIII-IX-X 789
LEGRAND (Alexandre). — Voir DANTZER.
LEINEKUGEL LE COCQ (G.). — Conférence sur les toitures suspendues à des fermes isostatiques en câbles pour hangars, ateliers, docks, etc. (Compte rendu de la séance publique du 25 mars 1922). . . . . IV 387
— — (Mémoire). . . . . V 396
LEJEUNE (Émile). — *Nouveau manuel du briquetier et du tuilier*. 5e édition revue et augmentée par Ch. BONNEVILLE et de GRAFFIGNY. . . . . II 169
LEMOINE (Georges). — Les ressources nouvelles offertes à la recherche scientifique. . . . . III 223
LESAGE. — Voir LINDET.
LINDET (L.). — Analyses de :
— — *Papyrus et papier de papyrus*, par P. AMMANN, M. ARIBERT, C. CHALOT, M. DENIS, L. VIDAL. . . . . I 85
— — *Le lait. Revue générale des questions laitières*, par L. LINDET, M. BEAU et Ch. PORCHER. . . . . I 86
— — *Guide pratique de l'ouvrier chaudronnier en cuivre*, par M. DEROY fils aîné . . . . . II 164
— — *Essais effectués à l'École française de papeterie de Grenoble avec diverses plantes d'Indochine*, par L. VIDAL et M. ARIBERT . . . . VI 610
— — *La laiterie; l'art de traiter le lait, de fabriquer le beurre et les principaux fromages français et étrangers*, par Louis AMMANN . . . . . VII 718
— — *L'azote. La fixation de l'azote atmosphérique et son avenir industriel*, par Louis HACKSPILL. . . . . XI 942
— — *Congrès de la Pomme. Rennes, 4, 5, 6 novembre 1922* . . . . . XI 948
— Machine à teiller le lin de M. Lesage (Notes d'Agriculture). . . . . II 138
— *L'outillage de l'industrie chimique, agricole et alimentaire* . . . . . V 507
— Rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur une presse continue, pour graines oléagineuses, imaginée par M. A. OLIER. . . . . VIII-IX-X 725
LIVACHE (Ach.). — Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur la répartition des revenus des fondations de secours attribuées au Comité. . . . . IV 323
— Analyse de : *L'outillage de l'industrie chimique, agricole et alimentaire*, par L. LINDET. . . . . V 507
LOIRET (J.). — Rapport à la Commission d'utilisation du combustible sur l'Utilisation des combustibles sur les chemins de fer. . . . . VI 571
LYON (Gustave). — La balistique extérieure du tir aérien, applications industrielles . . . . . IV 327

## M

MAGNE (H. Marcel). — Analyse de : *Composition des façades et du parti architectonique. 11e partie du Cours raisonné et détaillé du bâtiment*, par le Lieutenant-Colonel G. ESPITALLIER . . . . . II 166
— L'Exposition internationale des arts décoratifs et industriels modernes de 1924 (Note du Comité des Constructions et Beaux-Arts). VIII-IX-X 852
MAHLER (P.). — L'organisation des économies de combustibles dans l'industrie. Rapport à la Commission d'utilisation du combustible. VIII-IX-X 818

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MAILHE (A.). — Voir HALLER.
MALLET (Paul). — Nécrologie d'Etienne-Paul BÉRARD. . . . . V 393
— Analyse de : *Manuel de chimie gazière*, par Émile SAINTE-CLAIRE DEVILLE. . . . . V 509
MARIE (Ch.). — *Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie.* Volume IV, années 1913-1914-1915-1916. Première partie. . . . . VI 612
MARTINET (J.). — Voir HALLER.
MARTINOT-LAGARDE (Commandant). — Conférence sur les moteurs d'aviation, évolution, tendances actuelles (Mémoire) . . . . . III 187
— — (Compte rendu de la séance publique du 11 février 1922). . III 250
MARVAUD (Angel). — Les possibilités offertes par l'Espagne à l'expansion économique de la France (Compte rendu de la séance publique du 10 décembre 1921). . . . . I 80
MASSON (Léon). — Analyse de : *Les gazogènes et l'économie du combustible*, par Aimé WITZ . . . . . V 508
MAURAIN (Charles). — *Répertoire de laboratoires français*. . . . . VI 521
MESNAGER (A.). — Analyse de : *Traité de géologie et de minéralogie appliquées à l'art de l'ingénieur*. . . . V 516
MEUNIER (G.). — L'alcool éthylique de cellulose. . . . . VIII-IX-X 766
MEUNIER (Louis). — L'École française de tannerie de Lyon, annexée à l'École de Chimie industrielle de Lyon (reconnue par l'État). . . XI 877

## N

NOELTING (E.). — Voir HALLER.

## O

OLIER (A.). — Voir LINDET.

## P

PARMENTIER. — Conférence sur l'organisation d'un service de correspondance dans une grande entreprise industrielle ou commerciale (Compte rendu de la séance publique du 10 décembre 1921). . . . . I 80
PASSELÈGUE (G.). — Premier Salon de la machine agricole (Paris, 28 janv.-5 février 1922). (Note d'Agriculture). III 234
— Le matériel agricole à la Foire de Paris (10-25 mai 1922). (Note d'Agriculture). . . . . VIII-IX-X 847
POINCET. — *Les turbines à vapeur*. XI 949
PORCHER (Ch.). — Voir LINDET.
POUCHOLLES (A.). — Conférence sur l'enregistreur Gueugnon (Compte rendu de la 2e Assemblée générale, 28 janvier 1922). . . . . II 162
PRACHE (Paul). — Appareil destiné à l'étude des vibrations produites dans les édifices par la circulation des véhicules. . . . . III 177
PRAT (Daniel de). — *Traité de tissage au Jacquard* . . . . . II 93
PRUDHOMME (Em.). — Voir AMMANN (P.).
PRUD'HOMME (M.). — Analyse de : *L'industrie des matières colorantes organiques*. Tome premier : *Les produits intermédiaires*, par André WAHL. I 84

## R

RENARD (Lieutenant-Colonel Paul). — Conférence sur : Les tendances actuelles de l'aéronautique d'après le Salon de 1921 (Compte rendu de la 2e Assemblée générale, 28 janvier 1922). . . . . II 159
— Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur le : *Répertoire de laboratoires français* de M. Charles MAURAIN . . . . . VI 521
RENOUARD (A.). — *L'industrie textile. Le lin. Dictionnaire des termes techniques français-anglais-allemand-italien* . . . . . VII 720
REY (Jean). — Nouveau système de télégraphie pour circuit à un seul fil, insensible aux perturbations causées par les courants induits des lignes de traction électrique à courant alternatif . . . . . XI 937

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RISLER (Georges). — Analyse de : *L'usine et l'habitation ouvrière aux États-Unis.* XI 946
ROUSIERS (Paul de). — Étude critique, par M. Henry SOLUS, du projet de loi sur les assurances sociales. . . XI 938
RUBIGNY (F.). — *Manuel du filateur.* VII 720

## S

SAINTE-CLAIRE DEVILLE (Émile). — *Manuel de chimie gazière.* . . . . . V 509
SAUVAGE (E.). — Analyses de : *La culture générale des jeunes gens se destinant à l'industrie*, par Antonin et Léon FRANCHET. . . . . I 83
— — *Les turbines à vapeur*, par M. POINCET . . . . . XI 949
— Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un appareil automatique d'alimentation des chaudières, imaginé par Mlle Yvonne CHRÉTIEN. . . . . XI 875
SCHUBERT (Adrien). — Les moteurs semi-Diesel. État actuel de leur construction et de leur utilisation . V 418
SOLUS (Henry). — Voir ROUSIERS (Paul de).
SOMMELET (M.). — Voir HALLER.
SPARRE (M. de). — Contribution à la théorie du coup de bélier. . . VI 526

## T

TONY-BALLU. — *La motoculture. Ses applications pratiques.* . . . . . II 165
TOULON (Paul). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur la machine à calculer inventée par MM. Louis FOURNIER et GÉRARD-MANG. II 105
TOULON (Paul). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur la machine française à écrire le Braille, de M. O. BERGER . . . . . II 108
TOULON (Pierre). — Conférence sur les projections en relief par la lumière polarisée (Compte rendu de la séance publique du 1er juillet 1922). VIII-IX-X 869

## V

VIDAL (L.) et ARIBERT (M.). — *Essais effectués à l'École française de papeterie de Grenoble avec diverses plantes d'Indochine* . . . . . VI 610
VIDAL (L.). — Voir AMMANN (P.).

## W

WAHL (André). — *L'industrie des matières colorantes organiques.* Tome premier : *Les produits intermédiaires.* I 84
WALCKENAER et LANCRENON. — Commission d'utilisation du combustible : Cinquième rapport . . . . . I 50
— — Sixième rapport. . . . . VI 565
— — Septième rapport. . VIII-IX-X 817
WÉRY (Georges). — Analyse de : *La motoculture. Ses applications pratiques*, par TONY-BALLU. . . . . II 165
WITZ (Aimé). — *Les gazogènes et l'économie du combustible.* . . . . . V 508

## Z

ZETTER (Charles). — L'industrie électrique française à la XIVe Foire de Paris (1922). . . . . XI 891

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE

# DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA CENT VINGT ET UNIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JANVIER-DÉCEMBRE 1922)

**Tome 134**

*Les nombres en chiffres romains indiquent le ou les mois du cahier. Le nombre en chiffres arabes qui les suit indique la page.*

## A


*Aciers.* Détermination rapide de l'allongement et de la résistance au choc des —, par pliage d'un barreau entaillé, par L. JANNIN . . . . . VII 646


### ADMINISTRATION, COMPTES RENDUS, etc. DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.


CONSEIL D'ADMINISTRATION :

*Assemblées générales.*

1re — — 14 janvier 1922 . . . . . II 151
2e — — 28 janvier 1922. . . . . II 155
— — solennelle du 8 avril 1922. IV 261
— — extraordinaire du 13 mai 1922. VI 600
— — extraordinaire du 17 juin 1922. VII 702

*Cinquantenaire* de M. Henry LE CHATELIER (Compte rendu de la 2e Assemblée générale, 28 janvier 1922) . II 156

*Dépôts de plis cachetés* par : La Société de mécanique de Gennevilliers : Appareil de comparaison pour les opérations de rectification de précision (Compte rendu de la 2e Assemblée générale, 28 janvier 1922). II 153

*État financier de la Société.* Rapport, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de l'exercice 1920, par M. Henry LAFOSSE. . . . . I 15
— Rapport, au nom des Censeurs, par M. Lucien BORDET . . . . . I 33

*Legs* de M. Emmanuel FARCOT (Compte rendu de la séance publique du 13 mai 1922) . . . . . VI 605

*Liste des membres* titulaires et honoraires du Conseil d'Administration et des membres correspondants pour l'année 1922. . . . . I 3

*Liste des nouveaux membres* admis pendant l'année 1922 à faire partie de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. . . . . XII 1017

*Récompenses.*

Liste des — décernées pour l'année 1921. . . . . IV 270

*Séances publiques* du :

— — 10 décembre 1921. I 79
— — 11 février 1922. III 246
— — 25 — — III 254
— — 11 mars — IV 381
— — 25 — — IV 385
— — 13 mai — VI 600
— — 17 juin — VII 708
— — 1er juillet — VIII-IX-X 867
— — 18 novemb. — XII 1004

*Statuts.* Modifications des — proposées à l'Assemblée générale du 13 mai 1922. . . . . VI 601
— Procès-verbal de la réunion des


Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

membres sociétaires en Assemblée générale extraordinaire, tenue le 17 juin 1922, pour délibérer sur le projet de modification des Statuts de la Société . . . . . VII 703

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES.

Rapport sur la répartition des revenus des fondations de secours attribuées au Comité, par Ach. LIVACHE. . IV 323

COMITÉ DU RETOUR AUX ÉTUDES TECHNIQUES.

Résumé des travaux du Comité, par M. Ch. LEFRANÇOIS . . . VIII-IX-X 789

— — Compte rendu des examens du 2e degré . . . . . VIII-IX-X 798

*Aéronautique.* Conférence sur les tendances actuelles de l' — d'après le Salon de 1921, par le Lieutenant-Colonel Paul RENARD (Compte rendu de la 2e Assemblée générale, 28 janvier 1922). . . . . II 159

## AGRICULTURE

*Abattoir industriel.* Un essai d' — — régional coopératif : l'usine de Cantarane (Notes d'Agriculture), par Henri HITIER . . . . . II 146

*Agriculture.* La situation de l' — au début de l'année 1922 (Notes d'Agriculture), par Henri HITIER. . . II 141

*Animaux reproducteurs.* L'exportation de nos — — et le Syndicat central d'exportation de la race bovine charolaise (Notes d'Agriculture), par Henri HITIER . . . . . II 148

*Apprentissage agricole.* Congrès des directeurs des centres d' — —, Paris, 4 février 1922 (Compte rendu de la séance publique du 11 février 1922). III 248

*Bétail.* Rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur l'œuvre du Syndicat central d'exportation de la race bovine charolaise, par Henri HITIER. VII 617

— (Voir *Animaux reproducteurs.*)

*Blé.* La récolte du — en France en 1921. Les céréales autres que le — (Notes d'Agriculture), par Henri HITIER II 141

*Céréales.* (Voir *Blé.*)

*Industrialisation* des produits du sol (Compte rendu de la séance publique du 11 février 1922) . . . . . III 249

*Syndicat central d'exportation de la race bovine charolaise.* Rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur l'œuvre du — — — —, par Henri HITIER. VII 618

— (Voir *Animaux reproducteurs.*)

*Vins.* La production des — en 1921 (Notes d'Agriculture), par Henri HITIER . . . . . II 145

EXPOSITIONS, FOIRES, etc. :

*Foire de Paris.* Le matériel agricole à la — — — (10-25 mai 1922). (Note d'Agriculture), par G. PASSELÈGUE. VIII-IX-X 847

*Salon de la machine agricole.* Premier — — — —, 28 janvier-5 février 1922 (Note d'Agriculture), par G. PASSELÈGUE . . . . . III 234

*Alcool éthylique de cellulose.* L' — — —, par G. MEUNIER. . . . . VIII-IX-X 766

*Alfa.* (Voir *Papier.*)

*Appareil de levage.* Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un — — — portatif dit « pont démontable universel » construit par M. DIARD, par Pierre ARBEL . . IV 317

*Arts décoratifs.* L'Exposition internationale des — — et industriels modernes de 1924 (Note du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par H. Marcel MAGNE. . . . VIII-IX-X 852

— — Circulaire du Ministre du Commerce et de l'Industrie. VIII-IX-X. 855

— — Projet de règlement de l'Exposition . . . . . VIII-IX-X 856

— — Projet de classification générale. VIII-IX-X 861

*Assurances.* Étude critique, par M. Henry SOLUS, du projet de loi sur les — sociales, par Paul de ROUSIERS. XI 938

*Automobile.* L' — et les cycles à la Foire de Paris de 1922, par G. DELAGE. XI 888

— Note sur les pare-boue pour véhicules —, par G. DELAGE. . . . XI 933

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

# B

## BIBLIOGRAPHIE

*Aciers. Le traitement thermique préliminaire des — doux et demi-durs pour la construction mécanique*, par le Dr Federico GIOLITTI, traduit de l'italien par Jean GALIBOURG. . . . . I 88
*Algérie. L' — et la Tunisie pour tous*, par Louis CROS. . . . . I 83
*Analyse chimique, Les principes de l' — —*, par Victor AUGER. . . . . VII 719
*Azote. L' —. La fixation de l' — atmosphérique et son avenir industriel*, par Louis HACKSPILL. . . . . XI 943
*Bâtiment. Composition des façades et du parti architectonique. 11e Partie du Cours raisonné et détaillé du —*, par le Lieutenant-Colonel G. ESPITALLIER. II 166
*Bibliographie.* (Voir *Documentation.*)
*Briquetier. Nouveau manuel du — et du tuilier*, par Émile LEJEUNE. 5e édition revue et augmentée par Ch. BONNEVILLE et de GRAFFIGNY . . . . . II 169
*Caoutchouc. Technologie du — simple*, par R. de FLEURY. . . . . I 87
*Chambre syndicale des Mines de Fer de France. Annuaire 1922*. . . . . VI 611
*Chaudronnerie. Guide pratique de l'ouvrier chaudronnier en cuivre*, par M. DEROY fils aîné. . . . . II 164
*Chimie. Les actualités de la — contemporaine*, publiées sous la direction de A. HALLER, 1re série par R. CORNUBERT, D. FLORENTIN, A. MAILHE, E. BOURQUELOT, J. MARTINET, E. NOELTING, M. SOMMELET et M. DELÉPINE. . VII 719
— (Voir *Constantes, Dictionnaire.*)
*Chimie gazière. Manuel de — —*, par Émile SAINTE-CLAIRE DEVILLE . . V 509
*Comité des Forges de France. Annuaire 1921-1922* . . . . . I 88
*Commerce. Le gouvernement des entreprises commerciales et industrielles*, par J. CARLIOZ. . . . . II 170
*Constantes. Tables annuelles de — et données numériques de chimie, de physique et de technologie.* Volume IV, années 1913-1914-1915-1916. Première partie, par Charles MARIE. VI 612
*Dictionnaire anglais-français-allemand de mots et locutions intéressant la physique et la chimie*, par R. CORNUBERT. VI 611
*Filature. Manuel du filateur*, par F. RUBIGNY . . . . . VII 720
*Gaz.* (Voir *Chimie gazière.*)
*Gazogènes. Les — et l'économie du combustible*, par Aimé WITZ . . . . V 508
*Géologie. Traité de — et de minéralogie appliquées à l'art de l'ingénieur*, par L. de LAUNAY . . . . . V 516
*Habitation ouvrière.* (Voir *Usine.*)
*Industrie. La culture générale des jeunes gens se destinant à l' —*, par Antonin et Léon FRANCHET. . . . . I 83
— (Voir *Commerce.*)
*Industries chimiques. Les — — régionales de la France*, par Paul BAUD. II 103
— *L'outillage de l' — —, agricole et alimentaire*, par L. LINDET. . . . . V 507
*Industrie textile. L' — —. Le lin. Dictionnaire des termes techniques français-anglais-allemand-italien*, par A. RENOUARD . . . . . VII 720
*Japon. Annuaire financier et économique du —, 1920*. . . . . VI 613
*Laboratoires. Répertoire de — français*, par Charles MAURAIN. . . . . VI 521
*Lait. Le —. Revue générale des questions laitières*, par L. LINDET, M. BEAU et Ch. PORCHER. . . . . I 86
*Laiterie. La —; art de traiter le lait, de fabriquer le beurre et les principaux fromages français et étrangers*, par Louis AMMANN . . . . . VII 718
*Lin.* Lnianoïé Diélo b'zapadnoï Evropié (*La question linière dans l'Europe occidentale*), par N. A. LAZARKÉVITCH. II 171
— (Voir *Industrie textile.*)
*Maroc. Le —*, numéro spécial de *La Vie technique et industrielle*. . . . . I 89
*Matières colorantes. L'industrie des — — organiques.* Tome premier : *Les produits intermédiaires*, par André WAHL . . . . . I 84
— *Traité des — — organiques et de leurs applications*, par Édouard ERHMANN. XI 944
*Métier. Le choix d'un — et les aptitudes physiques*, par Julien FONTÈGNE. II 170

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Minéralogie.* (Voir *Géologie.*)
*Motoculture. La —. Ses applications pratiques*, par TONY-BALLU. . . . . II 165
*Papeterie. Essais effectués à l'École française de — de Grenoble avec diverses plantes d'Indochine*, par L. VIDAL et M. ARIBERT. . . . . VI 610
*Papyrus et papier de —*, par P. AMMANN, M. ARIBERT. C. CHALOT, M. DENIS, L. VIDAL. Préface de Em. PRUDHOMME. I 85
*Physique.* (Voir *Constantes, Dictionnaire.*)
*Pomme. Congrès de la —. Rennes, 4, 5, 6 novembre 1921* . . . . . XI 948
*Postes, Télégraphe, Téléphone. L'incapacité industrielle de l'État. Les P. T. T.*, par H. FAYOL . . . . . II 167
*Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France. Annuaire 1922.* VI 610
*Technologie.* (Voir *Constantes.*)
*Tissage. Traité de — au Jacquard*, par Daniel de PRAT . . . . . II 93
*Tuilier.* (Voir *Briquetier.*)
*Tunisie.* (Voir *Algérie.*)
*Turbines à vapeur. Les — — —*, par M. POINCET. . . . . XI 949
*Usine. L' — et l'habitation ouvrière aux États-Unis*, par Charles CESTRE. XI 946

## C

*Carbonisation.* Création d'une Commission interministérielle chargée d'élaborer un programme général de la — en France . . . . . III 241
*Carburant.* Compte rendu du Concours du — national (Béziers, 2-9 avril 1922), par C. MARILLER. . . . . VI 557
*Chaudières.* Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur un appareil automatique d'alimentation des —, imaginé par Mlle Yvonne CHRÉTIEN, par E. SAUVAGE. . . . . XI 875
*Chemins de fer.* (Voir *Combustibles.*)
*Cinématographe.* L'application du — à l'enseignement (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par P. COUTURAUD . . . . . VII 698
*Combustibles.* Travaux de la Commission d'utilisation du —. Ministère des Travaux publics. Cinquième rapport, par WALCKENAER et LANCRENON . . . . . I 50
— La production et l'utilisation de la vapeur, par V. KAMMERER . . . . I 52
— — Sixième rapport, par MM. WALCKENAER et LANCRENON. . . . . VI 565
— — Utilisation des — sur les chemins de fer (Rapport de la 1re Sous-Commission), par J. LOIRET. . . . VI 571
— — Septième rapport, par MM. WALCKENAER et LANCRENON . . . VIII-IX-X 817
— — L'organisation des économies de — dans l'industrie, par P. MAHLER. VIII-IX-X 818
— L'organisation des économies de — en Allemagne, par Pierre APPELL. VIII-IX-X 811
— Le Congrès international des — — (Paris, 6-15 octobre 1922), par Mlle G. CABY . . . . . XII 981
*Congrès.* (Voir *Navigation.*)
*Correspondance.* L'organisation d'un service de — dans une grande entreprise industrielle ou commerciale, par M. PARMENTIER (Compte rendu de la séance publique du 10 décembre 1921). . . . . I 80
*Coup de bélier.* Contribution à la théorie du — — —, par M. de SPARRE. VI 526
*Cubilot.* Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur un récupérateur pour — imaginé et construit par A. GIRARD, par Léon GUILLET. IV 321
*Cycles.* (Voir *Automobile.*)

## D

*Documentation.* L'organisation de la — technique et industrielle en France; Introduction . . . . . VIII-IX-X 778
— — Bureau bibliographique de Paris : compte rendu de la réunion du 6 juillet 1922 . . . . . VIII-IX-X 778
— — Institut international de Bibliographie : convocation aux réunions des 1er et 2 septembre 1922. VIII-IX-X 787

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

## E

*Électricité.* Conférence sur l' — rurale, à la ferme et aux champs (Mémoire), par M. DUPERRIER. . . . . XII 955
— (Voir *Industrie electrique.*)
*Enregistreur Gueugnon.* Conférence sur l' — —, par M. A. POUCHOLLES (Compte rendu de la 2e Assemblée générale, 28 janvier 1922). . . . . II 162
*Enseignement.* (Voir *Cinématographe.*)
*Espagne.* (Voir *Expansion économique.*)
*Essais de compression.* (Voir *Matériaux de construction.*)
*Expansion économique.* Communication sur les possibilités offertes par l'Espagne à l' — — de la France, par Angel MARVAUD (Compte rendu de la séance publique du 10 décembre 1921) . . . . . I 80
*Exportations françaises.* (Voir *Expansion économique.*)

## F

*Foire de Paris.* (Voir *Automobile, Industrie électrique.*)

## G

*Gaz de houille.* (Voir *Industrie gazière.*)
*Graines oléagineuses.* Rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur une presse continue pour — —, imaginée par M. A. OLIER, par L. LINDET. VIII-IX-X 725

## H

*Huile.* (Voir *Graines oléagineuses.*)
*Hydraulique.* (Voir *Coup de bélier.*)

## I

*Ignifugation.* L' — des tissus et des bois employés à la confection des décors de théâtre. Rapport de M. KLING. II 111
*Immeubles.* Les ventes d' — par appartement (Note du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par Henri-René d'ALLEMAGNE . . . . . VII 693
*Industrie.* L'École supérieure de perfectionnement industriel (Note de Mécanique), par L. LECORNU. . III 240
*Industries chimiques.* Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur *Les — — régionales de la France*, de Paul BAUD, par A. HALLER. . . . II 103
*Industrie électrique.* L' — — française à la XIVe Foire de Paris (1922), par Charles ZETTER . . . . . XI 891
*Industrie gazière.* Les progrès récents de l' — — (Notes de Chimie), par A. GREBEL. . . . . II 130

## L

*Laboratoires.* Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur le : *Répertoire de — français* de M. Charles MAURAIN, par le Lieutenant-Colonel P. RENARD . . . . . VI 521
*Librairie.* Conférence sur l'organisation de la — française, par Jean-Paul BELIN (Mémoire) . . . . . I 36
*Ligue fluviale.* (Voir *Navigation.*)
*Lin.* Machine à teiller le — de M. Lesage (Notes d'Agriculture), par L. LINDET. II 138

## M

*Machine à calculer.* Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur la — — — inventée par MM. Louis FOURNIER et GÉRARD-MANG, par Paul TOULON . . . . . II 105
*Machine à écrire.* Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur la machine française à écrire le Braille, de M. O. BERGER, par Paul TOULON . . . . . II 108
*Matériaux de construction.* Machine à essayer les — — — à la compression (Notes de Mécanique), par M. GUILLERY. . . . . II 121
— Machine pour l'essai des — — — par la méthode de la bille Brinell (Procédé H. Le Chatelier et Bogitch.) (Notes de Mécanique), par M. GUILLERY . . . . . II 125
*Mobilier.* Les expositions du — au Pavillon de Marsan et au Salon d'automne de 1922 (Note du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par H.-R. d'ALLEMAGNE. . . . . XII 1002
*Moteur.* Conférence sur les progrès

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réalisés récemment dans la construction du — léger à explosions, par Charles FAROUX (Compte rendu de la Séance publique du 11 mars 1922) . . . . . IV 381
— — (Mémoire). . . . . VII 622
— Les — semi-Diesel. État actuel de leur construction et de leur utilisation, par Adrien SCHUBERT. . V 418
— Les — d'aviation, évolution, tendances actuelles. Conférence par le Commandant MARTINOT-LAGARDE (Mémoire). . . . . III 187
— — (Compte rendu de la Séance publique du 11 février 1922) . . III 250
— thermique à chambre de combustion très chaude et sous forte pression. Conférence par J.-Ambroise FARCOT (Compte rendu de la Séance publique du 1er juillet 1922). VIII-IX-X 867

## N

*Navigation*. Le Congrès de la « Ligue fluviale » (Bordeaux, 17-22 juin 1922), (Note du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par G. BECHMANN. XII 998
*Nécrologies*. M. DAUBRÉE . . . . II 152
— M. Jules MARREL . . . . . II 155
— M. Eugène MEYZONNIER . . . III 246
— M. Alfred LOREAU. . . . . IV 385
— M. Étienne-Paul BÉRARD, par Paul MALLET. . . . . V 393
— M. Henry HOWE . . . . . VII 709
— M. Ernest SOLVAY . . . . . VII 710
— M. FOURET. . . . . XII 1005
— M. Georges LEMOINE. . . . XII 1005
— M. Henry VALLOT. . . . . XII 1006
— M. E. CANDLOT. . . . . XII 1006
— M. L. BOUDENOOT. . . . . XII 1006
— M. André DALMAR . . . . . XII 1007
— M. RODRIGUES-ELY . . . . . XII 1007
— M. Jules SIEGFRIED . . . . . XII 1007
— M. Émile SOULIÉ . . . . . XII 1007
— M. L. LEMERLE. . . . . XII 1007
— M. Élie REUMAUX. . . . . XII 1007
*Notes d'Agriculture*, par L. LINDET. II 138
— —, par Henri HITIER. . . . . II 141
— —, par G. PASSELÈGUE . . . III 234
— —, par G. PASSELÈGUE. VIII-IX-X 847
*Notes de Chimie*, par A. GRÉBEL. . II 130
*Note de Mécanique*, par M. GUILLERY. II 121
— —, par L. LECORNU. . . . . III 240
— —, . . . . . VIII-IX-X 839
*Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts*, par G. BECHMANN. . III 232
— —, par Henri-R. d'ALLEMAGNE. VII 693
— —, par P. COUTURAUD . . . . VII 698
— —, par Marcel MAGNE . VIII-IX-X 852
— —, par G. BECHMANN. . . . . XII 998
— —, par H.-R. d'ALLEMAGNE. . XII 1002

## O

*Optique*. L'Institut d' — théorique et appliquée, par la DIRECTION DE L'INSTITUT D'OPTIQUE THÉORIQUE ET APPLIQUÉE. . . . . VII 636
*Organisation*. Conférence de l'— française (Compte rendu de la Séance publique du 10 décembre 1921) . I 80
*Outillage pneumatique*. L' — — des Forges et Ateliers de Meudon (F.A.M.). (Note de Mécanique.). . VIII-IX-X 839

## P

*Papier*. L'industrie de la pâte à — d'alfa, par Louis COLAS. . . . . VII 687
*Ponts*. Nouveaux procédés de montage des grands — en arc (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par G. BECHMANN. . . . . III 232
*Pont démontable*. (Voir *Appareil de levage*.)
*Presse continue*. (Voir *Graines oléagineuses*.)
*Projectiles*. (Voir *Tir*.)
*Projections*. Sur les — en relief par la lumière polarisée. Conférence par Pierre TOULON (Compte rendu de la Séance publique du 1er juillet 1922). VIII-IX-X 869

## R

*Radio-télégraphie*. L'état actuel de la — — des dessins, textes et photographies. Conférence par Édouard BELIN (Compte rendu de la Séance publique du 18 novembre 1922). XII 1011

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

*Rails.* Le durcissement des — par le traitement sorbitique (Notes du Comité des Constructions et Beaux-Arts), par G. BECHMANN . . . . III 233
*Recherche scientifique.* Les ressources nouvelles offertes à la — —, par Georges LEMOINE . . . . . III 223

## S

*Séchage à air chaud.* Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le dispositif de — — — de M. Alexandre LEGRAND, par J. DANTZER. . II . . 98
*Standardisation.* Commission permanente de —. Unifications adoptées le 27 décembre 1921. . . . . V 506
— — Unifications adoptées le 1er juillet 1922 . . . . . VIII-IX-X 870
*Syphilis.* La lutte pour l'abolition de la —, sa portée industrielle et sociale. Conférence par Louis LE CHATELIER (Mémoire) . . . . . VII 657
— — (Compte rendu de la Séance publique du 17 juin 1922). . . . VII 715
— Comité pour l'abolition de la — (C. A. S.) . . . . . VII 680
— — Lettres adressées par l'Institut prophylactique, la Société des Ingénieurs civils et la Société d'Encouragement aux membres de la Société d'Encouragement. . . . . VII 681
— — Procès-verbal de la réunion du 10 juillet 1922, en vue de la constitution du C. A. S. . . . . VII 683

## T

*Tannerie.* L'École française de — de Lyon, annexée à l'École de Chimie industrielle de Lyon (reconnue par l'État), par Louis MEUNIER. . . XI 877
*Télégraphie.* Nouveau système de — pour circuit à un seul fil, insensible aux perturbations causées par les courants induits des lignes de traction électrique à courant alternatif, par Jean REY . . . . . XI 937
*Tir.* La balistique extérieure du — aérien, applications industrielles, par Gustave LYON. . . . . IV 327
— — Annexe n° 1 : Détermination et coordonnées des points d'éclatement des projectiles, par Maurice GARNIER. IV 333
— — Annexe n° 2 : Mesure des durées de trajet dans les — de polygone, par Maurice GARNIER. . . . . IV 359
*Tissage.* Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le *Traité de — au Jacquard*, de M. Daniel de PRAT, par J. DANTZER. . . . . II 93
— Procédé de — mécanique « à palette libre ». Conférence par Robert LEBOCQ (Compte rendu de la Séance publique du 25 février 1922). . III 254
*Toitures.* Les — suspendues à des fermes isostatiques en câbles pour hangars, ateliers, docks, etc. Conférence par G. LEINEKUGEL LE COCQ (Compte rendu de la Séance publique du 25 mars 1922). . . . . IV 387
— — Mémoire. . . . . V 396

## V

*Verre.* Les progrès de l'industrie du —. Conférence par Léon APPERT (Compte rendu de la Séance publique du 13 mai 1922) . . . . . VI 607
— — — (Mémoire). . . . VIII-IX-X 728
*Vibrations.* Appareil destiné à l'étude des — produites dans les édifices par la circulation des véhicules, par Paul PRACHE. . . . . III 177

*L'agent général, gérant,*
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires