http://cnum.cnam.fr

Conservatoire
numérique des
Arts & Métiers

Auteur ou collectivité : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale

Auteur secondaire : Hitier, Henri (1864-1958)
Titre du volume : 1925. 1er et 2e semestre

Adresse : Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1925
Collation : 926 p.) : ill. ; 26 cm
Cote : BSPI 139
Sujet(s) : Progrès scientifique et technique ; Innovations -- France -- 1900-1945

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.139

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 15/12/2015

BSPI 139

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR

L'INDUSTRIE NATIONALE

PUBLIÉ

SOUS LA DIRECTION DU SECRÉTAIRE GÉNÉRAL DE LA SOCIÉTÉ

M. H. HITIER

1925

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.)

—

1925

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECRÉTARIAT DE LA SOCIÉTÉ

ET

RÉDACTION DU BULLETIN

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

124e ANNÉE. JANVIER 1925.

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 1925

MEMBRES TITULAIRES

Bureau.

Année de l'entrée au Conseil.

Président.

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

Vice-présidents.

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

1885. — APPERT (L.) (O. ✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, manufacturier, 148, boulevard Haussmann (8e arrt).

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

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

1910. — GEORGES RISLER (C. ✲), président du Musée social et de l'Union des Sociétés de Crédit immobilier de France et d'Algérie, 115, avenue des Champs-Élysées, (8e arrt).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Secrétaire général.

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

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).

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)

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).

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

1925. — MOLLET-VIÉVILLE (Édouard) (O. ✻, ✻), avocat à la Cour d'Appel, professeur de législation industrielle à l'École centrale des Arts et Manufactures, 52, boulevard Malesherbes (8e).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Comité des Arts mécaniques.

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

1897. — BARBET (O. ✻), ingénieur, 47, rue de Liége (8e 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 Elisée-Reclus (7e arrt).

1906. — LECORNU (O. ✻), membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, professeur à l'École polytechnique, 3, rue Gay-Lussac (5e 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) (O. ✻), membre de l'Institut, professeur de mécanique à la Sorbonne et au Conservatoire national des Arts et Métiers, directeur du Laboratoire de Mécanique de la Faculté des Sciences de Paris, 77, rue du Faubourg-Saint-Jacques (14e arrt).

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

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

1925. — ERNAULT (Henri) (✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien président du Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France, rue d'Alésia, 169 (14e arrt).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée du Conseil.

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).

1907. — GUILLET (O. ✻), ingénieur, professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, directeur de l'École centrale des Arts et Manufactures, 1, rue Montgolfier (3e arrt).

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

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

1912. — DELLOYE (Lucien) (O. ✻), 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) (C. ✻), Inspecteur général des Mines, directeur de l'École nationale supérieure des Mines, 60, boulevard Saint-Michel (6e).

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

1924. — JOSSIER (Gabriel) (✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, président de la Chambre syndicale des Cuirs et Peaux de Paris, 19, rue Béranger (3e arrt).

Comité des Arts économiques.

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

1897. — LYON (O. ✻), administrateur délégué de la Société Pleyel, 22, rue Rochechouart (9e arrt).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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'Éperon (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).
1915. — ARNOULD (Pierre) (O. ✻), ingénieur-conseil, commissaire expert du Gouvernement pour l'examen des contestations en douane, 31, rue Bonaparte (6e arrt).
1916. — LEGOUËZ (Raynald) (C. ✻), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 25, rue Molitor (16e arrt).
1917. — ZETTER (Charles) (✻), Ingénieur des Arts et Manufactures, 49, rue de Maubeuge (9e arrt).
1919. — DELAGE (Gustave) (O. ✻), lieutenant de vaisseau de réserve, administrateur-directeur technique de la Société Nieuport-Astra, 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. ✻), membre de l'Institut, Inspecteur général de la Télégraphie militaire, 2, square Latour-Maubourg (7e 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).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

1905. — SCHRIBAUX (E.) (C. ✻), 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, Domaine des Pins, Auzouer (Indre-et-Loire).

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. ✻), membre de l'Académie d'Agriculture, directeur général honoraire des Eaux et Forêts, conseiller-maître à la Cour des Comptes, 48, boulevard de Latour-Maubourg (7e arrt).

1913. — 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. ✻), 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) (O. ✻), membre de l'Académie d'Agriculture, agriculteur, 3, rue Danton (6e arrt).

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

Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

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

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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

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

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

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 de la Propriété 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, membre de l'Académie d'Agriculture, 52, avenue Victor-Hugo (16e arrt).

1922. — PLUMET (Charles), architecte, 49, avenue Victor-Hugo (16e arrt).

1924. — RABUT (Charles) (O. ✻), membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, Ingénieur en chef honoraire de la Voie aux Chemins de fer de l'État, ingénieur-consultant, 14, rue de l'Abbé de l'Epée (5e arrt).

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

1925. — COLMET-DAÂGE (Gaston), (O. ✻, ⚜), Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, 201, boulevard Saint-Germain (7 arrt).

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, à Saint-Germain-en-Laye (Seine-et-Oise).

1897. — DUPUIS (O. ✻), 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 du Musée social et de l'Union des Sociétés de Crédit immobilier de France et d'Algérie, 115, avenue des Champs-Elysées (8e arrt).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

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, 32, avenue Edouard-Vaillant, à Pantin (Seine).

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

1924. — ROUME (Ernest) (G. C. ✲), gouverneur général honoraire des Colonies, 1, avenue Montaigne (8e arrt).

1924. — HERRENSCHMIDT (Jacques), fabricant de cuirs teints, de la Société « Les Fils de Ch. Herrenschmidt », Manufacture de cuirs teints, tanneries, corroieries, Paris et Lagny (Seine-et-Marne), 138, rue de Courcelles (17e arrt).

1924. — LE CESNE (Julien) (O. ✲), négociant-exportateur, président de l'Union coloniale, administrateur de la Compagnie française de l'Afrique occidentale, vice-président de la section de Législation du Conseil supérieur des Colonies, 50, avenue Victor-Hugo (16e arrt).

1924. — JULHIET (Edouard) (✲), ingénieur-conseil à la Banque de l'Union parisienne, 95, rue de Lille (7e arrt).

1924. — BEL (Jean, Marc) (✲), Ingénieur civil des Mines, vice-président de la Société française des Ingénieurs coloniaux, ingénieur-conseil, 90, rue d'Amsterdam, Paris (9e).

Commission du Bulletin.

HITIER, *secrétaire général*; LAFOSSE, SAUVAGE, MASSON, PRUD'HOMME, LIVACHE, SEBERT, ARNOULD, LINDET, RINGELMANN, LARIVIÈRE, BOURDEL, DE ROUSIERS, HERRENSCHMIDT.

Agent général de la Société.

1913. — LEMAIRE (Eugène) (✲, ✠), Ingénieur des Arts et Manufactures, 44, rue de Rennes (6e arrt). — Téléphone : Fleurus 55 61.

MEMBRES HONORAIRES DU CONSEIL

Présidents honoraires de la Société.

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).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de l'entrée au Conseil.

Comité des Arts chimiques.

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

Comité des Arts économiques.

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 de la Société anonyme des Établissements Leflaive, 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).

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

Correspondants étrangers.

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

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.).

1922. — HAUSER (Enrique), Ingénieur des Mines, membre de l'Académie royale des Sciences de Madrid, président de la Commission

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination.

espagnole du Grisou, ancien président de la Société espagnole de Physique et Chimie, professeur-chef du Laboratoire de Chimie industrielle de l'École des Mines et du Laboratoire Gomez Pardo, 33, rue Zorrilla, à Madrid 14° (Espagne).

1922. — HANNON (Édouard), Ingénieur honoraire des Ponts et Chaussées (Belgique), gérant de la Société Solvay et Cie, 33, rue du Prince-Albert, Bruxelles (Belgique).

1922. — SAUVEUR (Albert) (✲, ◍), ingénieur métallurgiste, membre de l'American Academy of Arts and Sciences, membre honoraire de la Société des Ingénieurs sortis des Ecoles de Liége, président du Salon français de Boston, professeur de métallurgie et de métallographie à l'Université Harvard, Harvard University, Cambridge, Mass. (U. S. A.).

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

Comité des Arts économiques.

Correspondants français.

1913. — GUILLAUME (Charles-Edouard) (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).

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

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).

1922. — GARNIER (Maurice) (O. ✲, I. ◍), Ingénieur en chef d'artillerie navale, adjoint à l'Inspecteur général d'artillerie (13, rue de l'Université, Paris, 7e, tél. Ségur 25-04), 7, place de Breteuil, Paris (7e).

Correspondants étrangers.

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination.

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, vice-président 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) (✻, ✻), expert des tribunaux, correspondant de l'Académie d'Agriculture, directeur du Laboratoire d'Essais techniques, 30, rue Sainte, Marseille (Bouches-du-Rhône).

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

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Année de la nomination.

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.

Correspondant français.

1913. — COUTURAUD (Pierre) (🎖), Ingénieur des Arts et Manufactures, administrateur-délégué de la revue *Chaleur et Industrie* (5, rue Michel-Ange, Paris, 16e) 22, rue de Tocqueville, Paris (17e).

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

Comité de Commerce.

Correspondant français.

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

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 réservés au Cnam et à ses partenaires

LE LAVAGE DU CHARBON PAR FLOTTAGE, SON BUT, SES AVANTAGES, SON MODE D'APPLICATION[1]

Le procédé de traitement des minerais par flottage a pris, depuis une dizaine d'années, une importance considérable. On sait que ce procédé est basé sur la propriété que possèdent certains minéraux de rester incorporés à l'écume formée à la surface d'un mélange d'eau, d'air et d'un autre constituant : huile, acide, alcool, etc., tandis que d'autres minéraux tombent à la base de la masse. Dans la première catégorie sont les minerais sulfurés, et dans la seconde les gangues.

Ce procédé est employé surtout en Amérique et en Australie, où il a permis notamment l'utilisation de minerais très pauvres, de cuivre, de zinc et de plomb (2).

Jusqu'à ces dernières années, seuls les minerais métalliques ont été traités par flottage. Pourtant, d'énormes quantités de schlamms et de schistes extraites des mines de charbon sont demeurées longtemps inutilisées ou ne recevaient qu'une utilisation fort médiocre, faute d'un procédé de séparation convenable. Actuellement, l'élévation considérable du prix du charbon donne un très grand intérêt à l'application du flottage au traitement de ces produits.

Nous nous proposons de montrer dans quelles conditions le flottage peut être appliqué aux charbons et de décrire les premières installations réalisées à cet effet. Auparavant, nous exposerons, d'une manière générale, l'intérêt économique du problème du lavage du charbon.

I. — Intérêt économique du lavage du charbon.

A) But du lavage du charbon. — Le développement pris par les usines de classement et de lavage des charbons tend de plus en plus à s'accentuer. En effet :

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 22 novembre 1924.

(2) En 1919, les procédés de flottage ont permis de traiter plus de 70 millions de tonnes de minerai brut dans le monde entier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° A cause de la généralisation de l'usage de grilles mécaniques pour les chaudières à vapeur, de l'accroissement du nombre des installations de chauffage central, de l'augmentation des tarifs de transport, les consommateurs demandent des quantités croissantes de charbons calibrés et en exigent une pureté de plus en plus grande ;

2° Au fur et à mesure de l'épuisement de leurs meilleurs gisements, les compagnies houillères sont amenées à ouvrir d'autres gîtes jugés d'abord moins fructueusement exploitables. Il faut donc recourir de plus en plus au lavage pour traiter le charbon de ces gîtes qui est, souvent, très cendreux.

Au total, la préparation des charbons devient l'accessoire de plus en plus obligatoire de toute exploitation minière. Cette question a été, d'ailleurs, parfaitement comprise des sociétés houillères françaises, comme le montrent les nouveaux lavoirs des Mines d'Aniche, Lens, Marles, Blanzy, Drocourt, que nous connaissons d'une manière particulière.

Le but du lavage des charbons se dessine donc d'une manière nette. Il consiste à produire, à partir des fines brutes 0-50 mm, — ce qui correspond au classement le plus courant — le maximum de produits marchands.

B) Nomenclature et caractéristiques des produits dérivés du lavage. — Le Tableau I, se rapportant à un charbon 0-50 (1) du Nord, montre l'utilité et l'efficacité de la préparation mécanique de la houille :

Tableau I.

Décomposition des fines brutes.	Pourcentage des cendres		
	du charbon brut.	du charbon lavé.	des pierres retirées ou schistes.
0-1 mm	16	non lavé	
1-5 —	29	6	65
5-10 —	28	6	77
10-24 —	35	8	76
24-50 —	39	8	80
schlamms	—	30	—

Pour l'exemple envisagé et qui correspond à de nombreux cas, le rendement pratique au lavoir s'établit comme suit, en supposant, conformément à la tendance moderne, qu'on sépare le 0-1, ou poussier, d'avec le 1-10 avant le lavage de cette dernière catégorie.

(1) Les dimensions des morceaux de charbon sont toujours données en millimètres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau II.

Nomenclature des produits obtenus.	Calibre.	Fraction centésimale par rapport aux fines brutes.	Teneur en cendres p. 100 des produits sortant du lavoir.
Poussier brut	0-1 mm	16	18 (n'est pas lavé)
Fines lavées.	1-10 —	32	5
Grains	10-24 —	16	8
Noisettes	24-50 —	8	8
Schlamms.	0-0,5 —	4	30
Mixtes	1-50 —	4	30
Schistes.	1-50 —	20	74
Total		100	
Moyenne ou teneur en cendres des fines brutes (p. 100).		»	23,60

Ce tableau montre :

1° Que le charbon 1-50 est classé et lavé en diverses catégories commerciales (menu, grains, noisettes), dont la teneur en cendres varie de 5 et 8 p. 100 ;

2° Que le poussier (0-1 ou 0,5 dans certains cas) s'emploie à l'état brut. Dans la pratique courante, on le sépare du 0-10 tout-venant, au moyen de tables vibrantes ou de dépoussiéreurs pneumatiques. Le 1-10 ainsi obtenu est lavé, jusqu'à 5 p. 100 de cendres seulement; puis, on lui réincorpore une quantité de poussier 0-1 telle que l'ensemble 0-10 renferme un maximum de 10 p. 100 de cendres, afin de répondre aux stipulations commerciales les plus courantes. Dans l'état courant de la technique des lavoirs, on ne connaît pas d'autre manière d'utiliser le 0-1 qui n'est pas lavable par les appareils usuels;

3° Que les mixtes (ou barrés), formés par un mélange intime de charbon et de substances minérales, dont le poids spécifique réel varie entre 1,4 et 1,6, constituent une fraction importante des fines brutes et forment un déchet de valeur très restreinte, qui ne trouve son utilisation que dans les chaufferies de la compagnie minière;

4° Que les schlamms, à cause de leur extrême ténuité (elle est inférieure à 0,5 mm) et de leur teneur généralement élevée en cendres : 30 p. 100, en moyenne, représentent un produit de valeur très faible (3 à 5 fr. par tonne, sur le carreau de la mine, avant la guerre);

5° Que les schistes, constitués par un mélange intime de charbon et de matières minérales, dont le poids spécifique réel dépasse 1,6 représentent une fraction très notable, 20 p. 100 au cas présent (et quelquefois 25 p. 100) du menu brut 0-50 traité dans le lavoir.

Le tableau II indique, en outre, que le rendement en produits commerciaux : 0-10 reconstitué, grains et noisettes, ne correspond qu'à $(16 + 32 + 16 + 8 =)$ 72 p. 100 des fines brutes 0-50.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On obtient donc 28 p. 100 de produits non commerciaux dont 20 p. 100, les schistes, n'ont qu'une valeur négative, car leur stockage entraîne des frais élevés et immobilise, sans aucun profit, des superficies étendues de terrain dont la valeur est des plus appréciable à proximité des grandes villes (Douai, Lens, Saint-Étienne) des bassins miniers.

C) Les impedimenta des lavoirs a charbon. — Il résulte des données et observations corrélatives qui précèdent que le classement et le lavage du 0-50 brut donnent naissance à quatre sortes de produits indésirables, savoir :

Tableau III.

Nomenclature.	Calibre mm.	Teneur en cendres p. 100.
Poussier.	0-1	18
Schlamms.	0-0,5	30
Mixtes.	1-50	30
Schistes.	1-50	74

Voici l'origine et la meilleure utilisation possible de ces quatre sous-produits du lavage des charbons :

a) *Poussier* (*0-1 mm*). — Pratiquement, on ne parvient que d'une manière très imparfaite à laver le poussier au moyen des appareils courants : caisses à piston, rhéolaveurs. Le poussier de charbon surnage, en effet, l'eau de lavage — c'est affaire de tension superficielle. Il s'ensuit qu'on ne classe que très mal, par densité, les divers composants du poussier (charbon et schistes) alors qu'on y réussit très bien pour les autres catégories de charbon.

La question de savoir s'il convient ou non d'éliminer le poussier avant lavage et celle du choix de l'appareil de dépoussiérage sont parmi les plus importantes qui se posent au moment où l'on arrête le programme d'un lavoir à charbon.

De toutes façons, l'installation d'un dépoussiéreur n'est possible que lorsqu'on dispose d'une houille contenant au maximum 4 p. 100 d'humidité, à son entrée au lavoir. Il arrive, parfois, que cette teneur est dépassée parce que le charbon sort humide du puits ou qu'il a été exposé aux intempéries soit en cours de stockage, soit à l'occasion de son trajet entre la fosse et le lavoir.

Dès lors, on se trouve en face de deux alternatives fort gênantes, savoir :

1re hypothèse : *le lavoir comporte un dépoussiéreur*. — Toute la difficulté consiste à utiliser avantageusement le poussier.

Voici les divers cas qui peuvent alors se présenter, en fonction de la qualité du charbon à traiter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Charbon gras et bitumineux. — Généralement, comme nous l'avons vu plus haut, on mélange le 0-1 au 1-10 lavé. Cette manière *forcée* de procéder — à défaut de tout autre moyen pratique connu, jusqu'à ces derniers temps — entraîne de graves inconvénients. Elle oblige, en effet, à compenser la haute teneur en cendres du 0-1 brut par une épuration très poussée du 1-10. Ceci détermine une diminution appréciable du rendement au lavage.

Pour s'en rendre compte, admettons, d'après des moyennes pratiques, les chiffres des tableaux II et IV :

Tableau IV : Composition des fines brutes.

	p. 100.
Teneur en cendres du poussier 0-1.	18
Proportion du poussier 0-1 dans les fines brutes	16
Proportion de 1-10 brut dans les fines brutes 0-50	36
Teneur limite en cendres du 0-10 (mélange de 0-1 brut et de 1-10 lavé) à livrer au commerce	10

Si l'on s'en rapporte à la courbe de lavabilité (1) du 1-10 brut envisagé, on obtiendra, en fonction de la teneur en cendres du 1-10 lavé, les rendements en charbons lavés et des schistes dont la teneur de cendres varie comme l'indique le tableau V :

Tableau V : Rendements pratiques au lavage du 1-10 brut.

Teneur en cendres du 1-10 lavé p. 100.	Rendements en 1-10 lavé du 1-10 brut p. 100.	TENEURS EN CENDRES DES SCHISTES SORTANT DU LAVOIR	
		Teneur théorique p. 100.	Teneur pratique p. 100.
4	75	60	56
5	78	68	64
6	80	69	65
7	82	72	68
8	85	74	70
9	86	75	71
10	87	76	72

Suivant ces divers cas, les rendements en 1-10 lavé et la teneur en cendres du mélange de 0-1 brut et du 1-10 lavé varieront, comme l'indique le tableau VI, en fonction des valeurs figurant aux tableaux IV et V :

(1) La courbe de lavabilité, imaginée par Hanappe, il y a une douzaine d'années, et tracée d'après sa méthode, correspond au classement d'un échantillon de charbon en fonction de sa densité absolue. Elle permet de prévoir, à une certaine tolérance près, le rendement pondéral en charbon lavé à n p. 100 de cendres — n étant imposé par le service commercial de l'exploitation — ainsi que la teneur en cendres des mixtes et des schistes qui résulteront du lavage d'un échantillon de charbon donné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau VI : Rendements pratiques du lavage des fines brutes.

Teneur en cendres du 1-10 lavé p. 100.	Rendements en 1-10 lavé rapportés aux fines brutes p. 100.	Teneurs en cendres du mélange de 0-1 brut et de 1-10 lavé p. 100.	Rendement total du 0-50 brut en 0-10 p. 100
—	—	—	—
4	27,00	9,20	43,00
5	28,08	9,49	44,08
6	28,80	10,28	44,80
7	29,52	10,86	45,52
8	30,60	11,43	46,60
9	30,96	12,06	46,96
10	31,32	12,70	47,32

Grâce aux courbes de lavabilité du charbon, dont, à diverses reprises, nous avons montré l'intérêt pratique pour établir des prévisions raisonnées sur les divers partis qu'on peut tirer d'un charbon donné, le tableau VI met en évidence les deux faits suivants :

1° Même en lavant le 1-10 à 5 p. 100 de cendres, ce qui ne correspond qu'à un rendement de 78 p. 100 seulement du 1-10 brut en 1-10 lavé, et oblige, pour le cas envisagé, à rejeter au terril, c'est-à-dire à perdre, tout le charbon qui renferme plus de 35 p. 100 de cendres (1), on peut à peine réincorporer au 1-10 lavé la totalité du 0-1 brut;

2° Le rendement du 1-10 brut en 1-10 lavé croît rapidement quand la teneur en cendres de ce dernier s'élève. Par exemple, si l'on rapporte les résultats aux fines brutes 0-50 pour le charbon étudié, le rendement en 1-10 lavé croît de 27,00 à 31,32 p. 100, quand la teneur en cendres de ce dernier passe de 4 à 10 p. 100. Cette différence de rendement de 4,3 p. 100 correspond à plus de 6.000 t de charbon par an pour une compagnie minière d'importance moyenne, traitant, dans ce même temps, 300.000 t de fines brutes 0-50 à son lavoir et en supposant que le 0-50 renferme 52 p. 100 seulement de 0-10, proportion qui est largement dépassée dans des compagnies minières du Centre, du Sud-Est et d'Espagne.

Charbons demi-gras et maigres. — Tout compte tenu des observations qui précèdent, relativement à la réduction de rendement qui résulte de l'incorporation de poussier au charbon lavé, les difficultés pour ouvrir un débouché rémunérateur au poussier s'atténuent ici. Le poussier de charbon demi-gras ou maigre constitue, en effet, la matière première des briquettes pour l'industrie et des boulets ovoïdes. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que l'écoulement de cette catégorie d'agglomérés est saisonnier. Il serait

(1) La teneur pratique en cendres, soit 64 p. 100 pour le cas envisagé, correspond à une valeur moyenne. Ces schistes ne constituent pas, en effet, un produit homogène. Leur teneur en cendres, dans cet exemple, varie de 35 à 75-78 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donc avantagenx de disposer, dans le lavoir, d'un dispositif pratique, tel que le lavage par flottage, pour l'épuration du poussier maigre, en vue :

— De suspendre la fabrication des boulets ovoïdes, pendant leurs périodes de mévente, en permettant d'utiliser le poussier épuré à la préparation de briquettes pour chemins de fer, lesquelles doivent renfermer, au maximum, 8 p. 100 de cendres et dont le marché est large;

— De rendre plus importantes les disponibilités en fines maigres 1-5 lavées, ce qui peut permettre d'accroître la production nationale de briquettes marines à 5-6 p. 100 de cendres, lesquelles proviennent en grande partie de l'étranger (1)

Seconde hypothèse : *le lavoir ne comprend pas de dépoussiéreur.* — Dans ce cas, le poussier forme avec l'eau de lavage un produit, dénommé schlamms, qui donne lieu à de nombreux inconvénients; parmi les principaux, on compte :

— Altération de l'efficacité des appareils de lavage et, par le fait même, diminution de leur capacité de traitement;

— Encombrement des caisses pointues pour la décantation des eaux;

— Égouttage très long des fines chargées de schlamms (2).

Tous ces inconvénients, qui sont particulièrement sensibles pour les charbons argileux, se superposent les uns aux autres et déterminent une majoration très sensible des frais de premier établissement et d'exploitation des lavoirs non pourvus de dépoussiéreurs.

b) *Schlamms.* — La quantité de schlamms produite dans les lavoirs est extrêmement variable; elle dépend de deux facteurs essentiels : l'emploi de dépoussiéreurs et la friabilité du charbon.

Nous venons de voir que le dépoussiérage présente, presque toujours, le plus grand intérêt. M. l'Ingénieur en Chef Loiret cite, à ce propos, l'exemple suivant :

A la fosse Thiers, des Mines d'Anzin, l'enlèvement avant lavage du 0-2 — qui correspond à 20 p. 100 du tonnage traité — réduit à 3 p. 100 seule-

(1) Les importations d'agglomérés, en France, en 1912 et en 1913, se sont élevées respectivement à 1.123.000 et 1.086.000 t. Notre principal fournisseur fut la Belgique et pour 650.000 t en moyenne, mais l'Angleterre nous a envoyé ses briquettes de choix (marques Crown, Arrow, Anchor, Star), en provenance du pays de Galles, à cendres pratiquement infusibles. Nos briquettes des charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais : Aniche, Anzin, Nœux, Meurchin, Escarpelle, ne leur cèdent rien cependant en qualité.

(2) M. Loiret, Ingénieur en Chef au Corps des Mines, donne, comme exemple, le fait pratique suivant. Aux Mines de la Grand'Combe, la teneur en eau des fines lavées tombe très vite de 20-22 p. 100 à 6-7 p. 100, après quelques heures d'égouttage, si elles sont exemptes de schlamms, alors que cette teneur en eau ne descend pas au-dessous de 12-13 p. 100 après plusieurs jours d'égouttage, si ces fines contiennent des schlamms. (*La préparation des charbons*, 9e rapport de la Commission d'Utilisation des Combustibles. *Journal officiel* du 1er avril 1923, p. 3.333 à 3.339 et *Bulletin de la Société d'Encouragement* de mai 1923, p. 356 à 375.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment la quantité de schlamms. Par contre, à Pont-à-Vendin, où l'on ne dépoussière pas, la production de schlamms s'élève à 6-8 p. 100 des fines brutes traitées; et au lavoir de Trescol, des Mines de la Grand'Combe, il reste encore, même après réincorporation des schlamms propres aux fines, 10 p. 100 de schlamms à utiliser aux chaudières.

Au total, la production de schlamms varie beaucoup d'un lavoir à un autre, suivant la nature du charbon traité, le recours ou non au dépoussiérage des fines avant lavage; mais, invariablement, chaque compagnie minière en obtient et doit trouver un moyen de les utiliser. Or, jusqu'ici, il était très difficile de trouver un emploi véritablement avantageux des schlamms. Voici comment on les écoule, le plus souvent.

1er mode d'utilisation des schlamms. — Après leur soutirage des caisses pointues, qui servent à la décantation des eaux, circulant en cycle fermé dans le lavoir, les schlamms sont mélangés aux fines lavées avant égouttage. Cette manière de procéder présente deux inconvénients majeurs, dus à l'argile dont les schlamms contiennent une forte proportion, savoir :

— La présence des schlamms gêne l'égouttage des fines lavées, comme nous l'avons vu plus haut. Il en résulte une dépréciation de la valeur marchande de ce mélange très humide de fines lavées et de schlamms, en raison de l'accroissement inutile de ses frais de transport, ainsi que des dépenses supplémentaires, sous forme de gaz de chauffage ou de brai, quand on doit l'employer, sans séchage complémentaire, à la fabrication du coke ou à la préparation d'agglomérés.

— Les schlamms bruts, étant impropres à la fabrication du coke et se mélangeant très mal aux fines lavées — ils ont, en effet, tendance à rester à l'état de mottes — un menu à coke préparé de cette façon ne se carbonise que très mal. L'argile des schlamms y crée, en effet, des solutions de continuité, empêchant les particules de charbon de se souder les unes aux autres, au cours de leur cokéfaction.

Il convient, en outre, d'observer que ce mélange hétérogène de fines pures avec des schlamms, ordinairement très cendreux, donne souvent lieu à des contestations regrettables, quant à la détermination de la teneur moyenne en cendres d'une livraison composée de cette manière.

2nd mode d'utilisation des schlamms. — Dans ce mode d'emploi, le plus courant, les schlamms sont réservés pour le service des générateurs de vapeur de la compagnie minière. C'est seulement un pis-aller, car les schlamms contenant en moyenne 20 p. 100 d'eau et 30 p. 100 de cendres, ne peuvent permettre d'obtenir qu'un rendement thermique fort mauvais et qu'une allure de carbonisation très lente.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les schlamms brûlent au surplus très mal sur des grilles mécaniques. On est donc contraint de les employer dans des foyers à mains, ce qui donne lieu à de nombreuses difficultés, à cause de la raréfaction du nombre de chauffeurs vraiment habiles, et, comme, en outre, il faut éviter des chutes de pression, pendant les périodes de décrassage des grilles, il faut disposer d'un grand nombre de chaudières. En définitive, l'usage de schlamms bruts pour le chauffage des générateurs de vapeur est, en réalité, fort onéreux (1).

c) *Mixtes.* — La grande majorité des lavoirs donne des mixtes à 25-45 p. 100 de cendres, dont le placement est fort malaisé. On a recouru pour cela à trois moyens principaux :

1° Foyers spéciaux. — On a muni les chaudières de foyers spéciaux permettant de brûler des charbons à 40 p. 100 de cendres. On doit, à ce sujet, citer comme des modèles les chaufferies centrales des Compagnies des Mines d'Aniche et de l'Escarpelle, notamment, et de la Société des Mines de de la Loire. Ces installations comprennent, en effet, des réchauffeurs d'air comburant et d'eau d'alimentation, des grilles mécaniques, le tirage induit, ainsi que tous les appareils de contrôle désirables : compteurs d'eau d'alimentation, bascules automatiques de pesée du charbon, analyseurs des fumées, etc.

On arrive ainsi à produire 4,5 kg de vapeur par kilogramme de charbon à 35-40 p. 100 de cendres. Ce résultat est excellent, et d'autant plus que la forte proportion d'impuretés dans ces charbons nuit au dégagement des calories qu'ils peuvent céder.

Toutefois, ces installations comportent deux inconvénients. Le premier tient aux frais élevés de premier établissement qui proviennent du faible pouvoir évaporatoire par unité de surface de la chaudière, parce que l'allure de combustion des charbons très cendreux est fort lente.

Le second a pour cause la perte de charbon qui se produit dans le cendrier, en quantité d'autant plus forte que la houille est plus cendreuse. La teneur en carbone des mâchefers peut ainsi s'élever jusqu'à 60 p. 100.

Par conséquent, tant qu'on ne disposera pas d'un foyer ne laissant pas d'imbrûlés dans les cendres — lequel reste encore à découvrir — on devra

(1) Aux ennuis que donne lieu la production de schlamms bruts, il faut encore ajouter les suivants :

Nécessité de disposer de bassins de décantation de large surface pour récolter les schlamms;

Frais élevés pour la reprise des schlamms dans les bassins de décantation.

Toutes ces difficultés disparaissent si on recourt au flottage, parce que les schlamms bruts, au fur et à mesure de leur production, passent, avec les eaux qui les accompagnent, dans les caisses d'épuration par flottage. Ils en sortent sous forme de produits commerciaux faciles à manutentionner — premier avantage —, et d'utilisation immédiate, ce qui correspond à un second avantage, d'ordre également majeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

s'efforcer de débarrasser, au préalable, le charbon des impuretés qui gênent sa combustion. Faute de recourir à ce moyen, on devra se résigner à perdre, par les mâchefers, une quantité de carbone d'une valeur bien supérieure à celle des calories récupérées au moyen des économiseurs qui coûtent fort cher. En d'autres termes, l'intérêt des économiseurs demeure, mieux que jamais, indéniable, mais il convient d'en compléter l'effet utile, soit par l'emploi de grilles mécaniques perfectionnées, soit, ce qui serait mieux, par l'épuration, aussi complète que possible, du charbon avant de le brûler. En ce qui concerne le poussier, les mixtes et les schlamms, le lavage par flottage, seul, permet d'obtenir des résultats satisfaisants.

2° Carbonisation et gazéification. — La carbonisation et la gazéification des mixtes peuvent être effectuées successivement dans des fours à coke et dans des gazogènes, suivant le processus réalisé par la Société des Mines de Montrambert. De cette façon, on peut tirer complètement parti des dérivés de la houille. Malheureusement, cette méthode d'utilisation des combustibles inférieurs n'est applicable qu'au cas où l'on dispose de charbons cokéfiables. En outre, ce qui constitue un obstacle infranchissable, les frais de cette opération ne sont pas couverts par la vente des sous-produits, et le coke obtenu ne trouve son emploi que dans un gazogène d'installation coûteuse. Quant au gaz mixte qui est produit, on ne peut l'utiliser avantageusement que dans un moteur, dont le rendement thermodynamique, supérieur à celui de la machine à vapeur, ne compense pas ses frais élevés de premier établissement et d'entretien.

Cependant, il est fort probable, sinon certain, que la méthode des Mines de Montrambert prendrait un renouveau d'intérêt si les charbons de qualité inférieure à utiliser étaient, avant carbonisation, épurés par flottage. Le coke obtenu deviendrait alors de qualité commerciale. On pourrait donc le vendre ou l'utiliser dans des conditions plus rémunératrices qu'à présent.

3° Gazéification dans des gazogènes à fusion de cendres. — La technique de la gazéification dans des gazogènes à fusion de cendres a été mise au point, depuis deux ans, par M. Dessemond, ingénieur-directeur de la Société des Houillères de Saint-Étienne, qui utilise, de cette façon, par 24 heures, 11 t de schistes à 60-65 p. 100 de cendres. Dans ces conditions, ce tonnage de schistes, de valeur nulle, additionné de fondants, se trouve transformé en les produits suivants :

Gaz à 1.050 cal. au mètre cube.	24.000 m³
Ciment de laitier	15 t
Fonte	1 t

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bénéfice net d'une installation de ce genre, traitant de cette manière 140 t de schistes par 24 heures, comme celle qui est en construction à Saint-Étienne, s'élèverait à 40 f. au minimum, par tonne de schistes mis en œuvre.

Indéniablement, la conception des Houillères de Saint-Étienne possède le double mérite de la nouveauté et de l'intérêt financier. Toutefois, on ne pourrait toujours conseiller la généralisation de son application. Pour tirer parti, en effet, de cette idée, il convient :

— Que le charbon gazéifié renferme un maximum de matières volatiles, afin qu'il ne s'agglutine pas dans la cuve de gazogène, et que le gaz produit ne renferme pas de goudron, si on doit l'employer dans un moteur ;

— Que l'on soit assuré du placement du ciment. Suivant les régions, on peut en effet redouter la concurrence des ciments belges ou des ciments de laitier de hauts fourneaux ;

— Que l'on puisse trouver l'emploi régulier du gaz à 1.050 calories.

Si ces diverses conditions se trouvent simultanément et entièrement réalisées aux Houillères de Saint-Étienne, elles ne peuvent l'être partout.

On doit observer, au surplus, qu'on ne traite dans les gazogènes à fusion de cendres que des produits du calibre 10-50 environ.

Il serait donc indiqué de traiter tout au moins les mixtes 0-10 par flottage.

d) Schistes. — Les schistes ou stériles contiennent de 55 à 80 p. 100 de cendres, soit en moyenne 30 p. 100 de charbon.

Or, comme leur production annuelle en France est de l'ordre de 25 p. 100 du poids de charbon passé aux lavoirs, il s'ensuit que, chaque année, on met au terril de 400.000 à 500.000 t de charbon, qui se trouvent définitivement perdues.

*
* *

On voit donc que, dans les meilleures conditions, on ne réussit, par les moyens usuels, qu'à épurer les deux tiers environ, et tout au plus, du tonnage de charbon soumis aux opérations de lavage. En d'autres termes, pour épurer le charbon 1-50, on dispose, effectivement, de moyens très perfectionnés (trieurs hydrauliques Lequeux, rhéolaveurs France, caisses Coppée, oscillateur Trottier) qui permettent aisément de réduire à 7-8 p. 100 la teneur en cendres du charbon. Par contre, pour épurer le 0-1 (schlamms et poussiers), ainsi que les mixtes, on est resté impuissant jusqu'à ces derniers temps.

Cette question doit se placer au premier plan des préoccupations des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

spécialistes. A l'heure actuelle, en effet, le tonnage de charbon traité annuellement dans les lavoirs des compagnies minières françaises et sarroises atteint approximativement 13 millions de tonnes, ce qui correspond à une production minimum d'au moins 5 millions de tonnes de poussiers, mixtes et schlamms. La quasi-totalité de ces produits n'est soumise à aucune épuration, faute de moyens techniques appropriés. Ceci nuit grandement aux intérêts immédiats des charbonnages, comme nous l'avons montré au début de ce chapitre.

En conclusion, il importe grandement d'introduire en France un dispositif « complémentaire » — ce qui exclut, formellement, toute idée de concurrence aux appareils courants pour le lavage du 1-50 — pour tirer un parti plus avantageux du poussier et des schlamms notamment.

Nous avons l'absolue conviction, d'après ce que nous avons vu aux Mines fiscales de l'État néerlandais, que ce moyen, c'est le lavage du charbon par flottage. Depuis 1922, il a en effet permis d'y épurer plus de 100.000 t de schlamms par an, qu'on utilise ensuite à la fabrication du coke métallurgique ou à la préparation des briquettes pour chemins de fer, suivant leur teneur en matières volatiles.

II. — Avantages pratiques du lavage du charbon par flottage.

Ces avantages sont au nombre de trois, savoir :

a) Accroissement du rendement en charbon lavé;

b) Transformation des schlamms bruts en produits marchands;

c) Réduction de la teneur en soufre des charbons soumis à l'action du flottage.

Nous allons les examiner successivement.

A. — Accroissement du rendement en charbon lavé. — Il résulte de l'examen du tableau VI que, faute de disposer de moyens appropriés pour épurer le 0-1, le rendement au lavage du 1-10 est inférieur de 4,32 p. 100 à celui qu'on pourrait normalement attendre.

Le problème change complètement d'aspect si le 0-1 est lavé par flottage. En supposant qu'on le traite de manière à réduire de 18 à 10 p. 100 sa teneur en cendres, la perte aux appareils de flottage sera, dans le cas choisi, de 90 p. 100, et le rendement du 1-10 brut en 1-10 à 10 p. 100 de cendres sera égal à 87 p. 100 d'après le tableau VI. Dans ces conditions, le rendement en 0-10 à 10 p. 100 de cendres s'élèvera à :

$$20 \times 0{,}90 + 31{,}32 = 49{,}32 \text{ p. } 100.$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les avantages résultant de cette façon de procéder seront donc les suivants et par rapport à la première où on ne lave pas le 0-1 par flottage :

On devient indépendant pour le placement du 0-1, ce qui est très important au point de vue commercial. Le 0-1 brut ne constitue pas, en effet, un produit marchand.

Tout en préparant un charbon ne contenant plus que 10 p. 100 de cendres, valeur limite imposée, le rendement en charbon est accru de (49,32 — 47,00 =) 2,32 p. 100.

Le volume de schistes à stocker diminue du fait que le rendement en charbons lavés augmente. C'est là un nouvel avantage non négligeable car le transport et la mise au terril des schistes est une source de grands frais.

En conclusion, le flottage assure un gain très appréciable de charbon, soit au moins 2 p. 100 du poids de fines brutes rentrant au lavoir. *Ce supplément de 2 p. 100 de rendement en charbons lavés* se trouverait très largement dépassé pour les charbonnages du bassin de la Loire, du Gard et d'Espagne où l'on produit beaucoup de schlamms et de mixtes.

B. — Transformation des schlamms bruts en produits marchands. — La production de schlamms bruts varie, comme nous l'avons vu, avec le mode

Fig. 1. — A gauche : Boue de charbon brute carbonisée.
A droite : Boue de flottage carbonisée.

d'exploitation des lavoirs (emploi ou non de dépoussiéreurs) et le degré de friabilité des charbons. En moyenne, elle représente 4 p. 100 des fines brutes passées dans les lavoirs des Mines du Nord; 8 à 12 p. 100 de celles de la Sarre et des mines françaises du Centre et du Sud-Est; 10 à 20 p. 100 de celles des houillères espagnoles.

Ce schlamm brut n'est pas apte à la fabrication du coke. L'argile qu'il contient crée, en effet, des solutions de continuité entre les particules charbonneuses qui ne peuvent donc se souder entre elles au cours de la carboni-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sation de la houille dans les fours à coke (fig. 1). Par suite, le coke obtenu à partir du schlamm brut présente une extrême friabilité. D'ailleurs, sa forte teneur en cendres le rend invendable. On ne peut donc assimiler les schlamms bruts à aucun produit marchand; ce ne sont que des résidus de très faible valeur (1).

Par contre, quand le schlamm a été épuré par flottage, il devient apte à la préparation d'un coke de qualité supérieure, pourvu, bien entendu, qu'il possède un pouvoir agglutinant convenable, ce que dénote, le plus souvent, sa teneur en matières volatiles.

On a ainsi constaté, d'une manière générale, que le coke obtenu à partir de charbon épuré par flottage ne présente pas de fractures transversales. Sa

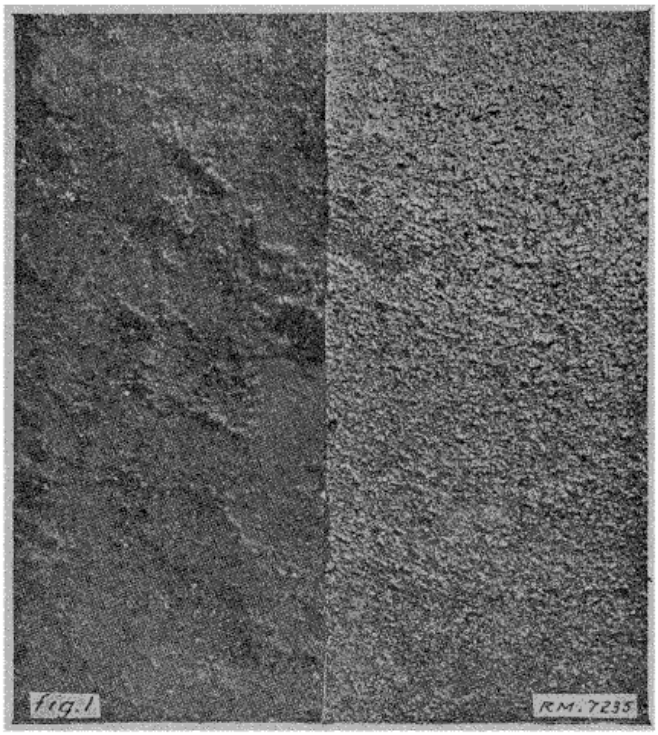


Fig. 2. — A gauche : Coke de schlamm brut;
A droite : Coke de schlamm flotté.
(Grossissement : 5 *d*).

structure est régulière et compacte, comme le révèle sa sonorité sous le choc. D'autre part, le charbon flotté donne lieu à une moindre formation de petits cokes ou de déchets — dont la valeur est notablement inférieure à celle du

(1) Les figures 1, 2, 3, 4 sont extraites d'une magistrale étude de M. Thau : *L'épuration des charbons. Son influence et ses effets dans la production des cokes à basse teneur en cendres.* (*Stahl und Eisen*, nos 30 et 32 de 1922.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

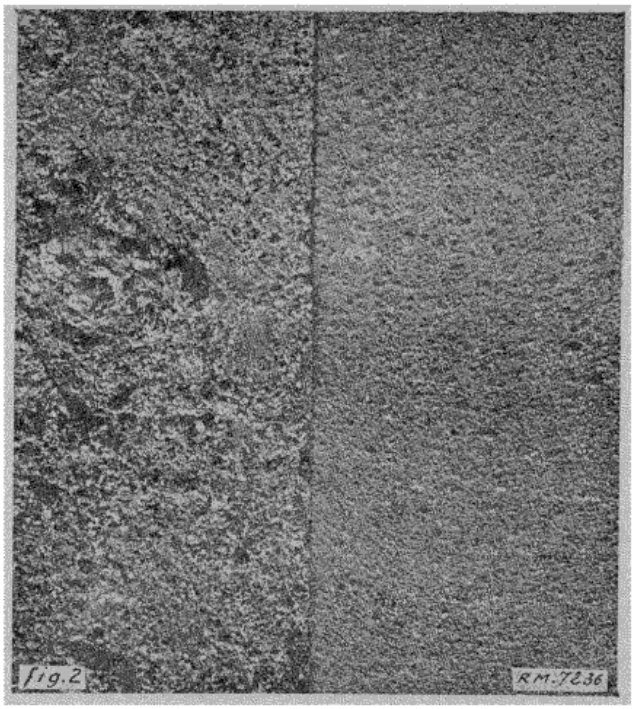


Fig. 3. — A gauche : Coke métallurgique de fines lavées;
A droite : Coke de schlamm flotté. (Grossissement : 2 *d*).

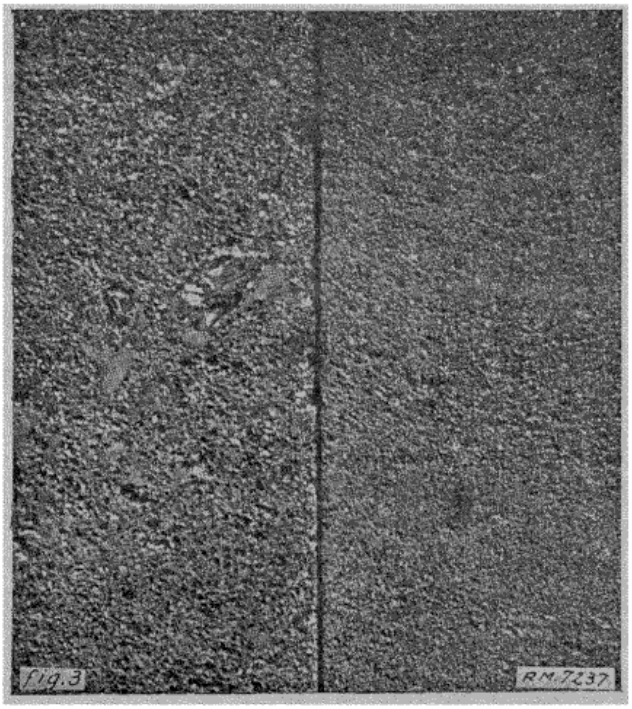


Fig. 4. — A gauche : Coke de fonderie.
A droite : Coke de schlamm flotté. (Grossissement : 5 *d*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gros coke — que le menu à coke courant et à égalité de pouvoir agglutinant (1).

Le tableau VII donne les caractéristiques principales des échantillons de coke représentés par les figures 2, 3, 4.

Tableau VII.

	COKE DE SCHLAMM FLOTTÉ	COKE DE SCHLAMM BRUT	COKE MÉTALLURGIQUE	COKE DE FONDERIE
Humidité.	0,06	1,49	5,75	4,45
Matières volatiles. . . .	0,60	0,42	0,98	0,43
Cendres	5,46	28,48	9,88	8,64
Carbone fixe.	93,88	70.01	83,39	86,48
	100,00	100,00	100,00	100,00
Soufre.	0,406	1,3	1,23	0,917
Porosité	51,22	»	58,76	47,97

L'examen de ces figures indique d'une manière nette :
— que le schlamm brut ne peut pas donner du coke de qualité marchande;
— que le schlamm flotté permet d'obtenir du coke de premier choix;
— qu'un broyage très poussé améliore évidemment la structure du coke, mais que le résultat n'est pas parfait si des morceaux de schiste, comme on en rencontre dans les menus les plus purs qui servent à la fabrication du coke de fonderie et obtenus par les méthodes de lavage usuelles, créent des solutions de continuité dans les morceaux de coke.

Le lavage par flottage, qui élimine les plus fines particules de schistes et qui permet d'obtenir du coke de qualité supérieure, doit donc intéresser également les sociétés minières et les métallurgistes ayant des usines de carbonisation de la houille.

C. — Réduction de la teneur en soufre des charbons et spécialement des schlamms. — Nous avons montré, en commentant le tableau II relatif à la nomenclature et aux caractéristiques des produits dérivés du lavage, que les fines à coke lavées sont généralement formées d'un mélange de 0-1 brut avec du 1-10 lavé. Il s'ensuit que les impuretés du charbon, les plus nuisibles à la texture et à la composition du coke, spécialement l'argile, le soufre et le phosphore, partiellement éliminées avec les schistes 1-10, y sont ramenées avec les produits très impurs constitués par le poussier brut et

(1) On a ainsi constaté à Oughterside (bassin de Newcastle) que la production de déchets de coke (0-60) tombe de 12 à 5 p. 100 quand on carbonise du menu à coke courant ou des charbons flottés. Ceci influe évidemment sur le rendement financier de la cokerie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quelquefois les schlamms. Le soufre, notamment, se trouve en proportion d'autant plus forte dans la houille qu'elle est plus cendreuse. C'est ce que montrent les tableaux VIII et IX extraits d'une très intéressante étude de MM. SCOULER et DANGLISSON (1).

Le tableau VIII se rapporte à un échantillon de houille broyé de manière à pouvoir passer en totalité sur un tamis de soie n° 10 et à demeurer intégralement sur un tamis de soie n° 20. Ce tableau met également en lumière l'hétérogénéité d'un morceau de charbon, ce qui est un fait d'ordre général.

Tableau VIII. — Séparation gravimétrique du charbon au moyen de liquides de densités variables.

Densité.	Proportion de l'échantillon p. 100.	Teneur en cendres p. 100.	Teneur en soufre p. 100.
—	—	—	—
1,25	5,2	1,15	1,02
1,25-1,30	54,0	1,91	1,09
1,30-1,35	10,7	6,14	1,71
1,35-1,40	5,0	9,83	1,85
1,40-1,45	2,5	14,12	1,93
1,45-1,50	1,4	19,08	1,99
1,50-1,55	0,9	24,79	2,05
1,55-1,60	0,6	28,84	2,01
1,60-1,80	1,4	40,23	2,60
1,80-2,40	4,7	64,71	2,86
2,40-2,90	9,8	78,28	2,02
2,90	3,8	71,52	20,55

En traitant ce même charbon par flottage, on obtient les résultats figurant au tableau IX.

Tableau IX. — Séparation gravimétrique par un liquide de densité égale à 1,6.

NUMÉRO des compartiments de l'appareil de lavage par flottage.	ANALYSE		FRACTION FLOTTANT			FRACTION S'IMMERGEANT		
	Cendres p. 100.	Soufre p. 100.	Proportion de l'échantillon p. 100.	Cendres p. 100.	Soufre p. 100.	Proportion de l'échantillon p. 100.	Cendres p. 100.	Soufre p. 100.
1	3,02	1,27	98,6	2,33	1,05	1,4	51,2	9,27
2	3,16	1,35	98,5	2,38	1,20	1,5	54,5	11,30
3	3,26	1,30	98,2	2,33	1,11	1,8	54,3	11,67
4	3,73	1,37	97,9	2,64	1,15	2,1	55,1	11,40
5	4,73	1,59	97,0	3,19	1,25	3,0	54,7	12,72
6	6,02	1,78	95,4	3,52	1,31	4,6	57,8	11,54
7	7,15	2,12	94,4	4,00	1,25	5,6	60,2	16,75

(1) *Coal Washing at Oughterside* (Gas World. Coking Section, juin 1924).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il résulte de l'examen de ces données numériques, comme l'avait déjà indiqué le tableau VIII, que la teneur en soufre du charbon est d'autant plus forte que celui-ci contient davantage de cendres. On a constaté, de même, que la teneur en phosphore a pu être réduite de 0,04 p. 100 à 0,0067 p. 100, ce qui permet de préparer du coke ne contenant plus que 0,01 p. 100 de phosphore, ce qui est très important pour les fondeurs en cuivre et en fonte de seconde fusion.

De même, M. Thau, dans son étude précitée du *Stahl und Eisen*, cite les résultats d'exploitation que voici :

Tableau X.

MINES AYANT FOURNI LES SCHLAMMS	SCHLAMM BRUT Soufre p. 100.	SCHLAMM FLOTTÉ Soufre p. 100.	RÉSIDU DU FLOTTAGE Soufre p. 100.
Moller pits.	1,63	1,19	5,10
Mont-Cenis.	1,22	1,10	2,25

La réduction de la teneur en soufre des charbons, destinés à la fabrication du coke métallurgique et du coke de fonderie, tout particulièrement, présente une importance considérable qui n'est méconnue d'aucun ingénieur. Il est donc inutile d'insister sur ce nouvel intérêt du flottage.

III. — Mode d'application du lavage par flottage.

Principe général du flottage appliqué au charbon. — Le flottage est une méthode d'épuration du charbon à l'état de grande division (calibre maximum 0-2 mm).

Elle utilise la tendance à flotter des fines particules de charbon pur (1) pour les séparer des substances minérales qui les accompagnent et qui en constituent les cendres, ces substances tombant au fond du liquide.

Pour réaliser cette séparation, le flottage met à profit la façon différente dont le charbon pratiquement pur et les substances minérales se comportent en présence de surfaces de liquide (eau, huile, etc.) et de gaz. On constate, en effet, que si l'on agite violemment une eau à laquelle certains réactifs appropriés ont été ajoutés en petites quantités, il se forme une multitude de très petites bulles d'air. En cessant l'agitation, les bulles ne se réunissent

(1) L'expression « charbon pratiquement pur » appelle la précision suivante. Les morceaux de charbon apparemment les plus purs contiennent de 2 à 6 p. 100 de cendres. Celles-ci proviennent des résidus minéraux dont dérive la houille et qui en font, par suite, partie intégrante. L'expression « charbon pratiquement pur » signifie donc : houille originelle. Le poids spécifique du charbon pur est inférieur ou au plus égal à 1,4.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas : elles restent distinctes les unes des autres et montent lentement à la surface où une écume plus ou moins stable est produite.

Les réactifs que l'on peut employer dans ce but sont nombreux. Ce sont : certaines huiles (telles que la térébenthine et les huiles de houille); certaines substances organiques solubles (telles que le crésol); certains alcools (tels que l'alcool amylique); les savons.

La proportion de réactifs, qui est ainsi nécessaire, ne dépasse pas 1 pour 100 du poids de charbon à traiter et on arrive même à la limiter à 0,30 p. 100.

Théorie du lavage par flottage. — Pour comprendre ces phénomènes de séparation, il convient de se reporter à l'expérience suivante :

Quand un minerai, finement broyé, contenant des sulfures métalliques mélangés à une gangue, siliceuse ou terreuse, est déposé doucement à la surface d'une masse d'eau tranquille, on constate que la surface de l'eau s'incurve au contact des solides. Elle prend la forme indiquée par la figure 5 pour les sulfures métalliques et celle de la figure 6 pour la gangue. Les

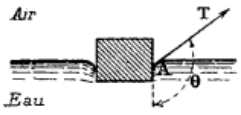


Fig. 5. — Flottage d'un grain de charbon ou de sulfure métallique.

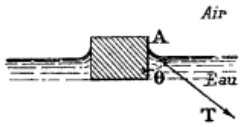


Fig. 6. — Flottage d'un grain de schiste ou de gangue métallique.

forces de tension superficielle, agissant suivant la tangente AT, ont pour effet, dans le premier cas, de s'opposer à l'action de la tension et, dans le second, au contraire, de s'y ajouter. Autrement dit, et selon les conditions de l'expérience, les forces de tension superficielle :

s'opposent à l'immersion des sulfures métalliques et agiraient de même pour le charbon pur;

favorisent l'immersion de la gangue du minerai et faciliteraient également la précipitation des schistes ou stériles accompagnant le charbon.

Sur cette observation, Wood et Macquisten ont basé une méthode de séparation dans laquelle on s'efforce d'augmenter la valeur de l'angle θ formé par la tangente AT et la verticale pour les sulfures métalliques et le charbon, tout en cherchant, simultanément, à diminuer l'angle θ correspondant, entre ces deux mêmes droites, pour les stériles.

On favorise, de cette façon, le flottage du charbon et des sulfures métalliques et, inversement, l'immersion des stériles. Dès lors, sitôt qu'une quantité suffisamment considérable de parties flottables surnage le liquide,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

elles constituent des amas, par suite de phénomènes d'attractions moléculaires bien connus.

La technique suivie pour modifier la valeur des angles θ, consiste à ajouter à l'eau de lavage une huile insoluble.

Tout se passe donc comme si on « pêchait » les minerais, ou le charbon, avec un filet dont les mailles ne laisseraient passer que la gangue ou les stériles.

PRINCIPE FONDAMENTAL DES APPAREILS MODERNES POUR LE LAVAGE DU CHARBON PAR FLOTTAGE. — Il existe, aujourd'hui, près de 200 brevets relatifs à la technique du lavage par flottage, qui utilisent tous la découverte faite, en 1860, par HAYNES, de l'adhérence des huiles sur certains produits minéraux.

D'une manière générale, le hasard se trouve à l'origine de cette importante technique du lavage par flottage. Une laveuse américaine, qui nettoyait régulièrement les effets de travail d'ouvriers occupés à l'exploitation d'un gisement de minerai de plomb, avait l'habitude de vider sa lessive à terre, à un endroit déterminé. Au bout d'un certain temps, elle s'aperçut qu'il s'y était formé un amas de sulfure de plomb. Pour en élucider la cause, elle ajouta à l'eau de lessive, sur le conseil d'un médecin auquel elle avait fait part de ses constatations, des éléments différents qui permirent d'obtenir des degrés variables de concentration du sulfure de plomb. Ces expériences aboutirent, en 1885, à la prise d'un brevet au nom de MISTRESS EVERSON, la lavandière américaine, qui, par son talent d'observation, avait découvert le principe du lavage par flottage. Toutes les conditions pratiques requises se trouvaient, en effet, réunies dans cette besogne ménagère pour réussir cette opération de lavage par flottage : la présence de sulfures et d'huile, détachés des vêtements, le savon et l'agitation du liquide.

Handicapés par ces antériorités, les brevets relatifs au flottage ne peuvent donc plus concerner que la forme des caisses à laver ou le dispositif de malaxage de la masse en cours de traitement ou le mode de circulation des liquides et d'enlèvement des écumes (1). On a, d'ailleurs, réalisé, sur ces divers points, des appareils vraiment ingénieux. Nous les décrirons d'une manière sommaire.

Dans tous ces appareils, on introduit dans l'eau de lavage additionnée d'huile et de la matière à traiter, des bulles d'air en nombre aussi grand que possible et de volume minimum.

Dans ces conditions, l'air tend naturellement à remonter à la surface

(1) La Cour suprême de Washington a précisément rendu une importante sentence dans ce sens-là en 1918.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du liquide. Il favorise, en même temps, l'émersion des particules flottables, telles que le charbon ou les sulfures métalliques, parce que chaque bulle d'air donne lieu à la formation d'une membrane liquide, dont la tension superficielle est moindre que celle de ce dernier. Il y a donc adhérence entre ces bulles d'air et les particules flottables. Il en résulte l'ascension dans le liquide de cet ensemble. Inversement, les stériles se précipitent plus aisément, grâce à cette intervention de l'air, pour lequel ils n'ont aucune adhérence.

Au point de vue constructif, l'appareil de traitement par flottage doit, autant que possible, répondre aux conditions suivantes.

L'air introduit dans le liquide ne doit pas y être injecté sous pression, afin que sa vitesse ascensionnelle y soit aussi réduite que possible, pour ne pas l'exposer à une séparation d'avec les particules flottables au sein même du liquide. Ceci nuirait évidemment au bon rendement de l'opération et, par le fait même, à la puissance de l'appareil de traitement. Il convient donc qu'il soit aspiré dans le liquide grâce au mouvement rapide de rotation du malaxeur, et qu'il pénètre par l'arbre creux de ce dernier. De cette manière, on possède la certitude que l'air est divisé, d'une façon uniforme et continue, en une infinité de petites bulles, dans la masse liquide.

La forme circulaire est la meilleure pour la caisse à laver. Elle donne, en effet, la garantie que le liquide et les particules solides en traitement subissent un malaxage uniforme et qu'elles sont soumises à l'action efficace du même nombre de bulles d'air par unité de section.

En coupe verticale, la meilleure section à choisir pour la caisse de séparation de l'écume de l'eau est celle d'un trapèze dont la grande base se trouve au sommet, parce qu'elle permet aux écumes de remonter lentement à la surface du liquide et sans en subir les remous qui provoqueraient l'expulsion des bulles d'air et, par suite, la chute, c'est-à-dire la perte de particules flottées.

On doit extraire l'écume du compartiment même où elle se forme pour éviter qu'elle ne se désagrège.

IV. — Étude sommaire des procédés pour le lavage du poussier de charbon et des schlamms.

Ces appareils peuvent se ranger en trois classes distinctes, savoir :

1re classe : Procédé d'enrichissement du poussier de charbon : méthode France ;

2e classe : Procédé d'amalgamation du charbon au moyen d'une dose massive d'huile (30 à 40 p. 100) : méthode Trent ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3e classe : Procédés de flottage proprement dits, employant au maximum 1 p. 100 d'huile et recourant à une agitation de la masse liquide, conjointement avec l'emploi d'air pour faciliter le flottage du charbon pur :

a) avec organes mécaniques de malaxage.	Méthode Elmore.
	— de la Minerals Separation Co.
	— Kleinbentink.
b) sans organe mécanique de malaxage.	Méthode Ekof.
	— Coppée.

Nous allons étudier sommairement ces divers procédés.

1re CLASSE. — *Système France* (fig. 7). — L'appareil France est basé sur l'observation suivante.

Si du poussier de houille est mis dans un liquide, il s'y divise en une

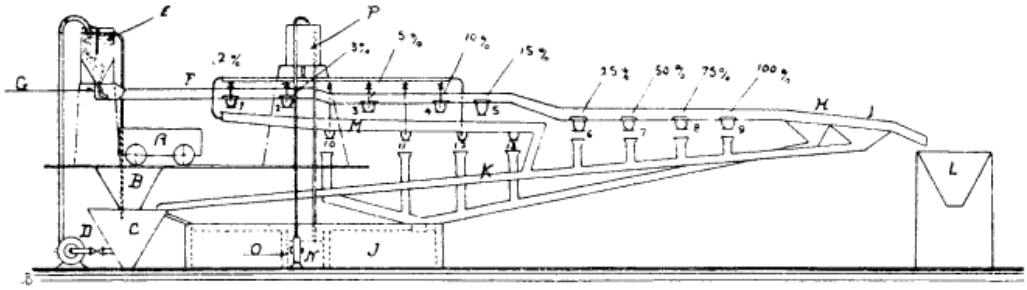


Fig. 7. — Appareil France pour l'enrichissement du poussier de charbon.

quantité de petits globules dont la périphérie seule est humectée, l'intérieur demeurant absolument sec. Dans ce lavoir, au contraire, ces particules sont désagrégées par leur passage dans une pompe centrifuge D, qui refoule le liquide dans un réservoir surélevé. Si, par hasard, un amas de poussier subsiste malgré ce brassage, il est entraîné dans le déversoir E et ramené dans la pompe jusqu'à ce qu'il se soit complètement divisé. A cause, en effet, de leur extrême légèreté, due à la présence d'air dans leurs interstices, ces amas sont facilement entraînés par le léger courant ascendant produit vers le déversoir du compartiment de droite du bac surélevé. Ils se trouvent ainsi ramenés dans la pompe D. Ils parcourent de même ce circuit jusqu'au moment où ils sont complètement divisés.

Dès ce moment, le mélange homogène d'eau et de charbon brut est amené dans le couloir de lavage F muni de rhéolaveurs, et en quantité réglée par la soupape G.

Le charbon lavé, déversé de l'extrémité inférieure du couloir, tombe dans un premier crible fixe à 10.000 mailles par pouce carré, puis dans un second à 3.600 mailles par pouce carré.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le premier crible élimine une portion de matière très fine, généralement assez sale; le rôle du second crible consiste à extraire la plus grande partie de l'eau contenue dans le charbon lavé. Cette eau, chargée de parcelles fines, s'écoule, après son passage dans le crible, dans une trémie et circule de nouveau à travers l'installation, puis les grains de charbon lavés passent dans un égouttoir dont la plaque de fond est perforée et supporte une couche de coke de 25 à 50 mm d'épaisseur. On facilite ainsi, dans une grande mesure, l'égouttage du produit lavé, opération qui dure, en principe, 24 heures. On obtiendrait finalement un produit ne contenant que 8 à 10 p. 100 d'eau.

Le procédé France a été appliqué, voici quelques années, dans la Sarre et en Angleterre, mais on paraît lui attribuer le rôle de dégrossisseur plutôt que celui d'épurateur lequel permet, seul, d'obtenir des charbons à très faible teneur en cendres. Ceci se conçoit en raison de ce que, dans le modèle France, on ne fait pas intervenir les phénomènes de tension superficielle. Ceux-ci, amplifiés par la présence de l'air et de l'huile, dans les appareils de flottage proprement dits et appartenant aux deux dernières classes d'appareils de traitement des poussiers et des schlamms, ont indubitablement pour effet de permettre la séparation du charbon pur d'avec les stériles d'une manière très nette.

Ce ne sont donc que les appareils des deux dernières classes qui peuvent être considérés comme jouant le rôle d'épurateurs ou de finisseurs.

2e CLASSE. — *Procédé Trent pour la séparation des cendres du charbon pulvérisé.* — Ce procédé consiste à agiter ensemble du charbon pulvérisé, de l'eau, de l'huile. On produit ainsi un combustible pratique, partiellement débarrassé de cendres, appelé amalgame, l'huile absorbant les particules de charbon et les séparant presque complètement de l'eau et des cendres.

Cet amalgame brut peut être débarrassé de l'eau incluse par un travail analogue au battage du beurre.

Si l'on utilise une huile distillant à une température inférieure à la température de pyrogénation du charbon, la poussière de charbon est récupérée de l'amalgame et l'huile peut être réemployée.

La possibilité de réduire dans de fortes proportions la teneur en cendres du charbon peut ainsi rendre utilisables de grandes quantités de combustibles de mauvaise qualité actuellement considérés comme du déchet à la mine.

Si l'on utilise une huile lourde, que l'on distille jusqu'à siccité, on recueille du coke, même si le charbon dont on est parti n'est pas normalement cokéfiable.

N'importe quelle huile, *dont la viscosité n'est pas trop grande*, peut être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

employée dans ce procédé. Les pertes d'huile dans les déchets ou dans l'eau sont négligeables.

Ce qui caractérise donc le procédé Trent, c'est :

1° La pulvérisation préalable du combustible et de manière qu'il puisse passer, en totalité, au travers du tamis n° 200. Cette pulvérisation est effectuée, pour les schlamms, dans un cylindre où sont placées des barres d'acier. Cette opération nécessite une consommation de 20 à 25 kWh par tonne de charbon traitée par heure, ce qui correspond, d'ailleurs, à une puissance instantanée, importante, à fournir par la station centrale, ce qui peut être, parfois, fort gênant;

2° L'emploi d'une dose massive d'huile, primitivement égale à 40 p. 100 du poids du combustible traité mais qu'on aurait pu réduire, récemment, à 30 p. 100. Cette huile ne doit pas être trop visqueuse. Il est donc probable qu'on ne pourrait, à cause de ceci, utiliser du goudron — qui présente d'ailleurs, des défauts évidents d'hétérogénéité, en raison de sa teneur variable en eau et en carbone libre — qu'à condition d'améliorer ses caracristiques physiques par une addition d'huile de houille;

3° La récupération, par distillation, de l'huile contenue dans le charbon flotté. Une difficulté évidente réside dans la récupération de cette huile, eu égard à la masse considérable de charbon qu'il faut traiter, à la température à laquelle il convient d'opérer et au modèle de four qui semble le mieux convenir à cette opération. Il n'y a pas de doute que c'est tout le problème de la carbonisation à basse température qui se pose ici avec toutes ses difficultés majeures, savoir :

— Rendement en huile variant de 30 à 90 p. 100 selon les fours et la température d'opération;

— Nature des huiles obtenues ;

— Frais de premier établissement.

Ce sont, malheureusement, autant d'incertitudes à inscrire au passif du procédé Trent.

3e CLASSE. — PROCÉDÉS DE FLOTTAGE PROPREMENT DITS, EMPLOYANT AU MAXIMUM 1 P. 100 D'HUILE ET RECOURANT AU MALAXAGE DE LA MASSE D'EAU ET DE CHARBON, CONJOINTEMENT A L'EMPLOI D'AIR POUR FACILITER LE FLOTTAGE DU CHARBON PUR. — *a*) *Appareils avec organes mécaniques de malaxage.* — Ce sont les FRÈRES ELMORE qui, en 1904, les premiers ont construit un appareil industriel de flottage. Ils appelaient leur procédé *vacuum flotation process* et ils s'étaient basés sur la découverte faite, en 1860, par HAYNES, de l'adhérence des huiles sur certains minéraux, question qui avait été reprise par Mistress EVERSON, en 1885.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici la description de l'appareil des Frères Elmore (fig. 8). Dans un mélangeur A, dont les palettes font 30 à 40 tours par minute, on introduit les produits à traiter avec de l'huile ou de l'acide par B. Le mélange s'écoule constamment dans D et est aspiré jusqu'au récipient I dans lequel on fait un vide partiel par le tube S de façon que le liquide passant par le canal K vienne s'écouler par N dans le tube E en entraînant les concentrés jusqu'en G. Les stériles restent au fond de I et sont agités par les palettes L ; ils s'écoulent finalement par F jusqu'en H.

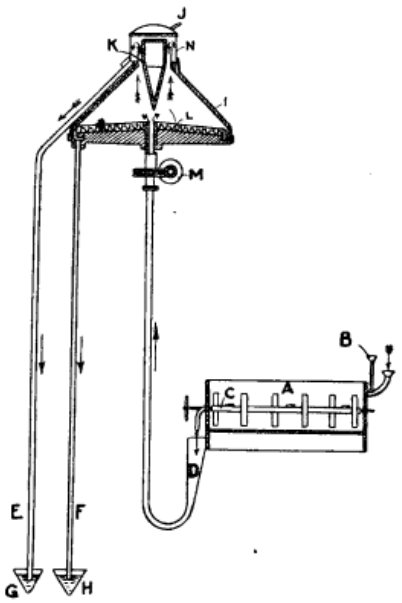


Fig. 8. — Appareil Elmore.

Ces tubes E et F, plus longs que D, forment siphons et permettent un écoulement automatique des produits. Le vide partiel provoque le dégagement en bulles de l'air et des gaz dissous dans l'eau et ces bulles s'attachant aux particules minéralisées recouvertes d'huile contribuent à les faire flotter.

Le sommet de l'appareil est pourvu d'une glace autour de K pour observer la marche de la concentration. Le tube D a généralement de 7,5 à 9 m. Pour un appareil dont le récipient I a 1,50 m de diamètre, la force motrice nécessaire est de 2,5 ch, pompe, séparateur et mélangeur compris. Un appareil de 1,40 m de diamètre peut traiter de 35 à 45 t de charbon par jour.

La quantité d'huile dépensée varie de 0,5 à 4 kg par tonne et celle d'acide est de 0,5 kg par tonne. Voici donc vingt ans qu'on ne peut plus faire breveter un procédé permettant d'employer moins de 1 p. 100 de réactif.

L'appareil coûtait 8.750 fr. à Londres en 1908.

D'après les ingénieurs spécialistes américains, le procédé Elmore, dont on ne parle plus aujourd'hui, renferme intégralement presque tous les procédés employés actuellement dans le flottage des minerais et du charbon.

Les différents appareils de la Minerals Separation C°, de Callow, de Ballot, de Zeigler, etc., ne correspondent donc plus qu'à des perfectionnements, plus ou moins parfaits, de l'appareil Elmore. C'est là du moins une opinion courante aux États-Unis, où la question du flottage est particulièrement bien connue.

Système de la Minerals Separation C° (fig. 9 et 10). — L'appareil-type se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compose de deux parties principales : la boîte d'agitation (1) et la caisse pointue.

La boîte d'agitation est une caisse en bois E, de section carrée, ouverte

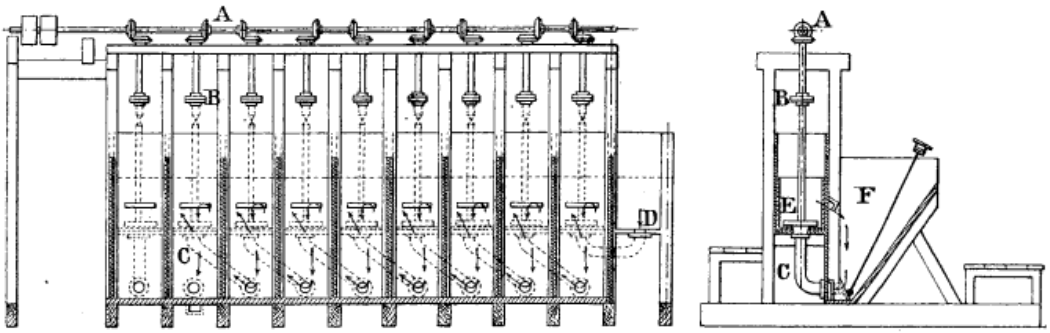


Fig. 9 et 10. — Appareil de flottage de la Minerals Separation C°.

vers le haut. La caisse pointue F est un spitzkasten de dimensions réduites, et dont l'angle est de 40°.

Ces deux parties sont accolées l'une à l'autre et communiquent, à la partie supérieure, par une fente pratiquée dans la cloison commune.

Dans la boîte d'agitation, plonge un arbre vertical B, portant à sa partie inférieure un agitateur en forme de croix, dont les pales sont inclinées à 45° sur l'horizontale.

Le mélange d'eau et de matière à traiter étant introduit dans l'appareil, si on anime l'agitateur d'un mouvement rapide de rotation, il se produit dans la boîte des remous violents, qui ont pour effet d'introduire dans la pulpe une certaine quantité d'air.

Dans la caisse pointue, au-dessus de la fente de communication, il existe une région relativement tranquille. C'est dans cette région que l'air se dégage sous forme de bulles, lesquelles produisent une écume contenant le produit flotté; celui-ci est ramassé par des palettes, qui l'amènent dans une rigole inclinée où un faible courant d'eau suffit à l'entraîner.

Les appareils industriels sont composés de plusieurs unités semblables à celles qui sont décrites ci-dessus accolées latéralement. La circulation de la pulpe se fait d'une caisse pointue d'une unité à la boîte d'agitation de l'unité suivante. Il y a ainsi une circulation continue depuis la première boîte d'agitation où se fait l'alimentation jusqu'à la dernière caisse pointue de laquelle les résidus s'écoulent par gravité.

(1) Dans ce procédé, le charbon est alimenté au moyen d'une sole doseuse. On procède à un premier mélange avec un volume d'eau correspondant à 3,5 fois le poids traité. Cette eau est additionnée de réactifs. Ceux-ci sont constitués par des crésols, corps qui provoquent la formation de mousse, et du gas oil, qui constitue le principal agent de flottage et donne de la stabilité à l'écume.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Système Kleinbentink (fig. 11). — Cet appareil présente le double avantage d'une extrême simplicité et d'un agencement conforme aux principes mêmes du flottage, exposés plus haut.

Il se compose de deux récipients concentriques, l'un *b*, dit de mélange, et de forme évasée vers le bas. Il reçoit le produit à traiter. Une hélice *e* y tourne à raison de 500 tours par minute. Par la rotation du malaxeur, le liquide est refoulé par l'intermédiaire de la rainure *f*, vers le second récipient *g*, lequel, contrairement au précédent, est de forme évasée vers le haut, afin que la mousse ait le temps de surnager le liquide, tout en s'éloignant des remous causés par la circulation intense du liquide et qui auraient pour effet de la désagréger en provoquant la précipitation d'une fraction des particules flottées.

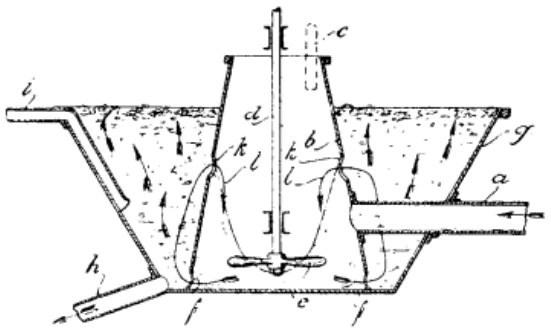


Fig. 11. — Appareil de flottage, système Kleinbentink.

Cet appareil présente encore trois dispositions caractéristiques, savoir :

1° Un tamis (non représenté), disposé dans le récipient *g* au-dessous du niveau du liquide, permet d'amortir les remous du liquide et d'amener les bulles d'air à entrer en contact plus étroit avec la masse en traitement pour y atteindre et en séparer les particules flottables. On peut parvenir d'autant plus sûrement à ce résultat que les bulles d'air, au moment où elles débouchent en *t*, dans le liquide, servent de support à des vésicules d'huile qui, comme nous le savons, accroissent leur affinité physique, et d'une manière durable, pour les particules flottables;

2° Grâce à un orifice *k*, percé dans la paroi de la chambre *b* à un niveau supérieur à celui du tamis, le liquide et la masse en traitement circulent un très grand nombre de fois, entre les chambres *b* et *z* avant de sortir de l'appareil, par l'orifice H;

3° Sitôt que l'écume arrive au contact de l'air dans la chambre, elle tombe dans des chenaux d'où elle s'écoule par gravité vers une table d'égouttage, où on la mélange avec du menu 1-5 lavé, en vue de servir à la fabrication d'agglomérés ou de coke, suivant la teneur en matières volatiles de cet ensemble.

L'appareil Kleinbentink est donc caractérisé par son extrême simplicité et son aménagement rationnel. Aux Mines fiscales de l'État néerlandais, il permet, en marche courante, de ramener de 25 à 8 p. 100 la teneur en cendres de schlamms. Le rendement en schlamms flottés, à 8 p. 100 de cendres, varie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entre 70 et 80 p. 100, suivant que le produit traité renferme une forte proportion de mixtes (cas de la mine Emma) ou n'en contient que relativement peu (cas de la mine Hendrik). Le lavage par flottage rend donc des services considérables en Hollande.

b) Appareils sans organes mécaniques, dans lesquels on obtient le brassage de l'eau et du charbon par de l'air comprimé. — Système Ekof (fig. 12 et 13). — Le procédé de la Société Erz-und Kohlenflotation (Ekof) de Bochum (brevet Gröndal) se caractérise par l'emploi d'air comprimé pour opérer le mélange d'eau et de schlamm, sans l'emploi d'un moyen mécanique. A cet effet, les bulles de gaz contenant des parcelles de charbon sont amenées dans

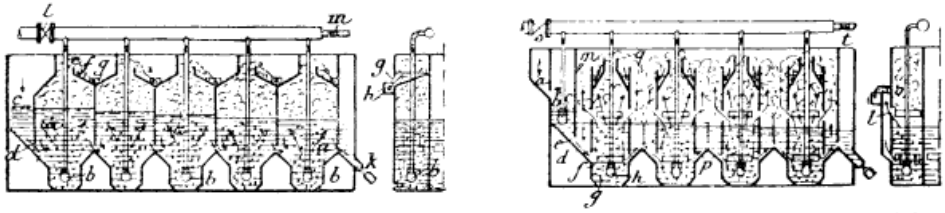


Fig. 12 et 13. — Appareil de flottage de la Société Erz-und Kohlenflotation (E.K.O.F.)

un espace étroit, relativement haut, pourvu au sommet d'un dispositif de débordement, de façon à obtenir une colonne élevée d'écume.

Cet appareil comprend un certain nombre de chambres *a* séparées entre elles par des parois verticales; l'air comprimé provenant d'un collecteur est amené dans ces chambres par des émulseurs. Le schlamm, additionné d'huile dans le corps *c*, s'écoule par l'orifice *d* dans la première chambre *a*; les bulles d'air y provoquent le flottage du charbon pur et une formation d'écume qui déborde de l'orifice *e* jusque dans la rigole *f* d'où elle s'écoule par le canal *g* dans le canal collecteur *h*. Quant aux stériles mélangés de charbon, ils passent par l'orifice *i* dans la seconde chambre, puis dans chacune des autres où se produit le même phénomène d'émulsion. Celui-ci provoque la séparation du charbon d'avec les schistes, en combinaison avec le phénomène de flottage.

Le procédé Ekof est d'application toute récente en Allemagne. Sa simplicité n'est qu'apparente. Pour traiter, en effet, 5 t de schlamms par heure, la dépense d'air comprimé à la pression correspondant à une colonne d'eau de 3 m s'élève à 600 m³ par heure, ce qui correspond à un fort compresseur.

Système Coppée (fig. 14). — Cet appareil comprend deux parties. En premier lieu, un mélangeur 2, du charbon, arrivant par le conduit 1 avec de l'eau et de l'huile. Le brassage y est assuré par de l'air comprimé débouchant en 14 et sous une certaine inclinaison pour assurer la rotation de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matière charbonneuse, ce qui favorise sa désagrégation et par suite son enrobement par l'huile et l'eau. En second lieu, la caisse à laver 7, où le schlamm débouche par le conduit 6, et qui est divisée en plusieurs compartiments 8 fonctionnant en série, pourvus chacun, à leur base, d'un conduit d'injection d'air 10.

Le schlamm flotté est enlevé par un écumeur à palettes 12 ; les schistes et

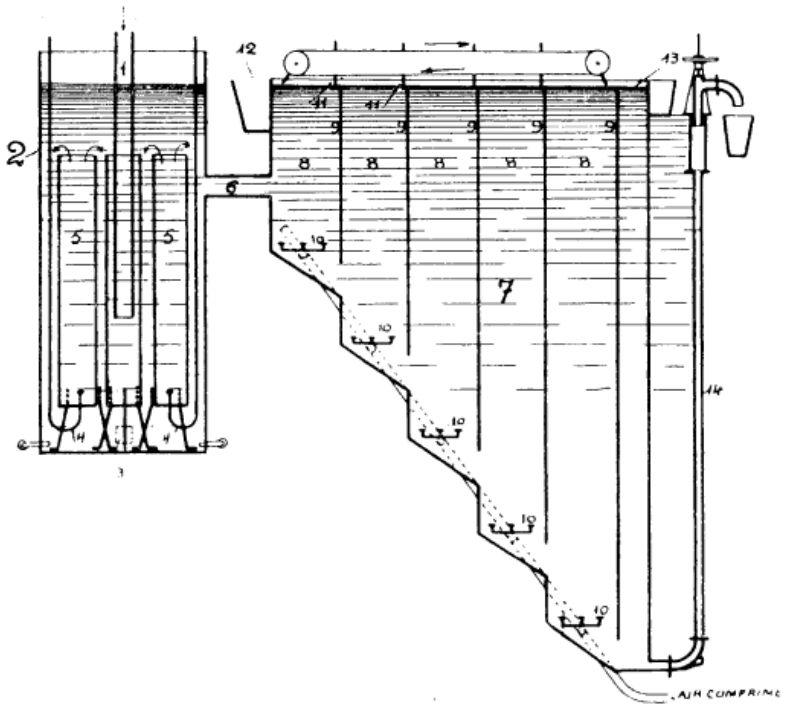


Fig. 14. — Appareil de flottage, système Coppée.

l'eau sont évacués par un col de cygne 14 à niveau réglable en fonction du débit de l'appareil et d'après la qualité du schlamm à traiter.

V. — Adaptation des appareils de flottage aux lavoirs existants.

Nous avons vu que le lavage par flottage est le « complément » des installations courantes de lavage du charbon et, en aucune façon, leur concurrent comme on l'a cru quelquefois.

Après avoir décrit les principaux systèmes de lavage par flottage, on peut schématiser comme suit, la consistance d'un lavoir moderne, dont nous souhaitons l'installation en France, à l'exemple de ce qui existe, depuis le second semestre de 1922, aux Mines fiscales de l'État néerlandais.

Suivant la technique courante, les fines brutes seraient d'abord classées en : poussier, fines, grains, braisettes, noisettes, têtes de moineaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En second lieu, le poussier, d'une part serait lavé par flottage tandis que les autres catégories seraient lavées, d'autre part, dans des rhéolaveurs ou dans des caissons à piston.

En troisième lieu, les mixtes provenant du lavage du 1-50 seraient concassés et broyés jusqu'à 1 mm, puis, en addition avec les schlamms, lavés par flottage.

En d'autres termes, l'installation comprendrait :

I. — Un lavoir ordinaire traitant les diverses catégories de 1-50 mm et qui, pour les charbonnages du Nord, correspondent, pondéralement, aux deux tiers environ du 0-50 mm, comme nous l'avons vu au tableau II.

II. — Un lavoir finisseur, du type à flottage, épurant le poussier, les schlamms et les mixtes broyés. On traiterait ainsi 20 p. 100 environ des fines brutes 0-50 mm.

Ces deux lavoirs travailleraient en parallèle. Tout se ramène donc bien à adjoindre aux lavoirs ordinaires actuels un lavoir finisseur à flottage ou, plus expressivement, « à les compléter » par ce lavoir.

Quant à l'adaptation des appareils de flottage aux lavoirs actuellement en marche, elle dépend des conditions locales.

Dans les lavoirs Baum, qui comportent des réservoirs de décantation surélevés et à fond conique, disposés à l'extérieur des bâtiments, on pourra placer les appareils de flottage au niveau du sol et recevoir les écumes dans un bassin où une pompe centrifuge les aspirerait pour les refouler sur une table d'égouttage, où elles se mélangeraient avec le 1-5 lavé.

Par exemple : Dans les lavoirs France, Coppée, Schuchterman, Humboldt, etc., où les bassins à schlamms sont à un niveau voisin de celui du sol, il semble, au contraire, préférable de placer les appareils de flottage à la partie supérieure du bâtiment. Les schlamms y seront alors refoulés par une pompe centrifuge et les écumes flottées s'écouleront par gravité vers la table à secousses sur laquelle s'effectueront le mélange des schlamms purifiés avec le 1-5 (ou le 1-10) lavé et l'égouttage de cet ensemble.

C'est cette dernière disposition qu'on a adoptée à la mine Emma, à Hœnsbrœk, où elle a si bien donné satisfaction qu'on l'a choisie pour le lavoir du puits Henri, près Heerlen.

En pratique, on se trouve en face d'un jeu varié de possibilités, et d'autant mieux que les caisses à flottage (*A*, *B*, fig. 15) n'occupent, généralement, qu'un emplacement restreint. Par exemple, chacun des appareils Kleinbentink, en usage aux Mines fiscales de l'État néerlandais, est susceptible de traiter 3 t de schlamms par heure. Il n'occupe un emplacement que de 2 m³ environ (diamètre maximum : 1,80 m; hauteur totale, 0,80 m). C'est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ainsi qu'à la mine Emma, pour traiter 12 à 15 t de schlamms par heure, on dispose simplement du matériel suivant (1) :

1° Six caisses Kleinbentink de 1,80 m de diamètre, dans leur plus grande section ;

2° Une pompe centrifuge de relevage des mixtes ;

3° Les chenaux et tuyauteries connexes.

Le poids de métal nécessaire à la construction d'une installation Kleinbentink montée comme l'indique la figure 15, mais qui pourrait, indifférem-

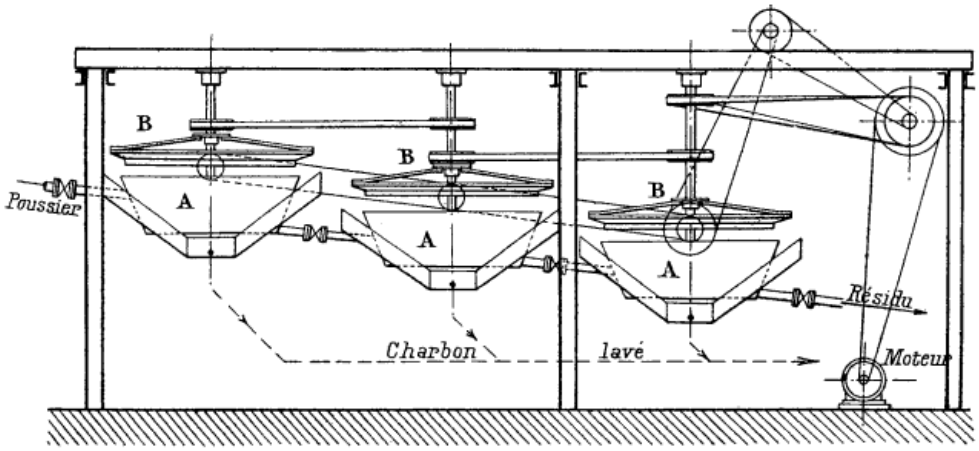


Fig. 15. — Aménagement courant des caisses à laver, système Kleinbentink (cas de la mine Emma).

ment, l'être suivant le dispositif représenté par la figure 16, ne dépasse pas 15 t. Son prix total pour une installation susceptible de laver par flottage 12 à 15 t de schlamms par heure ne dépasse pas 200.000 f avec les accessoires.

Les installations Ekof telles qu'elles fonctionnent à la Mine du Mont-Cenis en Westphalie, sont notablement plus compliquées que celles de la Kleinbentink. Voici la consistance usuelle d'une installation Ekof (fig. 17).

Du bassin de décantation, le schlamm est repris par une pompe, en mélange avec le 0-4, et refoulé dans l'entonnoir *c*, où ses plus grosses particules se précipitent, tandis que les plus fines débordent dans l'entonnoir *d*. Quant aux grosses particules de charbon, elles passent de l'entonnoir *e* au distributeur *e'*, puis sur les deux tamis à secousses, à mailles de 0,4 mm où on les arrose fortement. Les fractions qui débordent sont acheminées vers les tamis d'égouttage des fines *g*.

(1) L'installation de la Minerals Separation C° à Oughterside, pour traiter 25 t de charbon par heure, se compose essentiellement de deux caisses à 8 compartiments chacune. Une caisse « Minerals Separation » d'une puissance de 12 t par heure présente les dimensions suivantes : longueur, 12 m ; largeur, 3,50 m ; hauteur, 5 m.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'autre part, ce qui traverse les tamis f est incorporé au poussier provenant de l'entonnoir d et s'accumule dans le puisard qui a 3 m³ de capacité. De là, le schlamm brut est repris par la pompe et refoulé dans le collecteur k, qui a une capacité de 5 m³. Il en sort pour traverser un appareil de flottage l à 12 chambres. Les 6 premières chambres donnent du charbon à coke, les autres des mixtes utilisés comme charbon de chaudière. Quant aux stériles, qui contiennent des pyrites, ils sont traités sur la table o pour y être classés, à la main, en pyrites et stériles purs. Le produit moyen résultant occasionnellement de cette opération de triage est additionné aux charbons de chaudière.

Le charbon obtenu dans l'appareil de flottage est amené vers les tamis de déshydratation g, dont la couche de charbon est suffisamment épaisse

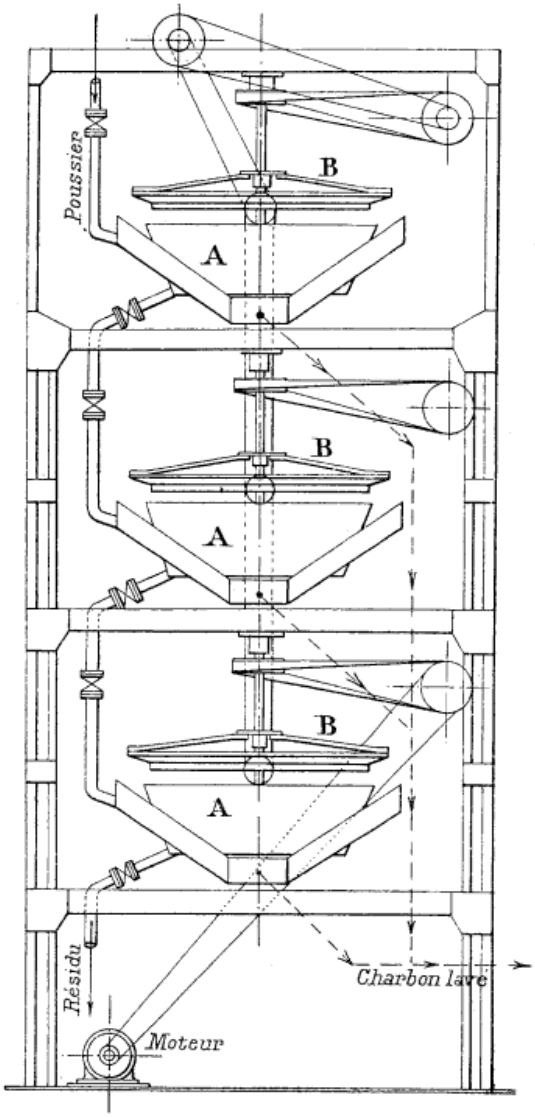


Fig. 16. — Aménagement possible des caisses à laver Kleinbentink.

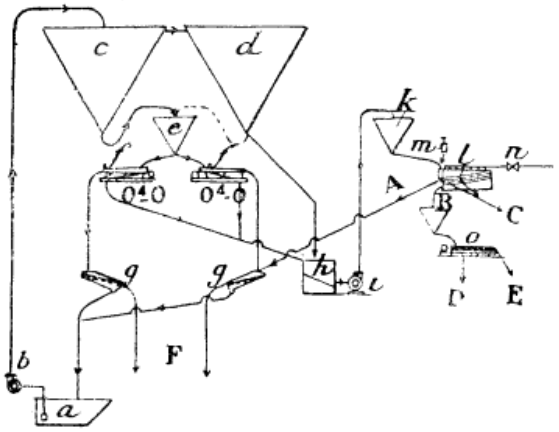


Fig. 17. — Installation Ekof.

pour servir de couche de filtrage. L'ensemble des fines est ensuite dirigé dans les tours d'égouttage du charbon à coke.

Les installations de la Minerals Separation C° sont, elles aussi, compliquées parce qu'on y a jugé indispensable de procéder au séchage du charbon

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

flotté qui renferme, en moyenne, 50 p. 100 d'eau. On ramène ce taux d'humidité à 18 p. 100 environ par l'emploi de filtres continus. A Oughterside, bassin de Newcastle, on fait usage d'un appareil pratique, le filtre Oliver. Celui-ci se compose d'un tambour tournant, partiellement immergé dans une auge ouverte contenant le produit à filtrer. La surface filtrante de ce tambour est divisée en plusieurs compartiments peu profonds; elle est supportée intérieurement par un écran qu'un enroulement en fil métallique maintient et protège contre l'usure.

Chaque section du tambour est reliée par un tuyau qui traverse un axe creux à une soupape automatique. Cette dernière règle :

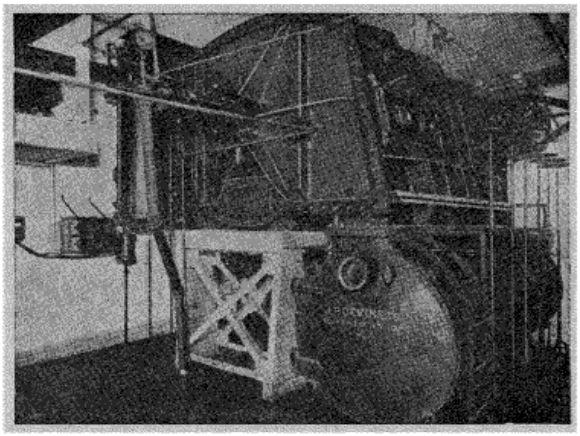


Fig. 18. — Filtre Oliver pour le séchage des schlamms flottés.

1° Le vide pour la formation et le lavage du gâteau qui a seulement 3 mm d'épaisseur;

2° L'admission de l'air pour le déchargement du gâteau et le nettoyage du milieu filtrant.

Un racloir disposé le long du réservoir repose sur l'enroulement métallique de telle façon que le gâteau est complètement enlevé après qu'une admission d'air a fait cesser l'action du vide.

Un agitateur, approprié au produit à filtrer, est placé au fond du réservoir, maintenant les parties lourdes en suspension et assurant un mélange homogène.

La puissance filtrante de cet appareil s'élève à 6 kg par heure de boue flottée par décimètre carré de surface du filtre. A Oughterside, le tambour filtrant a 2,75 m de longueur et 2,75 m de diamètre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VI. — Résultats d'exploitation du lavage par flottage.

Nous pouvons dresser comme suit le bilan d'exploitation d'un atelier susceptible de laver par flottage, 50.000 t de schlamms, d'après la méthode hollandaise. Nous prenons principalement celle-ci comme exemple parce que nous avons pu l'étudier sur place, au cours de cette année, et que, sur le continent, c'est la première qui soit appliquée d'une manière vraiment industrielle.

Les *dépenses d'exploitation* par cette méthode, dont l'inventeur est M. Kleinbentink, Ingénieur en Chef des Mines fiscales de l'État néerlandais, sont relativement minimes. Elles reposent sur les données suivantes :

Main-d'œuvre : Un ouvrier par poste ou mieux encore trois pour deux postes;

Force motrice : 25 kWh soit au maximum 2 kWh par tonne de schlamms traitée par heure;

Huile de goudron de houille : Au maximum 0,8 kg par tonne de schlamms (1/3 d'huile à naphtaline, plus 2/3 d'huile anthracénique) (1);

Entretien : Il est sensiblement nul car le matériel ne nécessite aucune pièce spéciale.

Nous sommes moins renseignés sur les frais d'exploitation de la Minerals Separation C°. Voici ce qu'ils seraient (*Gas World* du 15 juin 1924, Coking Section).

Les *dépenses de main-d'œuvre*, *réactifs*, *entretien* s'élèveraient à environ 2 fr-papier par tonne, exclusion faite des dépenses de force motrice, eau, amortissement et frais généraux. Les frais d'installation du matériel mécanique atteindraient à 320.000 f pour une installation de 25 t par heure.

A cet ensemble de frais, s'ajoute encore la « royalty » ou redevance à payer aux propriétaires du brevet (environ 2 fr-papier par tonne de schlamm flotté; généralement, elle est fonction du cours du dollar ou de la livre).

(1) Une question très importante est celle de l'huile à employer pour provoquer le flottage. M. Kleinbentink se sert simplement d'un mélange d'huile à naphtaline et d'huile anthracénique, tel qu'on obtient ces fractions dans toutes les distilleries de goudron. Quant à la Minerals Separation C°, elle utilise un mélange formé par 2 parties d'acide crésylique et 1 partie de gas oil. Évidemment, il vaut mieux se servir d'huile à naphtaline et d'huile anthracénique. On en trouve n'importe où et leur cours est stable, à l'inverse de ce qui a lieu pour l'acide crésylique dont la manipulation n'est d'ailleurs pas sans danger.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La dépense de force motrice se décomposerait comme suit pour traiter 25 t de schlamms par heure :

Appareil de lavage par flottage	45 ch
Séchage	45 —
Table de concentration	4 —
total par 25 t de charbon brut et par heure :	94 ch

Eau : La dépense d'eau serait de l'ordre de 1 m³ par 25 t de schlamms bruts.

Frais d'exploitation annuels. — Comparons, entre eux, les procédés Trent et Kleinbentink. Nous omettrons, pour faciliter cette comparaison, la quote-part des frais généraux, ce qui est admissible en raison de leur constance dans les deux cas.

Nous admettrons, d'autre part, les prix de base suivants :

Tableau XI.

Main-d'œuvre	2,50 f l'heure.
Force motrice	0,20 f le kilowattheure.
Goudron	300 f la tonne.
Huile de houille	700 f —

Tableau XII.

a) Procédé Trent.

Main-d'œuvre $4 \times 8 \times 2{,}50 \times 300$	24.000 f
Force motrice 20 KWH $\times$ 50.000 $\times$ 0,20	200.000 —
Goudron (1) 0,20 $\times$ 50.000 $\times$ 300 f $\times$ 0,6	180.000 —
Entretien (2) 1.100.000 $\times$ 0,05	55.000 —
Amortissement 1.100.000 $\times$ 0,15	165.000 —
Redevances (pour mémoire) (3)	
Total (4)	624.000 f

b) Procédé Kleinbentink ou procédé hollandais.

On peut dresser comme suit le bilan d'exploitation pour le traitement de 50.000 t de schlamms par an, d'après le procédé hollandais et en deux postes par jour, de 8 heures chacun (cours d'octobre 1924).

(1) En supposant que par carbonisation à basse température, on puisse en récupérer 60 p. 100 sur la quantité employée pour obtenir l'amalgamation du charbon, opération qui nécessite la mise en œuvre de 0,200 t de goudron, au minimum, par tonne de schlamm brut.

(2) Évalué à 5 p. 100 pour tenir compte des dépenses élevées d'entretien des broyeurs.

(3) En général, 2 f par tonne de schlamm. Le plus souvent, l'usager du procédé paie lui-même la redevance à l'inventeur du procédé, qui, étant américain, en demande le règlement en dollars.

(4) Sans tenir compte des dépenses pour la récupération des huiles, laquelle se pratique par carbonisation à basse température de l'amalgame.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau XIII.

Frais d'exploitation annuels.

	Francs.
Main-d'œuvre (trois ouvriers, pour deux postes à 20 f) 300 jours de travail	18.000
Force motrice : 100.000 kWh à 0,20 f	20.000
Huile de goudron : 40 t à 700 f	28.000
Entretien : 0,20 f par tonne de schlamms	10.000
Amortissement : 20 p. 100 sur 200.000 f	40.000
Schlamms : 50.000 t à 40 f (1)	2.000.000
	2.116.000

Recettes d'exploitation annuelles.

Schlamm flotté à 7 p. 100 de cendres $50.000 \times 0,75 \times 80$ (2).	3.000.000 f

Différences ou bénéfices nets.

(3.000.000 — 2.116.000 =)	884.000 f

soit, en nombres arrondis, un minimum de 17 f par tonne de schlamms traitée.

En définitive, on peut conclure de cette étude que, pour laver, par flottage et par le procédé Kleinbentink, 50.000 t de schlamms par an, en vue de les rendre aptes à la fabrication du coke métallurgique ou des agglomérés, les dépenses de premier établissement s'élèvent à 200.000 f et cette installation rapporte 850.000 f par an, non compris tous amortissements et frais généraux.

D'une manière générale et pour l'ensemble d'une installation susceptible de traiter par flottage 50.000 t de schlamms par an et à raison de 20 t par heure, les dépenses d'exploitation sont les suivantes, exclusion faite des frais généraux de main-d'œuvre et d'amortissement :

(1) Le prix d'ordre de schlamms à 35 p. 100 de cendres, soit 40 f, est manifestement exagéré. Par contre, le prix de vente des schlamms à 7 p. 100 de cendres, soit 80 f, est minimisé surtout lorsqu'ils sont mélangés à du 1-10 lavé. Le 14 avril 1924, les mines du Nord et du Pas-de-Calais ont fixé à 89 f le prix des fines grasses 0-10 lavées.

(2) Les tableaux suivants des résultats d'exploitation d'Oughterside donnent une idée de ce qu'on peut attendre du flottage.

	Cendres p. 100.	FRACTION FLOTTANT SUR UN LIQUIDE DE DENSITÉ EGALE A 1,6		FRACTION S'IMMERGEANT DANS UN LIQUIDE DE DENSITÉ ÉGALE A 1,6	
		p. 100	Cendres p. 100.	p. 100	Cendres p. 100.
Charbon brut	21,58	75,4	4,77	24,6	73,10
Charbon du filtre	5,30	97,0	3,90	3,0	50,70
Charbon de la table de concentration.	5,00	100,0	5,00	—	—
Mixte de la table de concentration	14,66	90,5	10,72	9,5	51,52
Résidu passant au tamis n° 20	75,80	—	—	100,0	75,80
Table de concentration.	72,78	3,5	22,64	96,5	74,61

Rendement au lavage par flottage de 100 t de charbon brut (résultats rapportés au charbon sec).

Désignation des produits.	Teneur en cendres p. 100.	Rendements en poids p. 100
Menu à coke	5,25	70,4
Charbon de chaudières	14,66	7,0
Stériles	75,50	22,6
Moyenne	21,78	
Total	»	100,0

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau XIV.

	PROCÉDÉS		
	Minerals Separation C°.	Trent.	Kleinbentink.
Main-d'œuvre.	24.000 f	24.000 f	18.000 f
Force motrice (1).	40.000 f	200.000 f	20.000 f
Huile de lavage (2)	69.000 f	180.000 f	28.000 f
Totaux.	133.000 f	404.000 f	66.000 f
ou, *par tonne de schlamm brut* . . .	**2,66** f	**8,08** f	**1,32** f

Conclusion générale.

Il résulte de tout ce qui précède :

1° Que la technique du lavage du charbon par flottage est aujourd'hui au point, puisque les Mines fiscales de l'État néerlandais traitent par an, de cette façon, 100.000 t de schlamms ;

2° Que le lavage par flottage permet de réduire de 30 à 8 p. 100 la teneur en cendres des schlamms et d'abaisser à moins de 0,6 p. 100 leur teneur en soufre ;

3° Que les schlamms épurés par flottage peuvent servir à la fabrication ou du coke métallurgique ou du coke de fonderie, ou encore à la préparation d'agglomérés, en fonction de leur teneur en matières volatiles ;

4° Que, par tonne de schlamms flottés, suivant la méthode hollandaise, les bénéfices nets s'élèvent à 17 f ;

5° Que, par tonne de poussier flotté, les bénéfices nets peuvent varier entre 8 et 10 f, mais ils se relèveraient très notablement si, au poussier, on ajoutait les mixtes qu'ils proviennent soit des intercalations assez épaisses de charbons très cendreux, appelés par les mineurs : escaillage ou charbon mort, considérés comme inlavables d'après les procédés usuels ; soit de fines intercalations de schistes purs. En soumettant ces schistes, tout au moins les derniers, à un broyage rationnel, on conçoit aisément la possibilité de séparer le charbon pur des stériles en recourant au flottage, dont ce serait là une nouvelle application. Le bilan financier de l'opération serait alors singulièrement intéressant. Dans le premier membre de l'équation, on ne por-

(1) Dont par heure :

Procédés.	Dépense de force motrice.
Minerals Separation C°	80 kWh
Trent	400 kWh
Kleinbentink	40 kWh

(2) Dont, par an et pour 50.000 t de schlamms :

Procédés.	Dépenses d'huile.
Minerals Separation C°	30 t de crésol à 2.000 f . . . 60.000 f 15 t de gas-oil à 600 f . . . 9.000 f soit 45 t d'huile pour **69.000** f.
Trent	600 t de goudron à 300 f, soit : **180.000** f
Kleinbentink	40 t d'huile à 700 f, soit **28.000** f.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terait plus, en effet, des schlamms ou du poussier à 40 ou 65 f la tonne, mais un produit sans valeur ou facturé à un prix d'ordre ;

6° Qu'un lavoir moderne devra désormais comprendre deux séries d'appareils fonctionnant en parallèle et qui se compléteront. En premier lieu, des bacs à piston ou des rhéolaveurs ou d'autres appareils plus perfectionnés encore pour laver le 1-50 mm. En second lieu, des appareils de flottage pour épurer les schlamms, le poussier, l'escaillage ainsi que les mixtes broyés et tamisés.

L'expérience indiquera, d'autre part, et dans chaque cas particulier, à quel degré de pulvérisation on devra pousser le broyage des mixtes et des schistes. Il est probable, en effet que, souvent, le refus du tamisage sera constitué uniquement par des schistes durs et très cendreux qu'on n'aura aucun intérêt à laver.

Pour « sauver » plusieurs centaines de milliers de tonnes de charbon, par an, dans les mines françaises et sarroises, il convient donc (1) :

— De laver le poussier par flottage ;

— De laver les schlamms par flottage ;

— De laver les mixtes et l'escaillage par flottage.

CHARLES BERTHELOT.

BIBLIOGRAPHIE

PAUL LECOMTE : Cours des Mines professé à l'École Centrale des Arts et Manufactures.

BRONKART : Flottage des Minerais (*Revue universelle des Mines*, 1919, 6e série, t. II, p. 325).

Revue de Métallurgie et *Chimie et Industrie* (extraits).

LOIRET : Rapport à la Commission d'Utilisation des Combustibles (*Journal officiel*, 1er avril 1923, p. 3333-3339 et *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* de mai 1923, p. 356 à 375).

A. THAU : L'épuration des charbons. Son influence et ses effets dans la production des cokes à basse teneur en cendres. (*Stahl und Eisen*, nos 30 et 32, 1922.)

R. WUSTER : La préparation du charbon par flottage suivant le procédé de Gröndal et Franz (*Glückauf* du 12 janvier 1924).

CH. BERTHELOT : Le classement et le lavage des charbons, leur intérêt pratique, leur technique. (*Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, juillet-septembre 1923, p. 973.)

CH. BERTHELOT : Le lavage des charbons par flottage. Le traitement des poussiers et des schlamms à haute teneur en cendres. (*Génie Civil* du 31 mai 1924.)

CHATAIGNON : La flotation et son application au terril de Nœux. (*Bulletin de la Société de l'Industrie minérale* de juillet 1924.)

(1) Dans une autre étude, nous nous proposons d'étudier les nouvelles méthodes de clarification des eaux sortant des lavoirs à charbon et rejetées à l'égout ainsi que les appareils modernes pour le séchage des charbons. On peut affirmer que la technique du lavage des charbons vient d'entrer dans une ère nouvelle grâce à une suite de progrès encore mal connus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES CHARGEURS MÉCANIQUES POUR LOCOMOTIVES [1]

Dans la chaudière de locomotive une combustion intense est obtenue par l'emploi d'un tirage extrêmement énergique : on y brûle facilement 500 kg de houille par mètre carré de grille et par heure, et même davantage. Aussi, dès que la surface de la grille dépasse 4 à 5 m², la quantité horaire de combustible qu'elle peut brûler est difficilement chargée par le chauffeur; or cette surface atteint, sur certaines locomotives, 8 et 10 m². Il est vrai que, sur ces très grandes grilles, le poids horaire brûlé par mètre carré est généralement inférieur au nombre indiqué ci-dessus, mais il reste au total trop grand pour qu'un homme suffise au chargement.

D'après des relevés faits en marche, le chargement de 2000 kg de houille en une heure exige 800 secondes, soit plus du cinquième de la durée du service. Pendant ce temps, la porte du foyer est ouverte, ce qui donne lieu à une entrée d'air nuisible.

C'est surtout aux États-Unis d'Amérique que ces locomotives à très grands foyers sont utilisées, et la difficulté du chargement s'est bien vite manifestée lors de leur mise en service : elles ne remorquaient pas des charges plus fortes que d'anciennes machines moins grandes, parce que le chauffeur n'arrivait pas à alimenter suffisamment le foyer en combustible.

Pour utiliser la puissance des très fortes machines, on a substitué l'alimentation mécanique du combustible au chargement à la main.

Le problème paraît difficile à première vue, étant donnée la faible place dont on dispose pour l'installation du chargeur. Il a cependant été l'objet de nombreuses solutions; la présente note décrit deux de ces solutions, dont les applications sont aujourd'hui fort nombreuses.

Le chargeur *Duplex* projette continuellement sur la grille le charbon, entraîné par des jets de vapeur. Deux ouvertures sont ménagées dans la façade arrière de la chaudière, de part et d'autre de la porte du foyer. Le combustible est amené du tender à ces ouvertures, d'où il est soufflé dans

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique, le 8 novembre 1924.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le foyer. Des déflecteurs sont disposés devant les jets pour les répartir convenablement sur toute la surface de la grille.

La figure 1 représente l'ensemble de l'appareil. Sur le tender, une vis prend le charbon au fond d'une trémie où il est approvisionné, puis un concasseur ramène les gros morceaux à la dimension convenable. C'est cette vis qui, par sa vitesse variable, contrôle le débit. Un conduit articulé relie

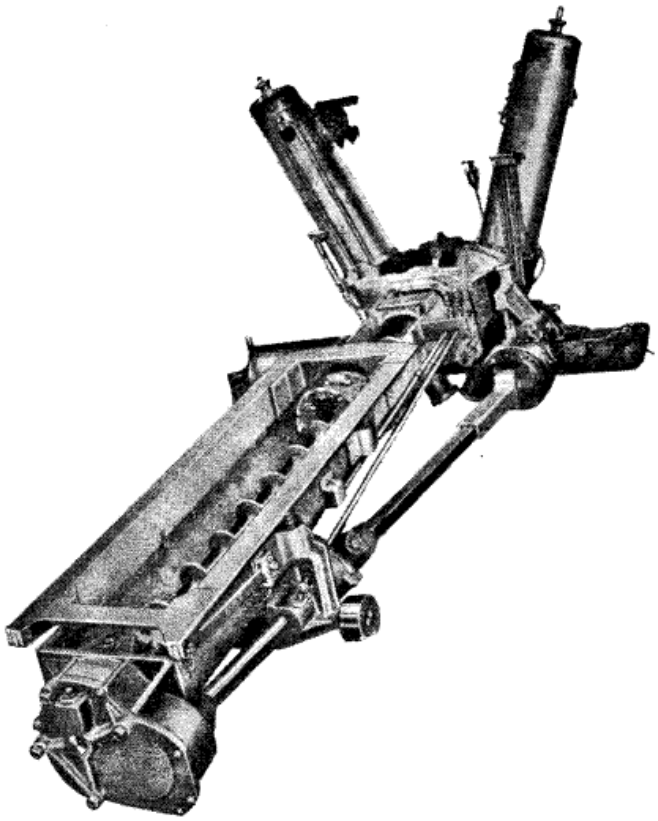


Fig. 1. — Chargeur Duplex.

le tender à la locomotive; dans ce conduit, une vanne, réglable à la main, répartit le charbon entre deux vis élévatoires, qui desservent chacune un côté du foyer. Ces vis élèvent le combustible jusqu'aux deux ouvertures de chargement.

Pour actionner les vis et le concasseur, la locomotive porte un petit moteur à piston, analogue à celui qui commande les compresseurs Westinghouse : la tige de piston commande un arbre pour une crémaillère.

La figure 2 montre les pièces rapportées sur les ouvertures, et les tubes percés de trous qui donnent les jets de vapeur, ainsi que les déflecteurs fixés sur ces pièces à l'intérieur du foyer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 3 fait voir que l'appareil n'encombre pas la plate-forme de la machine, et que la porte du foyer reste entièrement libre, de sorte que l'emploi du ringard et le chargement à la pelle sont toujours possibles, notamment pour la préparation du feu avant le départ.

D'après les renseignements fournis par la *Locomotive Stoker Co.*, qui construit le chargeur Duplex, la consommation du moteur est de 0,75 p. 100, et celle des jets, de 0,65, soit au total 1,40 p. 100 de la production de la

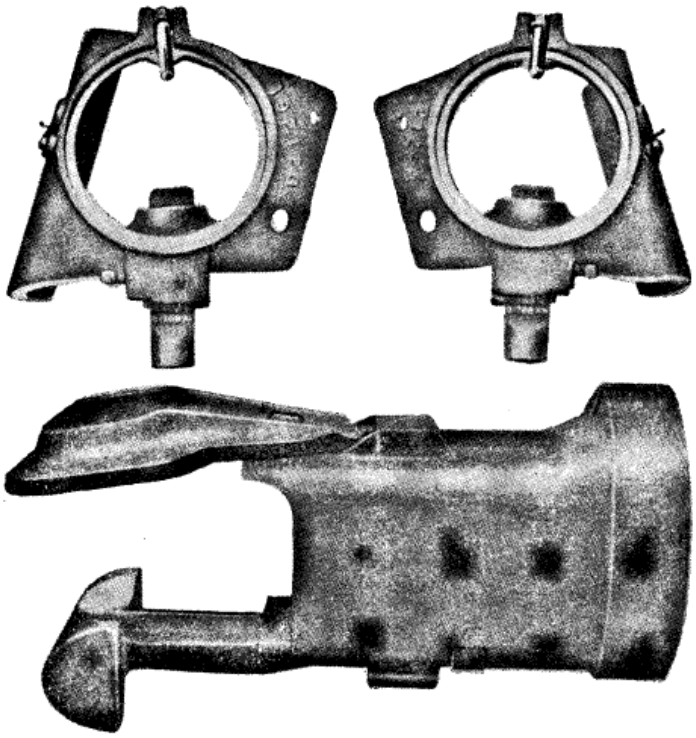


Fig. 2. — Chargeur Duplex : distributeurs à jets de vapeur et déflecteurs.

chaudière. Cette proportion paraît faible; d'une manière générale, on constate que la consommation des appareils auxiliaires dépasse fréquemment celle qu'on a reconnue dans des expériences faites avec soin. L'excès de consommation peut tenir à l'agrandissement des tuyères, et à l'ouverture excessive des robinets qui les alimentent; il y a aussi les fuites dans les moteurs.

Le chargeur Duplex diffère du chargeur Street (fig 4), fourni précédemment par le même constructeur, par l'addition du concasseur, et par la simplification du système de distribution dans le foyer.

Avec le chargeur Street, le charbon, criblé à la dimension convenable avant la mise dans le tender, est élevé jusque vers la partie supérieure de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

façade de la chaudière, qui porte trois ouvertures de chargement. Un distributeur répartit le charbon entre ces trois ouvertures, où il est soufflé par la vapeur. Ce distributeur est un cylindre percé de trous de dimensions différentes, qui effectue un nouveau triage du charbon : les menus les plus fins sont affectés surtout à l'ouverture centrale; le reste est réparti, en propor-

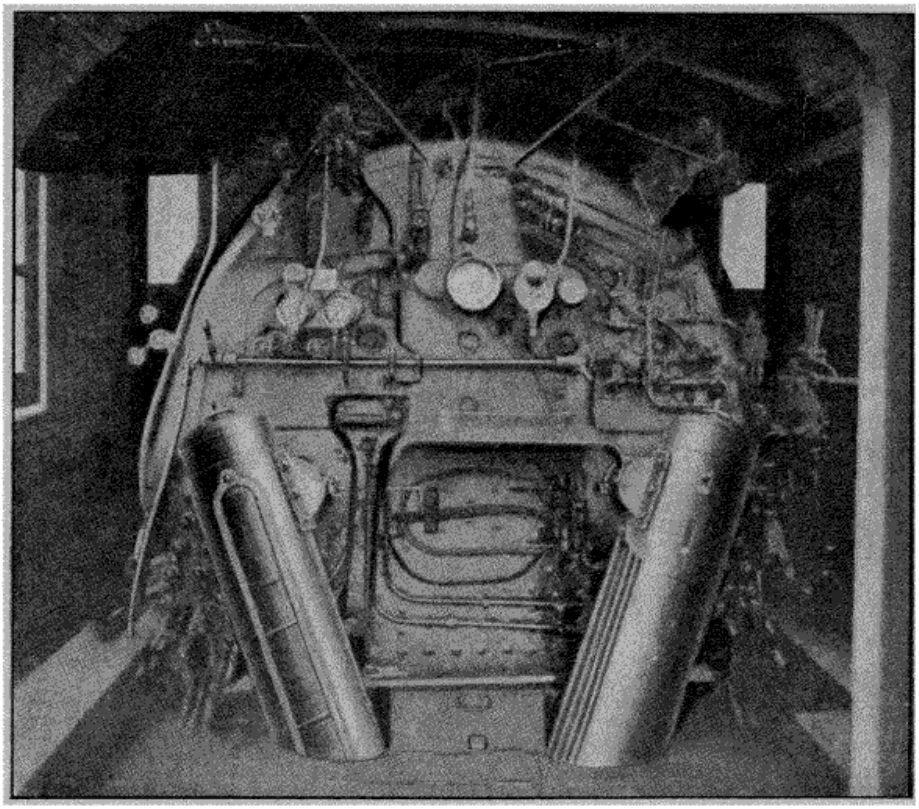


Fig. 3. — Cabine avec chargeur Duplex.

tions réglables à la main, entre les deux ouvertures latérales. Le distributeur peut aussi être déplacé à la main, de manière à modifier la proportion et la grosseur des morceaux envoyés à l'ouverture centrale. En outre, les jets de vapeur varient périodiquement d'intensité : successivement un jet faible, un jet moyen, un jet fort projettent le charbon sur les différentes parties de la grille.

En supprimant dans le chargeur Duplex ces multiples moyens de réglage, on a sans doute jugé qu'ils n'étaient pas convenablement utilisés.

Dans le chargeur *Elvin* (fig. 5), des pelles mécaniques projettent le combustible sur la grille. Le charbon est pris dans le tender au fond d'une trémie par une glissière à mouvement alternatif, dont la vitesse est réglable. Un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

concasseur à mâchoire articulée ramène les gros morceaux à la dimension convenable. Si un corps dur, tel qu'un morceau de métal, vient à se coincer entre les mâchoires, l'appareil s'arrête; on enlève l'obstacle en levant un couvercle et renversant le sens de marche de la commande.

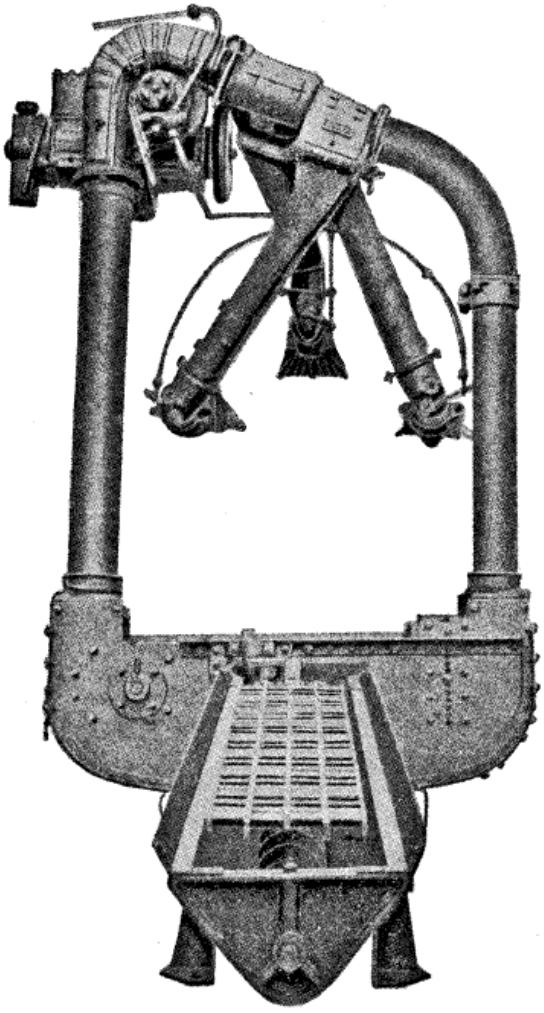


Fig. 4. — Chargeur Street.

Du broyeur, le combustible passe à la partie inférieure d'une vis transporteuse inclinée, qui établit la liaison entre le tender et la locomotive. Avec le débit le plus fort de la glissière, cette vis ne fonctionne qu'à demi-charge. Elle verse le charbon dans un élévateur à piston, qui l'amène aux pelles mécaniques, placées dans la partie inférieure du cadre de la porte de foyer.

Ces pelles (fig. 6) ont chacune un mouvement oscillatoire autour d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

axe vertical; elles agissent alternativement. Ces oscillations se produisent avec des vitesses variables, par séries de trois, de manière à projeter le

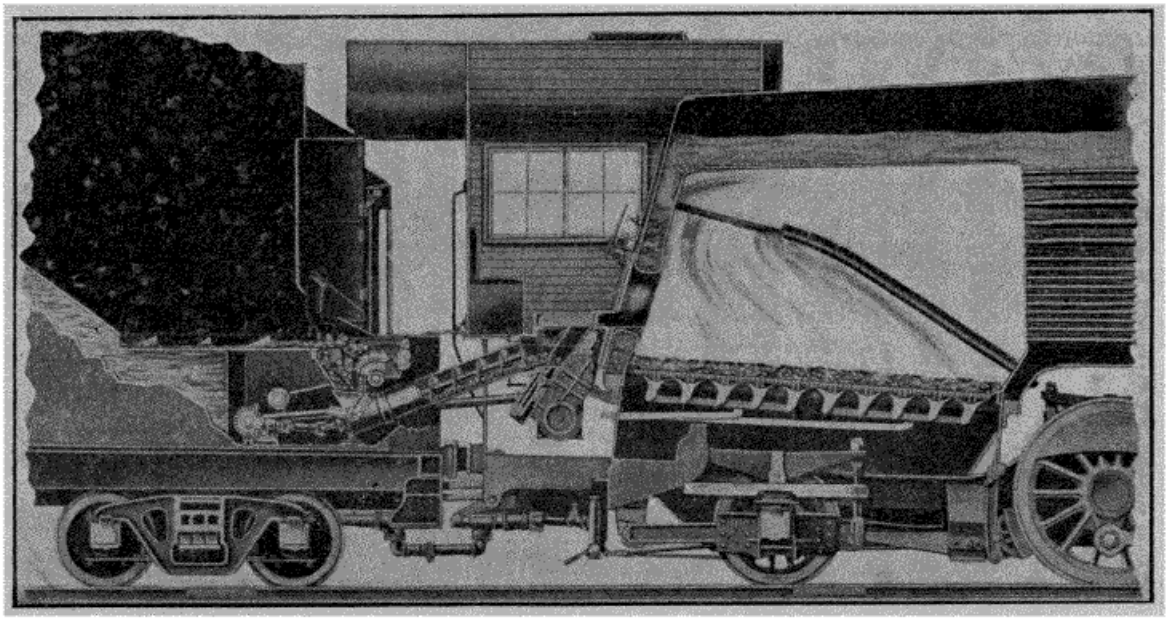


Fig. 5. — Chargeur Elvin.

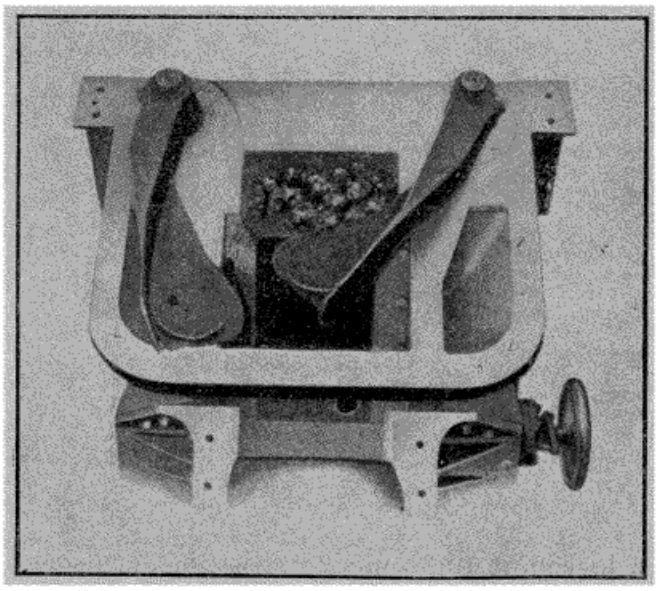


Fig. 6. — Chargeur Elvin : pelles mécaniques.

charbon à l'avant, au milieu, et à l'arrière de la grille. Les vitesses des pelles restent constantes, quel que soit le débit.

Les appareils sont commandés par un moteur compact à deux pistons, se déplaçant à angle droit, enfermés dans une boîte rectangulaire. La puissance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maxima de ce moteur est estimée à six chevaux par le constructeur.

La porte du foyer se trouve un peu réduite vers le bas, mais reste suffisamment libre.

Le chargeur Elvin est patroné par l'*American Locomotive Co.*, grande maison de construction de locomotives.

Si l'emploi du chargeur mécanique s'est imposé lorsque le chauffeur ne pouvait plus suffire au service de la grille, est-il opportun d'en munir des locomotives moins puissantes, quand la limite des forces de l'homme n'est pas dépassée? Il semble que non, car le chargement mécanique, comparé au chargement à la main lorsqu'il est possible, ne paraît pas donner d'économie de combustible. Au contraire, d'après une opinion assez répandue, l'emploi du chargeur mécanique augmenterait de 10 p. 100 la consommation. Toutefois, les expériences précises connues à ce sujet sont peu nombreuses. On doit remarquer, d'ailleurs, que la production de vapeur de la chaudière de locomotive par kilogramme de combustible diminue à mesure que la quantité brûlée par heure augmente; cette circonstance, indépendante du mode de chargement, peut contribuer à faire mal juger le chargeur mécanique. Un des inconvénients les plus probables de ce système est la perte par entraînement des menus les plus fins, qui sont généralement secs, tandis qu'on les mouille lors du chargement à la main. Les menus mouillés risquent d'engorger les transporteurs.

En résumé, étant donnés le prix d'installation et d'entretien du chargeur, son poids, la dépense de vapeur qu'il exige, il ne semble pas judicieux de l'employer lorsque l'importance de la consommation ne le rend pas nécessaire.

En France, M. Foillard, ingénieur des Établissements Sautter-Harlé, a étudié, dès l'année 1912, un appareil qui distribue le charbon, par intermittences, aux diverses parties de la grille, à l'aide d'une pelle orientable, que manœuvre le chauffeur. Le charbon est versé mécaniquement sur cette pelle, montée à l'intérieur du foyer, et il ricoche dans toutes les directions suivant l'orientation que lui donne le chauffeur. Cet appareil, ingénieux et très simple, est décrit dans le mémoire, qui suit, de M. Foillard, mémoire qui contient, en outre, une étude détaillée des nombreux systèmes américains qui ont précédé ceux qui viennent d'être étudiés (2).

Ed. Sauvage
membre du Conseil.

(2) Voir le résumé de la discussion qui a suivi cette communication dans le *Bulletin* de décembre 1924, page 878 (Compte rendu de la séance du 8 novembre 1924).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES CHARGEURS MÉCANIQUES POUR FOYERS DE LOCOMOTIVES

Considérations générales. — L'intérêt qui s'attache au chargement mécanique des chaudières à vapeur est à la fois matériel et humanitaire.

D'une part, on cherche à réduire au minimum les frais d'exploitation, tout en réalisant une combustion aussi parfaite que possible et, d'autre part, on s'efforce d'améliorer les conditions de travail du chauffeur en rendant son service moins pénible.

Il semble bien que la voie qui s'est ouverte ces dernières années aux appareils de chargement mécanique ne puisse que continuer à s'élargir davantage sous la puissante impulsion de l'évolution actuelle qui nous conduit à employer des machines de plus en plus puissantes, en même temps que de nouvelles lois sociales réglementent, d'une façon plus serrée, les conditions de travail de l'ouvrier.

Dans les pays producteurs d'huiles minérales, les États-Unis en particulier, le problème du chargement des foyers de chaudières a été souvent résolu d'une façon fort élégante par l'emploi du combustible liquide. Toutefois, cette solution n'est pas générale et, en France, sauf quelques cas particuliers elle n'est guère applicable en raison des prix du pétrole, qui doit supporter des frais élevés de transport, de douane et souvent aussi d'octroi.

Les chaudières à vapeur brûlant des combustibles solides peuvent être réparties, au point de vue du chargement mécanique, en trois grandes catégories :

1° Les chaudières fixes;

2° Les chaudières de locomotives;

3° Les chaudières marines.

Les chargeurs pour chaudières fixes sont nombreux; plusieurs ont déjà reçu la sanction d'une longue pratique et sont passés dans le domaine de l'exploitation.

Les chargeurs pour locomotives, bien que nombreux également, sont de dates plus récentes et, en ce qui concerne ces chaudières, la question de la manutention mécanique est beaucoup moins avancée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, du côté des chaudières marines, rien ou à peu près rien n'a été fait dans ce sens, bien que la question soit des plus intéressantes à tous points de vue.

Cela tient, vraisemblablement, aux difficultés multiples du problème : la place disponible est extrêmement mesurée, les conditions à réaliser sont multiples et souvent contradictoires, etc.

Sur les bâtiments légers, tels que les contre-torpilleurs, où les emplacements sont particulièrement exigus, on tourne maintenant la difficulté de la chauffe ordinaire au charbon en brûlant du pétrole dans les foyers des chaudières.

Cet aperçu, très général, montre qu'il y a encore beaucoup à faire dans la voie des chargeurs mécaniques pour foyers de chaudières à vapeur. Nous allons examiner maintenant, avec quelques détails, les chargeurs pour locomotives.

Chargeurs pour locomotives.

Généralités. — Depuis la création des chemins de fer, la puissance des locomotives n'a cessé de croître régulièrement. Il y a 50 ans, les plus puissantes locomotives pouvaient développer tout au plus 800 ch. Aujourd'hui, les grandes locomotives modernes peuvent fournir 2.000 ch et au delà, en brûlant à pleine puissance plus de 2.000 kg de charbon à l'heure.

Cependant, ces nouvelles machines sont pilotées, comme les anciennes, par deux hommes seulement, le mécanicien et le chauffeur.

Sur les rapides, le mécanicien est complètement absorbé par la surveillance de la voie et la surveillance générale des appareils, à bord de la cabine. Le chauffeur doit mettre le charbon dans le foyer et, entre temps, s'occuper des appareils auxiliaires, notamment de l'alimentation en eau de la chaudière et, s'il y a lieu, concasser le combustible.

C'est un travail très pénible, et l'on conçoit fort bien qu'à l'heure actuelle on soit arrivé à peu près à la limite de l'effort qu'un homme peut normalement donner, même pendant un temps relativement court, deux ou trois heures, correspondant à l'étape d'une locomotive de rapide.

Il est d'ailleurs facile de fixer cette limite par des chiffres. Dans plusieurs voyages sur des locomotives de rapides, notamment la « Côte d'Azur », j'ai constaté qu'avec du charbon criblé, le chauffeur charge environ 2,5 kg de charbon par seconde. C'est là un chiffre moyen ; le débit est maximum au départ, et minimum à la fin du voyage, lorsque le chauffeur est obligé d'aller chercher le charbon au fond de la soute.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Suivant la charge et la marche du train, suivant le profil de la voie, la durée de la charge représente, sauf sur les longues déclivités, environ 15 à 20 p. 100 du temps total. Cela correspond à une dépense horaire de combustible de :

$$3\,600'' \times 2{,}5 \text{ kg} \times 0{,}15 = 1\,350 \text{ kg par heure};$$
$$3\,600'' \times 2{,}5 \text{ kg} \times 0{,}20 = 1\,800 \text{ kg} \quad — \quad —.$$

En admettant, et ce semble être une limite, que le temps de charge à la main puisse être porté à 25 p. 100 du temps total, la charge maxima limite par heure est de :

$$3\,600'' \times 2{,}5 \text{ kg} \times 0{,}25 = 2\,250 \text{ kg par heure.}$$

Lorsqu'on s'approche de ces chiffres, la nécessité du chargeur mécanique devient impérieuse. La solution consistant à mettre deux chauffeurs sur la même locomotive, en dehors de son coût élevé, ne répond même pas complètement aux données du problème, ainsi que nous le verrons plus loin.

Il y a d'autres raisons qui militent en faveur de l'emploi des chargeurs mécaniques sur les puissantes locomotives.

De toutes les chaudières, ce sont celles des locomotives qui, au point de vue de la combustion, sont les plus poussées. Alors qu'une chaudière fixe ne brûle environ que 75 à 150 kg de houille par heure et mètre carré de surface de grille, suivant qu'elle est à tirage naturel ou forcé, la chaudière de locomotive fonctionnant à pleine puissance brûle 500 kg par heure et mètre carré de grille.

Dans des essais aux États-Unis, on a même poussé la combustion jusqu'à 600 kg et même au delà.

Les chaudières marines, à petits tubes d'eau, que l'on emploie généralement sur les bâtiments légers, n'arrivent à brûler, à tirage forcé, que 400 kg par mètre carré ; celles des bâtiments de grand tonnage, à gros tubes d'eau, ne brûlent guère que 150 kg par heure et mètre carré de grille.

La réalisation, sur les locomotives, d'une combustion aussi intense, nécessite un soufflage énergique qui est réalisé à l'aide de la vapeur d'échappement provenant des cylindres.

La dépression que l'on produit ainsi dans la boîte de fumée, à l'avant de la chaudière, dépasse, dans certains cas, 200 mm d'eau et la vitesse des gaz chauds à l'intérieur du foyer, variable suivant le type de machine, est de l'ordre de 15 m : s, à la marche à pleine puissance.

Ces chiffres ont un intérêt particulier, en ce sens qu'ils laissent entrevoir les effets de l'ouverture de la porte du foyer, lorsque la chaudière est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en pleine activité. La dépression dans la boîte de fumée tombe brusquement, le tirage à travers la couche incandescente est ralenti, il y a introduction exagérée d'air froid dans le foyer, etc. ; en un mot, le régime normal de la combustion est complètement troublé.

Ainsi donc, avec le chargement à la main, on se trouve en présence de deux conditions absolument contradictoires dont l'effet va en s'accentuant avec l'importance de la chaudière : d'une part, pour avoir une combustion normale, la porte du foyer doit être ouverte le moins longtemps possible, et, d'autre part, l'accroissement de la consommation en combustible conduit à augmenter proportionnellement le temps d'ouverture de la porte.

On conçoit même que dans ces conditions il y ait pour la combustion avec une seule chaudière, chargée à main, une consommation limite même avec plusieurs chauffeurs se relayant.

Avec le chargement mécanique, qui se fait porte fermée, ces sujétions disparaissent d'elles-mêmes ; l'on peut, en outre, charger d'une façon plus continue, afin d'avoir une meilleure combustion et diminuer l'importance des fumées noires.

Conditions principales auxquelles doit satisfaire un bon chargeur. — La nécessité d'avoir un chargeur mécanique sur les puissantes locomotives semble bien démontrée. Toutefois, pour que le but poursuivi soit pleinement atteint, l'appareil doit satisfaire à certaines conditions essentielles :

1° Il doit puiser automatiquement le combustible dans le tender et l'amener à l'intérieur du foyer avec répartition variable sur la grille au gré du chauffeur ;

2° Il doit être simple et peu encombrant, de façon à donner une marche sûre et à s'installer facilement sans gêner le service à bord de la cabine ;

3° Il doit laisser la porte du foyer complètement libre, de façon qu'en cas d'arrêt du système, on puisse passer instantanément au chargement à la main.

C'est là un programme assez complet qui comporte, en dehors du chargeur proprement dit, les appareils de convoyage du charbon du tender à la locomotive, avec les liaisons nécessaires pour permettre le mouvement relatif du tender et de la locomotive, qui, dans le sens transversal. atteint couramment 10 et 12 cm.

Indications sur le problème à résoudre. — Sur le tender, il est relativement facile d'installer les appareils nécessaires. Les caisses à eau qui entourent la soute à charbon peuvent être modifiées pour faciliter l'adaptation du mécanisme du chargeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par contre, sur la locomotive, il n'y a, pour ainsi dire, pas de place disponible.

Sur la face AR de la chaudière, qui forme le fond AV de la cabine, se trouvent groupés un grand nombre d'appareils : graisseurs automatiques, niveaux d'eau, appareils d'alimentation, volants et leviers de manœuvre, indicateur de vitesse, vannes des tuyauteries de chauffage, d'air comprimé, etc., etc.

Sous la plateforme de la cabine, il y a les tampons, les attelages, les tuyaux d'air comprimé, de vapeur, d'eau d'alimentation, etc.

La plupart des locomotives actuellement en service, en Europe tout au moins, sont encore à foyer étroit, c'est-à-dire, que le foyer est encastré entre les roues, ce qui limite sa largeur utile à environ 1 m. Dans ces machines, la surface de grille ne peut guère dépasser 3,5 m², ce qui limite

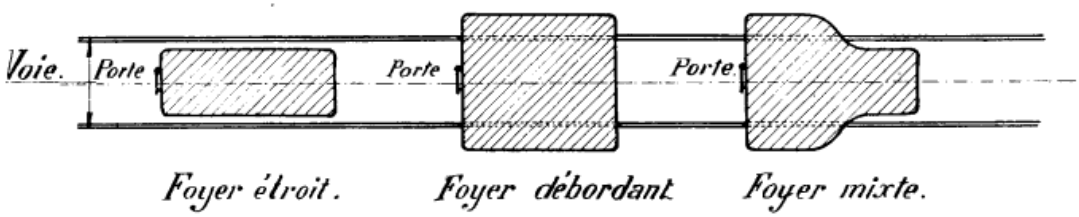


Fig. 1.

la combustion horaire et réduit l'intérêt résultant de l'adaptation d'un chargeur mécanique.

Les puissantes locomotives que l'on construit actuellement, les *Pacific* en particulier, sont, au contraire, à foyers débordants ayant une largeur pouvant atteindre 2 m, ce qui permet de donner à la grille une grande surface, sans avoir une longueur de foyer exagérée (fig. 1).

Voici d'ailleurs, à titre d'indication, les dimensions des foyers de quelques locomotives modernes :

TYPE DE LOCOMOTIVE	DIMENSIONS DU FOYER		
	Largeur.	Longueur.	Surface.
Pacific État italien	1,60 m-0,90 m	2,80 m	3,50 m²
— État wurtembergeois	2 m	2 m	4 m²
— État français.	1,8 m	2,24 m	4,032 m²
— Orléans	1,88 m-0,985 m	2,84 m	
— Paris-Lyon-Méditerranée	2 m	2,1 m	4,2 m²
— État belge.	2 m	2,50 m	5 m²

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les *Pacific* de l'Orléans et de l'État italien sont à foyer mixte débordant à l'arrière (côté chargement) et étroit à l'avant.

J'ajoute que les Américains, après avoir créé les types *Atlantic*, *Pacific*, viennent de construire un nouveau type, *Mountain*, encore plus puissant que les précédents et ayant une surface de grille de 6,2 m², pour une puissance atteignant près de 2.500 ch (1).

Sur les machines à foyer débordant, le service de la chauffe est particulièrement dur. D'une part, le poids de combustible à charger est grand et, d'autre part, la surface rayonnante qu'offre le foyer sur la face AR est bien plus grande que sur les machines à foyer étroit (environ le double). Les conditions d'habitabilité de la cabine se trouvent de ce fait notablement changées.

Avant de voir comment le problème du chargement mécanique des foyers de locomotives a été résolu, il est intéressant de se rendre compte de la façon dont s'effectue la combustion sur la grille du foyer.

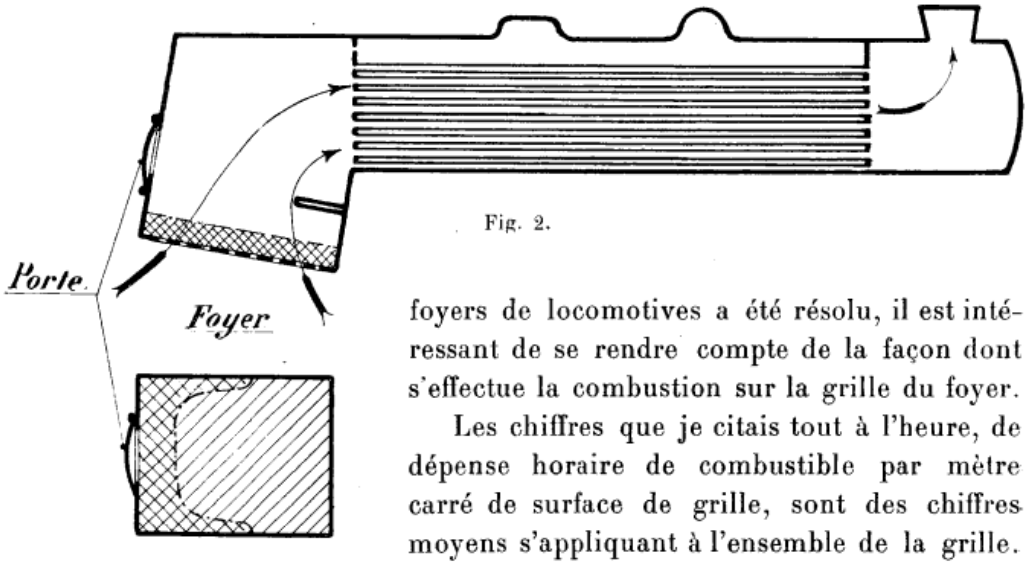


Fig. 2.

Les chiffres que je citais tout à l'heure, de dépense horaire de combustible par mètre carré de surface de grille, sont des chiffres moyens s'appliquant à l'ensemble de la grille. En réalité, la combustion est très inégale suivant le point considéré et cette inégalité va en s'accentuant à mesure que le tirage augmente et que, par conséquent, la dépense horaire de combustible va en croissant.

Dans le fond du foyer, sous la voûte, la consommation est minima. Au contraire, elle est maxima à l'avant et sur les côtés avant, là où les filets gazeux rencontrent la ligne de résistance minima.

La surface où la combustion est la plus active affecte ainsi, généralement, la forme d'un fer à cheval avec des variations plus ou moins accentuées, suivant l'agencement général, la disposition des tubes, le régime de marche considéré, etc. (fig. 2).

(1) Ceci a été écrit en 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces considérations sont très intéressantes à faire car elles montrent que le chargeur, non seulement ne doit pas répartir le charbon uniformément sur la grille, mais que la répartition à faire est variable d'un type de locomotive à un autre et, sur une même locomotive, variable suivant le régime de marche.

Or, sur une locomotive, les régimes de marche du feu sont extrêmement variables, suivant la charge, suivant le profil de la voie, suivant la marche du train, suivant les arrêts normaux ou d'urgence, etc., de sorte qu'il paraît à peu près impossible de réaliser pratiquement un chargeur complètement automatique donnant, à chaque instant, la répartition de charbon correspondant à une combustion rationnelle.

Il faut nécessairement admettre une intervention effective du chauffeur, non seulement pour la mise en marche et l'arrêt de l'appareil, mais également pour la répartition convenable du charbon sur la grille.

Examen d'ensemble des divers systèmes de chargeurs. — C'est surtout aux États-Unis que les chargeurs mécaniques pour foyers de locomotives ont jusqu'ici reçu des applications. Cela s'explique fort bien si l'on considère que la longueur du réseau ferré des États-Unis est supérieure d'environ 20 p. 100 à celle de tous les réseaux européens réunis.

De plus, les Américains ont certaines lignes qui sont accidentées et qui nécessitent des locomotives puissantes pour remorquer, à des vitesses ordinaires, des trains de tonnage moyen.

Les compagnies américaines de chemins de fer ont si bien senti la nécessité d'avoir un bon chargeur mécanique pour leurs locomotives qu'elles ont institué, il y a plusieurs années déjà, un comité qui se réunit périodiquement et dont le rôle est d'apporter une contribution à l'étude et à la mise au point de ces appareils.

Les résultats des travaux de ce comité sont publiés annuellement dans le numéro de juillet de l'*American Engineer and Railroad Journal.*

Classification des chargeurs mécaniques. — La classification adoptée pour les chargeurs de locomotives est celle déjà appliquée aux chargeurs de chaudières fixes; on répartit les appareils en deux grandes classes, les « underfeed » et les « overfeed », suivant que l'alimentation, en combustible, a lieu en dessous ou en dessus de la grille.

Les « underfeed » nécessitent une grille spéciale, généralement à barreaux mobiles, dont la section utile, au point de vue de la combustion, est réduite dans une proportion assez notable par les conduits d'arrivée de charbon.

Leur caractéristique extérieure est de laisser la cabine complètement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

libre de tout appareil. Au point de vue du fonctionnement, ils se prêtent assez difficilement à des variations dans la répartition de la charge, suivant les allures de marche de la locomotive.

Les principaux systèmes de chargeurs « underfeed » sont : Barnum, Brewster, Crawford, Rait.

Les chargeurs « overfeed », au contraire, qui sont des appareils à projection, ont tout leur mécanisme au-dessus de la plateforme de la cabine et ne nécessitent pas une grille spéciale.

Les principaux systèmes sont : Black or Dodge, Crosby, Economic

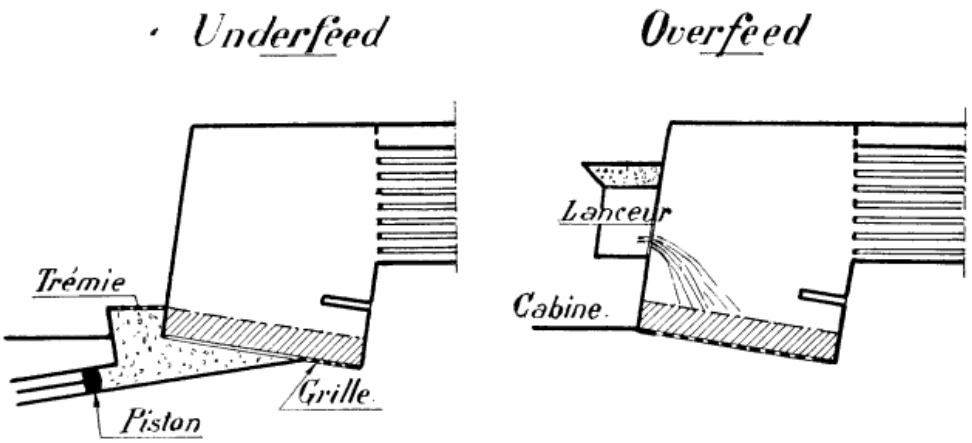


Fig. 3. — Tracés schématiques des deux dispositions.

Stoker, Dickinson, Hanna, Harlé et C^ie^, Hayden, Kincaid, Street, Strouse, Victor.

Il y a lieu de signaler que plusieurs de ces inventeurs n'ont traité qu'une partie du problème, celle relative au chargeur proprement dit, en laissant de côté la question du convoyage du combustible du tender à la locomotive. Dans ces appareils, il y a alors, dans la cabine, à l'avant du foyer, une petite trémie d'alimentation du chargeur, trémie que le chauffeur doit remplir à la pelle.

Préparation du combustible. — Tous les chargeurs, qu'ils soient « underfeed », ou « overfeed » exigent un combustible concassé à une dimension limite maxima pour le passage dans les organes de distribution.

Aux États-Unis, la préparation du combustible se fait parfois sur le tender même de la locomotive où se trouve un petit concasseur actionné par un moteur indépendant ou non de celui du chargeur.

A vrai dire, à moins de circonstances particulières, on ne s'explique guère la nécessité d'un tel agencement. Le service à bord d'une grande loco-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

motive est déjà assez chargé pour que l'on ne cherche pas encore à le compliquer par des opérations accessoires qui, d'ailleurs, peuvent être faites dans de bien meilleures conditions à poste fixe.

En France, tout au moins, étant donné l'organisation des dépôts de machines où le charbon est préparé et pesé, le concassage sur la locomotive ne semble pas intéressant.

Voyons maintenant quelle peut être, avec les chargeurs mécaniques, la composition du combustible, au point de vue de la teneur en poussier.

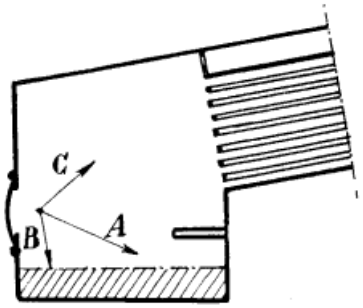


Fig. 4.

Lorsqu'un morceau de charbon est projeté à l'intérieur d'un foyer en activité, il est soumis à l'action de trois forces qui se composent (fig. 4) :

1° La force de projection A;

2° La pesanteur B;

3° La force résultant de l'action du tirage C.

Les deux premières forces A et B sont fonction de la masse et, par conséquent, du cube de la dimension linéaire du morceau de charbon.

La force C est, au contraire, fonction de la surface et, par suite, du carré de la dimension linéaire.

Il en résulte que les valeurs relatives de ces forces varient suivant les dimensions du bloc de combustible qui est projeté.

En chiffrant, on trouve que l'action du tirage, qui est pratiquement négligeable avec les gros morceaux, devient, au contraire, prépondérante, s'il s'agit d'un grain de poussier. La résultante est alors orientée dans le sens des filets gazeux et le poussier se trouve entraîné vers le tube sans avoir atteint la couche incandescente.

Lorsqu'on charge à la main, on obvie à cet inconvénient en mouillant, au préalable, le combustible qui contient du poussier, de façon à agglutiner les grains entre eux.

Avec les chargeurs mécaniques, la solution ci-dessus ne paraît applicable que si la proportion de poussier est faible; au delà d'une certaine limite, le poussier mouillé, qui forme une sorte de bouillie, se colle aux appareils de projection et peut en troubler le fonctionnement.

A ce point de vue, les appareils « underfeed » sont dans de meilleures conditions; le charbon arrivant par la partie inférieure, les grains de poussier sont moins exposés à être entraînés par l'action du tirage.

Par contre, dans ces chargeurs, le poussier est la cause d'inconvénients d'un autre ordre : le cheminement du combustible se faisant dans des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tubes, par poussée, on doit lutter contre des bourrages intempestifs.

En étudiant tout à l'heure les appareils « overfeed », nous verrons un dispositif qui a été appliqué à un de ces chargeurs pour faire tomber le poussier dans le foyer.

Comme les chargeurs mécaniques, pour le moment tout au moins, sont à peu près exclusivement destinés aux grandes locomotives des rapides, sinon aux États-Unis du moins en Europe, il semble que la meilleure solution soit de réserver à ces machines du charbon criblé et concassé ou des petits agglomérés.

C'est d'ailleurs de cette façon que procèdent actuellement beaucoup de compagnies avec le chargement à main; les locomotives de rapides ont du charbon criblé et le poussier est réservé aux autres machines.

Description de quelques chargeurs.

Classe « underfeed ». — *Chargeur Rait.* — Ce chargeur (fig. 5) est du type à pistons plongeurs, injection de vapeur et grille à secousses. Il comporte :

1° Un mécanisme constitué par deux plongeurs, à mouvement alternatif,

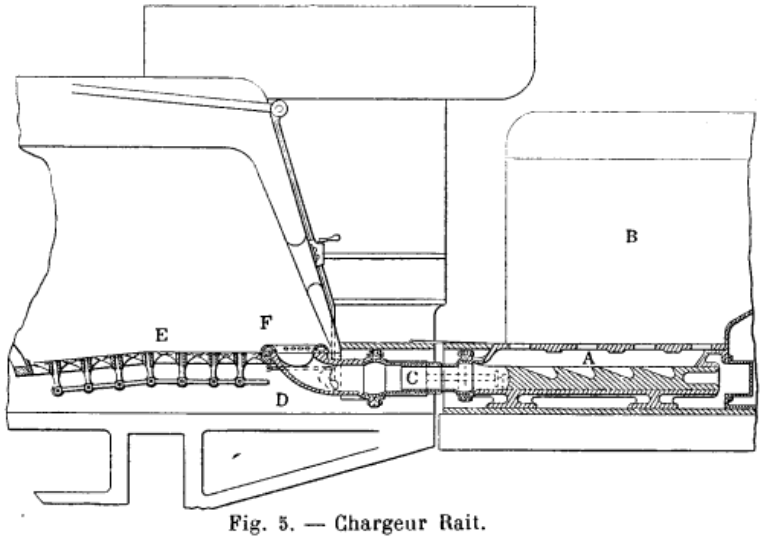


Fig. 5. — Chargeur Rait.

munis d'entailles en dents de scie et prenant le combustible à la partie inférieure du tender.

Le fond du tender est muni d'ouvertures rectangulaires, à l'aplomb des dents des pistons plongeurs;

2° Deux tubes avec articulations à rotules reliant les pistons plongeurs, montés sur le tender, avec le foyer de la locomotive;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

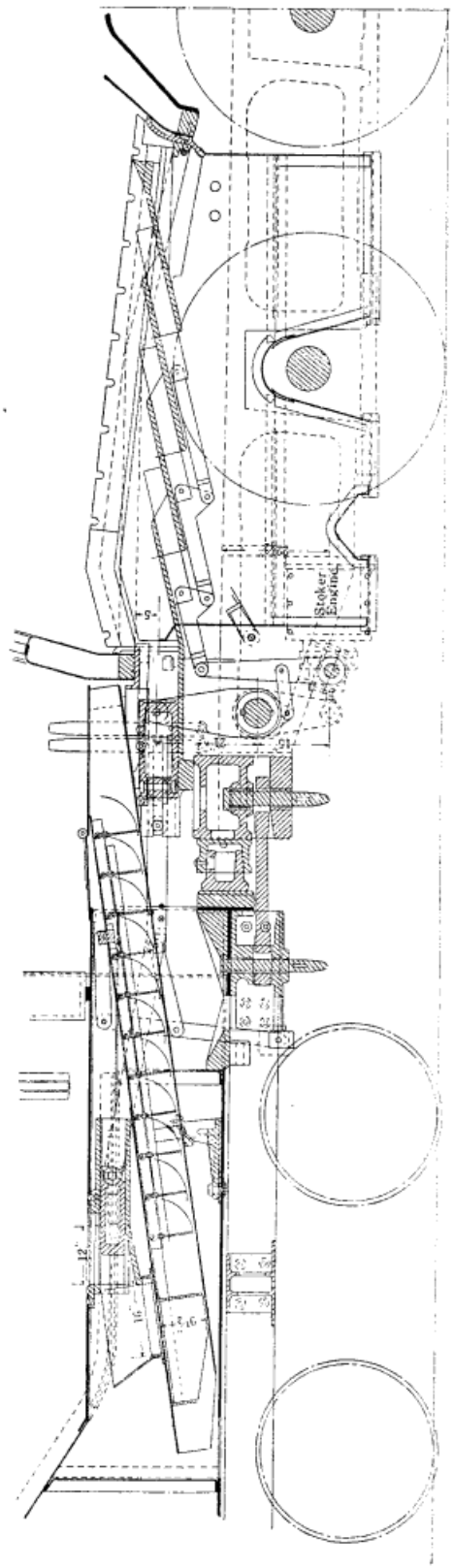


Fig. 6. — Chargeur Crawford.

3° Un dispositif de soufflage constitué par deux anneaux percés de trous montés à l'extrémité des tubes, au point où ils débouchent sur la grille.

4° Un cylindre à vapeur à axe horizontal actionnant les deux pistons plongeurs et dont la vapeur d'échappement est utilisée pour projeter le charbon sur la grille à l'aide du dispositif de soufflage.

La valve de manœuvre du cylindre à vapeur est sous le contrôle du chauffeur qui, de son siège, peut mettre en marche ou arrêter le chargeur.

C'est, comme on le voit, un appareil complètement automatique; la répartition du combustible n'est pas placée sous le contrôle du chauffeur.

Chargeur Crawford. — Ce chargeur, qui a reçu un certain nombre d'applications sur les locomotives de la compagnie Pennsylvania à laquelle appartient, je crois, l'inventeur, est représenté à la figure 6.

Il comporte deux mécanismes identiques placés parallèlement à l'axe de la machine et à 68 cm environ l'un de l'autre. Chacun d'eux comporte :

1° Un piston concasseur horizontal placé directement sous l'ouverture pratiquée dans le fond de la soute à charbon du tender;

2° Un convoyeur incliné à palettes recevant, à l'arrière, le charbon concassé et amenant celui-ci dans la petite trémie de la locomotive;

3° Un jeu de 3 ou 4 pistons dont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un à axe horizontal et 2 ou 3 autres, plus petits, à axes inclinés, qui prennent le charbon dans la trémie et le poussent dans un auget règnant sur toute la longueur de la grille.

Le combustible ainsi refoulé dans l'auget déborde latéralement sur la grille;

4° Un piston à vapeur placé à l'extérieur, sur le côté de la locomotive, qui, par une série de leviers, axes, bielles et balancier, commande le piston concasseur, le convoyeur, les pistons plongeurs et la grille qui est à secousses.

Comme le précédent, ce chargeur est complètement automatique.

Chargeur Brewster. — Ce chargeur, qui a été expérimenté sur l'Erie Railroad, est à injection de vapeur. Il comporte une vis placée dans le fond du tender et recouverte d'une plaque d'acier disposée de façon à régler l'admission de charbon à la vis.

Le combustible est convoyé au moyen de cette vis à travers un tube flexible jusqu'au dessous de la grille. Le charbon est alors remonté par une deuxième vis jusqu'aux jets de vapeur qui sont au niveau du fond de la boîte à feu.

Les jets de vapeur sont intermittents et réglables.

La grille, qui est divisée en quatre parties, deux de chaque côté, est agitée doucement en avant, à l'aide d'un dispositif à came, de façon à faire avancer le combustible et tenir la grille nette de cendres.

Tout le mécanisme de ce chargeur est actionné par un petit cylindre à vapeur placé sur le côté gauche de la locomotive.

Chargeur Barnum. — Ce chargeur a été expérimenté sur une locomotive *Prairie* du Chicago Burlington and Quincy Railroad.

Son installation nécessite le remplacement de la grille et différentes modifications au foyer; de plus, son agencement est tel que le chargement à la main n'est pas possible.

Classe « Overfeed ». — Les systèmes de chargeurs rentrant dans cette classe sont assez nombreux. Pour les examiner, nous les répartirons en trois catégories, suivant l'énergie mise en jeu pour projeter le combustible sur le foyer.

1° Les chargeurs à injection de vapeur (systèmes Hayden, Street, Dickinson, Hanna);

2° Les chargeurs à lanceurs mécaniques (systèmes Crosby, Black or Dodge, Economic Stoker, Strouse, Kincaid et Victor);

3° Les chargeurs à gravité (système Harlé et C^{ie}).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHARGEURS A INJECTION DE VAPEUR. — *Chargeur Hayden.* — Ce chargeur (fig. 7) comporte :

1° Sur le tender : un élévateur à godets et un convoyeur horizontal à vis commandé par un petit moteur à vapeur;

2° Sur la locomotive :

a) Une trémie placée au-dessus de la porte du foyer et recevant le charbon du convoyeur. Cette trémie est munie, à sa partie inférieure, d'un écran de réglage permettant de faire varier le débit;

b) Un tube de chute faisant corps avec la porte du foyer et conduisant

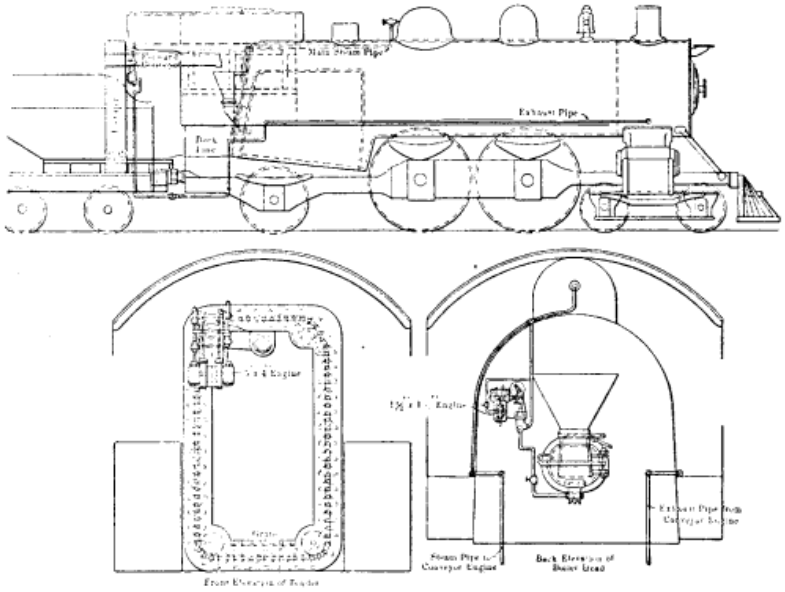


Fig. 7. — Chargeur Hayden.

le combustible au-dessus d'une tablette horizontale de projection située à l'intérieur du foyer, directement sous la porte;

c) Un jeu de 5 tuyères horizontales fixées à l'arrière de la tablette de projection et convenablement orientées de façon à projeter le combustible sur toute la surface de la grille;

d) Un distributeur de vapeur commandé par un petit moteur à vapeur et envoyant périodiquement dans les tuyères un jet de vapeur qui projette le charbon dans toutes les directions;

e) Un jeu de valves permettant de régler à volonté le débit de vapeur dans chaque tuyère.

La quantité de charbon envoyée à chaque projection est de 1 kg à 5 kg et l'on peut faire 7 charges par minute.

Cet appareil, après avoir été expérimenté sur l'Erie Railroad, il y a quelques années, semble être complètement abandonné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsqu'on projette du charbon avec un jet de vapeur, il se produit une sorte de déflagration générale et l'on conçoit fort bien que, même avec plusieurs tuyères munies chacune d'un réglage individuel, il soit difficile de faire varier la répartition du charbon sur la grille.

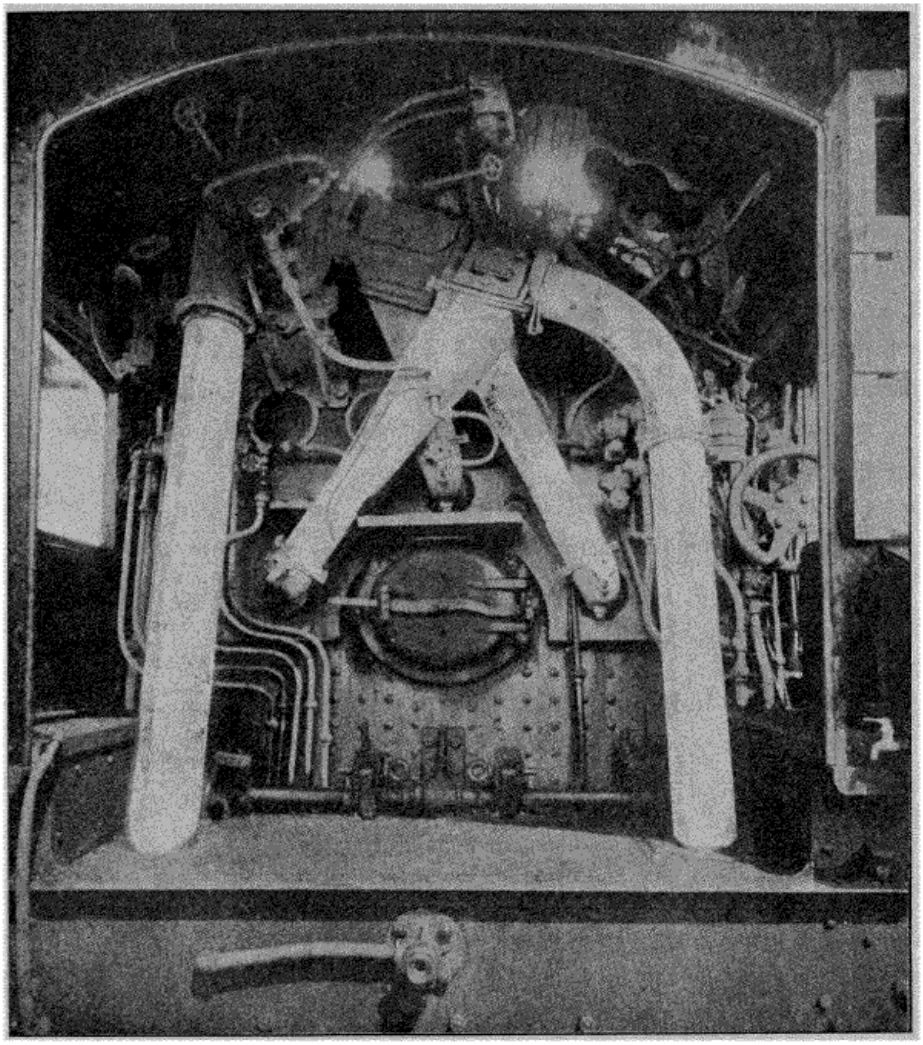


Fig. 8. — Chargeur Street.

Chargeur Street. — Ce chargeur, plus récent que le précédent, en diffère surtout en ce sens qu'il comporte trois postes de projection au lieu d'un seul : un dans l'axe et deux sur les côtés, ce qui permet un certain réglage.

Ce chargeur, représenté sur la figure 8, comprend :

1° Un mécanisme de prise de charbon sur le tender avec concasseur mû par un petit moteur à vapeur;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Un élévateur à godets monté sur la locomotive, actionné par un deuxième moteur à vapeur et muni d'un dispositif de déversement et de réglage de la distribution du charbon aux trois tubes de projection.

Le dispositif de réglage consiste, d'une part, en une sorte de crible circulaire, présentant 4 séries de trous de diamètres différents, et qui règle le débit au tube central de projection et, d'autre part, deux plaques à inclinaison variable qui règlent le débit relatif dans les tubes latéraux de projection ;

3° Un dispositif de projection constituant le chargeur proprement dit et comprenant trois tubes, un au centre, au-dessus de la porte du foyer, et les deux autres placés latéralement.

Ces tubes de projection, munis à leurs extrémités de nez convenablement orientés, reçoivent d'une part, le charbon amené par l'élévateur et, d'autre part, sur la face arrière, un jet de vapeur intermittent qui projette le charbon sur la grille.

Le nez central est orienté vers le bas et projette le combustible fin à l'arrière de la boîte à feu.

Les nez latéraux sont munis d'une plaque supérieure en forme de lèvre qui permet d'étaler le charbon à l'avant et contre les parois latérales.

Les jets de vapeur agissent simultanément dans les trois tubes de projection; quant au distributeur de vapeur, il est commandé par le moteur à vapeur actionnant l'élévateur à godets.

Enfin, les deux moteurs à vapeur sont alimentés par une même conduite de vapeur et les réglages sont tels que le débit du concasseur et du convoyeur du tender est toujours inférieur au débit des autres organes placés sur la locomotive, de façon à éviter tout engorgement dans les organes.

Chargeur Hanna. — Ce chargeur, également à injection de vapeur, à un seul poste de lancement, diffère surtout des précédents en ce sens qu'il comporte, outre l'injection de vapeur, 2 ailes directrices orientables à volonté et permettant de diriger le jet de charbon avant son arrivée aux tuyères.

La figure 9 représente l'appareil, qui ne comporte que le chargeur proprement dit, la manutention du charbon du tender à la locomotive se faisant à la main.

A l'avant du foyer, se trouve une petite vis inclinée recevant son mouvement d'un moteur à deux cylindres, par l'intermédiaire d'un train d'engrenages coniques. Cette vis puise le combustible dans une trémie contenant environ 125 kg et le déverse à l'intérieur du foyer, à la partie supérieure de l'ouverture de la porte.

Ce charbon tombe entre deux ailes directrices orientables chacune d'elles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

autour d'un axe incliné. Chaque aile est indépendante de l'autre et peut recevoir un mouvement oscillatoire à l'aide d'un dispositif à rochet et cliquet.

Au-dessous des ailes directrices, se trouve une série de 8 tuyères à

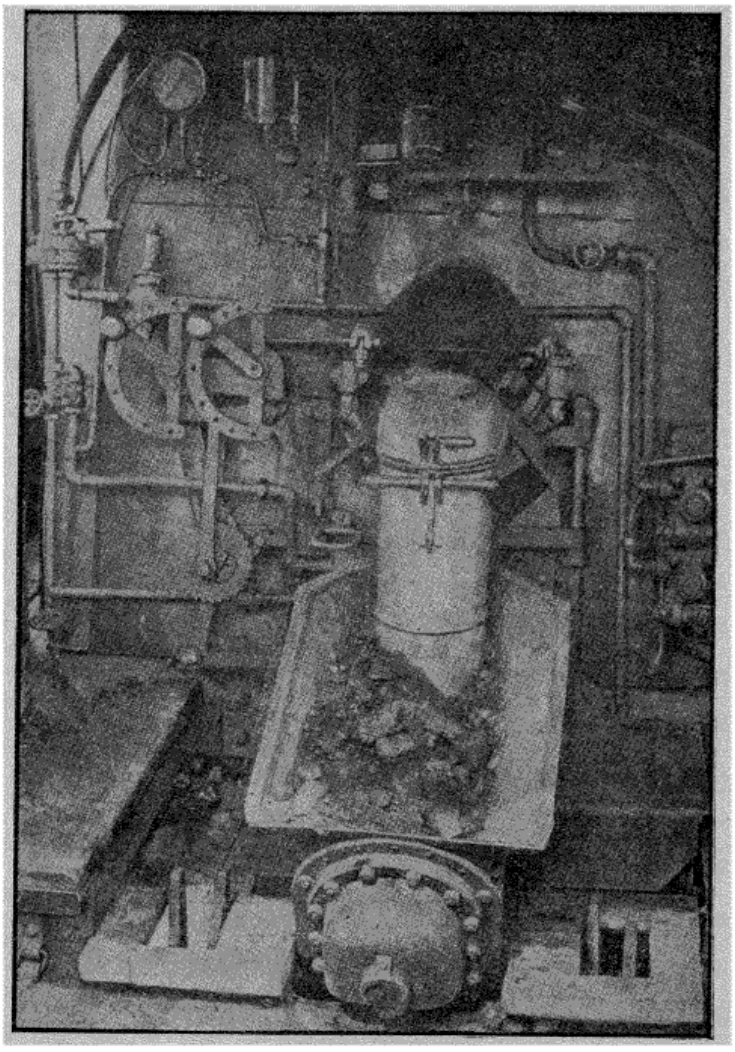


Fig. 9. — Chargeur Hanna.

vapeur rangées en arc de cercle suivant un développement de 90°.

Sous les tuyères, se trouve une tablette en fonte avec rainures et enfin au-dessous de cette tablette une fente donnant passage à un jet de vapeur en forme de lame mince de 1,5 mm environ d'épaisseur.

Lorsque le charbon tombe à l'intérieur, les gros morceaux sont chassés

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en passant devant les tuyères, tandis que le poussier arrive sur la lame de vapeur qui l'entraîne.

Les deux jets se recouvrent ainsi et le jet supérieur, qui entraîne les gros

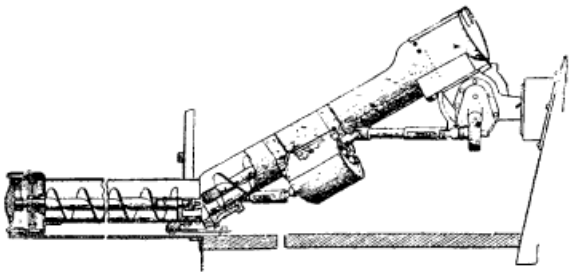


Fig. 10. — Chargeur Crosby.

morceaux, forme écran, ce qui atténue un peu les effets du tirage sur le poussier.

Les deux ailes directrices sont commandées chacune à main par un levier

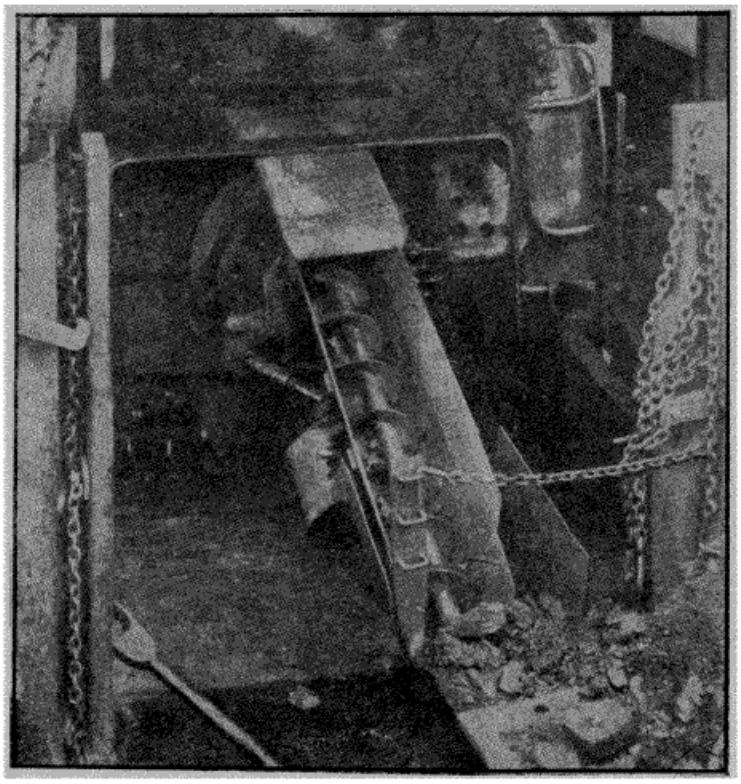


Fig. 11. — Chargeur Crosby.

se déplaçant sur un secteur à crans et permettant de les ouvrir plus ou moins et indépendamment l'une de l'autre. Cela permet de charger à la fois toute la surface ou seulement un secteur plus ou moins étendu.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le moteur, qui a des cylindres de 100/125, tourne à 450 tours par minute et fonctionne à pleine admission. La vis, qui a un diamètre de 200 mm et un pas de 150 mm, fait 39 tours par minute.

Les tuyères sont alimentées par de la vapeur à 4 kg : cm² et la lame de projection du poussier par de la vapeur à 2,8 kg : cm².

Chargeur Dickinson. — Je ne signale que pour mémoire l'appareil Dickinson, qui est basé sur le même principe que le chargeur Hayden. Il a été expérimenté sur l'Erie Railroad.

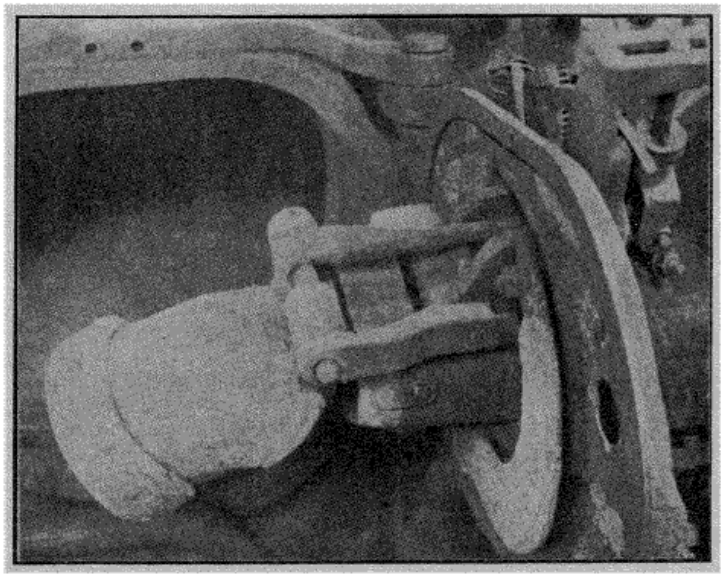


Fig. 12. — Chargeur Crosby : distributeur.

CHARGEURS A LANCEURS MÉCANIQUES. — Les chargeurs de cette catégorie peuvent se subdiviser en deux groupes :

Ceux qui sont munis d'un lanceur à palettes : Crosby, Economic Stoker, Black or Dodge;

Et ceux qui sont à pistons plongeurs : Strouse, Victor et Kincaid.

Chargeur Crosby. — Ce chargeur, qui a été expérimenté, il y a plusieurs années, sur le Chicago and Northwestern Railroad, comporte (fig. 10 à 12) :

1° Un convoyeur à vis en deux parties avec articulation à rotule, une partie à axe horizontal qui puise dans le tender, l'autre partie, à axe incliné, qui amène le combustible au lanceur;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° Un lanceur à palettes, à axe horizontal, avec buse inférieure de refoulement pénétrant dans la boîte à feu par la porte du foyer;

3° A l'intérieur du foyer, juste au-dessus de l'extrémité de la buse de refoulement, une pièce en forme de gouttière coudée et renversée qui est

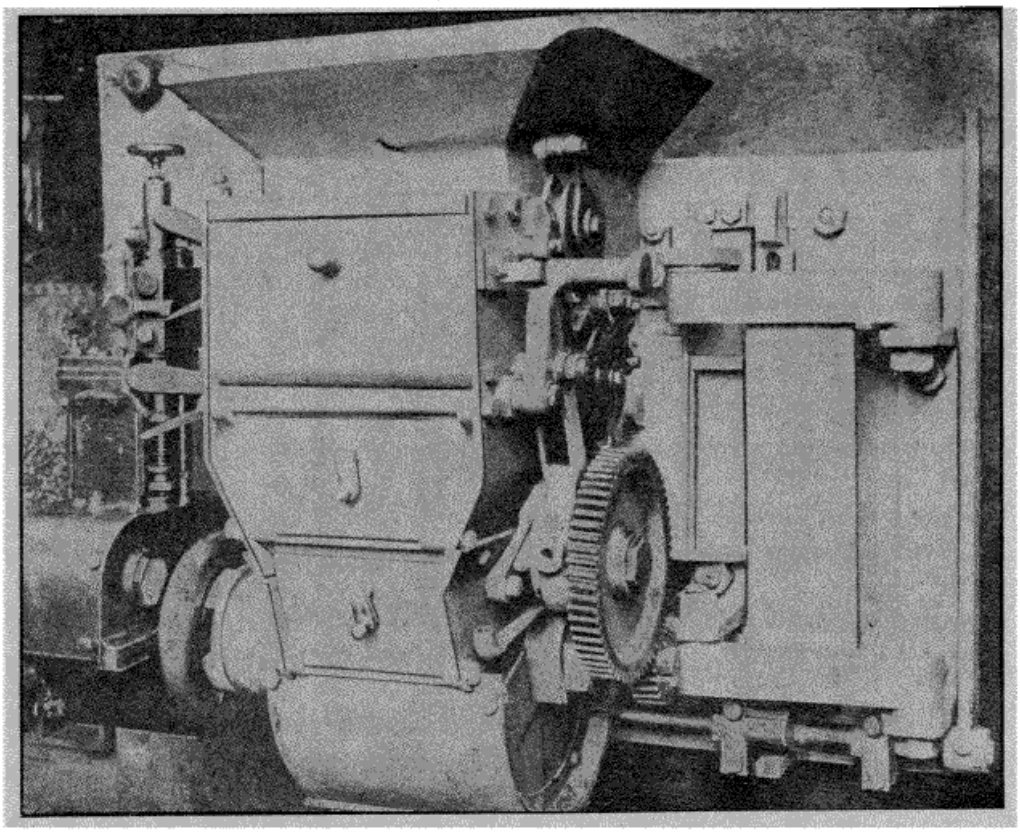


Fig. 13. — Economic Stoker.

articulée autour d'un axe horizontal et qui permet de rabattre plus ou moins le jet en minces couches sur la grille;

4° Un mécanisme d'orientation de la gouttière porté par la porte, à l'avant du foyer et à l'extérieur, qui permet de donner à celle-ci une série de positions successives suivant un cycle déterminé qui se reproduit périodiquement.

La répartition du charbon sur la grille se fait successivement suivant trois bandes longitudinales ayant chacune 1/3 environ de la largeur du foyer.

Le chauffeur a la faculté de modifier le cycle et, par suite, de changer, dans une certaine mesure, la répartition du combustible sur la grille. C'est ainsi qu'il peut provoquer plusieurs répartitions successives suivant une même bande longitudinale;

5° Une petite turbine à vapeur placée sous l'élévateur incliné et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

actionnant à la fois l'élévateur à vis, le lanceur à palettes et le mécanisme d'orientation de la gouttière.

Pour passer du chargement mécanique au chargement à main, il y a une manœuvre à effectuer de façon à dégager la porte du foyer. Avec un palan, on relève l'élévateur incliné, le moteur et le lanceur.

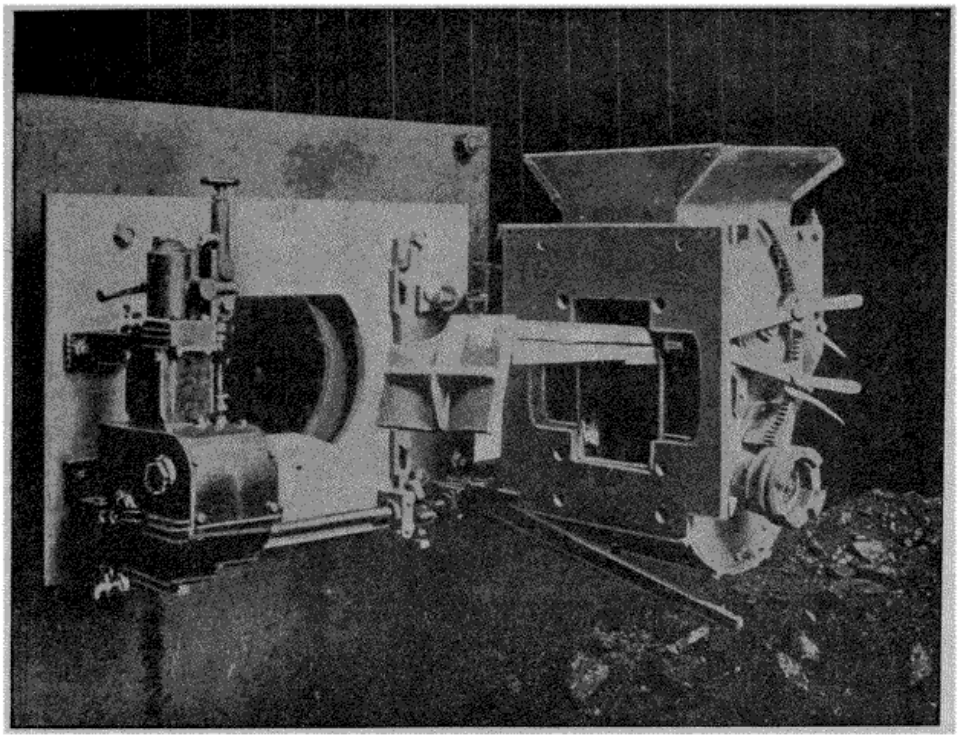


Fig. 14. — Economic Stoker.

Chargeur Economic Stoker. — Ce chargeur comporte 5 parties (fig. 13 et 14) :

1° Une trémie que le chauffeur approvisionne à la pelle ;

2° Un broyeur placé sous la trémie ;

3° Un lanceur rotatif à deux palettes ;

4° Deux plaques de déflection permettant de rabattre le jet et d'étaler le charbon sur toute la largeur du foyer ;

5° Un moteur à vapeur actionnant tout le mécanisme.

Les deux plaques de déflection sont orientables à la main autour d'un axe horizontal. Un deuxième levier permet de faire varier l'inclinaison relative des deux plaques.

Pour passer du chargement mécanique au chargement à la main, il faut procéder à un démontage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Chargeur Black or Dodge. — Ce chargeur, analogue à l'appareil Crosby, comporte un convoyeur à vis divisé en deux parties, une horizontale, dans la soute à charbon, l'autre inclinée, qui déverse le combustible dans la trémie de la locomotive.

Le chargeur proprement dit est relié à la porte du foyer qui affecte une forme spéciale.

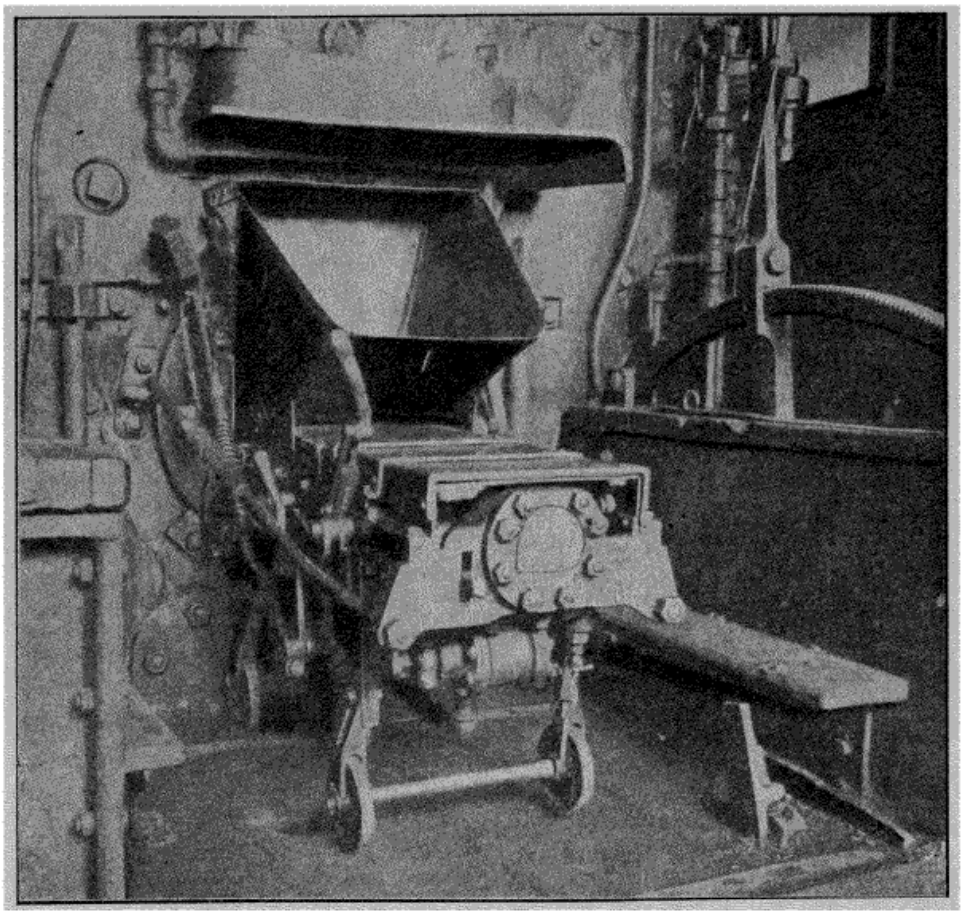


Fig. 15. — Chargeur Strouse.

Dans le haut, se trouve la trémie, et au-dessous, une roue à palettes tournant à 250 tours environ par minute et qui projette le charbon sur une tablette mobile autour d'un axe horizontal; cette tablette, qui est placée dans l'encadrement de la porte, peut être inclinée sous divers angles.

Le charbon ainsi projeté sur la tablette en un jet épanoui est envoyé plus ou moins loin sur la grille en modifiant à la main l'inclinaison de la tablette.

Pour passer du chargement mécanique au chargement à la main, il faut,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

comme dans l'appareil Crosby, ramener tout le mécanisme en arrière sur le tender à l'aide d'un palan.

Ce chargeur a été expérimenté sur l'Erie Railroad.

Chargeur Strouse. — Ce chargeur (fig. 15), qui est à piston plongeur, comporte un mécanisme monté sur un chariot à roulettes qui vient s'adapter à la porte du foyer, laquelle est munie d'une ouverture à plaque basculante qui donne passage à l'avant-bec du chargeur.

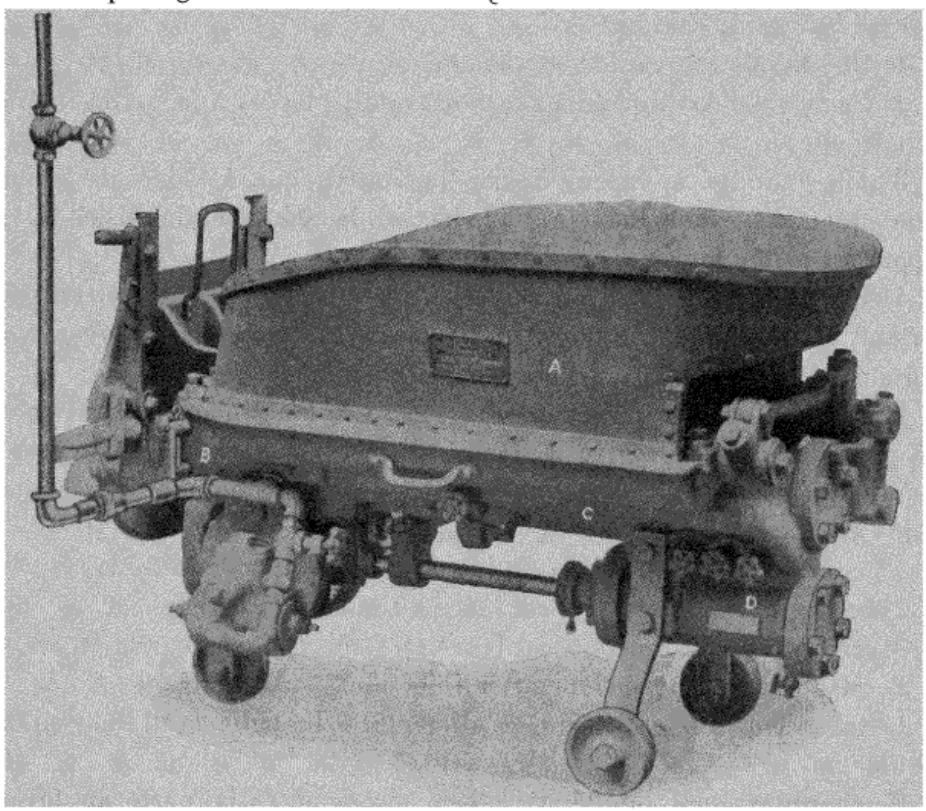


Fig 16. — Chargeur Victor.

Le charbon contenu dans la trémie est distribué par un conduit spécial, à un lanceur à piston, à axe horizontal, muni d'un nez ayant une forme appropriée, de façon à répartir le charbon sur la grille.

L'avant du piston plongeur envoie le combustible en avant et sur les côtés, tandis que l'arrière du piston envoie le charbon dans les coins arrière et au-dessous de la porte du foyer.

On gradue la répartition en faisant varier la vitesse du piston plongeur.

Le piston plongeur est commandé par un piston à vapeur placé sous le contrôle d'un levier que manœuvre le chauffeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour passer du chargement mécanique au chargement à la main, il faut déconnecter l'appareil et le ramener à l'arrière.

Cet appareil a été expérimenté sur des locomotives de l'Iowa Central Railroad et du Chicago and Alton Railroad.

Chargeur Kincaid. — Ce chargeur, du type à piston plongeur, ne diffère que fort peu de l'appareil Victor décrit ci-après.

Chargeur Victor. — Ce chargeur (fig. 16), qui est une modification du chargeur Kincaid, comporte :

1° Une trémie recevant le combustible;

2° Deux vis d'Archimède à axe horizontal, placées à la partie inférieure de la trémie;

3° Un cylindre à vapeur à axe horizontal, qui, à l'aide de leviers et d'encliquetages, commande les deux vis et la soupape de distribution de vapeur au piston lanceur;

4° Un deuxième cylindre à vapeur à axe horizontal, placé sous les vis et portant, à l'extrémité de sa tige, un bouclier qui lance dans le foyer le charbon amené devant lui par les deux vis d'Archimède.

L'introduction de vapeur dans le cylindre de lancement, suivant un cycle à 3 temps, peut être réglée à l'aide de trois robinets laissant passer une quantité de vapeur variable en donnant ainsi au piston une vitesse plus ou moins grande.

1re course : Le combustible est lancé près de la porte du foyer;

2e course : Le combustible est lancé au milieu du foyer;

3e course : Le combustible est lancé au fond du foyer.

Le piston donne normalement 20 injections par minute.

Le chauffeur règle l'allure et alimente à la pelle la trémie en combustible.

Ce chargeur étant monté dans l'encadrement de la porte du foyer, le passage du chargement mécanique au chargement à main nécessite un démontage.

Ce chargeur a été appliqué, dès 1905, à plusieurs locomotives type *Atlantic* du Big Four, sur la ligne de Cincinnati.

Chargeurs a gravité.

Chargeur Harlé et Cie.

Ce chargeur, qui est de création toute récente, semble répondre d'une façon assez complète aux desiderata du programme.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Caractéristiques générales du système. — Le chargeur mécanique, système Harlé et C^ie^, permet de puiser le combustible dans le tender, de l'amener à l'intérieur du foyer et de le répartir sur la surface de la grille.

Les deux premières opérations sont complètement automatiques, tandis que la troisième opération, celle qui consiste à étaler le charbon, se fait sous le contrôle du chauffeur qui, en orientant convenablement un organe approprié, peut diriger le jet à volonté, en tel ou tel point de la surface de la grille, comme dans le chargement à la main.

Le chauffeur conserve ainsi toute son initiative pour la conduite du feu et la bonne utilisation du combustible. C'est là une des caractéristiques principales du système.

D'autre part, le passage du chargement mécanique au chargement à la main se fait instantanément, sans aucune manœuvre spéciale; on pourrait même employer simultanément les deux modes de chargement.

Enfin, la disposition et l'encombrement des organes sont tels que la circulation dans la cabine n'est pas gênée; aucun obstacle n'empêche le mécanicien et le chauffeur de passer d'un bord à l'autre.

Description du système. — L'appareil comporte essentiellement :

1° Un élévateur distributeur constitué par une vis sans fin, à axe incliné, faisant partie du tender;

2° Un tube de chute reliant l'extrémité supérieure de la vis sans fin au foyer et faisant partie de la locomotive;

3° Une pelle de déflection, avec articulation à rotule, orientable à la main, permettant de diriger sur les différentes parties de la grille le jet de charbon arrivant par le tube de chute.

La figure 17 illustre, d'une façon sommaire, l'ensemble de l'installation : A est la vis sans fin; B, le tube de chute; C, la pelle à rotule orientable.

Élévateur-distributeur à vis. — L'extrémité inférieure de la vis sans fin, placée à l'intérieur d'un cylindre en tôle, plonge dans la caisse à charbon du tender, tandis que son extrémité supérieure arrive à 4,25 m environ au-dessus des rails, c'est-à-dire, à la limite de hauteur imposée par le gabarit.

L'inclinaison de l'axe de la vis sur l'horizontale est de 25° à 30°.

Le fonctionnement sans bourrage d'une vis inclinée de cette longueur est obtenu à l'aide de dispositions particulières qui ont été brevetées par les Établissements Harlé et C^ie^, en 1908, et qui consistent à disposer les sections de passage du charbon de façon que celles-ci aillent en croissant depuis l'entrée jusqu'à la sortie de la vis.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut réaliser cette condition de différentes façons, soit avec une vis à pas croissant, soit avec une vis conique, soit avec une vis à diamètres étagés, etc...

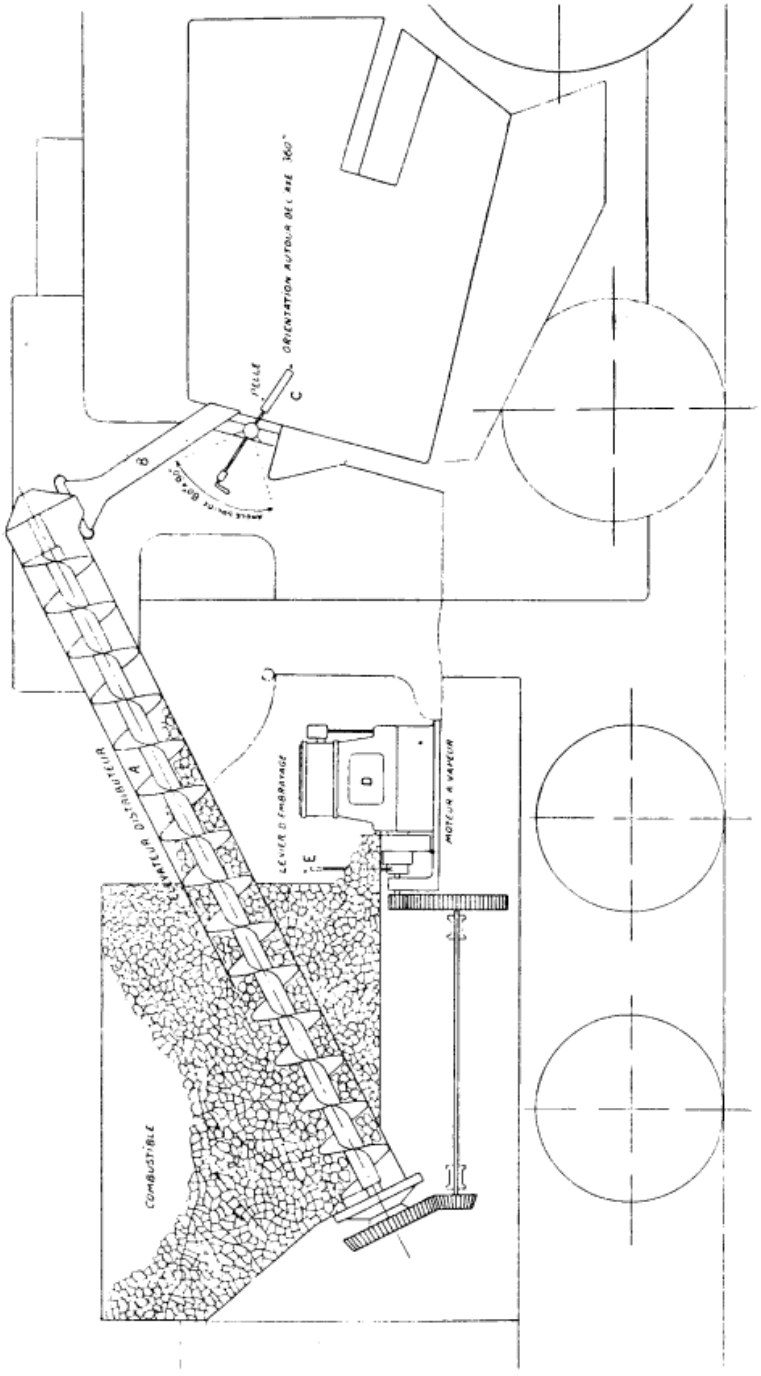


Fig. 17. — Chargeur mécanique pour foyers de locomotives, système Harlé et Cie.

L'efficacité de ce dispositif est consacrée par une expérience de plusieurs années sur des chargeurs de cornues à gaz assurant un service intensif de jour et de nuit.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tube de chute. — Le tube de chute, incliné d'environ 65° sur l'horizontale, est constitué par un simple tuyau lisse d'environ 15 cm de diamètre intérieur et faisant corps avec les parois du foyer. Il se raccorde à la vis par l'intermédiaire d'une sorte d'entonnoir avec soufflet en cuir, le tout disposé pour permettre un mouvement relatif du tender et de la locomotive de 10 à 12 cm dans le sens transversal et de 2 à 3 cm dans les deux autres sens.

Pelle orientable. — La pelle orientable, placée à l'intérieur du foyer, directement au-dessous de l'extrémité du tube de chute, a environ 25 cm sur 28 cm; elle est légèrement concave. Elle est constituée par un caisson en acier moulé disposé pour recevoir une circulation naturelle d'air; elle est portée par un tube traversant une sphère encastrée dans les parois du foyer et formant rotule d'articulation.

L'extrémité extérieure du tube de la pelle se termine par une poignée et un contrepoids d'équilibrage.

L'ensemble de tout cet organisme, pelle, rotule, tube, contrepoids et poignée, peut être orienté dans l'espace sous un angle solide de 80° à 90°. La pelle peut être, en outre, orientée autour de l'axe du tube qui la porte sous un angle de 360°.

Enfin, on peut avancer la pelle de 8 à 10 cm à l'intérieur, ce qui est avantageux pour charger la partie médiane avant du foyer, directement au-dessous de la porte de chargement à la main.

Le rôle du manchon à vis solidaire de la rotule est de fixer la pelle dans le sens longitudinal, aux deux positions prévues : position normale correspondant à celle du dessin et position avancée pour le chargement de l'avant du foyer.

Fonctionnement. — Pour utiliser ce chargeur, on fait tourner l'élévateur-distributeur à vis sans fin qui amène du charbon dans le tube de chute et, tenant à la main la poignée de la pelle, on oriente celle-ci dans différentes directions correspondant à la répartition de combustible que l'on désire réaliser.

La manœuvre de la pelle exige un petit apprentissage qui s'acquiert très rapidement.

La figure 18 indique schématiquement quelques positions de la pelle.

Le combustible employé doit être concassé de façon que le passage dans la vis et, en particulier, dans le tube de chute, ait lieu bien librement. Avec le diamètre intérieur de 15 cm admis pour le tube de chute, une dimension maximum de 8 à 10 cm paraît bien appropriée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mode de commande de la vis. — La vis peut être actionnée par un moteur quelconque : à vapeur, à essence, à pétrole, etc...

La solution qui, *a priori*, paraît la plus pratique, est celle que représente la figure 17, et qui consiste à avoir sur le tender un petit moteur à vapeur

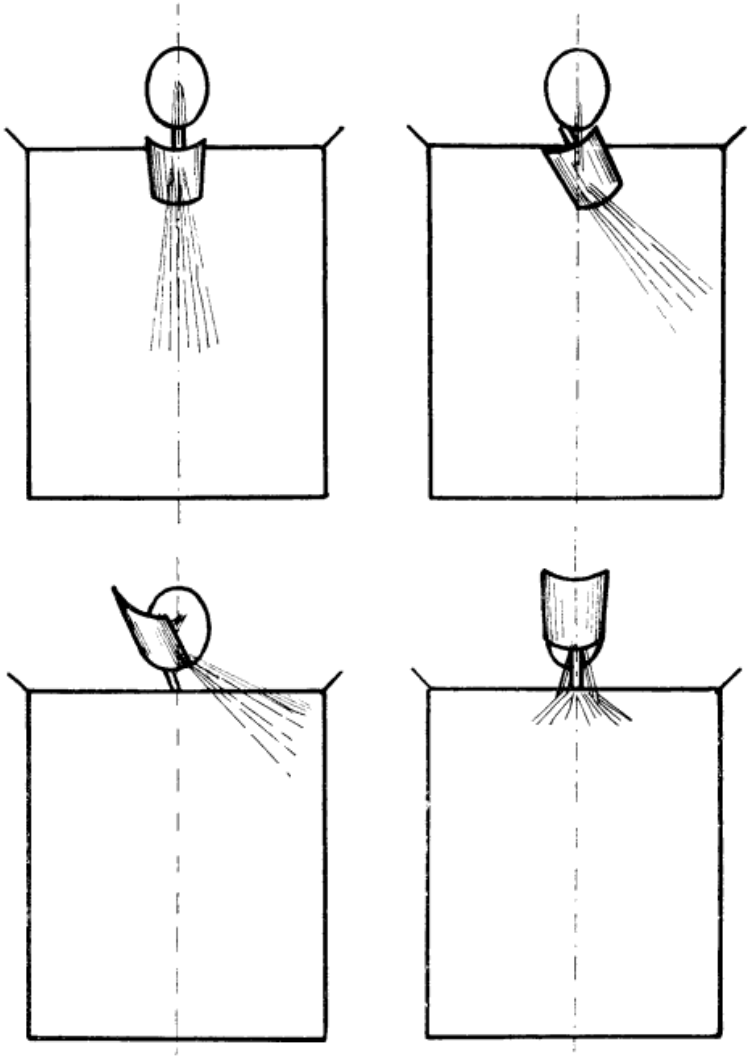


Fig. 18. — Chargeur Harlé et Cie : positions diverses de la pelle.

actionnant la vis par l'intermédiaire d'un embrayage et d'engrenages convenablement disposés.

Le moteur serait muni d'un régulateur centrifuge et tournerait constamment, la mise en marche et l'arrêt du chargeur étant obtenus en manœuvrant le levier d'embrayage.

La soute à charbon est munie, à l'intérieur, de tôles inclinées à 45° au moins, correspondant au talus naturel du charbon. Sa capacité totale est de 5.800 kg, dont 5.000 kg directement utilisables pour l'alimentation du chargeur mécanique. La totalité, 5.800 kg, est disponible pour le chargement à la main.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Résumé.

Les divers systèmes de chargeurs mentionnés dans cette note peuvent donner lieu aux classifications suivantes, données sous forme de tableaux :

1° *Classification d'après la disposition générale.*

a) Underfeed			Rait. Crawford. Brewster. Barnum.
b) Overfeed	à injection de vapeur		Hayden. Street. Hanna. Dickinson.
	à lanceur mécanique	à palettes	Crosby. Black or Dodge. Economic Stoker.
		à piston plongeur	Strouse. Kincaid. Victor.
	à gravité		Harlé et C^ie^

2° *Classification d'après le degré d'automaticité de l'appareil, dans la répartition du charbon sur la grille.*

a) Appareils complètement automatiques	Crawford. Rait. Brewster. Barnum.
b) Appareils complètement automatiques sur lesquels on peut, en marche, modifier dans une certaine mesure, la répartition du combustible	Hayden. Street. Hanna. Dickinson. Crosby. Strouse, Kincaid, Victor.
c) Appareils non automatiques sur lesquels la répartition du combustible est entièrement sous le contrôle du chauffeur	Harlé et C^ie^. Black or Dodge. Economic Stoker.

3° *Classification d'après les facilités que présente l'appareil pour le passage du chargement mécanique au chargement à main.*

a) La porte du foyer est complètement libre	Street. Harlé et C^ie^. Brewster, Crawford, Rait.
b) La porte du foyer, tout en étant reliée au mécanisme et portant des organes, peut s'ouvrir assez facilement sans qu'on ait à effectuer de démontages	Hayden. Dickinson.
c) La porte du foyer est reliée au mécanisme et pour l'ouvrir, il faut faire un démontage et quelquefois une manœuvre de relevage	Crosby, Black or Dodge. Strouse, Victor, Hanna. Kincaid. Economic Stoker.
d) Le passage du chargement mécanique au chargement à main exige un démontage qui ne peut être fait qu'à l'atelier	Barnum.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'après ces classifications, nous voyons que le chargeur Harlé et Cie est le seul appareil permettant au chauffeur de régler, à volonté, la répartition du combustible sur la grille, tout en laissant la porte du foyer complètement libre pour le chargement à la main.

Conclusions. — Cette étude, bien que sommaire, résume néanmoins l'état général de la question et montre l'intérêt qui s'attache, à l'heure actuelle, aux appareils de chargement mécanique des foyers de locomotives.

Le champ des applications qui, durant ces dix dernières années, avait été localisé aux États-Unis, s'étend actuellement à l'Europe et si, en ce moment, on arrive encore à charger à la main de grosses locomotives, comme les *Pacific* dont la puissance normale est de l'ordre de 2.000 ch, on peut dire, sans être grand prophète, qu'il sera à peu près impossible d'aller au-delà sans avoir recours à la manutention mécanique.

Paris, le 31 janvier 1912,

ANTOINE FOILLARD,
Ingénieur des Anciens Établissements Sautter-Harlé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE PROBLÈME DE LA ROUTE, LES REVÊTEMENTS A BASE DE LIANTS HYDRAULIQUES

L'importance considérable prise depuis quelques années dans notre pays par la circulation automobile, a amené les ingénieurs chargés des services routiers à rechercher de nouveaux modes de construction de chaussées.

Les seuls revêtements autrefois en usage sur les routes étaient le macadam à l'eau et le pavé. Le premier s'est révélé insuffisamment résistant pour supporter les efforts particulièrement importants dus à l'action des véhicules à traction mécanique; le second, très durable, ne saurait, étant donné son prix élevé, être appliqué qu'exceptionnellement.

Les nouveaux procédés imaginés pour remplacer ceux-ci peuvent se classer en trois catégories principales :

1° *Revêtement dérivant du pavé.* — Pavage mosaïque, construit avec des pavés sensiblement cubiques, moins coûteux que les pavés dits d' « échantillons »;

2° *Revêtements dérivant du macadam* :

a) Macadam ordinaire traité superficiellement avec du goudron;

b) Macadam amélioré par pénétration de divers produits (goudron, brai, ciment ou chaux);

c) Macadam lié avec du goudron incorporé par mélange préalable (tarmacadam).

3° *Revêtements constitués par des mortiers ou bétons spéciaux* :

a) Mortiers ou bétons à liant bitumineux ou asphaltique (monolastic, trinidad, bitulithe);

b) Béton de ciment.

La présente note ne vise qu'à donner quelques indications sur les revêtements comportant l'emploi de liants hydrauliques. Ce type de chaussée étant celui dont l'introduction en France est la plus récente, il nous a paru utile d'en donner une courte description et de faire connaître les recherches entreprises à ce sujet dans notre pays, et en particulier les expériences poursuivies par la Société d'Études de la Route en Béton, créée spécialement pour favoriser le développement de ce nouveau mode de revêtement.

Les revêtements à liant de chaux ou de ciment peuvent se diviser en deux grandes catégories selon que la matière assurant la cohésion des matériaux est incorporée au préalable par mélange aux éléments pierreux ou sableux (routes en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

béton), ou que cette matière est introduite dans le revêtement par pénétration, sous forme de mortier ou de coulis (routes en macadam améliorées par l'emploi de chaux ou de ciment).

LES REVÊTEMENTS EN BÉTON DE CIMENT.

Constitution du revêtement. — Le matériau utilisé est un béton de ciment à dosage riche, constitué par des pierres dures telles que des trapps, des diorites, etc... du sable et du ciment. Les pierres sont généralement calibrées de 1 à 4 cm et le sable de 0 à 5 mm. Le ciment utilisé jusqu'ici a été du Portland artificiel.

Le revêtement est constitué par une dalle dont l'épaisseur peut varier de 10 à 20 cm suivant la solidité de la fondation et l'importance du trafic. La surface supérieure peut être faiblement bombée (ordinairement 1/80 de la largeur). La surface inférieure de la dalle est généralement parallèle à celle de roulement; certains constructeurs, particulièrement aux États-Unis, renforcent les bords du revêtement, surtout lorsque la chaussée ne comporte pas de bordures. Enfin, on dispose parfois dans l'épaisseur du béton, des armatures destinées soit à combattre la fissuration, soit à augmenter le moment résistant lorsque la fondation est peu solide. Ces armatures peuvent être constituées par un treillis préparé à l'avance ou par des barres d'acier assemblées sur le chantier même.

Le béton étant une matière qui peut changer de volume sous diverses influences, telles que la prise du ciment, les variations d'humidité ou de température, etc., les revêtements constitués avec ce matériau tendent à se fissurer. On a cherché à prévenir ce phénomène en fractionnant le revêtement en sections indépendantes, séparées par des joints permettant la dilatation. Ces joints sont constitués soit par une armature métallique, soit plutôt par une lame de matière plastique telle que l'asphalte.

Procédés de construction. — La plupart des constructeurs emploient un béton relativement plastique et pouvant être tassé sans exiger une énergie considérable.

Le système le plus simple consiste à faire le travail à la main en utilisant pour le damage une cerce de la largeur de la route, découpée à son profil et manœuvrée par deux hommes placés de part et d'autre. Le battage réalisé avec cet outil fait remonter le mortier à la surface; on lisse cette couche superficielle généralement avec une courroie de caoutchouc. Ce procédé a été particulièrement appliqué en Angleterre.

Nous devons signaler comme se rattachant à la méthode précédente, celle qui consiste à construire le revêtement par sections indépendantes de 4 à 5 m de longueur : on commence par bétonner une section sur deux et les vides ainsi laissés ne sont garnis de béton qu'une dizaine de jours après la prise des dalles exécutées d'abord. On se propose ainsi de combattre les effets du retrait. La mise en place est réalisée à l'aide de règles s'appuyant sur les coffrages transversaux qui limitent les dalles.

Aux États-Unis, on a cherché à réaliser mécaniquement l'opération du damage et du lissage. On a construit à cet effet des machines parmi lesquelles nous citerons la finisseuse « Lakewood ». Cet appareil consiste essentiellement en un pont

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

roulant ayant la largeur du revêtement, mobile sur deux rails latéraux et qui peut avancer par ses propres moyens. A l'avant se trouve un basting animé d'un mouvement transversal et destiné à régler la couche de béton préalablement répandue. Un second basting, qui peut être animé d'une mouvement vertical alternatif, opère la compression du mélange. Enfin, à l'arrière de la machine, une courroie de caoutchouc animée d'un mouvement de va-et-vient transversalement à la route, assure le lissage de la surface.

Les constructeurs américains ont complété cet outillage par l'établissement de bétonnières spéciales à grand débit (Lakewood, Koehring C° etc.,) dont les caractéristiques remarquables sont les suivantes : dispositif de levage permettant de soulever les wagonnets amenant les matériaux et de les vider dans la benne de chargement ; caisse de déchargement recevant le béton fabriqué et mobile sur un bras orientable de manière à distribuer le mélange au lieu d'emploi ; enfin, mécanisme destiné à assurer le déplacement de tout l'appareil par ses propres moyens sur la fondation.

On a cherché à appliquer à la construction des routes d'autres procédés mécaniques parmi lesquels nous citerons celui qui utilise l'air comprimé pour actionner des fouloirs à main. Cet outillage a été combiné récemment avec la cerce à bras précitée ; il semble permettre l'emploi d'un béton moins mouillé et assurer une compression énergique.

Enfin, on peut employer, comme nous l'avons dit, un béton comportant une très faible proportion d'eau telle que le mélange ait la consistance de la terre arable. On effectue alors la compression avec un rouleau de 6 à 7 t qui, étant donné le peu de plasticité du mélange, le tasse énergiquement sans créer de dépression sensible.

Les procédés spéciaux de routes en béton. — Certains constructeurs ont fait breveter des produits destinés à améliorer la qualité du béton. La *rhoubénite* consiste en un béton ordinaire auquel est incorporée une certaine proportion d'une poudre essentiellement constituée par de la sciure de bois rendue imputrescible. La présence de ce produit augmenterait l'élasticité du béton, le rendrait moins sensible aux variations d'humidité et s'opposerait dans une certaine mesure à la formation des fissures. La rhoubénite est généralement appliquée par la méthode du rouleau compresseur.

Le *soliditit* est un béton ne comportant pas de sable, fabriqué avec un produit dit *siligène* qui lui donnerait une dureté particulière. Le soliditit est généralement mis en place par le procédé des pilettes pneumatiques.

Cas ou s'appliquent les revêtements en béton. — Les revêtements en béton paraissent indiqués partout où la circulation est particulièrement intense. Ils peuvent être employés sur des pentes allant jusqu'à 5 p. 100, car ils ne sont pas glissants et permettent, même dans ces conditions, la circulation à traction animale. Pour les fortes déclivités, il y aurait lieu d'étudier des dispositions particulières.

Dans le cas où la circulation est très intense et comporte surtout des poids lourds, il semble qu'il y aurait intérêt à employer des armatures. Ce serait également le cas lorsque le sous-sol est peu résistant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, nous croyons que les routes en béton s'imposent dans les régions exposées aux inondations.

Avantages des routes en béton. — La durée de ces revêtements est fort longue. Nous pouvons dire qu'en Amérique, pays où la circulation automobile est particulièrement intense, il n'est pas rare de voir des chaussées qui, construites il y a 15 ans, sont encore en parfait état.

L'entretien est réduit. Il consiste surtout à boucher les fissures avec une matière asphaltique qui prévient les dégradations du béton en ces points. Il peut y avoir lieu, d'autre part, de réparer quelques légères flaches en repiquant la chaussée et en coulant du béton frais ; ces défauts sont très peu fréquents sur une route construite avec soin.

En ce qui concerne les facilités offertes à la ciculation, on peut dire qu'avec des procédés appropriés, on obtient une surface répondant parfaitement aux besoins des usagers. Elle permet la circulation aisée des chevaux dont les fers ne glissent pas. Quant aux automobiles, l'absence de trous, d'ondulations ou d'irrégularités quelconques, permet les plus grandes vitesses.

La sécurité assurée par ce type de chaussée est, croyons-nous, plus grande que celle que donnent bien d'autres revêtements modernes, car, même mouillé, il ne provoque pas les dérapages.

Enfin, il résulte des expériences effectuées en Amérique que les revêtements en béton sont ceux pour lesquels la résistance de roulement est la plus faible et qui, par conséquent, conduisent à la plus petite consommation d'essence.

La White C°, de Cleveland (Ohio), a trouvé les résultats suivants :

TYPE DE REVÊTEMENT	RÉSISTANCE A LA TRACTION (en kg par tonne)
Béton	12,3
Revêtement asphaltique de 9 mm sur fondation en béton	22
Macadam à l'eau	28,7
Revêtement en topeka (1) de 40 mm sur fondation en béton	30,6
Route en gravier	34,9
Route en terre	de 41 à 97

Le développement des routes en béton. — A l'étranger et particulièrement en Amérique, les chaussées en béton sont extrêmement développées. Aux États-Unis, il existait à la fin de 1923, 340.000.000 m² de chaussées bétonnées, dont :

248.000.000 m² de routes;
et 92.000.000 m² de rues.

Ces voies de communication, si elles avaient une largeur uniforme de 6 m, couvriraient une longueur de plus de 56.000 km. Le mouvement en faveur des routes en béton ne fait que croître dans ce pays, ce qui indique que les résultats obtenus ont été satisfaisants.

(1) *Topeka* est un béton asphaltique à menus éléments très connu en Amérique. Ce béton contient de 7 à 11 p. 100 de bitume (pur) associé à des matériaux pierreux et sableux, de dimensions échelonnées entre 13 mm et la fine poussière, selon des proportions définies (*Les chaussées modernes*, par M. Le Gavrian, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En Angleterre, on comptait à la fin de 1923, d'après le « Concrete Utilities Bureau », une surface totale de plus de 600.000 m² de revêtements bétonnés. L'application de ce procédé s'étend sans cesse. C'est ainsi que les nouvelles routes construites aux environs de Londres (route circulaire, grande route de l'Ouest, route Londres-Tilbury, etc...) sont presque toutes en béton.

Il a été également fait application de revêtements de cette nature dans d'autres colonies britanniques, en particulier en Nouvelle-Zélande et au Canada, où malgré le climat extrême, les chaussées à liant de ciment ont donné toute satisfaction.

En Europe continentale, le développement des chaussées à base de ciment est beaucoup plus réduit. Parmi les pays où des essais de quelque importance ont été faits, il faut citer la Belgique, où l'on peut voir plusieurs routes en rhoubénite, et l'Italie, où les nouvelles routes pour automobiles sont construites en béton. L'autostrade de Milan aux Lacs, dont on termine actuellement l'exécution, aura un développement total de 85 km.

En France, pour des raisons principalement budgétaires, on n'a pu appliquer jusqu'à ce jour le ciment aux travaux des routes que sur une étendue restreinte, bien que notre pays soit un grand producteur de liants hydrauliques. D'après les renseignements que nous ont obligeamment donnés les principales entreprises s'occupant de la question, il y aurait à l'heure actuelle, en France, 270.000 m² de chaussées bétonnées, se répartissant comme suit :

Rhoubénite	104.000 m²
Soliditit	114.000 — (2)
Béton, méthode américaine	34.000 — (3)
Autres procédés	18.000 —

Les chaussées en béton à Paris. — En présence des résultats obtenus sur les routes avec les revêtements à liant de ciment, la ville de Paris a décidé d'expérimenter les nouveaux procédés sur ses chaussées. On en a fait cette année, à titre d'essai, trois applications.

La section de la rue Jean-Goujon qui longe le Grand Palais, autrefois en macadam, a été pourvue d'un revêtement bétonné exécuté avec la machine américaine. La partie de la chaussée du cours Albert-Ier, située du côté des immeubles, a été exécutée moitié en rhoubénite, moitié en soliditit.

Ce sont là des expériences très sévères qui pourront donner d'utiles indications sur les dispositions spéciales qu'il pourra y avoir lieu de prendre dans le cas de rues à trafic intense.

ROUTES EN MACADAM AMÉLIORÉES AVEC UN LIANT HYDRAULIQUE.

On a cherché depuis longtemps à améliorer les chaussées des routes en conservant le principe du macadam, mais en remplaçant la matière d'agrégation par divers produits augmentant la cohésion des matériaux. Dans cet ordre d'idées, on a utilisé surtout le goudron, qui est employé actuellement sur une grande échelle.

(2) Ce nombre ne comprend pas les travaux exécutés pour des administrations ou des particuliers, soit environ 16.000 m².

(3) Ces travaux ont été exécutés par la Société des Grands Travaux de Marseille qui a, en outre, construit par ce procédé, qu'elle a appelé *vibror*, la piste de l'autodrome de Miramas (80.000 m²).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais, depuis quelques années, d'autres essais très intéressants ont été tentés également, en particulier en France, avec de la chaux ou du ciment.

Des expériences de ce genre ont été poursuivies dans diverses régions (dans le Loiret, sur la route nationale n° 20; à Chambéry sur les routes nationales n^{os} 6 et 20; à Lyon, sur la route nationale n° 86; à Bayonne, sur la route nationale n° 10, etc.). Enfin un essai a été fait, tout récemment, dans la région parisienne, à Bry-sur-Marne, pour comparer les différents procédés qu'il est possible d'employer.

Description des différents procédés. — 1° On peut utiliser le ciment ou la chaux mélangés à sec avec du sable pour remplacer la matière d'agrégation ordinairement employée dans les rechargements cylindrés. L'épandage de ces matières est effectué généralement en plusieurs fois en même temps qu'on procède à la compression. On effectue de légers arrosages pour mouiller le ciment en faisant en sorte d'éviter un excès d'eau. Lorsque le revêtement est bien stable, on arrête le cylindrage et on recouvre la surface d'une couche de sable destinée à maintenir l'humidité. La quantité de ciment incorporée est d'environ 5 kg par mètre carré.

2° On peut incorporer le liant sous forme de mortier qu'on interpose entre deux couches de pierres. Le cylindrage ultérieur fait pénétrer le liant dans la couche inférieure et le fait remonter à la surface de telle sorte qu'il se forme une sorte de chape. La quantité de ciment employée est d'environ 15 kg par mètre carré.

3° On peut enfin utiliser le ciment sous forme de coulis avec ou sans sable. Ce coulis est répandu sur la surface de macadam, préalablement cylindrée de manière à placer les pierres. Il doit être assez liquide pour pénétrer dans les interstices. On fait ensuite passer à nouveau le cylindre jusqu'à ce que le revêtement soit stabilisé; le coulis qui reflue en partie sur la surface par les joints de la mosaïque y forme une chape. On peut, par ce procédé, incorporer 10 kg de ciment par mètre carré.

Ces différents procédés ont l'avantage d'être peu coûteux; ils pourront trouver leur application sur des voies de communication à circulation moyenne où le béton ne s'impose pas mais où le macadam à l'eau est insuffisant. Ils ne nécessitent aucun matériel spécial et peuvent être appliqués par le même personnel qui fait les rechargements ordinaires. Leur application ne nécessite qu'une courte interruption de la circulation (au maximum 3 à 4 jours).

Ce type de route qui, jusqu'ici, a donné de bons résultats en général, aurait l'avantage, étant peu coûteux et ne nécessitant qu'un faible entretien, d'offrir une surface unie s'usant régulièrement et n'étant pas plus glissante que le macadam ordinaire.

ÉTUDES CONCERNANT LES ROUTES EN BÉTON.

Travaux américains. — Aux États-Unis, où les routes en béton ont pris l'importance attestée par les chiffres que nous avons donnés, de nombreuses études ont été faites au sujet du béton et en particulier de son application aux revêtements.

Ces travaux sont dus à l'initiative soit d'organismes fédéraux, tels que le Bureau of Public Roads (Département de l'Agriculture aux États-Unis), soit d'organismes d'État (Commission des Routes de Californie, de l'État de Washington), soit enfin, d'associations privées telles que la « Portland Cement Association ».

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces recherches sont de deux ordres : recherches de laboratoire ayant pour but d'étudier les diverses qualités du béton en fonction de sa composition; recherches pratiques sur des routes expérimentales spécialement construites, permettant de comparer les résultats donnés par divers procédés.

Nous citerons dans la première catégorie les travaux effectués par le « Structural Materials Research Laboratory » de Chicago. Cet établissement scientifique a fait des études très nombreuses sur des sujets tels que la résistance à la compression et à l'usure des bétons en fonction de leur composition, le coefficient d'élasticité du béton, l'effet de la finesse du ciment sur la résistance, l'effet d'additions au béton de matières telles que la chaux, le gypse, etc. Ces travaux ont abouti en particulier à l'établissement de tables dues au professeur Abrams donnant la proportion des matériaux à employer pour obtenir une résistance à la compression déterminée, en fonction de la composition granulométrique de ces matériaux.

D'autre part, on a construit diverses routes expérimentales, en particulier celle de Pittsburg (Californie), celle de Bates et celle d'Arlington (4).

Travaux français. — Les questions concernant le béton ont été étudiées de très près en France et bien avant qu'il y fût question de revêtements construits avec ce matériau. Les laboratoires officiels ou privés ont fait, à ce sujet, de nombreux essais. Nous croyons que les recherches les plus méthodiques ont été effectuées par M. Feret, directeur du Laboratoire des Ponts et Chaussées de Boulogne-sur-Mer, qui a étudié ces questions dans un esprit véritablement scientifique et a pu arriver à établir des lois et des méthodes.

Nous ne saurions prétendre, dans le cadre restreint de cette note, donner utilement des indications sur ces travaux qui, au reste, ne sont pas ignorés des spécialistes. Nous avons néanmoins voulu citer les études de M. Feret qui, croyons-nous, seront d'une grande utilité dans la mise au point des procédés de construction des routes en béton. Ils permettront de lutter efficacement contre les théories erronées, qu'on rencontre encore trop souvent et qui ont été bâties hâtivement à la suite d'expériences mal interprétées.

LA SOCIÉTÉ D'ÉTUDES DE LA ROUTE EN BÉTON.

But. — La Société d'Études de la Route en Béton (5) a été constituée par les fabricants de chaux et de ciments pour développer l'application des liants hydrauliques dans la construction des routes. Cette société est intéressée au succès de la route en béton en général, sans qu'elle ait à manifester de préférences pour tel procédé breveté ou pour tel entrepreneur.

Le meilleur moyen d'atteindre le but visé lui a paru être d'étudier, concurremment avec l'Administration, la mise au point de ces nouveaux revêtements et de faire une propagande pour les méthodes qu'elle estimera les meilleures.

Les revêtements à liants de ciment ne pourront en effet se généraliser que si les

(4) M. Antoine, Ingénieur des Ponts et Chaussées, a donné à ce sujet, d'intéressants renseignements dans son ouvrage : *Les travaux publics et le bâtiment aux États-Unis.*

(5) Siège social, 80, rue Taitbout, Paris (9e).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

services qu'ils peuvent rendre sont en rapport avec les dépenses qu'ils nécessitent; cela exige qu'ils soient exécutés dans les meilleures conditions.

Programme. — La Société d'Études de la Route en Béton envisage de diverses manières la réalisation de l'objet défini ci-dessus : études sur le béton et son application aux revêtements; diffusion du résultat de ces études, propagande pour les nouveaux types de revêtements et concours apportés aux constructeurs pour la réalisation de bonnes routes.

Les études peuvent se diviser en deux catégories : expériences de laboratoire sur les bétons; expériences pratiques sur les revêtements eux-mêmes.

Les expériences de laboratoire sont destinées à définir la composition des mélanges à mettre en œuvre, de manière à obtenir le plus économiquement possible les résistances nécessaires.

La Société d'Études a cru utile, à cet égard, de faire construire une machine destinée à mesurer les qualités des bétons en ce qui concerne l'usure; en outre, elle a établi un appareil permettant de prélever des échantillons dans les revêtements construits, afin de vérifier la qualité des mélanges mis en œuvre.

En ce qui concerne les essais pratiques, la Société d'Études a cherché à comparer les résultats donnés par divers procédés de construction. A cet effet, elle a établi, de mai à juillet 1924, dans les environs de Paris, une route dite « laboratoire », où ont été appliquées, en particulier, quatre méthodes de mise en place (pilettes pneumatiques, rouleau compresseur, damage à la main et à la machine).

Pour se rendre compte des résultats obtenus, des profils en travers du revêtement seront levés périodiquement de manière à mesurer l'usure. Les prélèvements d'échantillons permettront, d'autre part, d'apprécier la qualité du béton en fonction de la méthode de mise en place.

Nous espérons que tous ces travaux permettront d'aboutir prochainement à l'établissement d'instructions précises qui pourront être complétées au fur et à mesure que les résultats des expériences se préciseront.

En ce qui concerne la propagande pour les routes en béton et pour les routes en macadam améliorées avec des liants hydrauliques, l'action de la Société d'Études consistera à documenter sur ces questions toutes les personnes intéressées à la construction de chaussées : ingénieurs des Ponts et Chaussées, collectivités de qui dépendent les travaux de voirie, personnalités des industries dont l'avenir est lié à celui des voies de communication, telles que celle de l'automobile.

Conclusions. — Nous espérons voir se développer en France l'application des liants hydrauliques à la construction des chaussées. C'est là, croyons-nous, un des moyens propres à mettre notre réseau routier en état de résister efficacement à la circulation, de plus en plus intense, à laquelle il est soumis.

Nous ne doutons pas que, grâce à la collaboration du Service des Ponts et Chaussées, des entrepreneurs et des industries intéressées, telles que celles des chaux et ciments, on n'arrive, dans notre pays, à des résultats analogues à ceux qui ont été obtenus en Amérique.

Il ne nous paraît pas inutile de mentionner qu'au point de vue de l'économie générale, il est intéressant d'employer des produits essentiellement nationaux, ce qui évite des achats à l'étranger, actuellement fort onéreux, en raison de la dépré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ciation du franc. L'importance de la production des usines à chaux et à ciment permet d'assurer qu'elle sera amplement suffisante pour répondre aux besoins créés par la construction de routes en béton, même si celles-ci se développaient considérablement. Il n'en est peut-être pas de même en ce qui concerne certains autres produits utilisés sur les routes, tels que les goudrons qui sont la base de plusieurs industries organiques d'une importance primordiale au point de vue national.

Le développement des routes en béton a été certes ralenti jusqu'à ce jour par l'insuffisance des crédits de premier établissement dont disposait le Service des Ponts et Chaussées.

Ces revêtements, qui sont économiques par suite de leur longue durée et du faible entretien qu'ils nécessitent, sont en effet assez coûteux à construire ; leur prix est comparable à celui des chaussées en béton asphaltique, C'est à cette difficulté, qui se présente quel que soit le procédé qu'on envisage pour la réfection durable de nos voies de communication, que répond le projet de création de l'Office des Routes.

Cet organisme autonome, jouissant de la personnalité civile et de l'autonomie financière, capable d'émettre des emprunts et de recevoir comme fonds de dotation une partie des impôts se rapportant à l'utilisation de la route, disposerait d'un bugdet annuel important pour les travaux neufs à effectuer sur les routes nationales et sur les routes à grand trafic.

Il y a lieu d'espérer que ce projet sera réalisé prochainement et permettra d'apporter un remède efficace à la situation fâcheuse dans laquelle se trouve notre réseau routier malgré l'effort considérable entrepris depuis quelques années par l'Administration.

A. Bauchère,
président de la Société d'Études de la Route en Béton.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

DU 13 DÉCEMBRE 1924

Présidence de M. A. MESNAGER, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance publique du Conseil d'Administration du 22 novembre 1924 est adopté.

Est présentée pour devenir membre de la Société (en 1925) :

l'UNION DES BAUXITES (commerce et exploitation de mines de bauxite), 39, cours Joseph-Thierry, Marseille (Bouches-du-Rhône), présentée par le Comptoir national d'Escompte de Paris et la Société anonyme des Manufactures de Glaces et de Produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey (1925).

Sont admis membres de la Société :

M. TIKHONOVITCH (Benedict), ingénieur-électricien, à New York (U. S. A.);

M. DUMANOIS (Émile, Paul), (O. ✻), Ingénieur en chef de la Marine, à Boulogne-sur-Seine,

présentés dans la dernière séance.

M. MESNAGER, *président*. — J'ai le regret de vous annoncer la mort de M. **Albert Scheurer**, un des derniers membres correspondants admis dans le Comité des Arts chimiques.

Frère cadet de Scheurer-Kestner, l'éminent chimiste, il appartenait à une de ces familles de grands industriels dont le savoir, la sollicitude pour la classe ouvrière et le patriotisme ont, depuis longtemps, porté le renom bien au delà de l'Alsace. Ancien élève de Wurtz, il entra très jeune dans la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

célèbre maison d'impression sur étoffes Scheurer-Lauth et Cie, de Thann, dont il devint un des chefs. L'industrie des toiles peintes est une de celles où la science et l'ingéniosité des chimistes trouvent le mieux à s'exercer. Albert Scheurer n'a pas failli aux traditions de tous les siens. Ses travaux sont aussi variés que nombreux : étude des fibres textiles et de leurs transformations sous des influences diverses (blanchiment, mercerisage, vaporisage); recherches sur les matières colorantes, leurs applications en teinture et en impression; observations sur le spectre et optique physiologique.

Il était depuis 1877, c'est-à-dire depuis 47 ans, président du Comité de Chimie de la Société industrielle de Mulhouse, qui correspond à notre Comité des Arts chimiques. Une aussi longue durée d'exercice dans pareille fonction doit être bien rare. Elle témoigne de l'estime et de la confiance que lui avaient acquises ses rares qualités d'esprit et de cœur.

Nous adressons à la famille de notre regretté collègue l'expression de notre sympathie émue.

M. Mesnager, *président*. — Je suis heureux de vous annoncer que M. Georges Claude, membre de la Société d'Encouragement, a été élu, le 1er décembre, membre de l'Académie des Sciences dans la Section des Sciences appliquées à l'Industrie, en remplacement de M. de Chardonnet, qui était aussi membre de notre Société.

Les travaux de M. Georges Claude sont bien connus de tous et notre Société a eu le plaisir d'en récompenser quelques-uns. En 1916, elle lui a décerné, sur rapport de M. Pagès, au nom du Comité des Arts chimiques, sa médaille d'or Michel Perret, pour ses travaux sur la composition de l'atmosphère. En 1918, elle lui a décerné la plus haute récompense dont notre Société puisse disposer : la grande médaille d'or à l'effigie d'Ampère, pour ses travaux sur les gaz rares et leur production industrielle, sur rapport de M. Féry, au nom du Comité des Arts économiques. Le 18 juin 1920, M. Georges Claude nous exposait dans une magistrale conférence ses travaux sur la synthèse de l'ammoniaque par l'emploi des très hautes pressions.

La caractéristique de tous les travaux de M. Georges Claude c'est d'avoir pour base des principes théoriques qui ont été poursuivis jusqu'à l'application industrielle. La contribution qu'il a apportée ainsi aux progrès de la physique et de la chimie industrielles dans ces vingt-cinq dernières années est considérable.

Les difficultés qu'il a dû vaincre pour mettre au point sa machine à liquéfier l'air, basée sur l'absorption de chaleur provoquée par la production d'un travail externe, auraient suffi à assurer sa réputation d'ingénieur.

Ses procédés de distillation fractionnée de l'air liquide l'ont conduit à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'extraction industrielle des gaz rares de l'atmosphère et, en particulier, du néon qui a trouvé une application dans l'éclairage.

L'emploi des hyperpressions dans la synthèse de l'ammoniaque, ainsi que l'idée d'utiliser pour cette fabrication de l'hydrogène extrait de sous-produits, lui ont permis de doter l'industrie d'un procédé d'installation simple et de conduite facile pour une fabrication réputée jusqu'alors difficile et d'une réalisation délicate. Sa méthode a ouvert la voie à d'importantes fabrications d'engrais. Ses travaux font grand honneur à la science et à l'industrie françaises.

Le Comité des Constructions et des Beaux-Arts déclare vacant le siège qui était occupé dans ce Comité par le prince Roland Bonaparte.

Le Comité des Arts mécaniques déclare vacant le siège qui était occupé dans ce Comité par M. Émile Bertin.

M. Édouard Sauvage a été élu président du Comité des Arts mécaniques en remplacement de M. É. Bertin, décédé.

M. Mesnager, *président*. — La Société Ch. Lorilleux et C^ie^, membre de notre Société, nous a adressé une somme de 500 f pour aider à la publication de notre Bulletin, qui reste, comme vous le savez, un des postes les plus chargés de notre budget. Nous remercions très vivement les directeurs de la Société Ch. Lorilleux et C^ie^ de la marque d'intérêt pour notre Société que traduit ce don généreux. Cette maison est une des plus vieilles de France, puisque sa fondation date de 1818. Sa réputation mondiale fait honneur à l'industrie française; c'est aussi une de ces bonnes maisons où se sont conservées les vieilles traditions puisque, chaque année, nous avons le plaisir de décerner notre médaille de bronze, qui récompense les vieux ouvriers ou contremaîtres, à plusieurs de ses collaborateurs. Notre regret est que, faute d'argent, nous ne puissions récompenser tous ceux qui sont proposés à notre choix.

Lecture est donnée du rapport présenté par M. Cornu-Thénard, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de l'exercice financier 1922.

M. Lucien Bordet présente un rapport, au nom des censeurs, sur les comptes de l'exercice financier 1922.

Ces deux rapports sont approuvés (1).

(1) Voir le texte *in extenso* de ces rapports dans le *Bulletin* de décembre 1924, p. 787 et 791.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. HITIER *secrétaire général*, présente et analyse quelques ouvrages récemment entrés dans notre Bibliothèque.

M. HITIER présente les ouvrages suivants :

Traité d'analyses industrielles, par MM. Ch. GRIFFITHS et L. LÉVI. Paris, Dunod. (Don de M. Ch. Griffiths.);

MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'HYGIÈNE, DE L'ASSISTANCE ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALES. OFFICE DU TRAVAIL. *Règlement amiable des conflits collectifs du travail.* Enquête et documents. Paris, Imprimerie Nationale;

Le domaine extérieur de la France. Pays à mandat. Cameroun-Togo, par M. Honoré PAULIN. Paris, Librairie de l'Enseignement technique;

Le domaine extérieur de la France. Afrique Équatoriale française, par M. Honoré PAULIN. Paris, Librairie de l'Enseignement technique.

Sont aussi présentés les ouvrages suivants :

Définition géométrique de la fonction exponentielle et de la fonction logarithmique. Propriétés, par M. Henri TRIPIER. Paris, Vuibert. (Don de l'auteur);

Les turbines hydrauliques et les turbo-pompes, 1re partie, par MM. R. THOMANN et P. ILTIS. Paris, Dunod;

La sollicitation mécanique des roues polaires tournant à grande vitesse (*Turbo-génératrices*), par M. Ch.-A. WERNER, traduit de l'allemand par M. D. SCHEPSE. Paris, Dunod;

Les fours électriques industriels et les fabrications électrothermiques, par M. Jean ESCARD, 2e édit. Paris, Dunod;

Problèmes d'électrotechnique avec solutions développées et applications numériques, par M. Adr. CURCHOD. Paris, Albert Blanchard;

Oscillations électriques, par M. H. BOUASSE. Paris, Delagrave;

La télégraphie sans fil. La téléphonie sans fil. Applications diverses, par MM. G.-E. PETIT et L. BOUTHILLON. 7e édit. Paris, Delagrave;

Stations centrales de production d'énergie électrique et sous-stations de transformation, par M. L. VELLARD. Paris, Dunod.

M. MESNAGER, *président*. — Vous allez entendre M. C.-E. BRAZIER nous exposer ses recherches sur les anémomètres. M. C.-E. Brazier, docteur ès sciences, a été attaché au Bureau central météorologique de 1907 à 1921, puis affecté à l'Institut de Physique du Globe, créé à cette époque à l'Université de Paris. Il est actuellement directeur de l'Observatoire du Parc Saint-Maur. Les travaux qui vont vous être exposés permettent notamment de déterminer la composante verticale du vent, dont la connaissance est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

indispensable à la pratique du vol à voile. Notre Société a déjà reconnu l'intérêt des premiers travaux de M. Brazier sur cette question puisqu'elle les a récompensés l'année dernière d'une de ses médailles de vermeil.

M. C.-E. Brazier docteur ès sciences, directeur de l'Observatoire du Parc Saint-Maur, fait une communication sur *les anémomètres et la mesure de la vitesse du vent.*

Après avoir rappelé la nature complexe des mouvements de l'air qui constituent le vent naturel, M. Brazier expose les principes sur lesquels on s'appuie pour en mesurer la vitesse.

Les instruments employés peuvent se diviser en trois classes : anémomètres à pression, anémomètres à rotation, anémomètres à refroidissement. Ceux qui paraissent le mieux adaptés à l'enregistrement continu de la vitesse des courants aériens sont ceux de la deuxième classe dont l'organe principal est constitué par un moulinet dont la vitesse de rotation est fonction de la vitesse du vent.

Pour les moulinets actuels cette fonction n'est pas linéaire. Par suite de la grande variabilité du vent, il résulte de ce défaut de notables différences entre les vitesses moyennes de cet élément mesurées simultanément par divers moulinets.

La première condition que doivent remplir les moulinets anémométriques pour fournir des indications comparables est donc que leur vitesse de rotation soit une fonction linéaire de la vitesse du vent, tout au moins dans les limites de vitesse atteintes dans la pratique.

En étudiant d'une manière systématique les principaux genres de moulinets anémométriques, M. Brazier a pu résoudre ce problème. Il a établi les conditions de forme, de dimensions et de répartition auxquelles doivent satisfaire les divers organes d'un moulinet pour que sa formule anémométrique soit pratiquement linéaire. Il résume les résultats qu'il a obtenus en quelques propositions simples qu'il a utilisées pour calculer deux types de moulinets dont les indications sont proportionnelles à la vitesse du vent, avec une approximation de l'ordre du centième, jusqu'à des vitesses atteignant 50 m : s.

L'emploi de ces moulinets, que la maison Richard a bien voulu se charger de construire, fera disparaître les incertitudes que comportent jusqu'à présent les mesures anémométriques et qui, dans certains cas, peuvent atteindre le cinquième de la vitesse mesurée.

M. Pomey, directeur de l'École supérieure des Postes et Télégraphes, demande dans quelles conditions on pourrait installer des anémomètres à diverses hauteurs sur les pylônes supportant les antennes de T. S. F.

M. Brazier pense que la réalisation d'une installation correcte serait difficile car les indications des anémomètres seraient faussées par la présence du pylône. S'il s'agit simplement, comme le précise M. Pomey, de déterminer les efforts que subissent de la part du vent les poutres traversières, il suffirait de placer un anémomètre au sommet de l'un des pylônes. L'augmentation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la vitesse du vent avec la hauteur est peu rapide quand on dépasse l'altitude de 200 m. Les indications d'un anémomètre ainsi installé seraient peu troublées par la présence du pylône et pourraient être utilisées sans grande erreur pour le but que se propose M. Pomey. S'il s'agit uniquement d'avoir une idée de l'effort maximum que peuvent avoir à supporter les traversières, on peut se baser sur les résultats obtenus à la Tour Eiffel. La vitesse maxima enregistrée par les anémomètres installés au haut de cette tour est de l'ordre de 40 m : s, qui correspond à une pression de 140 kg : m². Sauf le cas de trombes, cette vitesse ne paraît pas devoir être dépassée.

A une question sur la valeur de la méthode employée pour mesurer la vitesse du vent dans les soufflleries Eiffel, M. Brazier répond que cette méthode, basée sur le principe de la conservation de l'énergie, ne lui semble pas pouvoir être l'objet de critiques importantes. Mais il est indispensable, pour calculer la vitesse du courant d'air réalisé dans la chambre, de tenir compte, non seulement de la différence de pression existant entre celle-ci et l'air du hall contenant la soufflerie, mais encore de la perte de charge et de tous les facteurs qui interviennent pour modifier la densité de l'air constituant le courant dans lequel sont faites les mesures. On peut d'ailleurs considérer, par suite du procédé employé pour déterminer la perte de charge, que toutes les mesures sont rapportées au tube de Pitot qui sert à effectuer cette détermination.

M. MESNAGER, *président*, remercie M. Brazier de son intéressante communication; il espère qu'il pourra nous donner bientôt un mémoire détaillé sur l'ensemble de ses travaux et les résultats de ses recherches.

M. MESNAGER, *président*. — La question que M. MAURICE LACOIN va traiter devant vous ce soir est de telle importance et présente un si vif intérêt d'actualité que notre Bureau n'a pas hésité à charger l'ordre du jour de cette séance d'une seconde communication.

M. Lacoin, Ingénieur en chef du Matériel et de la Traction à la Compagnie d'Orléans, est un des bons collaborateurs de notre Société. Il nous a grandement aidés à mettre sur pied le Comité du Retour aux Études techniques, œuvre de guerre, créée par notre Société, en pleine guerre. Prévoyant combien les jeunes gens ayant commencé des études techniques éprouveraient de difficultés à reprendre leurs études après leur démobilisation, ce comité, pour faciliter leur tâche, a préconisé et favorisé le stage en usine et l'étude personnelle, dirigée, après le travail de la journée qui assure le pain quotidien. Cette méthode a été appliquée, avec succès depuis, par M. Lacoin, à la Compagnie d'Orléans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Lacoin, depuis longtemps partisan de l'apprentissage à l'atelier, a mis ses idées en application à la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, et cela avec le plus grand succès. Il était donc qualifié pour nous aider dans la tâche du Comité du Retour aux Études techniques. Il nous a donné son concours plein et entier. Je tiens à l'en remercier ici très vivement.

Aujourd'hui, il va nous dire ce qu'on a fait — ce que M. Lacoin a fait — à la Compagnie d'Orléans pour l'apprentissage, question angoissante pour l'industrie à l'heure actuelle, plus angoissante encore depuis peu, car les industriels se voient menacés d'une taxe d'apprentissage très lourde.

Avant de donner la parole à M. Lacoin, je crois devoir rappeler que notre Société lui a décerné une médaille d'or, le 8 avril 1922, pour son œuvre d'apprentissage à la Compagnie d'Orléans, sur rapport de M. Pierre Richemond, au nom du Comité de Commerce.

M. Maurice Lacoin fait une communication sur *le développement de l'apprentissage à l'atelier, sa réalisation à la Cie du Chemin de fer de Paris à Orléans; les projets d'organisation de l'apprentissage en France et la taxe d'apprentissage.*

La communication de M. Maurice Lacoin est suivie d'une discussion à laquelle prennent part M. Ferdinand Roy, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, parlant au nom de l'Union des Syndicats des Industries textiles, et M. l'abbé Lejeune, directeur de l'École professionnelle d'Arts et Métiers de Sèvres (Seine-et-Oise) (1).

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

Ont pris part au vote par correspondance . . .		392	sociétaires
Ont voté à la séance		18	—
Total.		410	—
Ont été déclarés nuls les bulletins de		23	—
Reste.		387	—
Ont obtenu :			
Comme *président*.	MM. Mesnager. . . .	387	voix
Comme *vice-présidents*	MM. Sauvage	387	—
	Appert.	387	—
	Bordas.	384	—
	Wery	387	—
	G. Risler. . . .	386	—
	D. Berthelot. . .	1	—

(1) Voir dans le *Bulletin* de décembre 1924 : le texte *in extenso* de la communication de M. Lacoin, p. 811; les annexes qui complètent cette communication, p. 848, et le compte rendu détaillé de la discussion, p. 845.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme *secrétaires généraux* . .	MM.	H. Hitier. . . .	387 voix
		P. Toulon . . .	385 —
Comme *trésorier*	M.	Alby	387 —
Comme *censeurs*	MM.	Bordet.	387 —
		Tisserand. . . .	387 —

Pour la ratification de la nomination de nouveaux membres du Conseil d'Administration, ont obtenu :

M. Victor Sabouret.	383 voix
M. Gabriel Jossier	383 —
M. Charles Rabut	382 —
M. René Feret	383 —
M. Julien Le Cesne.	383 —
M. Ernest Roume	382 —
M. Édouard Julhiet.	382 —
M. Jacques Herrenschmidt.	382 —
M. Jean Marc Bel	381 —

Ont signé les scrutateurs : MM. H. Hitier, J. Hitier, E. Lemaire.

En conséquence, le *quorum* statutaire de 100 membres votants étant atteint :

1° sont déclarés élus membres du Bureau de la Société pour 1925 :

Président : M. MESNAGER;

Vice-présidents : MM. SAUVAGE, APPERT, BORDAS, WERY, G. RISLER;

Secrétaires généraux : MM. H. HITIER, P. TOULON;

Trésorier : M. ALBY;

Censeurs : MM. BORDET, TISSERAND.

2° sont déclarés membres du Conseil d'Administration :

M. V. SABOURET. . .	*(Comité des Arts mécaniques).*
M. G. JOSSIER. . . .	*(Comité des Arts chimiques).*
M. Ch. RABUT. . . .	*(Comité des Constructions et des Beaux-Arts).*
M. R. FERET	
M. J. LE CESNE . . .	*(Comité de Commerce).*
M. E. ROUME. . . .	
M. E. JULHIET . . .	
M. J. HERRENSCHMIDT .	
M. J. M. BEL. . . .	

La séance est levée à 19 h. 35 m.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN DÉCEMBRE 1924.

CURCHOD (ADR.). — **Problèmes d'électrotechnique avec solutions développées et applications numériques.** In-8 (25 × 16) de XIV + 594 p., 180 fig., V pl. Paris, Albert Blanchard, 1925. **16823**

MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'HYGIÈNE, DE L'ASSISTANCE ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALES. — OFFICE DU TRAVAIL. — **Règlement amiable des conflits collectifs du travail.** Enquête et documents. In-8 (23 × 14) de VII + 132 p. Paris, Imprimerie nationale, 1924. **16824**

BOUASSE (H.). — **Oscillations électriques** (*Bibliothèque scientifique de l'ingénieur et du physicien*). In-8 (25 × 16) de XXXII + 278 p., 217 fig. Paris, Librairie Delagrave, 1924. **16825**

PETIT (G.-E.) et BOUTHILLON (LÉON). — **La télégraphie sans fil. La téléphonie sans fil.** Applications diverses. 7e édition. In-8 (25 × 16) de VII + 424 p., 315 fig., XXXII pl. Paris, Librairie Delagrave, 1924. **16826**

PAULIN (HONORÉ). — Le domaine extérieur de la France. **Afrique équatoriale française.** In-4 (31 × 21) de 101 p., fig., 5 cartes. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 1924. **16827**

PAULIN (HONORÉ). — Le domaine extérieur de la France. **Pays à mandat. Cameroun-Togo.** In-4 (31 × 21) de 77 p., fig., 2 cartes. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 1923. **16828**

VELLARD (L.). — **Stations centrales de production d'énergie électrique et sous-stations de transformation.** In-8 (25 × 16) de VI + 235 p., 113 fig. Paris, Dunod, 1925. **16829**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Nivellement général de la France. Répertoire des emplacements et altitudes des repères. Réseau de 3e ordre et première partie du Réseau de 4e ordre.** 12 fascicules. Nantes, Imp. « Le Populaire », 12, rue de Santeuil. **12906**

ROBERT (L.). — **Traité de télégraphie sans fil** (*Bibliothèque de l'ingénieur-électricien*). In-8 (25 × 16) 1re partie : *Oscillations électriques. Ondes amorties. Antennes*, 237 p., 198 fig. — 2e partie : *Étude des postes d'émission à ondes amorties. Propagation et réception des ondes électromagnétiques. Étude générale des systèmes à ondes entretenues*, 349 p., 289 fig. Paris, Albin Michel. **16830-1**

MASVIEL (J.). — **Cours de technologie du bois**, à l'usage des écoles professionnelles et des écoles pratiques de commerce et d'industrie. Tome II : *Travail mécanique des bois.* 2e édition. In-4 (27 × 21) de 208 p., 286 fig. Paris, Dunod, 1925. **16832**

NOËL (DAVID-JACQUES). — **Le domaine minier de l'état prussien.** Étude historique et économique. In-8 (25 × 16) de 148 p. Paris, Jouve et Cie, 1924. **16833**

FORD (HENRY). — **Ma vie et mon œuvre.** In-8 (23 × 14) de XVI + 347 p., IV pl. Paris, Payot, 1925. **16834**

DORESSE (Mme L.). — **Les tissus féminins** (*Le livre de la profession*). In-12 (18 × 13) de 122 p., 35 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles. **16835**

MARCOTTE (EDMOND). — **Les lignites et leurs applications industrielles.** In-8 (21 × 13) de VI + 328 p., 70 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. **16836**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ISTRATI (C. I.) et LONGINESCU (G. G.). — **Curs metodic de chimie si mineralogie.** Editia IX. In-8 (21 × 13) de IV + 477 p., 249 fig. Bucuresti, Editura « Cartea Românească », S. A., 1924 (*Don de M. G. G. Longinescu, membre de la Société*). **16837**

***

SEILLAN (MARCEL). — **Compte rendu technique de l'Exposition internationale du Gaz, 1924** (Supplément au numéro 55 (novembre 1924) de *Chaleur et Industrie*). In-4 (27 × 22) de 30 p., 22 fig. Paris, 5, rue Michel-Ange. **Pièce 12899**

BERTHELOT (CH.). — **Les fours à coke.** Les règles modernes de leur construction et de leur exploitation (*Mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France*, Bulletin de juillet-septembre 1924). In-8 (24 × 16) de 52 p., I pl. Paris, 19, rue Blanche (*Don de l'auteur, membre de la Société*). **Pièce 12900**

ANGÉ (LOUIS) et RUMPF (H.). — **Le cinématographe au service des affaires.** In-12 (19 × 12) de 46 p. La Garenne (Seine), La pratique commerciale, 20, avenue de Lutèce (*Don des auteurs*). **Pièce 12901**

ESPITALLIER (G.). — **Les voûtes en béton armé dans la couverture des bâtiments. Le hangar de Montebourg, pour ballon dirigeable** (*Génie civil*, 6 septembre 1919). In-8 (27 × 18) de 20 p., 16 fig., I pl. Paris, 6, rue de la Chaussée-d'Antin. **Pièce 12902**

MAZERAT (R.). — **La doctrine administrative. — L'administration expérimentale : le fayolisme.** Communications faites à l'Académie de Marine, les 9 février 1923 et 8 février 1924. (*Académie de Marine*, T. II et III, 1923 et 1924). In-8 (24 × 15) de 32 p. Paris, 17, rue Jacob (6e). **Pièce 12903**

Société anonyme des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries du Saut-du-Tarn, 1824-1924 (Extrait d'un chapitre de *l'histoire de l'industrie et du commerce en France*). In-fo (39 × 28), de 2 p., 2 fig. Paris, Éditions d'art et d'histoire, 1924. **Pièce 12904**

***

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin technique, n° 21** (novembre 1924) : *Étude sur le vol à voile dynamique*, par A. MAGNAN, 59 p., 86 fig. Issy-les-Moulineaux (Seine), 2, rue Jeanne d'Arc. **Pér. 117**

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 MÉCANIQUES, PHYSIQUES, CHIMIQUES ET DE MACHINES. — **Rapport sur le fonctionnement pendant l'année 1923**, par M. J. LOEBNITZ, 26 p. **Pér. 308**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Recueil de lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires concernant les services dépendant du Ministère des Travaux publics,** dressé par les soins de l'Administration centrale. 2e série, tome XXXII, année **1924** (3e trimestre). Paris, Imprimerie nationale, 1924. **Pér. 144**

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ÉLECTRICIENS. — **Annuaire pour 1924.** Paris, 12 et 14, rue de Staël. **Pér. 39**

Mémorial des Poudres, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. Tome XXI (1er fascicule). Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924. **Pér. 223**

Revue générale des Chemins de fer et des Tramways. — Table générale du 1er janvier 1910 au 31 décembre 1920. Paris, Dunod, 1921. **Pér. 173**

Annales des Mines. — Table des matières de la XIe série décennale, 1912-1921. Paris, Dunod, 1922. **Pér. 109**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Mémoires présentés.** Tome VII (1er fascicule) : *Supplément à la faune malacologique terrestre et fluviale de l'Égypte*, par PAUL PALLARY, 61 p., 7 fig., IV pl. Le Caire, 1924. **Pér. 32**

INSTITUTION OF ENGINEERS AND SHIPBUILDERS IN SCOTLAND. — **Transactions.** Vol. LXVII. Glasgow, 39 Elmbank Crescent, 1924. **Pér. 5**

WESTERN AUSTRALIA GEOLOGICAL SURVEY. — **Bulletin n° 89** : *The Geology and Mineral Industry of Western Australia*, by A. GIBB MAITLAND and A. MONTGOMERY, 119 p., 29 fig., 2 cartes. Perth, 1924. **Pér. 184**

ROYAL SOCIETY OF NEW SOUTH WALES. — **Journal and Proceedings.** Vol. XVI, **1922** et **1923.** Sydney, 5, Elizabeth Street. **Pér. 29**

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS. — **Transactions.** Vol. LXVI, **1924.** London, W. C. 2, 5, Adelphi Terrace. **Pér. 222**

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS. — **Index to the Transactions.** Vol. LIV, **1922**; **1913-1919.** London, W. C. 2 — 5, Adelphi Terrace, 1919. **Pér. 222**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers,** Vol. XIX (**1924**), nos **488** : *Thermal expansion of molybdenum*, by P. HIDNERT, W.-B. GERO, p. 429-444, 9 fig. — **489** : *Primary radio-frequency standardization by use of the cathode-ray oscillograph*, by G. HAZEN, F. KENYON, p. 445-461, 11 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers**, Vol. XVIII (**1924**), nos **250** : *Pulp and paper fiber composition standards*, by M. F. MERRITT, p. 101-105, IX pl. en couleurs. — **257** : *Development of a method for measurement of internal stress in brass tubing*, by R. J. ANDERSON, E. G. FAHLMAN, p. 229-241, 6 fig. — **258** : *Strength of steel tubing under combined column and transverse loading, including tests of columns and beams*, by T.-W. GREENE, p. 243-276, 15 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars**, nos **101** (2d ed.) : *Physical properties of materials*, 204 p., 60 fig. **References**, p. 194-198 (1924). — **134** (2d ed.) : *United States Government master specification for fire-extinguishing liquid (carbon tetra-chloride base)*, 6 p. (1924). — **157** : *United States Government master specification for coal-tar pitch for roofing*, 10 p., 3 fig. (1924). — **160** : *United States Government master specification for asphalt for waterproofing and damp proofing*, 9 p., 3 fig. (1924). — **164** : *United States Government master specification for flat glass for glazing purposes*, 12 p. (1924). **Pér. 61**

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — **Simplified practice in the marine field : Organization of the American Marine Standards Committee and its constitution and rules,** 18 p. Washington, 1924. **Pér. 61**

AMERICAN INSTITUTE OF MINING AND METALLURGICAL ENGINEERS. — **Transactions.** — Vol. LXX. New York, 29 West 39th Street, 1924. **Pér. 201**

NEW YORK STATE DEPARTMENT OF LABOR. — **Annual Report of the Industrial Commissioner, 1923.** Albany, 1924. **Pér. 128**

L'agent général, gérant.
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

124e ANNÉE. FÉVRIER 1925.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

LES IDÉES D'HENRY FORD ET SES MÉTHODES

Le livre qu'HENRY FORD a faire paraître dernièrement, *Ma vie et mon œuvre* (1) se rapporte à la plus colossale aventure industrielle connue dans aucun temps, encore plus remarquable par les résultats obtenus que par le développement qu'elle a pris en peu d'années. Cette entreprise donne en effet : au public des produits d'excellente qualité, à profusion et à très bas prix; aux ouvriers, les salaires les plus élevés qui aient jamais été atteints, une grande stabilité dans le travail et l'occasion de faire valoir leurs capacités, quelles qu'elles soient; au fondateur, la plus grosse fortune du monde, édifiée en vingt ans à peine.

Ce succès extraordinaire est-il dû à des circonstances exceptionnelles ou à l'application de principes et de méthodes pouvant convenir à des entreprises de natures et d'importances diverses, en France comme en Amérique? C'est cette dernière conclusion qui se dégage de la lecture de l'ouvrage, et c'est ce qui lui donne le plus grand intérêt.

Henry Ford expose avec beaucoup de simplicité les idées qui l'ont inspiré, et d'abord, sa conviction qu'un industriel doit être guidé par le désir de « rendre service » de « servir », et non par l'appât d'un gain

(1) Cet ouvrage, paru en novembre 1922, a déjà fait l'objet de nombreuses réimpressions. Les Anglais ont accueilli les formules pleines de bons sens et de psychologie qui s'y trouvent en grand nombre, avec un enthousiasme tel qu'ils voudraient en voir la connaissance imposée à tous les groupements industriels et politiques, qu'ils voudraient les voir enseigner dans les écoles et chanter dans les églises et autres lieux de réunion, et en ont fait une édition spéciale. Les Allemands l'ont traduit dans leur langue et se sont lancés, à son sujet, dans des dissertations philosophiques un peu abstraites. Enfin, la librairie Payot vient d'en donner au public français, une bonne traduction accompagnée d'une préface de M. VICTOR CAMBON.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapide, résultant souvent de la spéculation; puis il montre la façon dont il a édifié son œuvre et les observations qu'il a faites pendant qu'elle se développait, observations relatives à l' « article » qu'il a fabriqué, à la constitution de ses usines, à la conduite des hommes, aux conditions vitales d'une entreprise, et enfin, à l'équilibre vers lequel devrait tendre notre civilisation industrielle, qui, jusqu'ici, cherche encore sa voie. Sans se lancer dans des théories, il formule un grand nombre de préceptes. Tous sont intéressants. Quelques-uns, pourtant, sont présentés de telle façon qu'on pourrait accuser l'auteur de se contredire si l'on n'avait soin de se reporter aux faits dont il les dégage pour en comprendre l'esprit.

Ainsi, Ford nous dit qu'il considère « l'homme qui passe pour avoir le génie de l'organisation » comme extrêmement dangereux, qu'il répugne même à se servir du mot « organisation ». Et cependant, si l'on admet que le but de l'organisation est de constituer un groupement d'hommes dans lequel chacun sait exactement ce qu'il doit faire, ou ce qu'il peut faire, dans lequel les responsabilités sont parfaitement établies, point sur lequel Ford insiste beaucoup, dans lequel, enfin, la coordination des efforts est assurée dans les moindres détails, ainsi que la meilleure utilisation de toutes les capacités, il est évident que Ford, qui paraît bien avoir réalisé tout cela sur une échelle énorme, a édifié la plus formidable organisation industrielle qui existe, et que nous dirions tous qu'il a le génie de l'organisation. D'autant plus que nous savons qu'il fait, avec succès, l'application de ses méthodes dans les champs les plus variés, tels que l'exploitation d'une ligne de chemins de fer, la conduite de hauts fourneaux, d'une glacerie, etc.

Pour beaucoup de personnes, en effet, le génie de l'organisation se manifeste dans l'application, plus ou moins ingénieuse, qu'on fait d'une doctrine reposant sur des principes généraux, admis *a priori*, pour mettre sur pied une hiérarchie applicable, en quelque sorte, à toutes les entreprises, dans laquelle les attributions sont réglementées par avance d'une façon précise, et les titulaires désignés par des titres plus ou moins impressionnants, enfin, pour constituer une « administration », organisme extrêmement peu populaire qu'évoque immédiatement le mot « organisation ».

C'est contre cette conception que Ford s'élève, et il organise d'une façon toute différente. Il procède en partant du bas : d'une part, en s'appuyant sur des faits élémentaires, et, d'autre part, en utilisant, pour ainsi dire, le « débrouillage », tout singulier qu'il puisse paraître d'employer ce mot en parlant des méthodes d'un homme qui passe pour faire de ses ouvriers de simples automates, et qui, en tout cas, a poussé aussi loin que possible la spécialisation dans la division du travail. C'est pourtant la seule expression qui convienne pour désigner l'influence qui a amené insensiblement tous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses collaborateurs aux postes qu'ils occupent, quelle que soit leur importance. Chacun d'eux a su se débrouiller mieux qu'un autre dans un domaine particulier : il s'est remué et a été orienté par la « table à secousses » à laquelle Ford compare son usine.

Ford commence l'étude des faits par le choix de l' « article » à fabriquer, qui doit répondre aussi bien que possible à un besoin réel du public. Il ne néglige rien pour en assurer la parfaite mise au point, consacrant tout le temps et la peine nécessaires à l'étude des moindres détails. Il établit ensuite l'usine en partant de cette étude, en moulant, en quelque sorte, l'organisation sur le produit. Il subordonne tout à la fabrication d'un produit déterminé, et repousse nettement l'idée de l'usine construite pour une fabrication quelconque ou simplement mal définie.

C'est dans l'atelier où l'article est fabriqué qu'il juge et choisit les hommes. Ici encore, les considérations *a priori* n'ont aucune prise sur lui. Il ne s'inquiète pas de la provenance des postulants et fait entrer tout le monde par la même porte. C'est dans l'atelier qu'il discerne celui qui a l'ambition de s'élever, celui qui a les aptitudes ou la formation voulues pour y arriver, celui qui saura conduire les hommes, celui qui sera capable de s'attacher à l'étude approfondie de tous les détails des pièces entrant dans la construction de ses voitures et de tous les procédés de fabrication. La façon dont ses affaires sont menées, la composition de son état-major, les perfectionnements incessants qu'il apporte à ses produits et à son prix de revient, montrent qu'il choisit vite et bien.

Sa préoccupation constante est de trouver des hommes auxquels il puisse faire gravir au moins un échelon, et son grand regret est d'en trouver si peu qui s'y prêtent. Il est du reste convaincu qu'il n'y a pas d'hommes, quelles que soient leurs infirmités ou leurs tares, à l'exception des fous ou des idiots, auxquels on ne puisse faire gagner le salaire élevé qu'il considère comme normal, pourvu qu'on s'en donne la peine. Il trouve même moyen de faire gagner une bonne partie de ce salaire aux convalescents, à l'hôpital, quand l'oisiveté commence à leur peser.

Il n'aime pas l' « expert », l'homme qui est censé savoir tout ce qui concerne son métier et devant qui on n'a qu'à s'incliner (et en cela il se rencontre avec la majorité des Français qui n'acceptent le dire de l'expert que si celui-ci se donne la peine de les convaincre). Pour lui, il n'y a pas d'art qui soit arrivé à la perfection, et il estime que, dans ses usines, rien n'est jamais assez bien fait, aucun procédé de fabrication ne doit être considéré comme définitif. Il cherche constamment à concilier la plus grande perfection avec le plus bas prix de revient, et, pour y arriver, il n'hésite pas à modifier ses méthodes, même s'il faut pour cela remanier complètement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses usines et leur outillage. C'est de tous ses collaborateurs, depuis le dernier ouvrier jusqu'au chef le plus élevé qu'il reçoit ses suggestions, et il prend toujours en considération celles qui réduisent la fatigue de l'ouvrier, convaincu, du reste, qu'en le faisant, il améliore la production. Chacun est absolument responsable de son travail, mais la direction endosse la plus grande responsabilité, celle de la coordination des opérations. Elle ne compte en rien, pour cela, sur les ententes individuelles.

C'est encore à la fabrication de l'article que tout est subordonné dans la question si importante des salaires. « C'est l'article qui paye et non le patron », tel est le grand principe. C'est aussi l'article qui doit assurer la continuité du travail, si importante pour l'ouvrier. Quand l'article a été bien choisi, on doit le fabriquer aussi économiquement que possible, mais aussi bien que possible, en faisant gagner à l'ouvrier un bon salaire.

C'est enfin l'article qui doit fournir le capital ou, tout au moins, doit permettre de rembourser rapidement le capital emprunté à l'origine et de faire face à toutes les augmentations successives.

Ford estime que la prospérité de l'industrie et du pays repose sur le bas prix de revient associé à un salaire élevé, car, l'ouvrier constituant la grande majorité des consommateurs de produits manufacturés, c'est de la facilité avec laquelle il achète que dépend la richesse du marché. Il faut donc que l'ouvrier comprenne qu'il est le premier intéressé à la réalisation de ce double objectif et qu'il doit se prêter à tout ce qui est nécessaire pour y arriver.

A un point de vue encore plus général, nous avons vu que Ford place l'idée de « service » au-dessus de celle de « gain » et qu'il pense avoir démontré que c'est de là que découle la politique qui assure la plus grande prospérité. C'est, en effet, celle qui lui a permis d'obtenir des résultats sans précédent.

Ford ne rêve du reste aucunement d'inonder le monde de ses produits. Pour lui les États-Unis ont du travail assuré pour cent ans s'ils s'appliquent à mettre leur pays en valeur. Mais le développement de l'agriculture doit se faire parallèlement à celui de l'industrie et il cherche à y contribuer en décentralisant ses usines pour les placer dans des régions agricoles et en réglant le travail de façon que les ouvriers soient disponibles pour les grands travaux de la campagne, au moment des labours et de la moisson. Il demande aussi qu'on fasse un meilleur usage des moyens de transports et, d'une manière générale, qu'on mette un frein au développement inconsidéré des villes.

Il trouve enfin que le commerce entre nations n'est souvent qu'un sujet de déceptions, de luttes stériles et de conflits, voire même de catastrophes; que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaque nation devrait régler sa production de façon à se rendre aussi indépendante que possible; que les nations devraient s'entr'aider pour arriver à ce résultat, d'où naîtrait un bien-être général rendant plus faciles les échanges de produits nettement spéciaux à certaines contrées. Si c'est là un rêve, on ne peut le traiter d'insensé; il est même de ceux que tout le monde souhaiterait voir réalisé.

*
* *

Comment cette organisation exceptionnelle se rattache-t-elle aux types d'organisation connus?

Le principe fondamental sur lequel elle s'appuie est l'analyse minutieuse du travail avec tout ce qui en découle :

1° La recherche constante du meilleur procédé, la lutte contre la routine;

2° La sélection en vue de la meilleure utilisation de toutes les capacités;

3° La préparation et le contrôle du travail dans tous ses détails; le salaire établi d'après la connaissance de ce que doit être la production d'une bonne journée de travail;

4° La direction assumant la complète responsabilité de la coordination de tous les efforts.

Ce sont, point par point, les principes formulés par Taylor; mais les Usines Ford constituent l'application la plus énorme qui en ait été faite.

En ce qui concerne l'*organisation du travail dans l'atelier*, Ford et Taylor procèdent de la même manière en ce qu'ils partent du bas, du fait le plus simple, et vont en montant.

Ford ne parle pas de Taylor, et il est fort possible qu'il n'ait pas été influencé directement par ses travaux, mais qu'ayant adopté le même point de départ, il soit arrivé aux mêmes conclusions. La grande différence résulte dans la nature des applications que l'un et l'autre ont faites des mêmes principes.

Ford a édifié sur un terrain vierge, poursuivant son idéal et le réalisant de plus en plus complètement, tandis que Taylor est entré dans un atelier existant, dans lequel le travail était exécuté suivant les méthodes alors en usage, et, s'appuyant sur une analyse minutieuse, s'est mis à critiquer tout ce qui s'y faisait, entreprenant de faire changer toutes les habitudes, de faire pénétrer dans l'industrie quelque chose de nouveau : « la méthode scientifique »; c'est une expression que Ford n'emploie pas, et, s'il fait usage de la chose, il préfère évidemment que ce soit « sans le savoir ». Le principal

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rôle de l'un a été d'édifier, celui de l'autre, de réformer. Taylor s'est dépensé pour faire connaître ses idées, alors qu'elles n'avaient été appliquées que sur une petite échelle, sans pouvoir donner la preuve de leur exactitude par la présentation d'un exemple aussi colossal que celui de Ford.

Dans le contrôle des résultats, les points de vue sont encore les mêmes. Toujours l'appréciation du fait considéré en lui-même, d'une façon précise, et non d'une façon générale et plus ou moins vague comme celle qui résulte d'une statistique. L'un et l'autre s'expriment du reste durement au sujet des statistiques. Ford nous dit qu'il en tient le moins possible et qu'il a abandonné plusieurs de celles qu'il avait fait établir à l'origine. Il ne veut même pas conserver l'historique des expériences qu'il fait faire, de peur de constituer une liste de « choses impossibles ». Mais il attache la plus grande importance à connaître son prix de revient de la façon la plus exacte. C'était du reste la grande préoccupation d'un homme qui fut un organisateur de génie : Andrew Carnegie. Celui-ci ne se contentait pas du tout de connaître les résultats dans leur ensemble; il voulait connaître le détail des prix de revient, ou du moins, être sûr que ses collaborateurs le connaissaient. Constamment à l'affût de procédés plus parfaits que ceux qu'il employait, il était toujours prêt, lui aussi, à remanier complètement ses usines, ou à en construire de nouvelles pour appliquer ces procédés dès qu'il les aurait découverts.

Taylor et Ford ne veulent pas de l'organisation administrative avec sa hiérarchie et ses titres. Ils définissent les fonctions (encore Ford ne paraît-il pas s'en préoccuper beaucoup), mais ils les groupent suivant les hommes dont ils disposent. Ils organisent les compétences et non les titres. Sur ce point, leurs idées sont encore les mêmes que celles de Carnegie. Quand ce dernier dit que « s'il lui fallait perdre son organisation ou ses usines, il préférerait de beaucoup perdre ses usines qu'il pourrait reconstruire, et non son organisation qu'il ne pourrait reconstituer que dans une génération », il est bien évident que ce qu'il entend par son organisation n'est pas une hiérarchie idéale, mais un personnel, en chair et en os, un ensemble d'activités et de compétences, dans lequel chacun occupe la place où il peut se rendre le plus utile.

Nous avons risqué la comparaison des méthodes Ford avec le « débrouillage », non pas pour les opposer, mais au contraire, pour en faire ressortir les points communs. Chez Ford, chacun est invité à indiquer les perfectionnements qu'on pourrait apporter dans le travail et la direction cherche constamment à découvrir l'homme qui fait preuve d'initiative. Tout cela ressemble bien plus au débrouillage qu'à une organisation rigide. Les idées de Taylor sur ce point sont résumées dans cette citation que ses amis ont placée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en tête de l'histoire de sa vie, l'important ouvrage de FRANK BARKLEY COPLEY, qui vient de paraître (2) :

« Le temps où un homme pouvait, à lui seul, faire de grandes choses grâce à sa personnalité et à son individualité, s'éloigne rapidement de nous. Nous approchons du jour où aucune œuvre importante ne sera menée à bien sans que de nombreux collaborateurs réalisent une association dans laquelle chacun devra remplir la fonction pour laquelle il est le mieux doué, tout en conservant, avec son individualité propre, l'avantage d'une supériorité reconnue dans cette fonction particulière; dans laquelle personne ne devra perdre son originalité ni son initiative, bien qu'il se soumette à la nécessité de régler son travail sur celui de plusieurs collègues et de rester constamment d'accord avec eux (3). »

Il est difficile de trouver un accord plus complet que celui qui existe dans les deux conceptions.

Au point de vue économique, les idées de Ford sur l'importance qui s'attache à faire marcher de front l'abaissement du prix de revient et l'élévation des salaires, notamment en ce qui concerne le développement des marchés, l'ouvrier étant le principal acheteur de produits manufacturés, sont identiquement les mêmes que celles que Taylor avait formulées trois ou quatre ans avant la guerre. Quoi qu'il en soit, Ford a montré, d'une façon irréfutable, que ce principe pouvait être mis en pratique.

C'est également en s'appuyant sur son œuvre, ce qui lui donne beaucoup d'autorité, que Ford expose ses idées fort sages sur les relations industrielles qui devraient exister entre les nations, idées qui, si elles avaient été émises avant lui, ne l'avaient pas été avec autant de précision. Souhaitons que la confiance désintéressée qu'il leur témoigne, les fasse prendre en considération.

*
* *

Quel profit pouvons-nous tirer de cette énorme leçon de choses?

Comme nous l'avons dit, l'œuvre de Ford constitue un exemple formidable d'application des principes que Taylor nous a fait connaître. Mais, tandis que Taylor s'est surtout appliqué à montrer l'usage qu'on en pouvait faire pour des travaux qui ne sont pas exécutés en série, bien qu'il soit extrêmement difficile d'empêcher le public de croire le contraire, Ford étale devant nous un exemple de travail en énorme série, de production « en masse » (mass production).

(2) *Frederick W. Taylor, Father of Scientific Management*, 2 vol., Harper and Brothers, New York.

(3) F. W. TAYLOR, *L'art de couper les métaux*, paragraphe 128.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A cette occasion, nous pensons qu'il est bon de dire quelques mots du travail en série envisagé en lui-même, car, malgré les préventions que nous avons à son égard, il occupe dans notre civilisation une place d'une importance telle qu'il ne sert à rien de vouloir l'ignorer. Ce n'est pas en nous payant de mots sur les qualités de notre race que nous arriverons à nous en passer. Sans lui, pas de machines à coudre, pas de machines à écrire, pour ne citer que les objets les plus connus parmi tant d'autres pour lesquels nous sommes tributaires de l'étranger.

Les lieux communs que l'on débite à ce sujet sont toujours les mêmes : « Le travail en série ne donne que des produits grossiers et communs, portant la trace de l'indifférence de l'ouvrier; l'atelier dans lequel il s'exécute est une espèce de corps sans âme, dans lequel personne n'a plus rien à chercher ni à étudier. » Tout cela contraste étrangement avec ce que nous dit Ford et montre que nous ne comprenons pas le travail en série qui, chez nos voisins plus ou moins proches, comporte, au contraire, la recherche continuelle d'une perfection de plus en plus grande et l'invention incessante de moyens nouveaux pour produire mieux et plus économiquement, avec moins de fatigue. Problème toujours nouveau, exigeant du reste l'intervention d'un nombre si important d'ouvriers d'élite que ce sont les usines dans lesquelles le travail est fait en série qui se plaignent le plus vivement de ne pouvoir les recruter. Ces ouvriers sont indispensables pour la détermination des conditions de travail, la vérification, l'entretien de l'outillage, et la création de machines nouvelles dont le besoin est reconnu nécessaire.

Une opinion très répandue est que Ford s'est lancé dans une aventure où il a réussi par suite d'un heureux hasard, mais qu'il n'en est plus le maître et qu'il lui serait absolument impossible de rien changer à sa fabrication ou à sa manière de faire. Ceci est d'abord complètement contredit par les faits, car, lors de la grande crise de 1921, il n'a pas hésité à remanier complètement sa fabrication pour obtenir un prix de revient beaucoup plus bas, tout en améliorant la qualité, et il a réussi sans difficulté à donner à ses affaires une impulsion nouvelle.

Du reste, pour émettre une opinion semblable, il faut n'avoir qu'une connaissance bien superficielle des Usines Ford. Il faut se figurer que l'homme qui visse l'écrou 27 sur le boulon 112, que l'on a cité bien des fois, est tout ce que l'on y trouve. Mais, une organisation pareille comporte un nombre considérable d'hommes travaillant non seulement à l'étude de nouveaux modèles, mais à l'amélioration des procédés de fabrication, exigeant la création d'un outillage nouveau. « Nos grands changements, dit Ford, ont été dans les méthodes de fabrication; elles ne sont jamais en repos. » L'entretien et la réparation de l'outillage en service, occupent également un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

personnel très nombreux. Ces travaux, qui ne se font aucunement en série, sont extrêmement importants. Les hommes qui en sont chargés constituent, à proprement parler, l'organisation Ford. Entraînés comme ils le sont, ils peuvent entreprendre n'importe quoi et le mener à bien plus rapidement que qui que ce soit. Pour ne parler que de l'industrie automobile, Ford fait depuis longtemps des tracteurs ; il vient d'entreprendre la fabrication de la voiture *Lincoln*, beaucoup plus importante que celle qui a fait sa réputation ; nul doute qu'il n'y réussisse parfaitement. Nous avons cité l'exploitation d'une ligne de chemin de fer ; ses hauts fourneaux permettent d'utiliser la fonte directement, sans qu'elle ait cessé d'être liquide, pour couler les cylindres et autres pièces d'automobiles dont la fabrication exige une fonte absolument saine ; le tout aurait été mis au point en suivant les méthodes Ford. La glacerie qu'il installe pour la production de l'énorme quantité de glaces entrant dans la construction de ses voitures, comporterait également des procédés absolument nouveaux, qui donneraient d'excellents résultats.

Il est vrai que la production en série, avec son extrême division du travail et la répétition continuelle du même mouvement, est, pour l'opérateur, d'une grande monotonie, et c'est un point qu'il ne faut pas perdre de vue. Ford nous dit qu'il serait personnellement incapable de s'y plier, mais qu'il est toujours surpris de trouver tant de gens qui s'en accommodent si facilement, et de constater que les efforts qu'il fait pour leur permettre de changer de travail échouent presque toujours. Le travail monotone ne date pas d'hier, et celui dont il s'agit ici est peu pénible et bien payé ; l'homme qui le fait, quand il est entraîné, n'a pas de préoccupations et pense à ce qu'il fera en rentrant chez lui où il trouvera un intérieur agréable. Il est très possible que cette mentalité soit moins répandue chez nous, mais, en admettant que cela soit bien prouvé, il ne faut pas oublier que devant l'insuffisance de notre natalité, nous aurons, tout comme les Américains, à utiliser beaucoup de main-d'œuvre étrangère.

Le grand obstacle au développement du travail en série n'est d'ailleurs pas là. Il se trouve beaucoup plus haut : chez le personnel dirigeant qui ne s'attache pas à la recherche des perfectionnements dont la fabrication d'un même objet est susceptible, à l'invention de nouveaux moyens de l'obtenir, ni même à la conservation du degré de perfection qui a été atteint. Ford constate que l'obligation de penser est bien plus redoutée que l'obligation de faire un travail machinal. Tous les spécialistes du travail ont fait la même remarque, Taylor tout le premier. Hartness ajoute que l'homme qui s'actionne à son travail ne peut, en même temps, penser au moyen de le perfectionner. Aussi, le reproche ne s'adresse-t-il pas à l'opérateur mais à la direction qui néglige de penser pour ceux qu'elle emploie, qui n'encou-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rage même pas ses collaborateurs à le faire. Les gens qui pensent à ce qu'ils font sont certainement très rares. Il faut d'abord penser à les découvrir, et, quand on les a trouvés, il faut les utiliser le mieux possible, en les faisant penser pour les autres. Il faut en faire un département spécial que les Américains appellent le « thinking department ». Chez Ford, ce département est extrêmement important, et il a dans le personnel des racines profondes.

Entre le travail par unités que Taylor prend plus volontiers pour exemple et le travail par énormes séries de l'atelier Ford, qui répond aux besoins d'un marché exceptionnel, il y a place pour tous les intermédiaires et pour les applications les plus variées des mêmes principes : « choix judicieux de l'article à fabriquer, du champ d'activité; analyse du travail; choix des meilleurs procédés, sélection du personnel; contrôle des résultats; coordination et collaboration ».

Ch. de Fréminville,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'UTILISATION DE LA FORCE MOTRICE DES VAGUES ET LE SYSTÈME PINARD-SALA (1)

L'impression de puissance que donne le spectacle d'une mer démontée amène à penser que si cette force qui se déchaîne vers la côte pouvait être maîtrisée et utilisée, la plus grande des énergies naturelles serait à la disposition de l'homme.

C'est là une erreur complète, car, d'une part, les mers démontées sont peu fréquentes et l'industrie, qui a besoin d'une énergie constante, ne pourrait les utiliser que si l'on disposait d'accumulateurs que la science n'a pas encore construits: d'autre part, la mer déchaînée a un pouvoir tel qu'aucun organe mécanique ne saurait lui résister. Nous avons vu des blocs de béton de 50 m³ basculés à la mer par les coups de bélier répétés des vagues. Des exemples nombreux montrent qu'il faut songer davantage à se protéger de la mer violente qu'à l'utiliser.

L'utilisation de la marée est un problème tout différent de celui des vagues. Dès le onzième siècle, il a été résolu, d'une façon précaire d'ailleurs, par les Moulins de la Mer, sur la côte bretonne. De nos jours, la question a été reprise par de nombreux ingénieurs maritimes, et notre pays donne l'exemple de la première réalisation industrielle avec la station de l'Aber-Vrach.

L'utilisation de la marée est *théoriquement* très simple : une digue submergée par la haute mer, constitue, avec les falaises de la côte, le pourtour d'un immense bassin qui, à marée pleine, se remplit, pour ensuite se déverser dans l'Océan, en actionnant des turbines, quand la mer se retire. Des successions de bassins assurent, par leur battement, une marche continue des turbines. Encore, à l'Aber-Vrach, l'utilisation ne pourra-t-elle pas se faire de façon aussi simple.

Une telle utilisation n'est pratiquement intéressante, étant donné les frais considérables de la construction d'une digue en mer, que sur les côtes où la marée atteint régulièrement une grande amplitude, et dans les endroits seulement où la configuration du rivage se prête à de tels établissements.

(1) Un mémoire détaillé, complété par des annexes, est déposé à la Bibliothèque de la Société d'Encouragement où il peut être consulté par les personnes que la question intéresse.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La réunion de ces conditions est très rare, la plupart des pays ne connaissant que des marées moyennes de 2 à 3 m. La France est, à ce point de vue, favorisée, avec le golfe de Saint-Malo, où l'on voit des marées d'une amplitude de 13 m.

On ne peut donc envisager la généralisation de l'emploi de la marée.

La recherche du meilleur moyen d'utiliser les vagues, nécessite d'abord une connaissance aussi parfaite que possible des phénomènes de la houle aux abords des côtes. Cette étude d'océanographie, qui ne paraît pas avoir préoccupé beaucoup la plupart des inventeurs, doit porter sur la période, l'amplitude, la vitesse et la hauteur des ondulations, et se fera en un point déterminé, à l'aide de règles graduées, de points de repère de distances connues, et d'enregistreurs de vagues. Il faudra surtout faire des observations nombreuses et pendant longtemps, la mer changeant d'aspect constamment.

Nous admettrons dans le cours de cette étude la terminologie suivante.

La hauteur des vagues est la distance verticale entre la partie la plus haute de la crête et la partie la plus basse du creux. La longueur est la distance entre les crêtes de deux vagues successives. La vitesse est le temps que met une vague pour aller d'un point à un autre. La période est le temps qui s'écoule entre le passage de deux vagues consécutives en un point fixe.

Le cadre de cette étude ne permet pas l'examen des phénomènes d'interférence dans les golfes ou baies, des ondulations réfléchies par une digue verticale, etc., et des amplifications de hauteur qu'on peut en attendre.

Voici le résumé des constatations qui ont été faites en Méditerranée à proximité d'Alger.

Nombre de vagues passant en un point fixe. — Série d'observations faites en octobre 1922 : 6,5 vagues par minute; série d'observations faites en décembre 1922 : 9,5 à 11 vagues par minute.

Depuis, des séries d'autres observations ont confirmé ces résultats, les vagues étant de 7 environ par minute pendant certaines périodes, de 10 à 11 par d'autres, comme points extrêmes. Toutefois, nous avons constaté, sur une plage encadrée de récifs dont la disposition formait le fond d'une baie, 14 à 15 vagues par minute, nombre dû à des phénomènes d'interférences sur lesquels nous ne pouvons nous étendre, mais dont le récent ouvrage du professeur Berget (*Vagues et Marées*) donne l'explication (interférences dans le golfe de Gascogne).

Vitesse des vagues. — Toutes les observations faites ont donné comme minimum de vitesse 5 m : s. Les océanographes indiquent généralement 7 m : s comme vitesse minima. Le fond, à l'approche de la côte, joue un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

très grand rôle sur la vitesse, et l'on ne peut avoir de ce côté que des données portant sur des régimes locaux.

Hauteur des vagues. — Elle a été prise à l'aide d'un flotteur soulevé par les vagues, un balancier commandé par le flotteur et un rouleau enregistreur.

La plupart des graphiques montrent des montées de flotteur très nettes, tandis que les chutes se font par saccades successives assez lentes, donnant

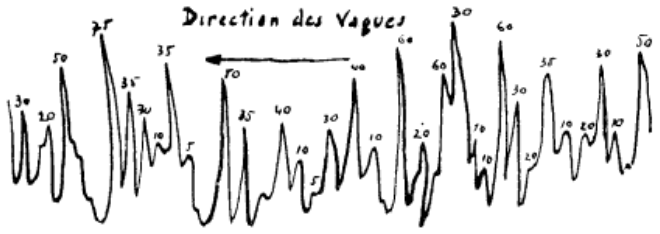


Fig. 1.

l'impression de marches d'escalier. Cela indique que les vagues utilisées sont de l'espèce des vagues dites forcées, à profil abrupt et presque vertical vers l'avant et de déclivité lente à l'arrière. La raison de cette courbe spéciale est, avec le haut fond à l'approche de la côte, la ventilation locale, qui doit être recherchée pour l'installation d'une station marémotrice.

L'ensemble des diagrammes pris par tous les temps montre ce que l'on doit entendre par *mer moyenne*. Les vagues ont alors une hauteur de 40 à 60 cm. Elles sont insuffisantes pour gêner un baigneur ou les évolutions d'une petite barque.

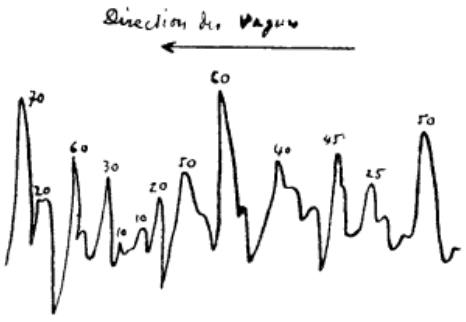


Fig. 2.

Pour les calculs d'une station marémotrice, on doit se baser sur les vagues de cet ordre, qui sont les plus fréquentes.

Les figures 1 et 2 montrent des graphiques de mer moyenne, le premier d'une durée de 2 minutes, pris le 3 octobre 1922, avec léger vent d'est sans « moutons », le second, d'une durée de 1 minute, pris le 24 octobre 1922, par mer légèrement plus forte.

On peut estimer qu'ils donnent l'état de la mer pendant au moins 300 jours par an dans les zones découvertes.

Si nous additionnons les chutes et les montées indiquées par les graphiques, en divisant ceux-ci en tranches de 10 secondes, nous avons :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GRAPHIQUE DE LA FIGURE 1.

Groupes de secondes.	Montées (en centimètres).	Chutes (en centimètres).
Secondes de 1 à 10	0,50	0,85
— 10 à 20	1,25	0,60
— 20 à 30	0,75	1,20
— 30 à 40	0,90	0,70
— 40 à 50	0,35	0,85
— 50 à 60	0,80	0,50
— 60 à 70	0,50	0,80
— 70 à 80	0,80	1,10
— 80 à 90	1,10	0,85
— 90 à 100	1,10	1,10
— 100 à 110	0,65	0,65
— 110 à 120	0,90	0,90

GRAPHIQUE DE LA FIGURE 2.

Groupes de secondes.	Montées.	Chutes.
Secondes de 1 à 10	1,50	1,40
— 10 à 20	0,70	0,85
— 20 à 30	1,10	0,80
— 30 à 40	0,40	0,75
— 40 à 50	0,70	0,70
— 50 à 60	0,50	0,50

Cette division étant évidemment arbitraire, et des montées ou des chutes se produisant sur la limite entre deux groupes de secondes, nous corrigerons les écarts en prenant ces groupes deux par deux. Nous aurons donc le tableau suivant :

GRAPHIQUE DE LA FIGURE 1.

Groupes de secondes.	MONTÉES		CHUTES	
	par groupes de 20 sec.	Moyennes pour 10 sec.	par groupes de 20 sec.	Moyennes pour 10 sec.
Secondes de 1 à 20	1,75	0,85	1,45	0,70
— 20 à 40	1,65	0,80	1,90	0,95
— 40 à 60	1,15	0,60	1,35	0,65
— 60 à 80	1,30	0,65	1,90	0,95
— 80 à 100	2,20	1,10	1,95	0,95
— 100 à 120	1,55	0,75	1,55	0,75

GRAPHIQUE DE LA FIGURE 2.

Groupes de secondes.	MONTÉES		CHUTES	
	par groupes de 20 sec.	Moyennes pour 10 sec.	par groupes de 20 sec.	Moyennes pour 10 sec.
Secondes de 1 à 20	2,20	1,10	2,25	1,10
— 20 à 40	1,50	0,75	1,55	0,75
— 40 à 60	1,20	0,60	1,20	0,60

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si l'on additionne les moyennes des deux graphiques, on a en définitive :

Graphique de la figure 1	Montées par minute	4,75 m
	Chutes —	4,75 —
Graphique de la figure 2	Montées —	4,90 —
	Chutes —	4,90 —

On voit que les montées et les chutes sont, en fin de compte, égales, et que, sauf quelques points, les groupements présentent dans une période de 10 secondes une marche telle qu'il est possible d'en *utiliser le minimum*, soit dans les montées, soit dans les chutes. Le minimum est de 0,65 m pour le premier graphique, et de 0,60 m pour le second.

De l'ensemble des graphiques de mer moyenne, on peut déduire que le total minimum des hauteurs de vagues par minute est de 3,50 à 4 m.

Amplification des vagues. — Dans les culs-de-sac peu profonds, les marées atteignent des amplitudes considérables (baie de Fundy, détroit de Magellan, fond du golfe de Saint-Malo); de même, dans les estuaires qui affectent la forme d'entonnoirs (Severn, Rance); ainsi que dans les fjords de Norvège.

En général, près des côtes, à cause de la diminution de profondeur, les marées gagnent en hauteur ce qu'elles perdent en vitesse de propagation. Le mascaret, phénomène dérivé, est dû à l'accroissement instantané du flot entre deux côtes resserrées en entonnoir, joint au choc avec le flot descendant du fleuve, qui produit des interférences.

Ces règles s'appliquent aussi bien à la vague qu'à la marée et ont une grande importance dans la pratique.

Ajoutons qu'au contact d'un fond exhaussé, la vague diminue de vitesse, augmente de hauteur et conserve sa période.

Temps calmes. — Si les mers moyennes ou moyennement agitées se présentent 300 jours par an, on peut admettre que l'année se complète de mers démontées et de calmes plats. Dans les zones habituellement agitées, ces calmes se traduisent cependant par des dénivellations de 10 à 20 cm avec des pointes de 30. Mais ce sont plutôt des plissements, des gonflements de la masse, qui vont en se déplaçant, que des vagues.

Il faut remarquer que ces calmes ne sont pas généraux : ainsi, pendant les mois d'été de l'année 1924, le bulletin météorologique indique, d'une façon à peu près constante, une mer belle sur tel point de la côte algérienne, mais agitée ou houleuse sur tel autre point.

Il s'ensuit que si, sur une côte, un certain nombre de stations sont échelonnées et reliées entre elles, on aura un minimum d'énergie à peu près

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

constant, et, en tout cas, une réduction de puissance moindre que celle des chutes d'eau en période de sécheresse ou de gelée.

Il convient d'indiquer d'ailleurs que le bulletin météorologique, qui n'envisage pas l'état de la mer au même point de vue que nous, note comme mer belle, la mer calme ou d'agitation moyenne qui ne gêne pas les petites barques comme nous l'avons dit plus haut.

Utilisation des vagues à l'aide de volets. — Tous les essais d'utilisation se sont heurtés à ces deux difficultés types : énergie récupérée insignifiante par temps calme ou moyen ; destruction des appareils par mer violente.

Les systèmes d'utilisation proposés se réduisent à 4 groupes, qui reproduisent ces défauts. Ou bien l'on a employé des volets battus par la vague, et actionnant, par leur mouvement de va-et-vient, un mécanisme quelconque. On utilise, pour obtenir la rotation de l'arbre de transmission, une roue à rochets, d'un rendement très défectueux. Le nombre de tours est d'autre part extrêmement faible, et des démultiplications nombreuses sont indispensables. Par temps calme ou moyen, la force utile est par conséquent très minime, sinon nulle. Par tempête, le volet est exposé à la mer dans des conditions très mauvaises. La Station d'Ocean-Grove, près New York, fut ainsi détruite. Des expériences faites au Japon montrent que l'énergie récupérée est faible et hors de proportion avec les frais de construction des appareils : 56 kgm seulement pour des chutes d'un volet pesant 525 kg, balancé par des vagues, exceptionnelles d'ailleurs, de 1,20 m de hauteur, avec des périodes de 9 secondes.

Utilisation à l'aide de flotteurs. — Les flotteurs de Le Dantec, de Wattson ou de Beretti, et tous les autres flotteurs conçus ou essayés depuis, ont pour objectif de transformer le mouvement latéral de la vague en poussée verticale. Ils travaillent soit à la montée, et la puissance récupérée est fonction de leur surface, soit à la chute, et elle est fonction de leur poids.

Les uns et les autres subissent le choc latéral des vagues et, tôt ou tard, ce coup de bélier constant les arrache de leurs organes de fixation. S'ils offrent une grande surface, ils profitent davantage de la puissance de propulsion des vagues, mais, par mauvaise mer, ils opposent aux vagues un plus grand champ de choc, qui les condamne à un anéantissement très rapide. S'ils opposent une surface réduite, qui leur permet de résister plus longtemps au pouvoir destructeur de la mer, ils ne récupèrent qu'une énergie réduite, et, dans le cas de flotteurs travaillant à la chute, ne déplacent qu'un poids d'eau très minime. C'est un dilemme d'où le système à flotteurs ne peut sortir : ou grande surface et rupture rapide ; ou faible sur-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

face et poids très limité. Les essais récents que nous connaissons, Potentia et Guyotville, confirment cette première loi. D'ailleurs, si l'on a des flotteurs de grande surface portante, ils seront à cheval sur le dos et sur la déclivité de la vague et monteront moins que s'ils n'ont que la largeur de la crête, laquelle n'a guère plus de 50 à 75 cm. Le flotteur, pour faire une ascension égale à celle de la vague, ne doit pas avoir une largeur plus grande que celle de cette crête. Cela réduit beaucoup le cube de déplacement possible d'un flotteur et par conséquent sa surface, s'il travaille à la montée, ou son poids, s'il travaille à la chute.

D'autre part, dans le premier cas, si la mer est moyenne et s'il doit entraîner un mécanisme quelconque, il n'obéira pas à une poussée trop faible et son travail utile sera nul. Dans le deuxième cas, il ne fera fonctionner ce mécanisme que jusqu'au moment où son poids dans un état donné d'immersion sera insuffisant pour l'entraîner. L'arrêt se produira forcément au-dessous de la ligne normale de flottaison, qui ne sera pas atteinte. Nous avons vu ainsi un flotteur, impuissant à entraîner un mécanisme donné, rester suspendu après le passage de la vague.

Nous avons étudié longtemps une station marémotrice où l'on essayait des flotteurs travaillant à la chute, disposés dans un chenal relié à la mer par une galerie creusée dans le rocher. Le chenal et les appareils qu'il contenait paraissaient donc abrités des tempêtes par un écran percé seulement d'une ouverture dont la section ne permettait que le passage d'une quantité d'eau déterminée.

Ici, aux inconvénients signalés du choc latéral, qui emporta finalement les flotteurs, malgré la solidité des attaches de certains, du faible cube utilisable et partant, de la faible puissance récupérée, s'ajoutait une série d'autres inconvénients : les variations de niveau de la mer étaient de 75 cm entre la mer basse et la mer haute (variation entre le niveau d'été et le niveau d'hiver sur la côte d'Algérie). Par mer haute, les vagues moyennes étaient guillotinées par la voûte de la galerie; on avait donc réduction de puissance; par mer basse, cette voûte était trop haute pour s'opposer à l'entrée des hautes vagues de tempête, dont le choc arracha les flotteurs et les brisa. Par mer haute, et par gros temps, les vagues s'accumulent dans le chenal; celles d'arrivée se pressent vers l'entrée, faisant tampon à celles de sortie, qui, moins fortes, ne sortent plus. Il y a embouteillage dans le chenal, qui se transforme en un lac désordonné. Le flotteur ne descend plus que très lentement. D'après un graphique, une chute de flotteur de 90 cm a duré 7 secondes; une chute de 1,20 m a duré 11 secondes. Un canal de fuite pourrait remédier à ce défaut, mais entraînerait d'autres inconvénients.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On pourrait encore signaler d'autres défauts de ce système : étouffement des vagues, consécutif aux interférences sous la voûte; action des vagues forcées, dont la déclivité arrière ne laisse descendre le flotteur que par gradins successifs, au lieu de la chute franche qui serait nécessaire pour obtenir un bon rendement; mécanisme composé obligatoirement de roues à rochet et de trains d'engrenages d'un rendement défectueux; nombre de tours à l'arbre extrêmement faible, nécessitant des démultiplications nombreuses pour arriver à une vitesse de rotation industrielle, etc.

Emploi de l'air comprimé. — Devant ces difficultés, certains ont songé à utiliser l'air comprimé par la poussée des vagues.

Le dispositif essentiel de ce système consiste en une vaste cloche communiquant à la mer. La vague effectuant dans la cloche une compression d'air, celui-ci est conduit, par un tube, aux aubes d'une turbine. Celle-ci tourne en sens inverse quand la vague, se retirant, aspire l'air extérieur dans la cloche où le vide tendait à se faire.

Dans la pratique, ce système est compliqué par la nécessité d'une construction extrêmement solide, susceptible de résister aux coups de bélier de l'air, violemment comprimé par les vagues d'une tempête; par contre, par temps moyen, l'extrême compressibilité de l'air sous les faibles pressions rend à peu près nulle la récupération d'énergie.

Utilisation d'un plan incliné. — La vague gravit aisément les plans inclinés et y monte plus haut que le niveau de la mer. Un inventeur en a déduit que l'on pourrait aisément remplir un bassin, alimenté par un plan incliné de ce genre, et qui, se déversant à la mer par un canal dérivé, actionnerait des turbines. Il appuie ce raisonnement du fait que, à Nice, les vagues se succèdent avec une vitesse de 7,50 m : s et ont une hauteur de 2 m. Ces données, la dernière surtout, semblent purement visuelles. On peut admettre comme certain que, par mer moyenne, à Nice comme ailleurs, les vagues n'ont pas une hauteur supérieure à 0,40 — 0,50 cm.

Par temps moyen, les vagues n'ont pas la force nécessaire pour gravir un plan incliné à bien forte pente. Il faut que la turbine, située au fond du bassin collecteur, soit au-dessus du niveau de la mer, et que le canal de déversement lui-même soit également au-dessus du niveau de la mer. On n'aura donc qu'une très faible hauteur du bassin et une petite épaisseur d'eau pour actionner la turbine.

Mais le niveau de la mer n'est pas fixe : une marée, si faible soit-elle, existe dans n'importe quelle mer. Sur la côte algérienne, il y a déplacement de niveau bisannuel. En été, la mer est haute et pleine; en février, elle est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

au contraire très basse. La différence entre ces deux niveaux est de 0,75 m. C'est plus qu'il n'en faut pour que, par mer basse, le plan incliné ne puisse être franchi par mer moyenne, à moins que l'installation ne tienne compte de ce niveau. Dans ce cas, par mer haute, toute l'installation, plan incliné, bassin, turbine, canal de dérivation, sera submergée.

Par mer forte, le canal de dérivation serait envahi par les eaux, dont la poussée refoulerait vers les turbines le flot de retour.

Par temps moyen, la quantité d'eau qui gravit le plan incliné d'un rocher est infime, malgré l'aspect visuel, et il faudrait une multitude de vagues pour remplir le bassin et actionner les turbines quelques instants.

Ces défauts divers rendent ce système inutilisable.

L'amplification des vagues et la suppression du choc latéral. — On peut résumer les observations qui précèdent en disant que les systèmes à plan incliné ou à air comprimé ont besoin, pour fonctionner, d'une mer très forte. Ils sont donc inutilisables par temps calme ou moyen, c'est-à-dire pendant les 9/10 de l'année, et doivent être éliminés.

Restent les systèmes à flotteurs ou à volets; ceux-ci ont les mêmes défauts essentiels : ils ne résistent pas au pouvoir destructeur de la mer, parce qu'ils subissent un choc latéral qui tend à leur arrachement, et, par temps calme ou moyen, la force récupérée est insuffisante.

Nous avons donc été amenés à rechercher la suppression de ces deux défauts. Si nous rappelons quelques-unes des données précédentes, nous constatons que le total de hauteur des vagues dans une minute est, par mer moyenne, d'environ 4 m. Nous savons qu'un flotteur soulevé par cette succession de vagues ne provoque qu'une rotation très lente d'un arbre de transmission. Quant au travail théorique produit par la chute d'un flotteur du poids d'une tonne par exemple, il sera de 0,890 ch, tendant vers zéro, à mesure que le flotteur s'approche de sa ligne de flottaison. Le nombre et le poids des flotteurs devant être limités, les rendements des roues à rochets, des engrenages et des démultiplications propres à augmenter la vitesse, diminueront très sensiblement cette puissance initiale, déjà faible en soi, dont le prix de premier établissement sera extrêmement élevé, surtout si l'on adopte l'emploi d'organes de protection, tels que chenal, galerie, bouclier en maçonnerie, etc.

On se demande si la poussée initiale de la vague ne pourrait pas être augmentée par la forme conique du chenal. En fait, l'amplification ainsi provoquée ne se traduit que par une élévation accentuée du flotteur, cette amplification se produisant dans toute la masse et non dans la vague seule.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'unique effet de l'amplification sera de donner à la masse une hauteur telle que la vague sera guillotinée par la voûte de la galerie.

Nous avions remarqué une poussée ascensionnelle importante dans les fentes des rochers, et nous pensions que si l'on pouvait placer un flotteur dans une de ces fentes, il subirait une poussée verticale unique, sans choc latéral, avec une amplification très vive du mouvement. Nous fûmes conduits à envisager un appareil composé d'un entonnoir sous-marin, largement ouvert à la mer et se rétrécissant, pour finir par une cheminée verticale

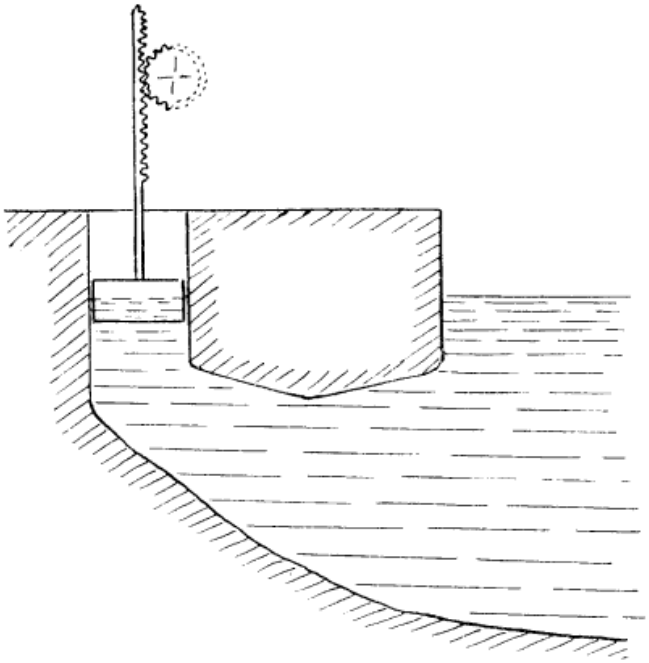


Fig. 3.

faisant l'office d'un cylindre, où un flotteur-piston subit les flux et les reflux fortement amplifiés du niveau extérieur.

Des expériences faites par mer calme avec des appareils de 40 cm d'ouverture au conduit, et de 15 cm à la cheminée ont donné des oscillations de 30 à 35 cm, alors qu'en mer libre, sur une côte très abritée, il n'y avait que 10 cm (fig. 3).

La poussée latérale est ici supprimée; en cas de mer violente, les pistons sont soulevés jusqu'à ce que la mer, ou bien ait perdu son élan, ou bien ait trouvé une voie d'écoulement. En l'espèce, les cheminées, munies à une certaine hauteur de fenêtres, permettent l'évacuation de la masse liquide, et les pistons retombent, prêts à une nouvelle action. L'amplification, qui est celle, non plus d'une crête de vague par rapport à son creux (nous avons vu que ce n'est pas possible), mais de toute la masse comprimée dans un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

couloir, est proportionnelle à la différence de section entre l'entonnoir et la cheminée.

Les frottements contre les parois régularisent et maîtrisent le jet, et le piston obéit sans choc à la poussée du liquide, quelle que soit la force de celui-ci.

Le mouvement utilisé n'est plus la vague, qui est horizontale, mais un phénomène de *pulsation* qui se produit entre les fissures des rochers, que les pêcheurs connaissent bien et qu'on n'avait jamais utilisé jusqu'ici.

Cependant, ce système présente encore des défauts.

Il est évident que l'on ne peut faire commander par le piston-flotteur une bielle, les oscillations du flotteur n'étant en rien comparables à la course exactement calculée d'un piston de moteur thermique par exemple. On était obligé de s'en tenir à la roue à rochets; admettons, suivant le schéma de la figure 3, une crémaillère actionnée par le flotteur. La course de celui-ci sera, d'après les données déjà prises pour base, de 4 m : min. en montée ou en descente.

Ici, nous pourrons utiliser à la fois la montée (force vive) et la chute (le reflux de l'eau entraine le piston par aspiration, en même temps qu'il tombe par simple gravité). On aura donc une course totale de 8 m : min. L'amplification, d'après les expériences faites, étant dans le rapport minimum de 1 à 3, nous aurons en définitive 24 m par mer moyenne, soit 6 fois plus d'oscillations que le flotteur de la station ordinaire, toutes autres choses restant égales.

Cependant, cet appareil conservait des organes défectueux, tels que les roues à rochets et les transmissions intermédiaires. Nous avons supprimé le coude qui joignait le conduit horizontal à la cheminée verticale, et, par suite, la perte de charge due à ce coude et à l'élévation verticale de la masse d'eau de bas en haut; nous avons finalement donné à l'ensemble du système la forme d'une tuyère conique et adopté comme organe moteur une turbine du type Pelton, directement entraînée par le jet à la sortie de la tuyère. Celle-ci est largement ouverte sur la mer; la vague s'y engouffre et les filets liquides canalisés, resserrés progressivement par les parois coniques, augmentent graduellement de vitesse.

Les essais faits avec des tuyères en tôle, accouplées et de dimensions différentes, la plus longue étant de 7 m, confirmèrent nos prévisions. La vitesse fortement accrue de la veine liquide augmente une puissance qui, utilisée telle qu'elle se trouve à l'origine, serait très insuffisante pour renverser par exemple un baigneur; cette puissance est, par le dispositif de la tuyère, augmentée au point que les aubes des roues furent tordues en quelques instants et que les tuyères elles-mêmes éclatèrent sous la pression.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant à la vitesse des roues, elle était approximativement d'une dizaine de tours par seconde. L'état de la mer était moyen, et les vagues étaient insuffisantes pour gêner les hommes qui s'étaient mis à l'eau pour maintenir l'appareil.

La figure 4 est une coupe verticale représentant la disposition d'un conduit en entonnoir combiné avec une turbine.

Un conduit en entonnoir B est largement ouvert sur la mer A : la vague s'y engouffre et son extrémité, de section très réduite et formant tuyère (D),

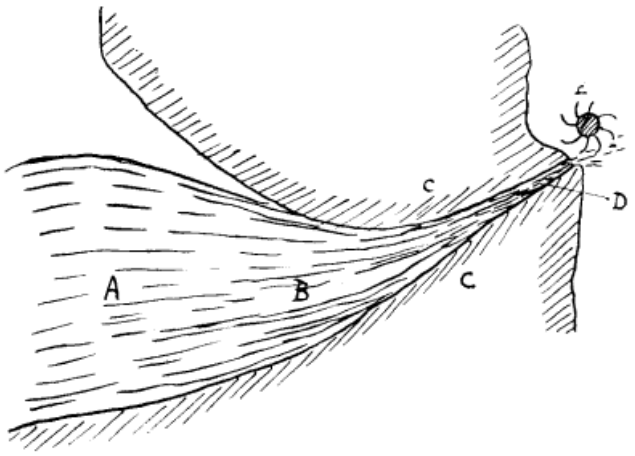


Fig. 4.

canalise et dirige le jet sur la turbine E. Le massif de rochers ou maçonneries est désigné par la lettre C.

Par ce dispositif sont évités les défauts communs à tous les systèmes envisagés jusqu'à ce jour : non résistance à la destruction, par le choc direct des vagues (la vague est ici canalisée et sa force brisante est rompue); marche nulle par temps calme (ici, amplification du conduit en entonnoir); marche très lente des récupérateurs d'énergie, nécessitant des intermédiaires mécaniques nombreux pour atteindre un mouvement de rotation convenable (ici, turbine actionnée directement par les jets de la tuyère). Bien entendu, le mouvement obtenu est intermittent. On ne peut obtenir un mouvement continu que par la jonction de plusieurs appareils, échelonnés de telle sorte que la longueur entière d'une vague soit comprise entre le premier et le dernier élément.

Le meilleur dispositif de jonction d'un certain nombre d'éléments est une crique largement ouverte, ayant la forme d'un V, ramassant la vague, et sur les bords de laquelle sont amorcées les embouchures des conduits. La figure 5 montre une disposition schématique des éléments d'une crique de 40 m de flèche. C'est la longueur moyenne d'une vague sur les côtes algé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

riennes. Ainsi, la première vague est encore en action quand la seconde arrive à l'entrée de la crique.

D'autre part, cette disposition présente encore l'avantage d'augmenter les ondes par les interférences des vagues réfléchies. C'est une application réduite du phénomène du golfe de Gascogne, que nous avons cité au commencement de cette étude, et dont une reproduction en miniature, à proximité d'Alger, produisait 13 à 14 vagues, tandis que le régime normal était ailleurs de 9 à 10 vagues seulement.

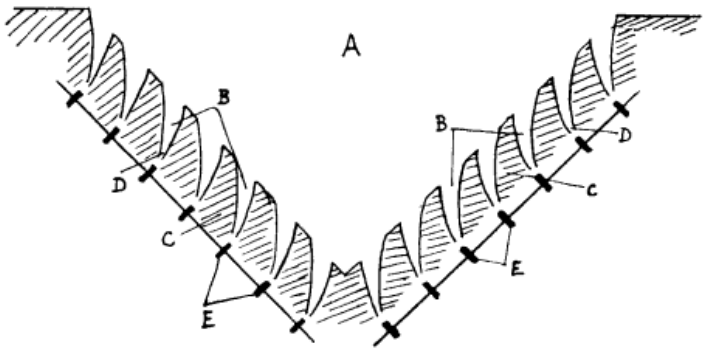


Fig. 5.

Calcul de la puissance. — La mise hors d'usage des turbines en tôle expérimentées par mer moyenne montre que la vague, faible en soi, acquiert dans l'entonnoir une vitesse et une puissance de propulsion qui se transforment à la sortie en jet violent. Celui-ci est instantané. Sa durée totale n'est pas supérieure à une seconde; sa durée active est plus faible encore. Il faudrait, comme nous l'avons vu, une série d'éléments échelonnés, pour obtenir une rotation continue et pouvoir mesurer la force au frein. Nous avons essayé de calculer cette puissance en partant de données empiriques et en admettant des coefficients de rendement pour les frottements, les remous, que l'expérience seule pourra contrôler.

Voulant nous en tenir au rendement minimum d'une mer moyenne, (c'est la seule base sérieuse de tout calcul dans cet ordre d'idées), nous avons admis, d'après les diagrammes de vagues tels que ceux des figures 1 et 2, les moyennes minima suivantes : hauteur des vagues, 0,41 m; fréquence, 10 : min.; vitesse, 7 m : s (2).

(2) Nous ne pouvons donner ici que des calculs résumés.

Pour un liquide parfait, en état de mouvement permanent, si l'on désigne par V_0 et V_1 les vitesses des molécules dans les sections ω_0 et ω_1, d'un filet ou veine liquide, on a l'équation de continuité $\omega_0 V_0 = \omega_1 V_1 = \omega V$.

Avec une tuyère de section d'entrée S et de section de sortie s, on peut admettre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le prix de revient d'une installation de ce genre, évidemment variable suivant l'emplacement choisi, est d'autant moins élevé que les constructions

pratiquement entre les vitesses d'entrée v et de sortie V d'un liquide circulant régulièrement, la relation généralisée :

$$sV = Sv \qquad \text{(fig. 6)}.$$

Cette relation, qui suppose le mouvement permanent et le liquide parfait, n'est pas applicable ici car les vagues arrivent par à-coups, à des vitesses et à des intervalles de temps variables, avec des pertes par chocs et par frottements. Toutefois, en se basant sur

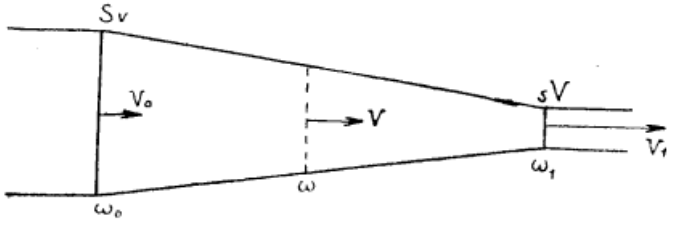


Fig. 6.

les essais effectués, on peut admettre qu'elle est acceptable approximativement, à un coefficient d'utilisation mécanique près, que nous admettrons égal à 0,3. Nous aurons donc, au moment de l'action de la vague, un jet de vitesse :

$$V = v \times 0{,}3\frac{S}{s}, \qquad \text{d'où nous tirerons :} \qquad \frac{S}{s} = \frac{V}{0{,}3v}.$$

Pour déterminer la vitesse V des jets à la sortie des tuyères, restant dans l'ordre de grandeur des vitesses d'écoulement obtenues jusqu'à ce jour avec les plus hautes chutes utilisées, soit 1 000 m environ, on a :

$$V = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 1\,000} \cong 140 \text{ m : s.}$$

Pour nous, et avec le minimum de mer moyenne, nous admettrons la vitesse V de 100 m : s seulement, d'où la vitesse périphérique de la roue sera :

$$u = 0{,}45\sqrt{2gh} = 0{,}45V = 45 \text{ m : s.}$$

On a d'autre part :

Diamètre du jet	60 mm
Largeur des augets	450 —
Longueur des augets	200 —
Profondeur des augets	60 à 90 —

Avec un angle de 15° pour 2 augets consécutifs, 24 augets sur le pourtour de la roue. Diamètre de la roue, avec 5 mm entre les semelles et 125 mm de largeur des pattes de fixation, 1 m;

Diamètre extérieur, 1,40 m;

Vitesse de rotation par minute, avec V = 45 m : s, $\frac{60 \times 45}{\pi \times 1{,}40} = 600$ tours.

Vitesse d'emballement de la roue, 100 m : s.

Nombre de tours correspondants, 1 360 par minute.

Des calculs qu'il serait trop long de reproduire ici, nous donnent :

Hauteur des entonnoirs	1,10 m
Largeur —	0,70 m

Nous avons admis que les tuyères pourraient être groupées par trois pour agir sur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se font hors de l'eau, les tuyères en maçonnerie étant construites dans les alvéoles pratiquées séparément dans le rocher, à l'abri d'un batardeau de rochers que l'on conserve en avant jusqu'à la fin de la construction. Le devis d'une installation d'études, telle que la reproduit la figure 7 (emplacement très commun sur les côtes algériennes) est inférieur à 50.000 f

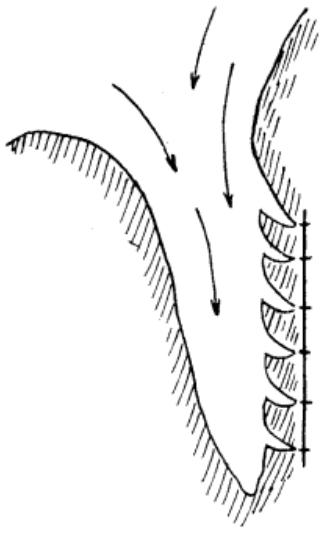


Fig. 7. — Plan d'une station.

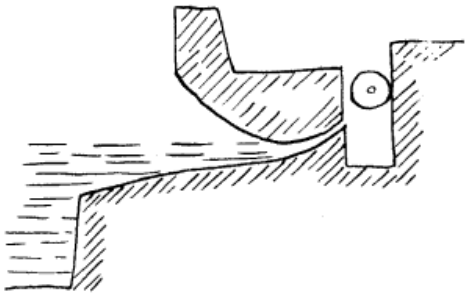


Fig. 8. — Coupe d'un conduit.

pour une station à 6 groupes de 3 tuyères, pour une puissance calculée de $22 \times 6 \times 0{,}7 = 92$ ch. (Voir la note 2).

Nous pensons toutefois qu'avant de construire une station qu'il est difficile de modifier après coup, à cause des nombreux aléas des travaux à la

une même roue Pelton par trois jets indépendants superposés, les sections d'entrée restant naturellement juxtaposées.

Profondeur de la crique aménagée	50 m
Longueur des côtés	70 m
Nombre des tuyères	150
Nombre des roues	50

La puissance disponible sur l'arbre de transmission avec l'appareil ainsi défini, sera, avec

P = débit moyen en poids de l'eau motrice par seconde;
W = vitesse relative de l'eau à sa sortie de l'auget;

$\lambda = \frac{W_1}{W_0} = 0{,}80$;

g (accélération due à la pesanteur) = 9,81 m : s²;
V = vitesse du jet en mètres par seconde;
r = rayon extérieur de la roue;
U (vitesse périphérique) = 0,45V;
Tm = travail moteur de chaque tuyère;
ω = vitesse angulaire :

$$M = \frac{P}{g} r(1+\lambda)(1-0{,}45)V = 0{,}55\frac{Pr}{g}(1+\lambda)V.$$

Tm = Mωt, t étant de 0,5 seconde environ à chaque vague. Le travail moteur se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mer, il est utile que nous continuions nos études expérimentales de mise au point, un établissement marin devant être ensuite, dans toute la mesure du possible, définitif.

*
* *

Tel est le dispositif avec lequel nous pensons que sont résolues les grandes difficultés d'utilisation des vagues : quantité d'énergie produite intéressante, par minimum de mer moyenne, aussi bien que par gros temps. Sécurité de l'installation par tempête, la station n'opposant aux fureurs de celle-ci que des maçonneries intercalées au rocher et faisant bloc. Des spécialistes éminents, comme le Dr Richard, le savant directeur du Musée océanographique de Monaco, séduits par la nouveauté de notre système, veulent bien nous encourager et nous aider de leurs conseils, estimant « extrêmement désirable que nous continuions nos expériences sur une échelle suffisante pour une démonstration définitive ».

Pour nous, nous serions largement payés de nos peines et de nos travaux, si dans un avenir prochain, nous pouvions doter le littoral de notre pays d'une énergie gratuite et toujours renouvelée, à une époque où la question du combustible se pose de plus en plus.

F. Pinard et R. Sala.
23, *rue de Lorraine, Alger.*

reproduit toutes les 6 secondes, d'où, Hm étant l'expression de la puissance moyenne par tuyère,

$$Hm = \frac{Tm}{6} = \frac{0{,}5\,M\omega}{6} = \frac{M\omega}{12} = \frac{P}{g} r \times \frac{0{,}55}{12}(1+\lambda)V.$$

En remplaçant les lettres par leurs valeurs, on a :

$$Hm = 889 \text{ kgm : s.}$$

au rendement près.

En admettant un coefficient de rendement de 0,6 pour chaque roue à 3 tuyères à cause de l'irrégularité des jets, on a :

$$Hr = \frac{889 \times 3 \times 0{,}6}{75} = 22 \text{ ch,}$$

et la puissance totale disponible, avec l'installation de 30 groupes dans la crique aménagée, en admettant un rendement d'utilisation de 0,7, serait de :

$$22 \times 30 \times 0{,}7 = 770 \text{ ch.}$$

(A. Hatinguais, ingénieur à Alger.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOUVEAU RÉCHAUFFEUR D'EAU D'ALIMENTATION POUR LOCOMOTIVES, DE L'AUXILIAIRE DES CHEMINS DE FER ET DE L'INDUSTRIE

Le *Bulletin* de la Société d'Encouragement, dans son numéro d'avril 1923 (p. 299), a publié une note sur les réchauffeurs d'eau d'alimentation pour locomotives, où se trouve décrit un appareil construit par l'*Auxiliaire des Chemins de Fer et de l'Industrie*. Depuis cette publication, l'appareil a été modifié comme l'indique la présente note.

La condensation par mélange a été substituée à la condensation par surface. Le condenseur, formé de deux chambres cylindriques jumelées, est placé sur la chaudière, et fournit l'eau chaude en charge à la pompe d'alimentation, montée horizontalement sur le tablier de la locomotive. Cette pompe est double, et refoule en outre l'eau froide dans le condenseur.

La figure 1 (planche I) représente schématiquement les diverses parties de l'installation. Les organes principaux sont :

Dans la colonne d'échappement, un volet fixe de prise de vapeur;

Un régulateur du débit de vapeur;

Le condenseur, dont la première chambre reçoit la vapeur d'échappement et l'eau froide, et la seconde fournit l'eau chaude à la pompe alimentaire. Ces deux chambres ne sont pas placées l'une derrière l'autre, comme l'indique la figure 1, mais juxtaposées, comme sur la figure 2. Le tuyau de communication inférieur des deux chambres est disposé comme sur cette figure 2;

Une pompe double (fig. 3 à 6, planche II), comprenant un cylindre à vapeur moteur, une pompe à eau froide, une pompe alimentaire à eau chaude.

A l'entrée dans le condenseur, la vapeur traverse un grillage formé de bandes verticales de tôle pliées en V, qui constituent un séparateur d'huile. La pression qui s'établit dans la première chambre, pression qui dépend de l'ajustage du régulateur, est un peu plus élevée que dans la seconde; cette différence de pression correspond à une hauteur d'eau qui n'atteint

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

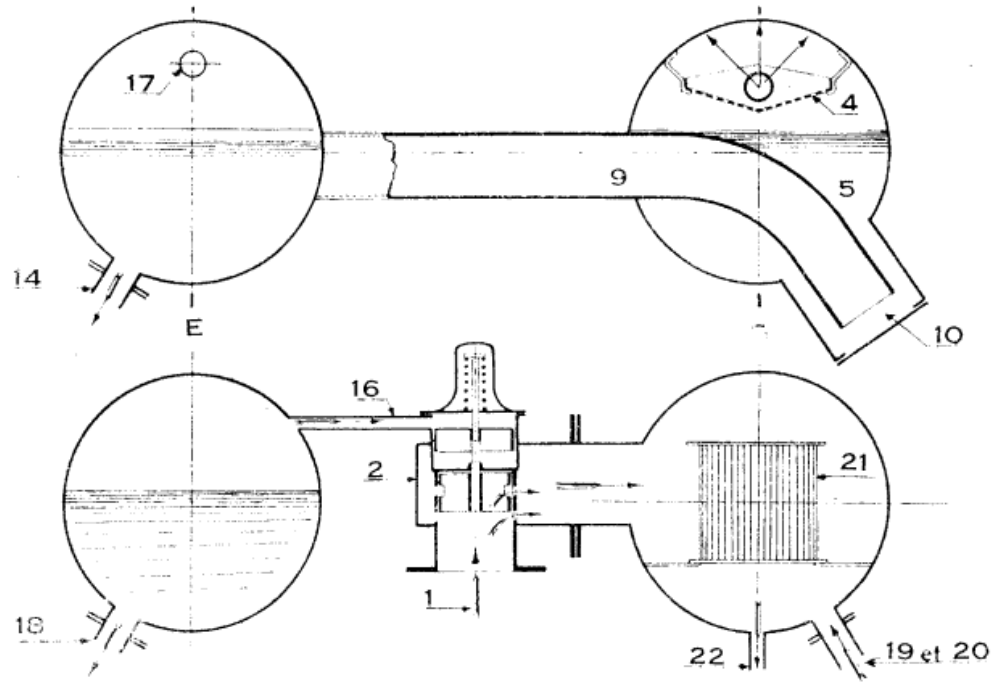


Fig. 2.

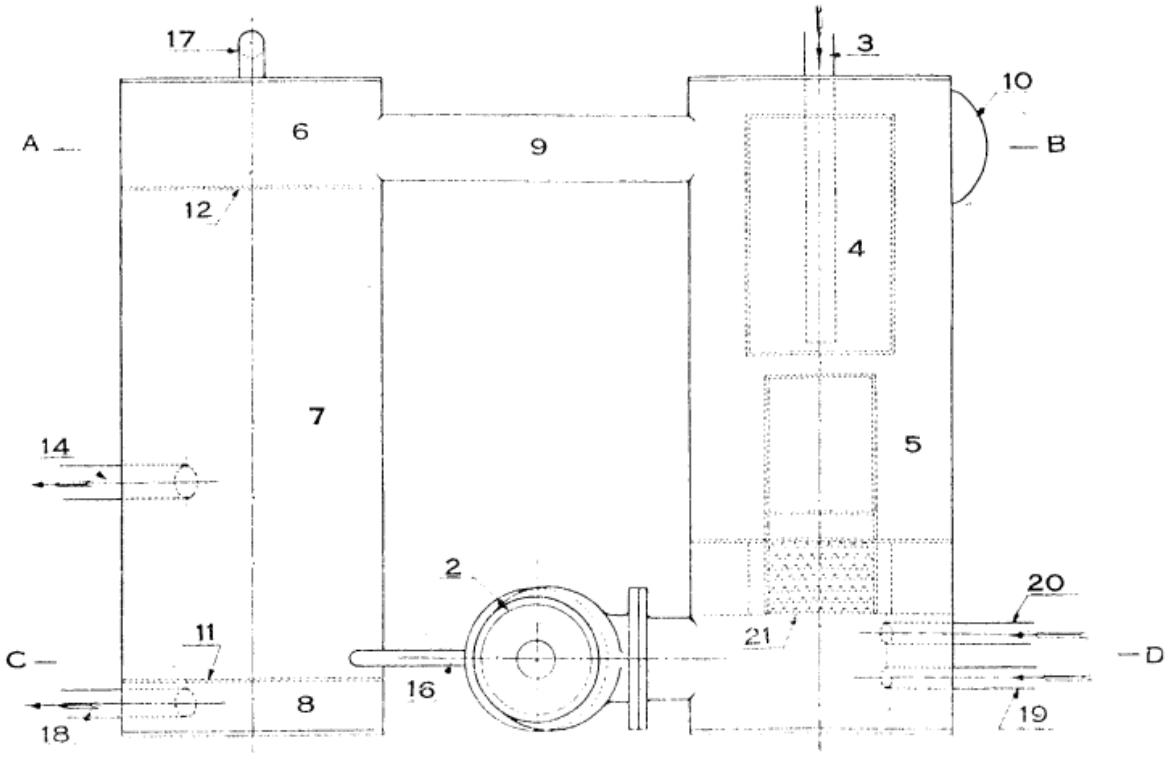


Fig. 2 *bis*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

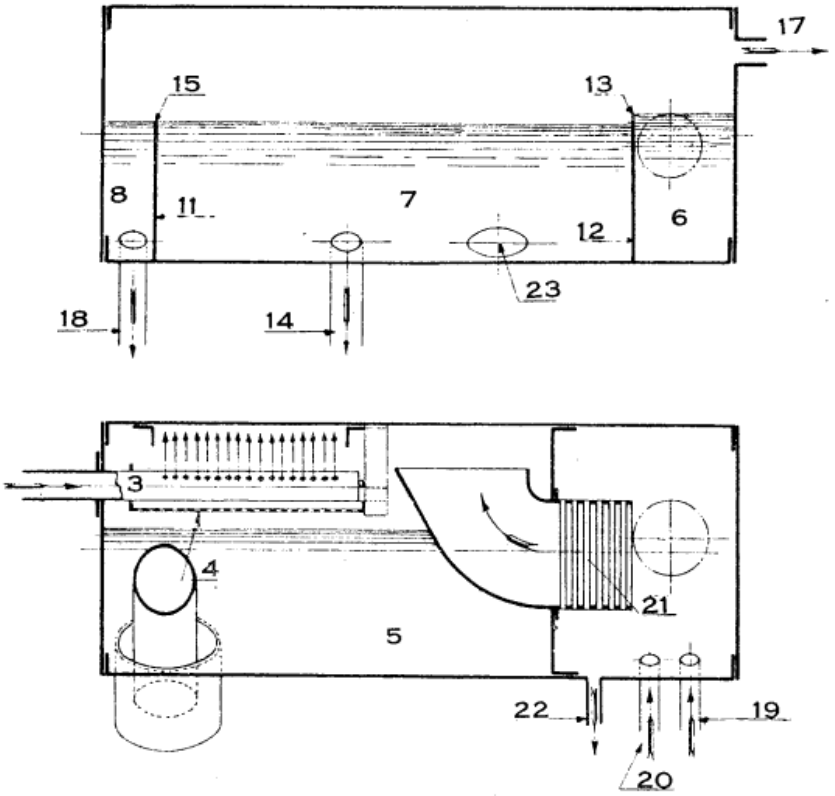


Fig. 2*bis*.

Fig. 2. — Schéma du condenseur par mélange; coupe transversale. Ce schéma montre le régulateur de pression placé entre les deux chambres. C'est une variante qui n'est généralement pas adoptée.

Fig. 2 *bis*. — Schéma du condenseur par mélange; coupes longitudinales.

Fig. 2 *ter*. — Schéma du condenseur par mélange; plan.

1, Arrivée de vapeur de réchauffage; 2, Régulateur de température; 3, Tuyau crépiné d'injection d'eau froide 4, Tôle perforée; 5, Chambre de mélange; 6, Chambre intermédiaire; 7, Chambre d'eau chaude; 8, Chambre de trop-plein; 9, Tuyau entre les chambres 5 et 6; 10, Joint hydraulique; 11, Cloison entre les chambres 7 et 8; 12, Cloison entre les chambres 6 et 7; 13, Arête déversoir de la chambre 6; 14, Prise d'eau chaude de la pompe; 15, Arête déversoir de la chambre 7; 16, Prise de pression du régulateur de température; 17, Tubulure à l'air libre; 18, Trop-plein retournant au vase d'aspiration; 19, Échappement de la pompe à air; 20, Échappement de la pompe à eau; 21, Déshuileur mécanique; 22, Purge du déshuileur; 23, Autoclaves de nettoyage.

(*Nota*. — Le niveau de l'eau dans la chambre de mélange 5 est en réalité inférieur au niveau qu'elle atteint dans la chambre intermédiaire 6.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pas 60 cm. La seconde chambre porte un évent pour le dégagement des gaz abandonnés par l'eau chaude.

Le régulateur est muni d'un piston, soumis aux actions antagonistes d'un ressort et de la pression qui règne dans la seconde chambre du condenseur, pression qui, malgré l'évent, peut dépasser légèrement la pression atmosphérique, sans atteindre 60 g : cm². Cette élévation de pression, déplaçant le piston du régulateur, réduit la section de passage de la vapeur, dont le débit se trouve automatiquement contrôlé. Le débit de vapeur est complètement arrêté lorsque la pression dans la seconde chambre dépasse 40 g : cm².

Le débit de la pompe à eau froide est supérieur à celui de la pompe alimentaire à eau chaude; l'excès d'eau envoyé dans le condenseur retourne de la seconde chambre à l'aspiration de la pompe à eau froide.

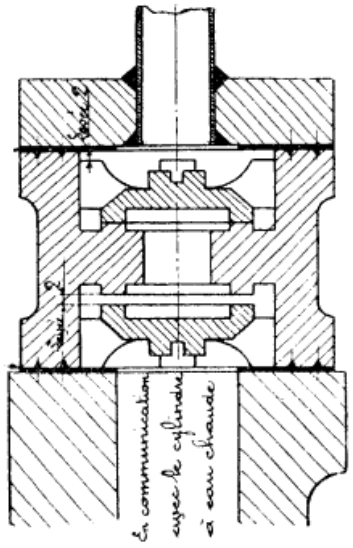


Fig. 7. — Soupapes des tuyaux de communication des deux pompes.

Le fonctionnement de la pompe à eau bouillante est assuré par l'arrivée de l'eau en charge, et par sa liaison avec la pompe à eau froide à l'aide de deux tuyaux, par lesquels se dégagent les vapeurs qui se forment dans la pompe à eau chaude (fig. 4); à l'origine de chacun de ces tuyaux sur la pompe à eau chaude est placé un jeu de deux soupapes (fig. 7). Pendant l'aspiration des deux pompes, la soupape inférieure est maintenue ouverte par son poids, tandis que la soupape supérieure se soulève, la pression étant alors plus élevée dans la pompe à eau chaude que dans la pompe à eau froide. La vapeur d'eau se dégage dans cette dernière, où elle se condense. Cette disposition assure à la pompe à eau chaude un rendement volumétrique satisfaisant.

Pour la simplicité de la manœuvre, une seule tringle commande tous les robinets purgeurs de la pompe; il en résulte qu'il n'est pas possible de purger le cylindre moteur à lui seul. Pour que cette opération ne soit pas nécessaire, un séparateur d'eau est monté sur le tuyau qui amène la vapeur à ce cylindre.

Les dimensions des pompes sont calculées pour qu'une vitesse de 20 coups doubles par minute n'ait pas besoin d'être dépassée; cette vitesse se règle par l'ouverture de la prise de vapeur du moteur. Les vapeurs d'échappement de ce moteur, et du compresseur d'air de la locomotive, sont dirigées dans le condenseur. L'eau d'alimentation se trouve ainsi partielle-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment réchauffée pendant la marche à régulateur fermé; les chambres du condenseur contiennent d'ailleurs une certaine réserve d'eau chaude.

Le constructeur de l'appareil indique que la dépense du moteur des pompes ne dépasse pas les 2 centièmes de la production de vapeur. Avec cette dépense, sur 90 calories fournies à un kilogramme d'eau chauffée de 10° à 100°, 10 environ seront apportées par la vapeur d'échappement de la pompe, dont 20 g se condensent, et abandonneraient $0{,}02 \times 537$ ou 10,74 calories si cette vapeur était sèche; 80 calories sont donc récupérées sur les échappements de la locomotive et de sa pompe à air. Si la chaudière fournit la vapeur à la pression de 16 kg : cm² et surchauffée à 330°, chaque kilogramme de vapeur, en partant d'eau à 10°, exige 735 calories : on récupère 80 calories sur 735, soit 11 p. 100. L'économie réelle peut être supérieure, par suite de la meilleure utilisation de la chaleur du foyer, conséquence d'une combustion moins intense.

D'autres avantages proviennent de l'emploi du réchauffeur. Le tartre se dépose en partie dans le condenseur, muni d'autoclaves et de fonds démontables, qui en permettent le nettoyage. La quantité de tartre qui pénètre dans la chaudière étant ainsi réduite, le parcours entre deux lavages peut être allongé. Il serait intéressant de déterminer, par des expériences, la proportion de tartre ainsi arrêtée dans le condenseur.

La seconde chambre du condenseur porte un évent pour le dégagement des gaz que l'eau chaude peut abandonner. Le dégagement de ces gaz est très utile, car l'oxygène dissous dans l'eau paraît être la cause principale de la corrosion des tôles. Toutefois une ébullition prolongée est nécessaire pour le dégagement complet des gaz en dissolution; là encore des expériences seraient utiles.

Ce réchauffeur fonctionne sur un assez grand nombre de locomotives des chemins de fer d'Alsace-Lorraine. Les figures 8 et 9 (planche III) représentent une de ces locomotives. Des applications d'essai ont été faites sur d'autres réseaux français, et aussi en Belgique et en Italie.

Comparé à l'appareil primitif, à condensation par surface, le nouveau réchauffeur de l'*Auxiliaire des Chemins de Fer et de l'Industrie* offre de sérieux avantages :

Il utilise mieux les chaleurs perdues, puisqu'il ne rejette pas l'eau chaude provenant de la condensation de la vapeur;

Il réduit d'une manière appréciable la dépense d'eau;

Il est plus léger et d'un prix moindre.

La seule objection qu'on puisse faire à son emploi, comme à tous les réchauffeurs par mélange, a trait à l'action nuisible que peut avoir l'introduction de matières grasses dans la chaudière. Toutefois la proportion de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces matières est faible, et l'usage de ce genre de réchauffeurs, qui existent en assez grand nombre depuis plusieurs années, ne paraît pas avoir eu d'inconvénients de ce fait.

Dans le cas cependant où l'on ne voudrait pas accepter la condensation par mélange, l'*Auxiliaire des Chemins de Fer* a combiné un appareil mixte, qui conserve l'ancien condenseur par surface, combiné avec la nouvelle pompe, préférable à l'ancienne. Cette combinaison (fig. 10 à 12, planche IV) comporte, sur la chaudière, un récipient qui reçoit l'eau chaude venant du réchauffeur et la fournit, en charge, à la pompe.

Au sujet des réchauffeurs d'eau d'alimentation, nous signalerons un article de M. A. PARMENTIER dans la *Revue générale des Chemins de fer*, février 1925, p. 114, sur *le réchauffage de l'eau d'alimentation des chaudières-locomotives* sur le réseau P.-L.-M. On y trouve les résultats donnés en service par divers types de ces appareils.

E. SAUVAGE,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PLANCHE I

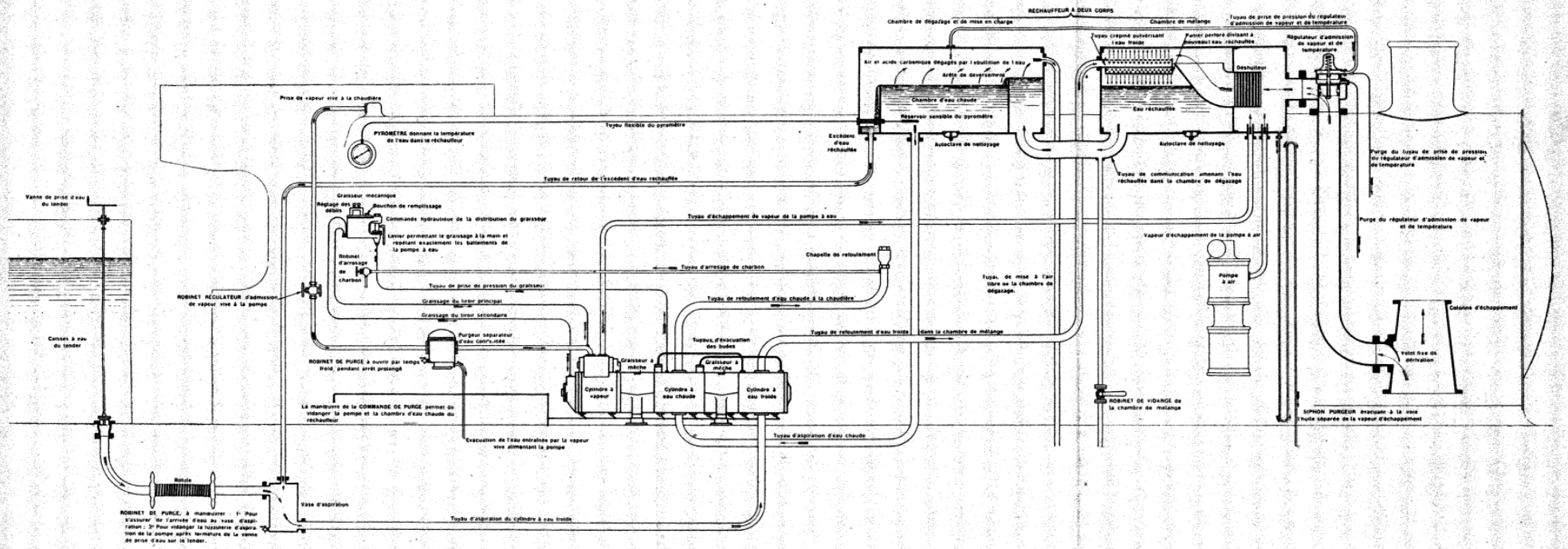


Fig. 1. — Dessin schématique du réchauffeur à condensation par mélange.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

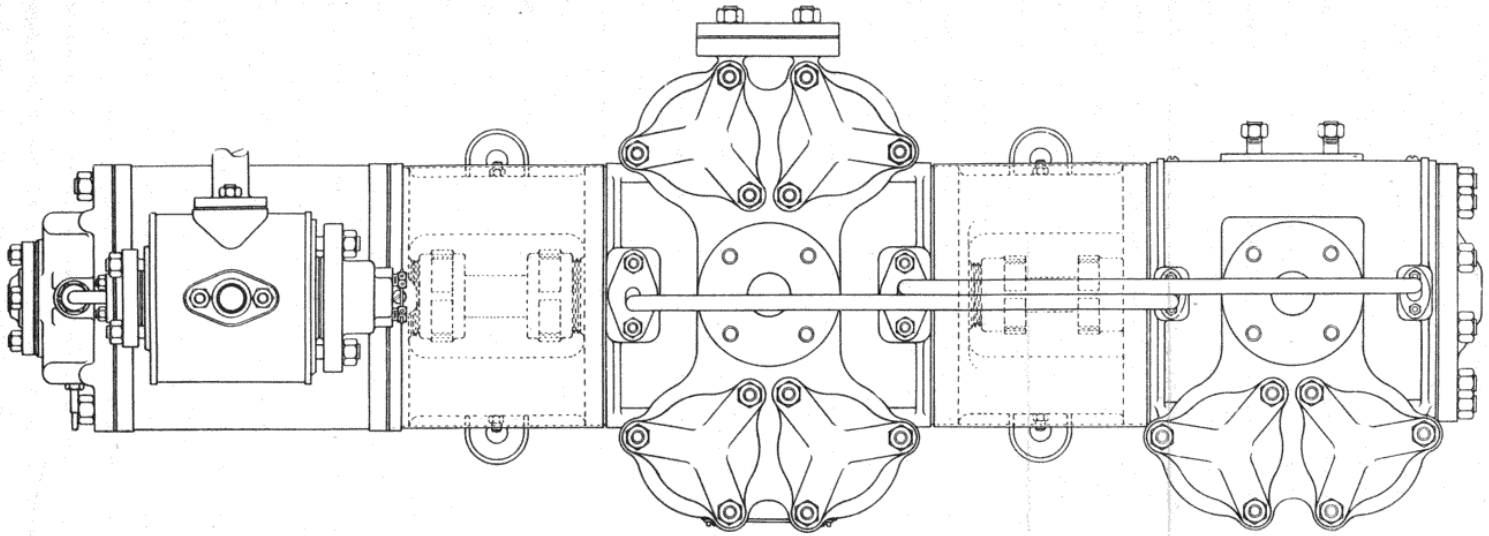


Fig. 3. — Pompe double, avec son moteur; vue en plan.

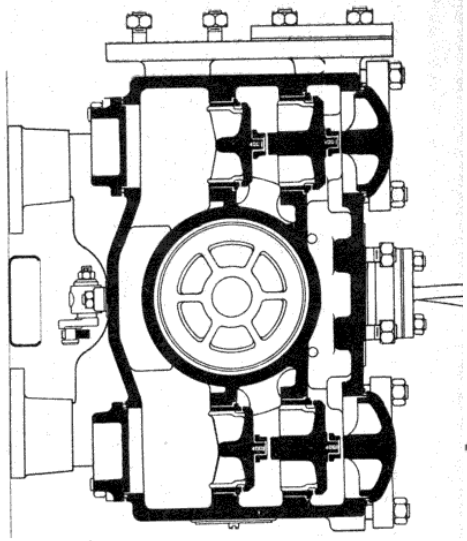


Fig. 6. — Pompe double; coupe transversale, par les soupapes d'aspiration et de refoulement.

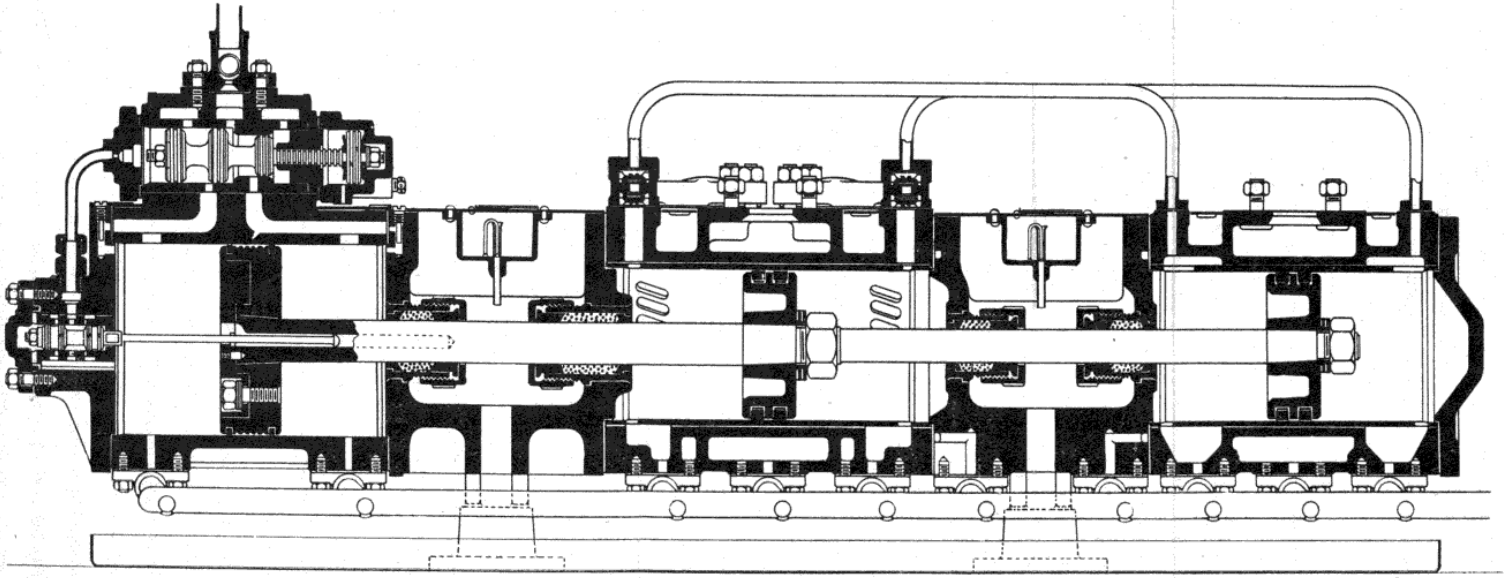


Fig. 4. — Pompe double; coupe longitudinale.

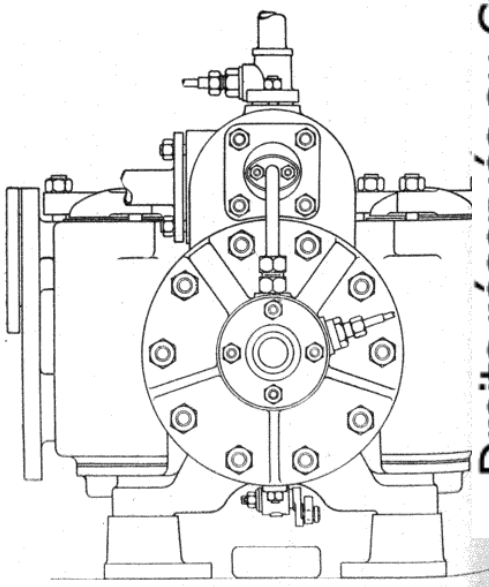


Fig. 5. — Pompe double; vue en bout.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PLANCHE III

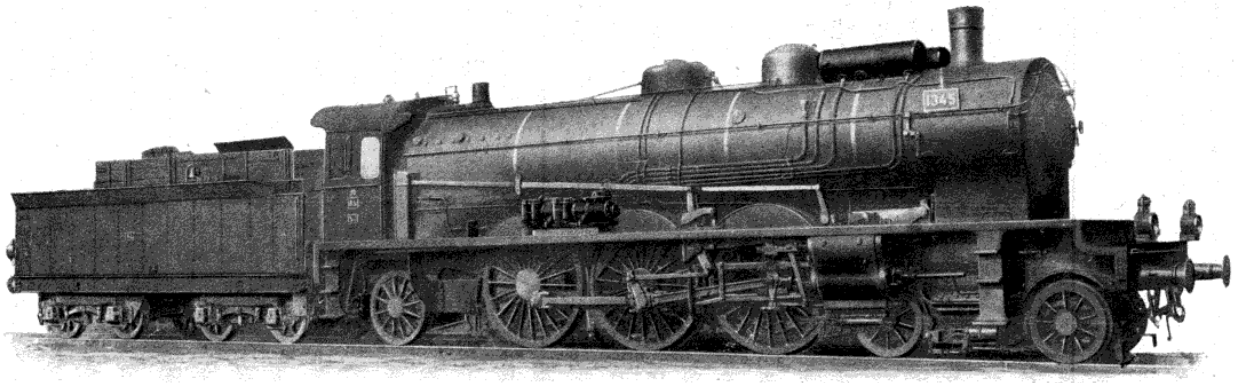


Fig. 8. — Locomotive *Pacific*, série S 14, des chemins de fer d'Alsace-Lorraine, munie du réchauffeur par mélange; côté droit.

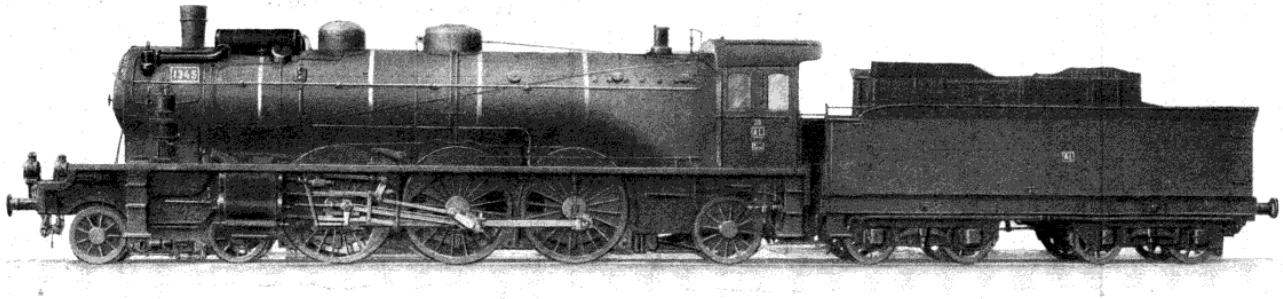


Fig. 9. — Locomotive *Pacific* des chemins de fer d'Alsace-Lorraine; côté gauche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PLANCHE IV

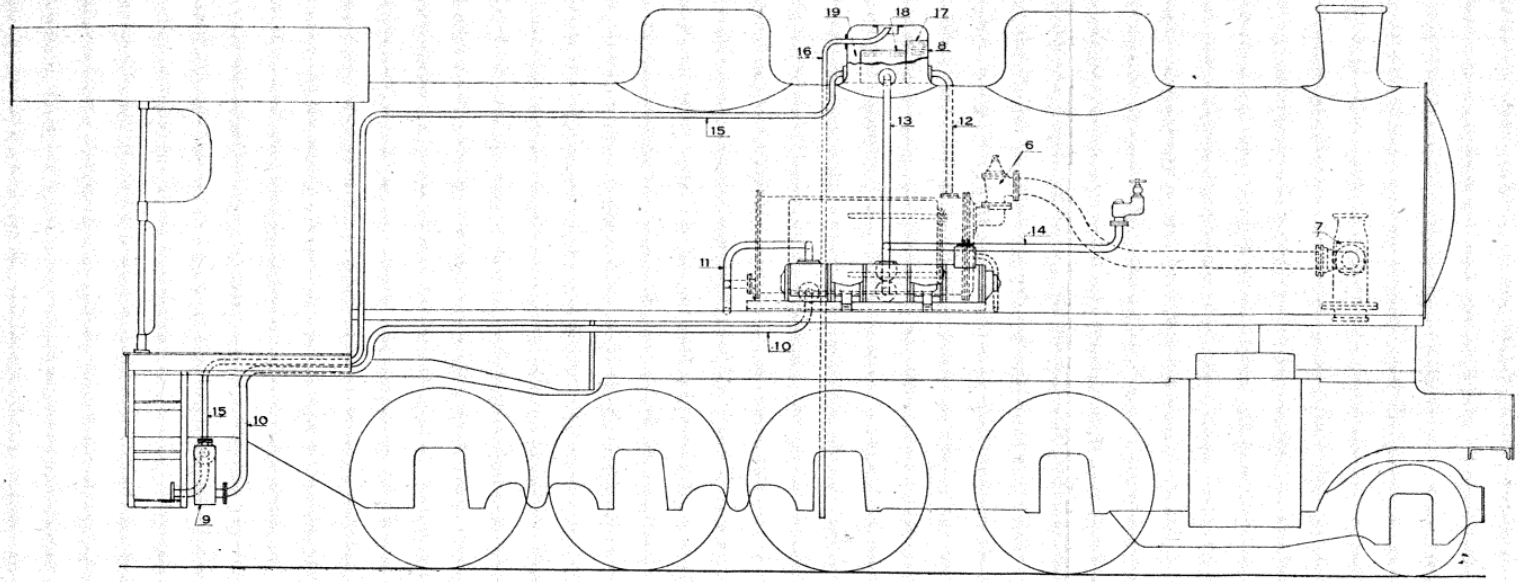


Fig. 10. — Réchauffeur par surface d'eau d'alimentation, avec pompe du nouveau modèle; élévation.

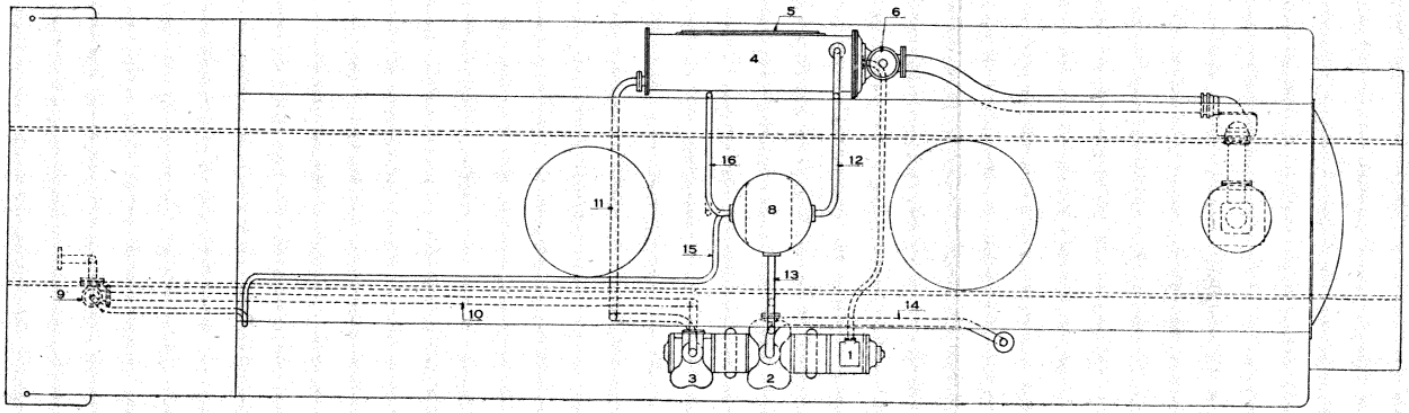


Fig. 11. — Réchauffeur par surface; plan.

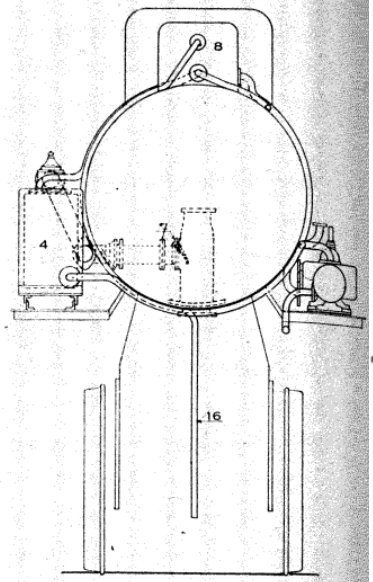


Fig. 12. — Réchauffeur par surface; élévation transversale.

LÉGENDES DES FIGURES 10 à 12.

1, Cylindre à vapeur; 2, Cylindre à eau chaude; 3, Cylindre à eau froide; 4, Réchauffeur tubulaire; 5, Porte de lavage du réchauffeur; 6, Régulateur de température; 7, Dispositif de captation de vapeur; 8, Vase de mise en charge; 9, Vase d'aspiration; 10, Conduite d'aspiration d'eau froide; 11, Tuyau d'eau froide de la pompe au réchauffeur; 12, Tuyau d'eau chaude du réchauffeur au vase de mise en charge; 13, Tuyau d'eau chaude du vase de mise en charge à la pompe; 14, Tuyau de refoulement à la chaudière; 15, Tuyau de retour de trop-plein au vase d'aspiration; 16, Tuyau d'évacuation à l'air libre; 17, Chambre d'eau venant du réchauffeur 18, Chambre de mise en charge de la pompe; 19, Chambre de trop-plein.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA PRODUCTION INDUSTRIELLE DE L'ALCOOL MÉTHYLIQUE DE SYNTHÈSE PAR CATALYSE SOUS PRESSION [1]

Je n'ignore pas qu'on est toujours naturellement enclin à s'exagérer l'importance des travaux auxquels on a pris une part personnelle ainsi que des résultats qui ont pu être ainsi obtenus; mais cette réserve nécessaire une fois faite, je reste persuadé que la question dont je vais avoir l'honneur de vous entretenir, à savoir la production industrielle d'un des alcools les plus indispensables à l'industrie par synthèse directe et relativement très simple de deux gaz des plus communs et des plus faciles à produire en quantités illimitées (l'oxyde de carbone et l'hydrogène), marquera certainement, tant au point de vue scientifique que par ses conséquences techniques, une des étapes les plus remarquables et les plus fécondes de la chimie organique de synthèse et de ses applications industrielles.

*
* *

Aujourd'hui que le problème, comme je le montrerai tout à l'heure, peut être regardé comme pratiquement résolu, on serait tenté d'en considérer la solution comme des plus simples, et on n'aperçoit pas au premier abord qu'il ait pu être plus difficile de réunir un volume d'oxyde de carbone et 2 volumes d'hydrogène en un volume d'alcool méthylique par la réaction :

$$\frac{CO}{1 \text{ volume}} + \frac{2H^2}{2 \text{ volumes}} = \frac{CH^4O}{1 \text{ volume}} + 23{,}9 \text{ calories}$$

que d'unir un volume d'azote avec 3 volumes d'hydrogène pour obtenir 2 volumes d'ammoniac par la réaction :

$$\frac{N^2}{1 \text{ volume}} + \frac{3H^2}{3 \text{ volumes}} = \frac{2NH^3}{2 \text{ volumes}} + 24{,}4 \text{ calories.}$$

Ces deux réactions s'effectuent en effet toutes deux dans les mêmes conditions par l'effet simultané d'une pression élevée et d'un agent catalytique.

(1) Conférence faite par l'auteur, en séance publique, le 31 janvier 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est sous cet aspect d'extrême simplicité que semble s'être posée la question aux premiers chercheurs qui l'abordèrent. « L'oxyde de carbone », écrivaient, il y a 20 ans, MM. SABATIER et SENDERENS (2) « est souvent considéré « comme une molécule incomplète où deux des valences demeurent disponibles pour fixer deux unités chimiques. Cette fixation, aisée avec l'oxygène « qui fournit CO^2, n'a pourtant lieu que dans des conditions assez spéciales « dans le cas du chlore qui donne l'oxychlorure $COCl^2$, et du soufre qui « fournit l'oxysulfure COS.

« Ce caractère incomplet semblait faire prévoir qu'une fixation directe « de H^2 pouvait être réalisée par le nickel réduit qui s'était montré un agent « efficace dans beaucoup de cas pour compléter les molécules incomplètes. « On pouvait espérer arriver de la sorte à l'aldéhyde formique H-CO-H et « finalement, cette dernière s'hydrogénant elle-même, à l'alcool méthylique « $H\text{-}CH^2\text{-}OH$. Une pareille réaction aurait eu, au point de vue de l'appli« cation industrielle, un intérêt capital. »

Vous voyez que, dès l'origine, les deux grands savants auxquels on doit la plupart des méthodes de la synthèse catalytique avaient clairement discerné et la possibilité et l'importance industrielle — que je m'aventurais à vous signaler en débutant — de la formation de l'alcool méthylique à partir de l'oxyde de carbone.

Mais à peine conçue, la réalisation de cette synthèse semblait devoir être, de prime abord, écartée comme irréalisable car, à ce que l'on vient de citer, les mêmes auteurs ajoutaient immédiatement :

« Malheureusement, les choses ne se passent pas ainsi; dans aucun cas « nous n'avons pu obtenir aucune trace ni d'aldéhyde formique ni d'alcool « méthylique. »

Après une déclaration aussi nette de ces habiles expérimentateurs, il semble que toute recherche dans cette voie ne pouvait qu'être condamnée à l'insuccès, d'autant plus qu'une autre réaction, toute différente, se manifestait et se substituait, en l'écartant, à celle qui n'avait pu être obtenue; car Sabatier et Senderens, qui déclaraient n'avoir pu obtenir *la moindre trace d'alcool méthylique*, obtenaient facilement la combinaison de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène *mais à l'état de gaz méthane.*

Au lieu de la réaction :

$$CO + 2H^2 = CH^3O + 23{,}9 \text{ calories}$$

espérée tout d'abord, mais qui se dérobait, c'était la réaction :

$$CO + 3H^2 = CH^4 + H^2O + 47{,}8 \text{ calories}$$

(2) *Ann. Chim. Phys.*, 8e série, tome IV, p. 418 (1905).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui s'effectuait aisément, avec un dégagement de chaleur presque double et qui semblait, par cela même, interdire irrévocablement à la première toute possibilité de réalisation.

Il ne serait donc pas exact de considérer comme du même ordre les difficultés qui se sont présentées dans la réalisation de la synthèse de l'ammoniaque et celles qu'ont rencontrées ceux qui se sont acharnés à la synthèse de l'alcool méthylique. S'il est vrai que, pour la première comme pour la seconde, on ne constatait, sous la pression atmosphérique, aucune trace de formation du composé qu'on recherchait, il y avait entre ces deux recherches des différences capitales tout à l'avantage de la synthèse ammoniacale, différences sur lesquelles il paraît utile d'insister.

Dans le cas de cette dernière, en effet, des deux gaz (azote et hydrogène) mis en présence, l'ammoniac était le seul produit susceptible de se former et l'on pouvait toujours espérer, en présence de résultats négatifs, qu'en faisant varier les conditions de l'expérience (température, pression, agent catalytique surtout), on finirait par arriver à une combinaison de celles-ci capable de provoquer une réaction que toutes les lois physico-chimiques signalaient nettement comme correspondant à l'équilibre stable du système considéré, et, par suite, comme devant inéluctablement se produire dès qu'on aurait pu vaincre ce que Van t'Hoff appelle « les influences retardatrices ».

Dans le cas de l'alcool méthylique, au contraire, la formation de ce composé apparaissait comme définitivement handicapée par la production du méthane correspondant à un équilibre encore plus stable puisqu'il s'accompagne d'un dégagement de chaleur beaucoup plus important, sans parler d'autres réactions partielles accessoires telles que la formation d'acide carbonique.

D'autre part, lorsque Henry Le Chatelier, s'appuyant sur le principe qui porte son nom, utilisa la pression pour déplacer l'équilibre en faveur de la formation d'ammoniac et lors des études analogues, entreprises postérieurement par Haber et Le Rossignol (qui devaient aboutir à la solution définitive), ces études furent très grandement facilitées par la possibilité de mesurer aisément et rapidement, dans chaque expérience, l'influence du déplacement de l'équilibre et la proportion croissante d'ammoniac formé quand la pression s'élevait : les méthodes alcalimétriques, si simples et rapides, permettaient de doser l'ammoniac, même à l'état de traces, avec une aisance et une précision très grandes.

Rien de semblable avec l'alcool méthylique. Tous ceux qui sont au courant de la question savent qu'il est long et pénible de doser ce dernier composé dès que sa proportion dans un mélange tombe au-dessous d'une cer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

taine valeur, dosage qui devient presque impraticable si le produit se trouve à l'état de vapeur très diluée dans des mélanges gazeux.

En résumé, dans le cas de l'ammoniac on s'est trouvé, dès le début des recherches, en présence d'une réaction unique et d'un produit final aisément reconnaissable et mesurable même à l'état de traces, tandis que, vis-à-vis de l'alcool méthylique, on devait reconnaître comme un obstacle presque insurmontable une réaction principale conduisant à un résultat tout différent de celui qu'on recherchait et correspondant à un équilibre plus stable alors que le produit qu'on voulait obtenir restait très difficilement discernable.

Pour ces deux raisons, on serait en droit de s'étonner aujourd'hui non seulement qu'on ait pu atteindre un pareil but, en quelque sorte chimérique, mais qu'on y soit parvenu, en réalité, en beaucoup moins de temps que pour la synthèse ammoniacale puisque cette dernière fut étudiée par Kühlmann dès 1838 et qu'elle ne réussit définitivement qu'avec Haber et Le Rossignol en 1908.

Il ne sera donc pas sans intérêt de résumer brièvement les tentatives successives qui furent faites pour combiner l'oxyde de carbone et l'hydrogène sous forme de produit organique.

*
* *

C'est d'abord, après Thénard et Brodie, Marcellin Berthelot qui, en 1877 (3), soumet à l'action de l'effluve électrique — cet agent extraordinairement puissant — des mélanges en proportions variables d'oxyde de carbone et d'hydrogène et obtient invariablement comme produit de condensation ultime des corps de composition semblable aux hydrates de carbone $(CH^2O)^n$, dégageant à la calcination une odeur de caramel.

Des expériences analogues, exécutées postérieurement par S. M. Losanitsch et M. Z. Jovitschich (4), d'une part, et par Hemptine (5) d'autre part, conduisent ces auteurs à considérer que le produit primitif de l'action de l'effluve sur un mélange à parties égales d'oxyde de carbone et d'hydrogène résulte en une combinaison molécule à molécule qui n'est autre que l'aldéhyde formique suivant l'équation :

$$CO + H^2 = H - CO - H$$

correspondant exactement à la réaction que cherchaient à réaliser Sabatier et Senderens par un agent catalytique et qu'ils n'avaient pu obtenir.

(3) *Ann. Chim. Phys.*, 5e série, tome X, p. 72 et suiv. — Du même auteur : *Les carbures d'hydrogène*, tome II, p. 333 et suiv.
(4) *Berichte*, tome XXX, I, p. 135 (1897).
(5) *Bull. Acad. Roy. Belgique* (3), 34, 269 à 277 et *Chem. Centbl.*, 21, 171 (1905).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'autres semblaient avoir été plus heureux; JAHN (6), en faisant passer un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène sur de la mousse de platine, prétendait avoir caractérisé nettement la formation de formaldéhyde; mais il ne semble pas avoir poursuivi ses essais.

DANIEL BERTHELOT et GAUDECHON (7) ont montré que, sous la seule influence d'une lumière très riche en rayons infra-rouges qu'émet la lampe à vapeur de mercure, non seulement la réaction ci-dessus s'effectue mais qu'elle est réversible puisque, toutes conditions restant les mêmes, le mélange en parties égales d'hydrogène et d'oxyde de carbone se transforme partiellement en formaldéhyde tandis que celle-ci se scinde en un mélange gazeux de même composition. Ces auteurs ont d'ailleurs fait remarquer que si la réaction est poussée et s'accompagne d'échauffement, on voit apparaître, dans les produits de la réaction, le méthane et l'acide carbonique, c'est-à-dire les produits mêmes qu'obtiennent Sabatier et Senderens par l'action catalytique à haute température sur le même mélange gazeux.

Dans une direction entièrement différente, ORLOW (8) constate qu'en faisant passer, à la température de 95° à 100°, un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène sur des morceaux de coke imbibés d'une solution de nitrate de nickel et de chlorure double d'ammoniac et de palladium contenus dans un tube en U, on obtenait un produit gazeux contenant jusqu'à 6,6 p. 100 d'éthylène dont il attribuait la formation à la réaction suivant l'équation :

$$2CO + 4H^2 = C^2H^4 + 2H^2O.$$

La réduction de l'acide carbonique conduisait à un résultat analogue mais à une température plus élevée.

Cette formation d'éthylène, maintes fois contestée, a été récemment reconnue exacte (9). Il en résulte que la réduction de l'oxyde de carbone peut être obtenue avec formation de carbure éthylénique sans qu'il se produise aucune trace de méthane, pourvu qu'on opère à une température relativement basse.

Les constatations divergentes de Jahn et d'Orlow conduisaient à conclure que la catalyse à la pression atmosphérique des mélanges d'oxyde de carbone et d'hydrogène peuvent conduire alternativement, et suivant la nature de l'agent catalytique, à la formation soit de formaldéhyde, soit d'éthylène et démontraient tout au moins que la formation de méthane n'était pas aussi inéluctable qu'auraient pu le faire croire les seuls résultats obtenus par Sabatier et Senderens.

(6) *Berichte*, tome XXII, I, p. 989 (1899).
(7) *C. R.*, 150, p. 1690 (1910).
(8) *Chem. Centbl.*, 1909, I, p. 735.
(9) *Brennstoff-Chemie*, t. III, p. 244 (1922).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1913 nous arrivons à une période presque décisive.

La Badische Anilin-und Soda-Fabrik, qui venait de mettre au point la synthèse de l'ammoniac par catalyse sous pression, enhardie par ce succès remarquable et forte de tous les enseignements qu'elle venait d'acquérir sur cette nouvelle technique, eut l'idée de l'appliquer aux mélanges d'oxyde de carbone et d'hydrogène.

Il convient tout de suite de dire qu'elle ne recherchait nullement la production d'alcools mais uniquement la formation d'hydrocarbures, et non pas par une réaction analogue à celle qui avait fourni le méthane à Sabatier et Senderens et que représente l'équation générale :

$$n\mathrm{CO} + (2n+1)\mathrm{H}^2 = \mathrm{C}^n\mathrm{H}^{2n+2} + n\mathrm{H}^2\mathrm{O} \qquad [1]$$

qui fournit le méthane pour $n = 1$ et qui conduit à des rapports plus grands que 2 entre les volumes d'hydrogène et d'oxyde de carbone entrant en réaction, mais par une réaction de la forme :

$$2n\mathrm{CO} + (n+1)\mathrm{H}^2 = \mathrm{C}^n\mathrm{H}^{2n+2} + n\mathrm{CO}^2 \qquad [2]$$

qui fournit également des hydrocarbures (le méthane pour $n = 1$ comme l'ont constaté Franz Fischer et Hans Tropsch (10) et qui correspond à des rapports voisins de $\frac{1}{2}$ entre les volumes d'hydrogène et d'oxyde de carbone (11).

Dans les produits de la réaction ainsi conduite (12) sur des mélanges gazeux contenant des proportions d'oxyde de carbone sensiblement doubles de celles de l'hydrogène, on voit apparaître parmi les produits de condensation, à côté d'hydrocarbures qui en constituent la fraction principale, des alcools, des aldéhydes, des cétones et des acides.

Voici d'ailleurs, en propres termes, les caractéristiques et les résultats d'une des opérations citées comme exemples dans le brevet français :

« Imprégner un support approprié tel que la magnésie calcinée, la pierre « ponce, des briques de diatomite ou substances analogues, d'une solution « de carbonate de potasse et faire sécher : placer ensuite la masse dans une « solution concentrée de sulfate de zinc, laisser égoutter, faire sécher et

(10) *Brennstoff-Chemie*, tome IV, juillet 1923, p. 197.

(11) On ne s'explique donc pas que Franz Fischer et Hans Tropsch (*Brennstoff Chemie*, 4, n° 18, 1923) se méprennent sur les intentions de la « Badische » au point d'écrire « La grande « formation des carbures d'hydrogène aurait dû se produire de préférence avec notre mode de « travail, étant donné que les matières premières que nous avons employées étaient plus riches « en hydrogène que celles employées par la « Badische ». Ceci ne serait vrai que pour la réaction [1] alors que c'est de la réaction [2] qu'il s'agit.

(12) Brevets allemands, n° 293.787 du 8 mars 1913 avec addition du 23 août 1913; n° 295.202 du 31 mai 1914 et n° 295.203 du 23 juin 1914. Voir aussi Brevet français, n° 468.427 du 13 février 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« chauffer. Faire passer sur cette masse de contact vers 360° à 420°, dans un « appareil à haute pression sous 120 atmosphères, un mélange gazeux com- « posé par exemple de 62 p. 100 CO, 28 p. 100 H^2, 4 p. 100 CO^2, 2 p. 100 CH^4, « 4 p. 100 N^2. Il se forme comme produits principaux des hydrocarbures à « poids moléculaire élevé et des dérivés d'hydrocarbures. Il ne se dépose en « général pas de carbone ou seulement en faible quantité. La majeure partie « des produits liquéfiables ou absorbables peut être séparée déjà dès la tem- « pérature ambiante, le gaz résiduel renfermant généralement encore des « oléfines telles que l'éthylène, le propylène et dans certaines circonstances « aussi de l'éthane, etc. L'analyse fournit par exemple les résultats sui- « vants :

« *a*) La couche huileuse (13) consiste principalement en hydrocarbures « en partie saturés, en partie de nature oléfinique et bouillant d'environ 20° « jusqu'au delà de 200°, les proportions pouvant du reste varier considéra- « blement; elle tient en outre en solution notamment des composés orga- « niques oxygénés de diverse nature; on peut en tirer, par une épuration « spéciale, un produit ayant le caractère du pétrole.

« *b*) L'eau formée par la réaction ou mise dans le récipient comme « absorbant présente une teneur variable en composés organiques saturés « ou non, consistant suivant les circonstances en alcools, cétones (telles que « l'acétone), aldéhydes (telles que la formaldéhyde), acides (tels que l'acide « acétique et homologues supérieurs) et produits de condensation. »

Comme catalyseurs on cite, « à titre d'exemple, le cerium, le chrome, le « cobalt, le manganèse, le molybdène, l'osmium, le palladium, le zinc, etc., « ainsi que leurs oxydes ou autres composés. On peut aussi se servir de « mélanges et ajouter aux catalyseurs d'autres substances, avantageusement « des corps à caractère basique plus prononcé, tels que les hydroxydes alca- « lins. »

Pour empêcher des élévations locales de température (14), qui ont pour effet d'amener la rapide décomposition de l'oxyde de carbone avec dépôt de charbon, on recommande d'employer des masses de contact de grande conductibilité calorifique, contenant du métal granulé ou en forme de copeaux comme du cuivre par exemple, ou de placer le catalyseur proprement dit sur du métal bon conducteur ou d'employer le catalyseur même sous forme de métal.

On recommande particulièrement (15) des masses de contact contenant du charbon sous forme liée ou dissoute telles que les carbures du groupe du

(13) Il est dit précédemment à propos d'un autre exemple : « Il se condense, en général, une « solution aqueuse d'aldéhydes, etc., surnagée d'un liquide huileux plus léger.... »

(14) Brevet allemand, n° 295.202.

(15) Brevet allemand, n° 295.203.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

fer, ceux qu'on obtient en traitant le métal par l'oxyde de carbone ou les hydrocarbures; on emploierait, par exemple, la fonte, de l'acier riche en carbone, sous forme de copeaux ou de rognures, des carbures de molybdène, de tungstène, etc. Il y aurait avantage à activer ces métaux au moyen d'alcalis.

En ce qui concerne la composition du mélange gazeux, on indique spécialement que, pour augmenter la quantité de liquide formé, il convient de n'employer que des mélanges plus riches en oxyde de carbone qu'en hydrogène, tout en faisant remarquer que, si l'on peut substituer sans inconvénients l'acide carbonique et l'oxyde de carbone, on constate que, dans ce cas, « les hydrocarbures à poids moléculaire élevé et les hydrocarbures « liquides se forment, en général, en moindre proportion (16). »

Toutes ces indications ont été reconnues, par la suite, comme exactes et l'on ne sait si l'on doit davantage s'étonner de l'importance des résultats obtenus d'une façon aussi simple ou de la négligence, en quelque sorte inexplicable, avec laquelle les auteurs de la découverte semblent avoir renoncé à la développer et à l'exploiter, au moment même où leur pays, privé par le blocus d'hydrocarbures, d'huiles, d'alcool méthylique, etc., aurait eu le plus grand besoin de voir produire sur son territoire national, au moyen des gaz dérivés de la houille qu'il restait toujours à même de se procurer en abondance, tous ces produits qu'il ne pouvait plus importer et qui lui étaient cependant indispensables pour la poursuite de la guerre.

Pour une nation et des industriels qui ont donné au monde l'exemple d'une ingéniosité presque illimitée dans la production de l' « Ersatz », cette abstention sur un point aussi important semble presque incompréhensible.

Si on en croit Franz Fischer, le directeur de l'Institut Kaiser-Wilhelm, de Mülheim-Ruhr, la « Badische » aurait renoncé, à l'époque, à poursuivre ses tentatives dans cette voie parce qu'elle considérait que le procédé « n'avait abouti à aucun corps bien défini qui puisse être chimiquement « exploité (17). »

Il a fallu à la puissante société allemande dix ans de réflexions pour qu'elle reprenne sa tentative antérieurement abandonnée et que — probablement sous la stimulation d'efforts concurrents — elle se rende compte que de ses premiers et remarquables travaux pouvait sortir, par une interprétation rationnelle des résultats complexes obtenus, une réalisation industrielle d'une grande valeur.

(16) Brevet français, n° 468.427, p. 1.

(17) *Brennstoff-Chemie*, tome III, p. 276, 1923. « Die Versuche wurden anscheinend von der « B. A. S. F. nicht weiter vorgesetzt und zwar, wie dem einen von uns (Fischer) gesagt wurde, « weil der Kontaktprozess zu keinen einheitlichen Verbindungen, die sich chemisch verwerten « liessen, führte. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il semble d'ailleurs que cette découverte de la « Badische » sur la nature des produits fournis par la réduction de l'oxyde de carbone sous pression en présence d'agents catalytiques, ait passé presque complètement inaperçue à l'époque, bien que le brevet français ait été publié en juillet 1914, et bien que la guerre mondiale eût donné une importance toute spéciale aux questions de cet ordre.

En 1916, HENRY DREYFUSS, qui venait d'industrialiser la synthèse de l'acide acétique et de l'alcool éthylique à partir d'un autre gaz, l'acétylène, en passant par l'aldéhyde acétique, par la réaction :

$$C^2H^2 + H^2O = C^2H^4O \text{ (aldéhyde acétique)}$$
$$C^2H^4O + H^2 = C^2H^6O \text{ (alcool éthylique)}$$
$$C^2H^4O + \frac{1}{2}O^2 = C^2H^4O^2 \text{ (acide acétique)}$$

avait cru pouvoir (18), sans modifier les procédés et les appareils qui lui avaient fourni les résultats ci-dessus « remplacer l'aldéhyde acétique par l'oxyde de carbone » et arriver ainsi à l'aldéhyde formique puis à l'alcool méthylique; mais, à la pression atmosphérique et en ne s'adressant qu'aux mêmes catalyseurs (sels de nickel et mousse de platine) que Sabatier et Senderens avaient reconnus impuissants dans les mêmes conditions, il est peu probable qu'il ait pu obtenir autre chose que des traces des produits recherchés.

En 1921, E. I. LUSH (19) revendique, pour la préparation de la formaldéhyde et de ses isomères, un procédé consistant à faire passer, sous une pression de 10 atmosphères et à une température comprise entre 300° et 400° (et ne tombant pas au-dessous de 180°) un mélange d'hydrogène et d'oxyde de carbone sur un catalyseur composé de 4 parties de nickel, 1 partie de cuivre et 5 parties d'alumine. Il signale dans les gaz recueillis une forte proportion de méthane.

Enfin, la même année, un journal technique anglais (20) annonce que G. C. CALVERT des Metropolitan Laboratories de Londres a obtenu, par l'action du gaz à l'eau sur l'hydrogène, de l'alcool méthylique avec un rendement excellent (80 p. 100 de la théorie) mais aucune indication n'a été publiée, à notre connaissance, sur les moyens employés; et, bien que la presse technique anglo-américaine ait fait un grand bruit, à cette époque, autour de ce procédé et des conséquences industrielles qui en découlaient, il n'en a plus guère été parlé depuis deux ans.

(18) Brevet français, n° 492.254 du 12 août 1916 avec addition du 27 mars 1917.
(19) Brevet anglais, n° 180.016 du 12 février 1921.
(20) *The Chemical Age*, 5, p. 153, 1921.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Tels étaient les résultats antérieurement acquis lorsque, vers le milieu de 1921, nous avons entrepris, à notre tour, l'étude de cette question que nous jugions d'une importance industrielle de premier ordre et comme intéressant en même temps — et au premier chef — la défense nationale.

De cette étude il nous parut résulter que la solution du problème, loin d'être irréalisable, apparaissait au contraire comme inévitable autant qu'on en pouvait juger d'après l'ensemble des faits connus et, en particulier et surtout, d'après la connaissance des phénomènes qui accompagnent la décomposition de l'alcool méthylique en présence des agents catalytiques, tels que les avaient mis en évidence les travaux successifs de Sabatier, Senderens, Mailhe, Jahn, Ipatiew, etc., à condition que ces phénomènes fussent interprétés à la lumière des lois régissant les équilibres chimiques, lois énoncées et expliquées par Van t'Hoff et H. Le Chatelier, en particulier.

Si, en effet, on admet, comme tout semblait le démontrer, que la décomposition catalytique de l'alcool méthylique suivant l'équation :

$$\underset{1\text{ volume}}{CH^4O} \rightleftarrows \underset{3\text{ volumes}}{CO + 2H^2}$$

est une réaction d'équilibre, nous étions amenés à conclure qu'une puissante augmentation de la concentration, c'est-à-dire de la pression totale du mélange, devait conduire à la réaction de combinaison de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène avec formation d'alcool méthylique, tandis que les réactions complémentaires susceptibles d'expliquer la formation de méthane et d'acide carbonique, à savoir :

$$\underset{2\text{ volumes}}{CH^4O + H^2} = \underset{2\text{ volumes}}{CH^4 + H^2O}$$

$$\underset{2\text{ volumes}}{CH^4O + CO} = \underset{2\text{ volumes}}{CH^4 + CO^2}$$

s'opérant sans changement du volume total, et ne se trouvant par suite à aucun moment favorisées par l'élévation de pression, pourraient, si une température trop élevée ne venait pas les accélérer, ne s'effectuer qu'avec une lenteur telle qu'on pouvait espérer recueillir l'alcool méthylique condensé avant qu'il se soit transformé soit en méthane et eau (d'après la réaction [1]), soit en méthane et acide carbonique (en vertu de la réaction [2]).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tel est le processus qui nous était apparu comme susceptible de se produire et d'aboutir à la séparation d'alcool méthylique.

Si rien ne prouvait que cette conception fût rigoureusement conforme à la réalité, aucun fait jusque-là constaté ne se montrait en contradiction évidente avec cette manière de voir et nous verrons tout à l'heure que, dans leur ensemble, les constatations nouvelles qu'on a pu faire par la suite n'ont pas apporté jusqu'ici de démenti à cette théorie.

En tout cas, si dubitatif que nous parût à nous-mêmes le succès basé sur ces hypothèses, l'importance des applications industrielles qui pouvaient en découler nous parut suffisante pour que nous n'ayons pas hésité à en faire la base d'un brevet englobant d'ailleurs un certain nombre de réactions connexes (21).

La réalisation pratique, visée par ce brevet, comportait le passage sur des agents catalytiques appropriés (parmi lesquels nous avons englobé tous les métaux, leurs oxydes et leurs sels déjà connus comme provoquant les hydrogénations et les oxydations) sous une pression aussi élevée que possible, à des températures de l'ordre de 300° à 600°, de mélanges gazeux composés très approximativement, pour la synthèse de l'alcool méthylique, de deux volumes d'hydrogène pour un volume d'oxyde de carbone, compte tenu des constantes de l'équilibre chimique suivant la solution théorique due à Nernst.

D'après l'hypothèse même, ci-dessus exposée, la vitesse de passage des gaz sur la substance catalysante devait être suffisamment rapide et la température assez basse pour ne pas permettre aux réactions secondaires, s'accompagnant de formation de méthane et d'acide carbonique, de prendre naissance.

C'est en vue de cette réalisation que, grâce aux appuis financiers qui furent offerts ou consentis au Service des Poudres d'une part, par le Service de l'Artillerie (Ministère de la Guerre) et, d'autre part, par le Service des Essences et Pétroles (Ministère du Commerce), nous avons pu faire établir, dès le début de l'année 1922, la petite installation de catalyse sous pression (22) dont le schéma est représenté sur la figure 1 et dont le fonctionnement est le suivant :

Le mélange gazeux, à la composition voulue (c'est-à-dire en principe 2 volumes d'hydrogène pour 1 d'oxyde de carbone) contenu dans le gazomètre (1) est aspiré par un compresseur (3), à 4 cylindres, actionné par le moteur électrique (2), et comprimé à une pression qui peut s'élever jusqu'à 500 atmosphères. Les gaz passent d'abord en (4) sur un filtre de purification

(21) Brevet français, n° 540.543 du 19 août 1921 publié le 12 juillet 1922.
(22) Le marché de fourniture fut passé le 11 janvier 1922.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

où ils se débarrassent de l'huile entraînée et d'autres impuretés, puis ils pénètrent dans l'autoclave de catalyse (5) où ils passent sur l'agent catalytique maintenu à la température voulue par chauffage extérieur électrique. Ils traversent alors deux serpentins (6) et (7) refroidis par une circulation d'eau et dont le second est muni d'une chambre de dépôt pour les liquides condensés

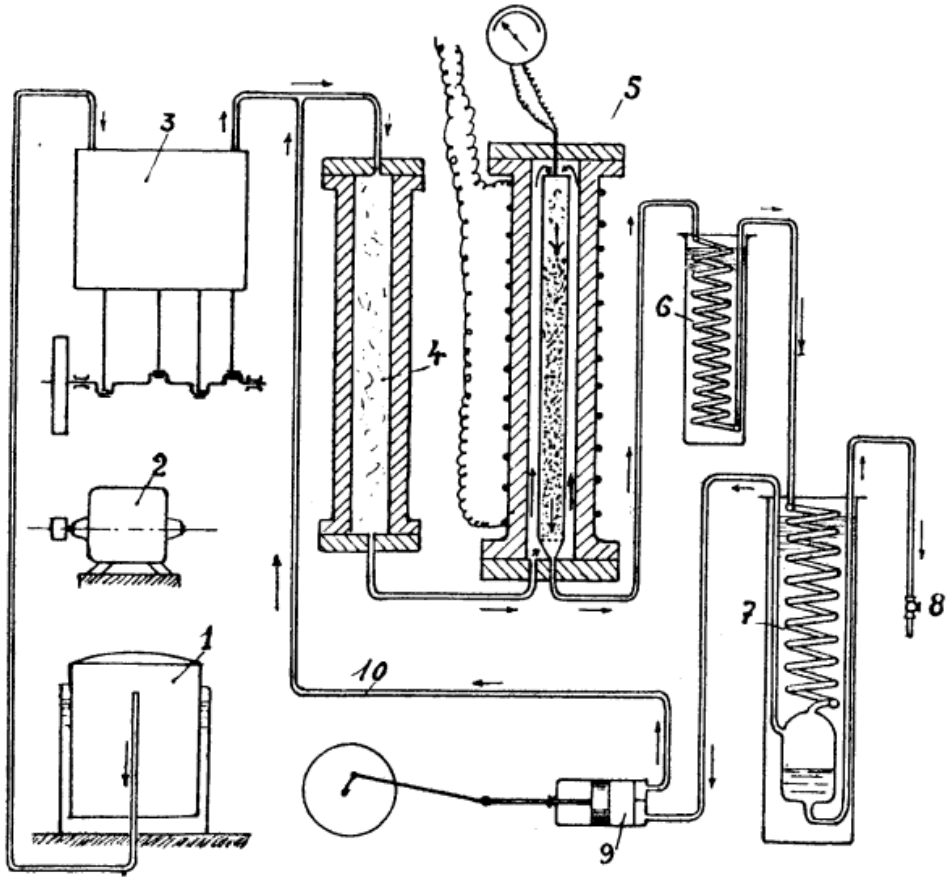


Fig. 1. — Schéma de la fabrication de l'alcool méthylique de synthèse.

1, Gazomètre; — 2, Moteur électrique; — 3, Compresseur; — 4, Purificateur; — 5, Autoclave de catalyse; — 6, Serpentin refroidisseur; — 7, Serpentin de condensation; — 8, Robinet d'extraction; — 9, Pompe de circulation; — 10, Retour à la catalyse.

qui sont soutirés par le robinet (8); les gaz non condensés sont repris par une pompe de circulation (9) qui les renvoie par (10) dans le circuit alimentant l'appareil catalyseur et peut leur donner la vitesse de circulation la plus favorable.

Les vues des figures 2 à 4 montrent la disposition réelle des appareils figurés sur le schéma. A titre d'indication l'autoclave de catalyse pouvait contenir environ 200 cm³ d'agent catalytique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

La construction, le montage et la mise au point de cette petite installation furent, à cause de circonstances diverses, très retardés et ce n'est guère qu'au début de 1923 que nous avons pu procéder à la mise en marche. Un accident arrivé à l'autoclave de catalyse, dès les premiers essais de fonction-

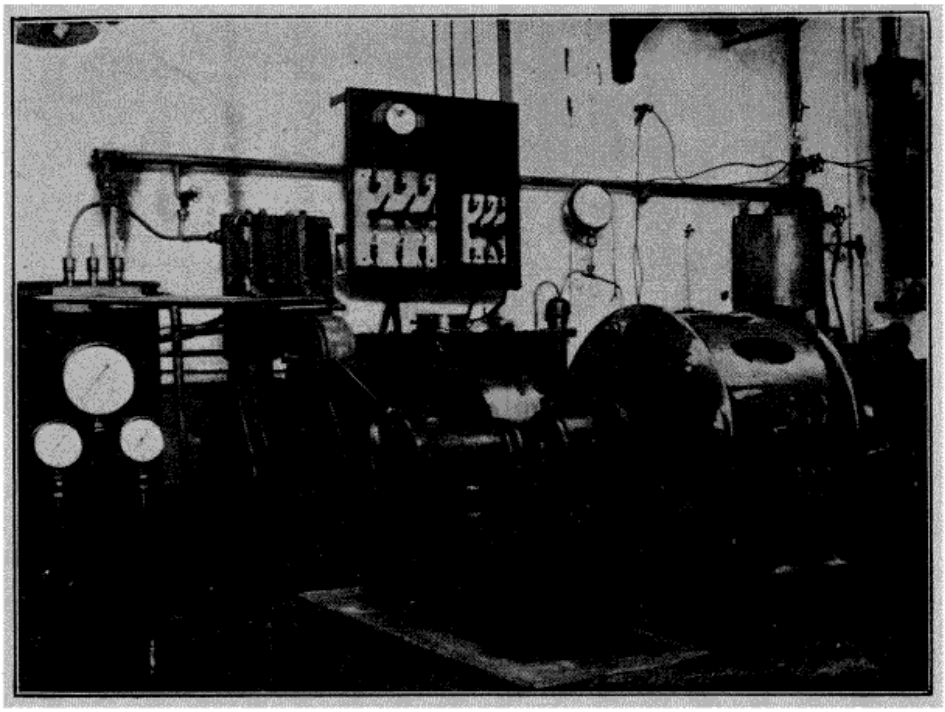


Fig. 2. — Atelier de catalyse sous pression (Côté compresseur).

nement, nécessita la construction d'un nouvel appareil. En outre, les résultats obtenus au début furent plutôt décevants.

Comme on l'a dit plus haut, notre procédé était entièrement fondé sur ce principe que la réaction de synthèse catalytique de l'alcool méthylique n'était que la réaction de décomposition inversée. De ce principe il nous semblait résulter que les agents catalytiques les plus actifs seraient les mêmes dans les deux cas, c'est-à-dire ceux qui réalisaient le plus facilement et le plus complètement la décomposition du méthanol et du méthanal en oxyde de carbone et hydrogène.

Or, à ce point de vue, les études très complètes de Sabatier et Senderens (23), de SABATIER et MAILHE (24) avaient permis de dresser un tableau

(23) *Ann. Chim. Phys.* (8), 4, 469 (1905).
(24) *Ann. Chim. Phys.* (8), 20, 302 (1910). Voir également SABATIER, *La catalyse en chimie organique*, Édition 1920, p. 256 et suiv.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur lequel se trouve chiffrée l'activité des différents agents catalytiques en ce qui concerne la décomposition de l'alcool méthylique. Sur ce tableau, les volumes indiqués représentent les dégagements gazeux obtenus en une minute, à la température de 350°, dans des conditions identiques, avec un même volume d'agent catalytique et pour la même quantité d'alcool. Les différentes substances catalytiques s'y trouvent ainsi classées.

TABLEAU.

Agent catalytique.	Volume gazeux en centimètres cubes par minute.
1er groupe. — Le gaz est de l'hydrogène à peu près pur.	
GlO	Très minime.
SiO^2	0,3
TiO^2	1,2
ZnO	1,5
ZrO^2	1,8
MnO	2,0
Al^2O^3	6,0
Cr^2O^3 (25)	6,0
2e groupe. — L'hydrogène contient de l'oxyde de carbone.	
PbO	45,0 (début).
Mo^2O^3	54
CdO	57 (début).
3e groupe. — La composition du gaz est voisine de $CO + 2H^2$.	
Fe^2O^3	106 (début).
V^2O^3	140
SnO	160 (début).
Cuivre léger	152

Le platine, dès 250°, exerce la même action que le cuivre. Le nickel, à 350°, fournit un mélange de méthane et d'anhydride carbonique.

Quant au fer et au cobalt, leur action est intermédiaire entre celles du cuivre et du nickel (26).

De ces données, il nous avait paru ressortir avec évidence que l'agent catalytique le plus apte au but que nous poursuivions était le cuivre léger.

Ce choix malheureux nous a fait perdre un temps considérable; nous avons trop longtemps attribué les résultats négatifs obtenus avec ce produit pur à une défectuosité de préparation (27) alors qu'ils tenaient uniquement (comme on a dû finalement le constater) à la nature même du produit.

(25) Cet oxyde ne figure pas dans le tableau dressé par SABATIER ET MAILHE; mais le chiffre inscrit résulte de leurs indications. De même, ils ont constaté que l'oxyde noir uraneux UO^2, issu de la réduction de l'acide uranique UO^3 fournit à 355°, par minute, 21 cm^3 d'un gaz contenant 20 p. 100 de CO avec H^2 mais sans CO^2.

(26) SABATIER, *La catalyse en chimie organique*, Édition 1920, p. 256, 257.

(27) SABATIER a appelé maintes fois l'attention sur la très grande variabilité des résultats fournis par le cuivre suivant son mode de préparation. Voir en particulier : *La catalyse en chimie organique*, Édition 1920, p. 18.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

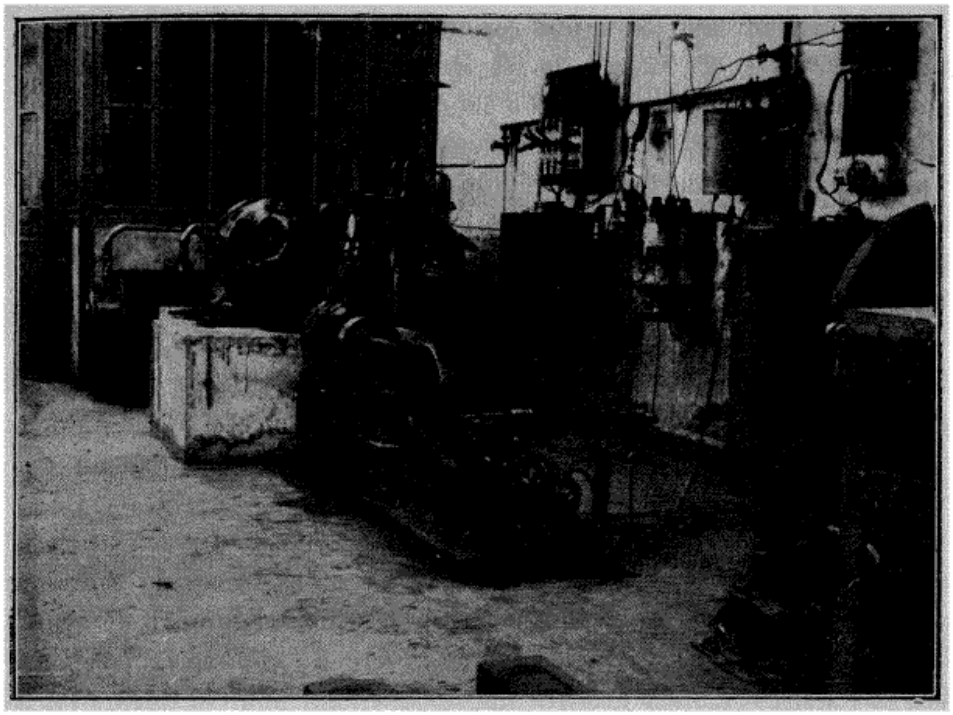


Fig. 3. — Atelier de catalyse sous pression (Vue d'ensemble).

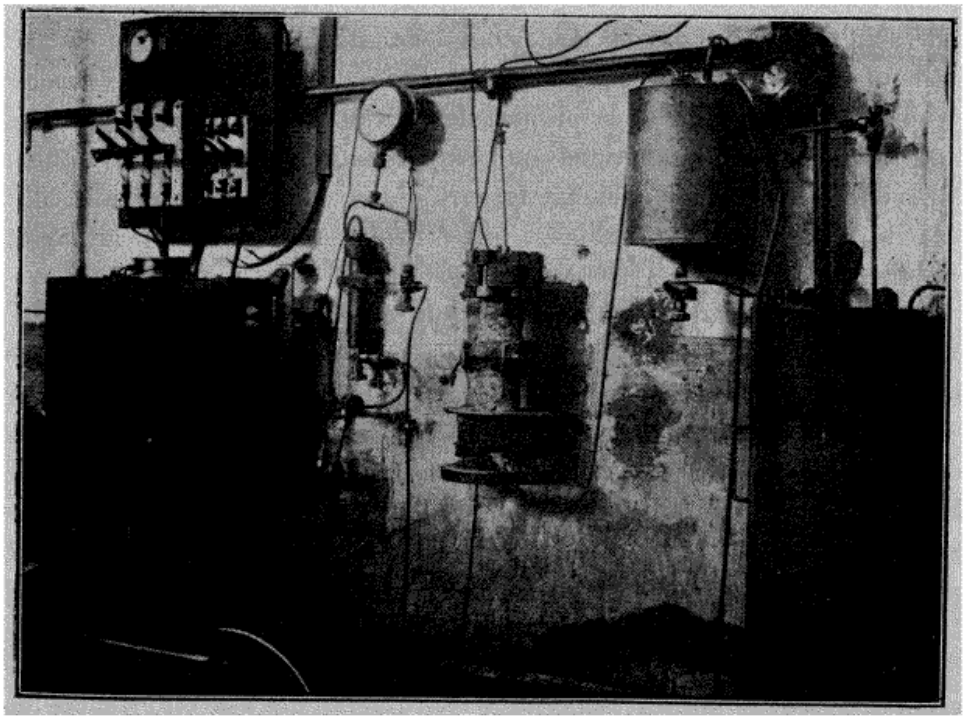


Fig. 4. — Atelier de catalyse sous pression (Autoclave et réfrigérants).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dès qu'on s'adresse, au contraire, aux autres catalyseurs du tableau ci-dessus (V^2O^3, Cr^2O^3, ZnO, etc.), le résultat est presque immédiat et il y a formation d'alcool méthylique que l'on condense facilement.

Bien plus, si à ces oxydes, assez peu actifs lorsqu'on les emploie isolément, on ajoute ce cuivre même (qui ne fournissait rien à lui seul) il en résulte un accroissement très notable de l'activité catalytique. C'est ainsi qu'un catalyseur constitué par 90 p. 100 de *cuivre métallique* et 10 p. 100 seulement d'*oxyde de zinc* constitue un catalyseur beaucoup plus énergique que l'oxyde de zinc pur employé seul.

De même, les mélanges de métaux entre eux ou des oxydes entre eux, ou des oxydes avec les métaux, produisent la synthèse catalytique à une température plus basse et avec des rendements plus élevés qu'aucun de ces éléments employé isolément.

Par exemple, il résulte de nos expériences qu'une *poudre de zinc* du commerce (mélange de zinc et d'oxyde de zinc avec des traces de cadmium et d'oxyde de cadmium) n'ayant fourni aucun résultat à l'épreuve de synthèse, mélangée à poids égal d'une *poudre de cuivre* du commerce (mélange de cuivre et d'autres métaux préparé industriellement pour la dorure en faux) fournit un agent catalytique de synthèse très actif alors qu'aucun de ces deux produits, pris isolément, ne fournit de résultat appréciable (28).

Mais on obtient des résultats encore plus favorables si l'on part de *sels* préparés au moyen des oxydes acides des éléments du tableau que nous avons précédemment donné. En particulier, les chromates, manganates, vanadates, molybdates, tungstates... de la plupart des métaux susceptibles de provoquer à eux seuls les hydrogénations ou les oxydations catalytiques donnent, après réduction ménagée, des catalyseurs d'une énergie très grande, d'une régularité d'action remarquable et qui fournissent de l'alcool méthylique d'une grande pureté.

Les meilleurs résultats que nous ayons obtenus jusqu'ici — mais que nous comptons améliorer encore notablement — ont été obtenus avec des produits de ce genre (et, en particulier, avec une préparation spéciale due à M. l'Ingénieur en Chef LORIETTE), entre des températures de 220° à 300°, sous des pressions comprises entre 150 et 250 atmosphères; le rendement horaire atteint 100 cm^3 d'alcool méthylique pour un volume d'agent catalytique de l'ordre de 200 cm^3, soit un rendement voisin de 0,5 kg par litre d'espace catalytique, ce qui représente une productivité de même ordre que celle de la synthèse ammoniacale. Le débit horaire de la pompe de circu-

(28) Cette action spéciale, au point de vue catalytique, des mélanges de métaux et d'oxydes est bien connue. Voir en particulier LAMB, BRAY AND FROZER, *J. Ind. Eng. Chem.*, 12, 213 (1920); E. F. ARMSTRONG, *Proc. Roy. Soc.*, Série A, 102, A. 714, 27 (1922); SAMUEL MEDSFORTH, *Promotion of Catalytic Reaction*, *J. Chem. Soc.*, 123, 1452 (1923).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lation étant à peu près de 2.000 l (comptés à la pression atmosphérique), la proportion de gaz combinés à chaque passage serait de l'ordre de 8 à 10 p. 100, ce qui est encore très voisin du résultat obtenu, à la même pression, mais à une température plus élevée, dans la production synthétique de l'ammoniac.

L'alcool méthylique ainsi obtenu est relativement très pur. On n'y trouve aucune trace d'aldéhyde ni d'acétone, de sorte qu'une simple rectification fournit un produit se prêtant très bien aux fabrications chimiques, telles que celle de la diméthylaniline, qui redoute la moindre trace d'acétone.

Le liquide brut est légèrement coloré en jaune; il contient des traces d'amines qui lui donnent une odeur nauséabonde de marée mais qu'on élimine assez facilement. Les taux d'acides (comptés en acide acétique) et de bases (comptés en chlorhydrate d'ammoniaque) sont compris entre 1 et 2 millièmes.

La teneur en eau, si le catalyseur a été complètement réduit, ne dépasse pas 5 p. 100 et le taux des alcools supérieurs (éthylique, butylique, propylique, amylique) qui varie suivant la nature de l'agent catalytique et la durée du séjour des gaz en présence de ce dernier, peut être maintenu inférieur à 1 ou 2 millièmes.

Quant à la dépense en gaz par rapport à l'alcool obtenu, elle peut être considérée comme conforme à la théorie, c'est-à-dire que les quantités d'oxyde de carbone et d'hydrogène disparues correspondent très exactement à l'équation :

$$CO + 2H^2 = CH^4O.$$

Autrement dit, pour une dépense de 1 m³ d'oxyde de carbone et de 2 m³ d'hydrogène, on obtient 476 g d'alcool méthylique — ou bien : pour obtenir 1 kg de cet alcool il faut dépenser 0,700 m³ d'oxyde de carbone et 1,400 m³ d'hydrogène.

Si le catalyseur est convenablement choisi et la vitesse du courant de gaz convenablement réglée, les réactions secondaires susceptibles de fournir du méthane ou de l'acide carbonique n'agissent que dans une proportion infime. On a constaté, après 10 heures de marche continue, que le taux initial d'acide carbonique n'avait pas augmenté de 1 p. 100 et que le taux de méthane ne dépassait pas 2,5 p. 100 (le méthane pouvant d'ailleurs provenir lui-même du gaz à l'eau ayant servi à constituer le mélange).

La composition du mélange gazeux à mettre en œuvre peut varier dans de vastes limites; il suffit de remplacer au fur et à mesure les gaz combinés. On peut utiliser des mélanges gazeux dans lesquels la proportion d'hydrogène est à peine supérieure à celle de l'oxyde de carbone, à condition de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

corriger cette composition par une addition d'hydrogène dès que le taux de ce gaz menace de tomber au-dessous de celui de l'oxyde de carbone (augmenté du taux d'acide carbonique, le cas échéant). Néanmoins nous considérons que la composition la plus avantageuse — si l'on désire obtenir comme produit de condensation l'alcool méthylique aussi pur que possible — est celle qui correspond à un minimum de deux molécules d'hydrogène par molécule d'oxyde de carbone.

Des quantités, même élevées, d'autres gaz (tels que l'acide carbonique, le méthane, l'azote) ne gênent pas notablement la marche de la réaction mais peuvent la ralentir si on laisse ces gaz s'accumuler de manière à constituer une fraction importante du mélange gazeux.

Si on élève la température de réaction, on provoque la formation de méthane et une production plus abondante d'alcools supérieurs.

Il faut éviter de chauffer intérieurement l'appareil — comme nous l'avions fait au début — en faisant circuler un courant électrique dans une spirale métallique de fer ou de nickel ou d'un alliage de ces métaux au contact direct des gaz de réaction; il en résulte une formation de méthane et d'acide carbonique avec dépôt de charbon.

Il a d'ailleurs été constaté qu'une augmentation de pression favorise la rapidité de la réaction et entraîne la combinaison d'une plus grande proportion de gaz; il est par suite indiqué d'opérer industriellement sous la pression la plus élevée pratiquement réalisable, c'est-à-dire notablement supérieure à 250 atmosphères, par exemple 800 à 900 atmosphères.

Si l'on élève la température, si l'on ralentit la circulation des gaz de façon à les maintenir plus longtemps au contact de l'agent catalytique, si l'on introduit dans celui-ci certains produits tels que les bases alcalines ou alcalino-terreuses ou leurs carbonates, on constate qu'à côté de l'alcool méthylique il se produit d'autres substances, constituées pour la plus grande partie par des alcools homologues supérieurs de l'alcool méthylique, que l'on peut recueillir dans les produits de queue de la distillation du produit brut obtenu et dont certains sont peu solubles ou presque insolubles dans l'eau.

Cette circonstance a une réelle importance industrielle car on peut en faire la base d'un procédé relativement simple de fabrication de certains produits nécessaires à l'industrie, que l'on n'obtient actuellement, en quantités très faibles, que comme sous-produits d'autres fabrications et en particulier de la fermentation de substances d'origine végétale.

Il est assez curieux de constater que ces produits secondaires sont à peu près les mêmes que ceux qu'on obtient par l'action des levures sur les jus sucrés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

A côté des résultats que nous avons obtenus et qu'on vient d'énumérer, il serait particulièrement incorrect de notre part de ne pas signaler — et mettre spécialement en évidence — que la Badische Anilin-und Soda-Fabrik est arrivée beaucoup plus rapidement que nous à des résultats industriels ayant le même objet puisque, dès la fin de l'année 1923, son usine de Merseburg commençait à produire et à livrer régulièrement des quantités d'alcool méthylique, fabriqué synthétiquement, qui atteindraient, à l'heure actuelle, de 10 à 20 t par jour.

Les brevets, par lesquels cette société a cru devoir couvrir les procédés qu'elle emploie, ont été pris en Allemagne à partir du 22 février 1923 (29) et en France à partir du 31 septembre de la même année (30). Ces dates nous permettent de considérer que, postérieures de plus de 18 mois à notre dépôt de brevet français du 19 août 1921, les revendications de la société allemande ne sauraient nous enlever la propriété industrielle du procédé que nous venons d'exposer puisqu'elles ne font que préciser, avec un luxe de détails exceptionnel et même des répétitions incessantes (dont on ne s'explique d'ailleurs ni la nécessité ni le but) des modalités particulières d'application qui sont toutefois, il faut le reconnaître, d'un très grand intérêt et démontrent une étude particulièrement approfondie de la question.

Dans son ensemble, le procédé qui fait l'objet de ces brevets, reproduit exactement, jusque dans certains détails, celui que je vous ai exposé précédemment et qui est entièrement décrit dans notre brevet de 1921, mais ces brevets indiquent, en outre, avec une grande précision et très exactement, le mode de préparation et la température de fonctionnement d'un très grand nombre d'agents catalytiques, tous composés d'oxydes irréductibles ou de leurs mélanges ou de mélanges de métaux entre eux ou avec ces oxydes, ces derniers étant presque tous compris parmi ceux qui figurent sur le tableau de Sabatier et Mailhe que l'on a précédemment reproduit. Les particularités des résultats obtenus suivant les conditions variables de l'opération sont également très soigneusement notées. Sur tous ces points, les indications ainsi fournies concordent rigoureusement avec nos propres constatations telles qu'elles ont été ci-dessus exposées.

(29) Brevets allemands du 22 février 1923 (avec addition du 19 mars 1923), du 24 février 1923 (avec additions des 19 mars, 4 avril et 15 septembre 1923), des 3 et 16 mars 1923, du 5 avril 1923 (avec addition du 11 avril 1923), des 21 et 30 avril 1923, du 8 mai 1923, du 22 mai 1923 (avec addition du 19 janvier 1924), et du 2 juillet 1923. Ces brevets n'ont pas encore été, à notre connaissance, accordés par le Patentamt.

(30) Brevets français n° 571.285 du 29 septembre 1923, n^{os} 571.534, 571.355 et 571.536 du 1er octobre 1923, n° 575.913 du 17 janvier 1924, n° 580.915 du 30 avril 1924, n° 580.949 du 1er mai 1924, n° 581.816 du 19 mai 1924 et n° 585.169 du 2 septembre 1924.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un point particulier doit cependant retenir l'attention : d'après la « Badische » (31), les masses de contact perdent rapidement leur activité, et des réactions parasites, par exemple la formation d'hydrocarbures, deviennent prédominantes si les gaz mis en œuvre ne sont pas purifiés avec un soin tel qu'on ait éliminé non seulement les composés sulfurés mais jusqu'aux dernières traces des composés ferrugineux volatils notamment les vapeurs de fer-carbonyle. « Ce n'est — est-il dit textuellement — que lorsque « l'épuration des gaz mis en œuvre est poussée jusqu'au point qu'on ne peut « plus y déceler, même par les méthodes analytiques les plus sensibles, ni « composés du soufre, ni composés du fer, que les masses de contact « donnent lieu de façon sûre et durable à une formation satisfaisante d'alcool « méthylique et de composés analogues. »

Nous devons dire que jusqu'ici — il est vrai que notre expérience est bien loin de porter sur des quantités aussi considérables que celles qu'a produites industriellement la « Badische » depuis plus d'un an — nous n'avons pas eu l'occasion de constater des phénomènes de ce genre. Le mélange gazeux que nous avons constamment employé est composé en majeure partie par du « gaz à l'eau » industriel, très sommairement purifié, et aucune circonstance, au cours de nos essais déjà anciens, ne nous a conduits à attribuer a une cause de ce genre ni une diminution sensible ni une modification appréciable de l'activité des masses catalytiques. Si le fait venait à se produire, la purification dont il s'agit ne semble d'ailleurs pas devoir offrir des difficultés aussi grandes que pourrait le faire supposer la description qui en est faite.

Une autre série de recherches — sinon sur un sujet identiquement semblable — du moins sur un sujet très analogue a été entreprise, il y a moins de 3 ans, à l'Institut Kaiser-Wilhelm, à Mülheim-Ruhr, sous la direction du professeur Franz Fischer.

Ces travaux ont été publiés en 1923 et 1924 dans la revue spéciale *Brennstoff-Chemie* (32). Malgré tout le bruit fait autour de ces études — où certains veulent voir un modèle du genre — elles ne se révèlent en réalité que comme une mise en œuvre minutieuse des brevets de 1913 de la « Badische » dont nous avons précédemment donné l'analyse. Les résultats, obtenus par plus de 400 essais méthodiquement effectués, sont, au point de vue pratique, tout à fait médiocres: dans les opérations de synthèse ayant conduit aux rendements les plus satisfaisants, il n'a jamais été produit plus de 50 cm³ de liquide par mètre cube de gaz mis en œuvre et le produit obtenu baptisé « Syntol » ou huile synthétique, est d'une complexité telle qu'après

(31) Brevet français n° 571.285 du 29 septembre 1923, p. 1, lignes 11 à 32.
(32) Volume IV (1923); n° 18 et Volume V (1924); n°s 13 et 14.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une série de travaux d'analyse d'une patience et d'une ténacité prodigieuses, qui a certainement dû exiger près d'une année de labeur acharné, c'est à peine si on est arrivé à déterminer approximativement la composition du liquide obtenu, composition que nous reproduisons textuellement (33) dans le tableau ci-dessous, à titre de curiosité :

TABLEAU.

QUANTITÉ TOTALE DES DIFFÉRENTS GROUPES	IDENTIFIÉ JUSQU'A PRÉSENT	QUANTITÉ APPROXIMATIVE DE LA COMBINAISON, identifiée autant qu'il a été possible de le faire. p. 100 du produit total de la réaction.
10 p. 100 d'acides.	Acide formique	0,1
	— acétique	2,3
	— propionique	2,1
	— isobutyrique	1
	Acides gras plus condensés jusqu'en C^8	4,5
29 p. 100 d'alcools solubles dans l'eau, d'aldéhydes et de cétones.	Alcool méthylique	1,5
	— éthylique	14,5
	— propylique	?
	Acétone	5
	Méthyléthylcétone	?
11 p. 100 d'huile partiellement miscible avec l'eau.	?	?
48 p. 100 d'huile entraînable par la vapeur d'eau.	Aldéhyde propionique	?
	— isobutyrique	?
	Cétone diéthylique	?
	— méthyl-n-propylique	?
	Alcools supérieurs jusqu'en C^9 . . .	15
	Éthers	2
	Hydrocarbures	1,3
2 p. 100 d'huile non entraînable par la vapeur d'eau.	?	?

Ce résultat, qui peut paraître peu encourageant et ne se différencie guère

(33) *Brennstoff-Chemie*, Volume IV, n° 18, p. 281 (1923).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

(sauf le taux des hydrocarbures qu'explique l'excédent d'hydrogène) des données des brevets de 1913 de la « Badische » que nous avons citées précédemment, a paru très satisfaisant aux expérimentateurs de même que le bilan calorifique obtenu, qui atteint à peine 27 p. 100 par rapport au gaz réellement consommé, en admettant l'utilisation intégrale des résidus. On ne comprend pas comment ces savants peuvent considérer ce processus comme bien préférable à celui qui fournit l'alcool méthylique pur et dont le bilan calorifique dépasse 80 p. 100, d'autant plus qu'ils déclarent avoir reconnu, au cours de leurs essais, que l'aldéhyde formique et l'alcool méthylique constituaient les premiers stades, en quelque sorte obligatoires, de la formation du produit complexe qu'ils obtiennent.

Si j'insiste sur ce point, c'est qu'on s'efforce encore, par ailleurs, de présenter ces travaux de Franz Fischer comme de la plus grande valeur et comme ayant jeté une lumière spéciale sur la question alors qu'ils l'auraient plutôt obscurcie si elle n'avait été élucidée par d'autres.

* * *

De ce qui précède, il nous semble qu'on peut conclure sans témérité qu'aucune difficulté technique ne s'oppose plus aujourd'hui à ce que la fabrication synthétique de l'alcool méthylique soit transportée immédiatement

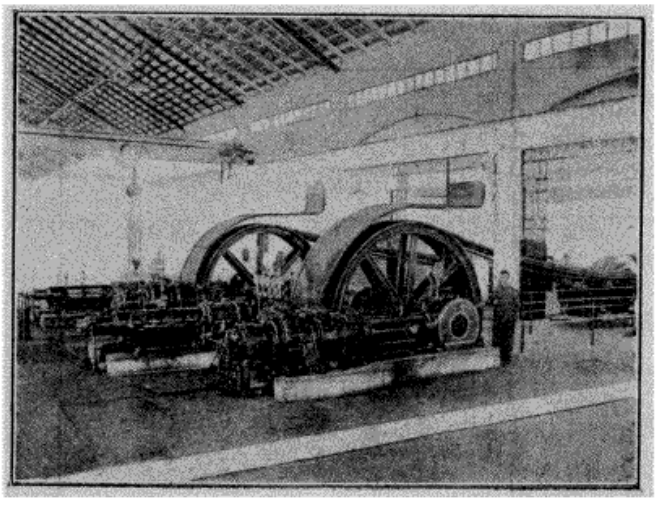


Fig. 5. — Type d'installation industrielle pour catalyse sous pression : Compresseur de 2.000 m³ par heure à 850 atm.

en France — comme cela existe déjà en Allemagne — dans la pratique industrielle, c'est-à-dire sur une échelle de plusieurs centaines de kilogrammes par jour.

Les données relatives à la composition et à la purification du mélange

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gazeux à mettre en œuvre, aux pressions et aux températures de régime les

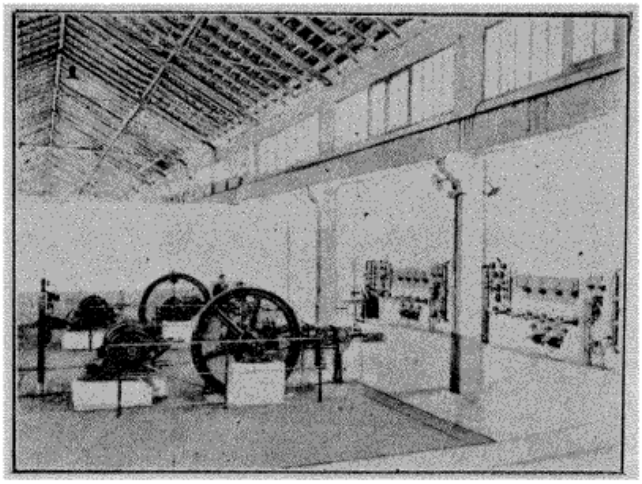


Fig. 6. — Type d'installation industrielle pour catalyse sous pression : Pompes de circulation pour production de 7,5 t par 24 heures.

plus favorables, à la nature et à la préparation des masses catalytiques, à la composition et à la valeur du produit obtenu, en un mot au rendement économique de l'opération peuvent être considérées dès maintenant comme suffisamment précisées pour qu'il n'y ait à craindre de ce côté aucun déboire; bien au contraire, tout donne à penser que, sur une échelle plus vaste, certaines opérations se simplifieront ou des résultats plus intéressants seront obtenus.

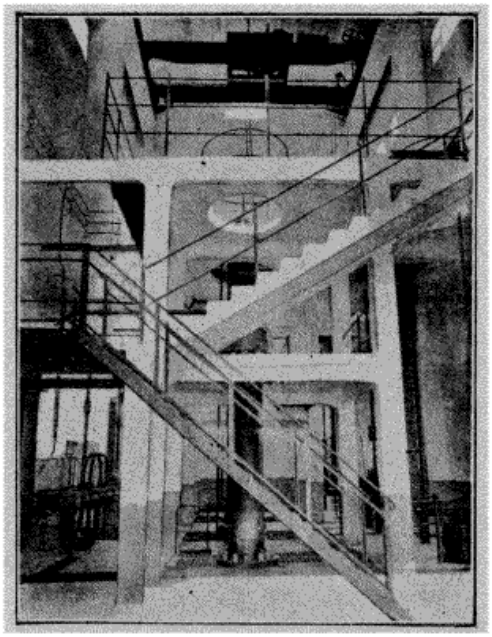


Fig. 7. — Type d'installation industrielle pour catalyse sous pression : Ensemble de la salle des appareils catalyseurs (7,5 t par unité et par 24 heures).

En ce qui concerne l'appareillage, il y a encore moins d'inquiétudes à avoir. Il se trouve, en effet, que, sur ce point spécial, l'appareillage nécessaire se trouve être identiquement le même que celui qui a été, depuis plusieurs années, complètement mis au point pour la fabrication de l'ammoniac synthétique. Pour s'en rendre compte, il suffit de passer en revue la série des opérations qui constituent, par leur ensemble, le procédé de fabrication que nous venons d'exposer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les procédés de fabrication du gaz à l'eau et de l'hydrogène (seules

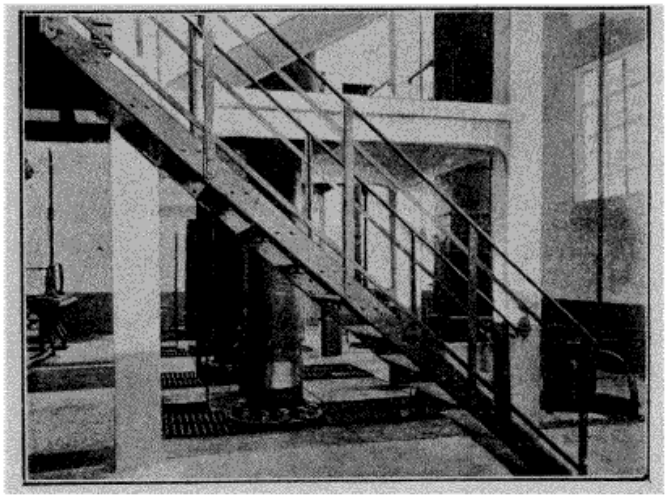


Fig. 8. — Type d'installation industrielle pour catalyse sous pression : Appareils catalyseurs : 7,5 t par unité et par 24 heures.

matières premières utilisées) sont parfaitement connus et mis au point. Il existe des types courants de compresseurs d'un débit horaire jusqu'à 3.500 m³ et portant la pression des gaz jusqu'à 1.000 atmosphères, des pompes de circulation fonctionnant régulièrement sous cette pression, des autoclaves de catalyse adaptés à ces conditions pour des productions pouvant atteindre 20 t par jour et par unité, des appareils d'épuration, des réfrigérants, des condenseurs, vannes, tuyauteries, réservoirs, etc., complètement adaptés à ces usages et ayant fait leurs preuves de bon fonctionnement industriel.

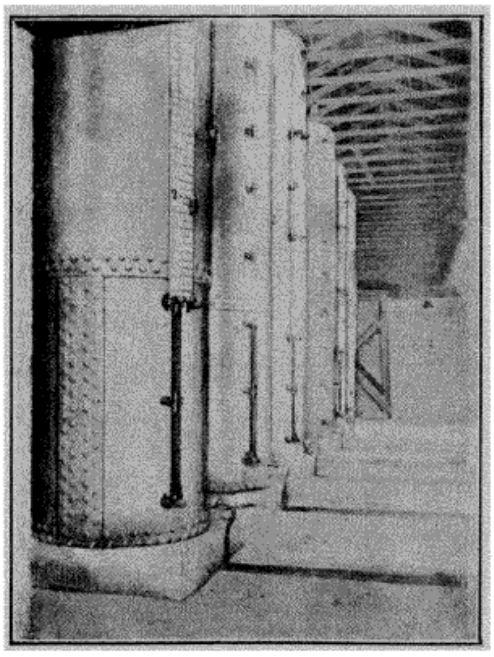


Fig. 9. — Type d'installation industrielle pour catalyse sous pression : Réservoirs collecteurs du liquide synthétique.

Les photographies des figures 5 à 9, prises sur une usine d'ammoniac synthétique en fonctionnement très satisfaisant depuis plus de deux ans, feront saisir la simplicité de cet appareillage.

Pour l'adapter à la production de l'alcool méthylique, il suffira d'y ajouter quelques dispositifs spéciaux très simples n'offrant aucune difficulté de réali-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sation mais, par contre, certaines simplifications en seront la contre-partie. Par exemple les dispositifs de purification des gaz, pour l'élimination complète de l'oxyde de carbone et de l'acide carbonique, opérations indispensables pour la fabrication de l'ammoniac, sont absolument inutiles pour la production de l'alcool méthylique, l'acide carbonique entrant en réaction comme l'oxyde de carbone pour fournir le même produit final (avec une dépense un peu supérieure d'hydrogène, il est vrai); des quantités, même importantes, de méthane et d'azote peuvent subsister dans le mélange gazeux soumis à la réaction sans la gêner sensiblement et sans nuire à l'activité de l'agent catalytique. Il résulte de cette considération une grande simplification dans l'appareillage.

On voit donc qu'au point de vue purement technique, le problème doit être considéré comme complètement résolu et qu'aucune préocupation n'est à entretenir de ce côté.

* * *

Reste le point de vue économique duquel il est nécessaire de rechercher, avant de se lancer dans une entreprise industrielle nouvelle, si l'on peut être certain, à la fois, de trouver un débouché pour une production importante d'alcool méthylique de synthèse et d'obtenir, en fabrication normale, un prix de revient suffisamment bas pour soutenir la concurrence soit des autres procédés de production soit des succédanés.

En ce qui concerne la consommation moyenne et normale de l'alcool méthylique en France, on rappellera que celle-ci absorbait annuellement, dans la période qui a précédé la guerre, environ 6.000 t d'alcool méthylique dont les 2/5 environ étaient obtenus sur le territoire national par la carbonisation de 600.000 à 650.000 stères de bois et les 3 autres cinquièmes provenaient de l'importation. Celle-ci s'est abaissée considérablement dans les années qui ont suivi la guerre, par suite du ralentissement de certaines industries consommatrices et de l'écoulement des stocks de guerre, mais elle a repris une marche ascendante à savoir, pour les onze premiers mois de 1924 :

Alcool méthylique brut	2.391 quintaux.
— rectifié	17.930 —
Aldéhyde formique (en solution à 40 p. 100)	4.447 —
Total.	24.768 quintaux.

Les emplois principaux de ce produit sont les suivants, par ordre d'importance :

1° la dénaturation de l'alcool éthylique;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° la fabrication de certains composés intermédiaires utilisés par l'industrie des matières colorantes ;

3° la préparation de l'aldéhyde formique (formol) et de l'acétate de méthyle.

La dénaturation de l'alcool éthylique employait, à elle seule, avant la guerre, au taux de 10 p. 100, environ 50.000 hl de dénaturant, à 75 p. 100 d'alcool méthylique, soit environ 3.000 t d'alcool méthylique ordinaire.

L'alcool méthylique, à l'état pur, sert à préparer un des produits intermédiaires les plus importants de l'industrie des matières colorantes (34) à savoir la diméthylaniline.

Tant dans le groupe des colorants azoïques que dans ceux du triphénylméthane, des indophénols, des thiazines, oxazines et azines, la diméthylaniline joue un rôle d'intermédiaire très employé. La monométhylaniline, la méthylorthotoluidine, la diméthylparaphénylènediamine, les anisidine et dianisidine donnent également naissance à toute une série de produits de nuances riches. Avant la guerre, la plupart de ces colorants ou de ces intermédiaires étaient importés d'Allemagne, mais notre production nationale s'est très notablement développée et il semble qu'on puisse aujourd'hui tabler sur une consommation française annuelle, pour ce seul emploi, de 500 à 600 t d'alcool méthylique pur, susceptible de se développer sensiblement si le prix du produit était abaissé dans une mesure appréciable.

Le formol (aldéhyde formique, formaldéhyde) est obtenu actuellement dans l'industrie par combustion incomplète de l'alcool méthylique sous l'influence d'agents catalytiques (en général du cuivre) :

$$CH^3O + \frac{1}{2}O^2 = CH^2O \text{ (formol)} + H^2O.$$

Ce produit trouve également un assez large emploi dans l'industrie des matières colorantes et dans la fixation de celles-ci sur les fibres textiles. Un des principaux produits intermédiaires obtenus au moyen du formol est le *tétraméthyl-diamido-diphénylméthane* que l'on obtient par simple condensation de la formaldéhyde et de la diméthylaniline et qui sert de point de départ à des colorants de grande valeur. *L'hexaméthylènetétramine* (produit de condensation du formol et de l'ammoniac) est surtout employée dans l'impression ; à ce dernier point de vue, on peut encore signaler que certains colorants azoïques forment avec le formol des combinaisons insolubles qui

(34) Consulter un article très complet et très intéressant sur ce sujet de H. M. Bunburn, *The Use of Wood Distillation Products in the Dye Industry*, *Chemical Age*, 1922, p. 599 et suiv.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

donnent une solidité remarquable aux teintures qui en résultent. D'autres combinaisons méthylées à base d'hydrosulfites sont également employées avec avantage pour la fixation des colorants.

Mais le formol a trouvé une utilisation beaucoup plus importante dans une industrie relativement récente — celle des *résines artificielles*, du genre des *bakélites* — qui a rapidement pris un grand développement. Il suffira de se reporter, à ce sujet, à la si intéressante conférence (35) faite devant la Société d'Encouragement, par M. Georges Kimpflin, conférence dont je vous rappelle un passage particulièrement intéressant au point de vue qui vous occupe : « Au lendemain de la guerre, — dit-il, — la production « française était sensiblement égale à 0; elle atteint aujourd'hui le chiffre « fort respectable de 4 t par jour.... L'Allemagne produit 12 t par jour, « l'Amérique 20 t; mais tout indique que la production française ira cons- « tamment en augmentant surtout si les conditions économiques qui sont « faites à la fabrication de cette résine dans notre pays s'améliorent.... Le « prix du formol est le facteur essentiel du problème; le formol est cher, il « faudrait qu'il fût bon marché. Pour cela deux solutions : *ou bien fabriquer « le formol par un procédé plus économique* ou bien abaisser les droits de « douane sur le formol importé. La première solution serait de tous points « préférable. »

Nous verrons tout à l'heure que cette solution d'abaissement du prix de revient est celle qu'apporte le procédé de fabrication synthétique de l'alcool méthylique; pour l'instant, contentons-nous de retenir qu'il y a là, même dans l'état actuel des choses, une consommation importante et croissante d'alcool méthylique.

Des chiffres qui précèdent, relatifs à la consommation moyenne et normale de l'alcool méthylique ou de ses dérivés, nous pouvons déjà conclure que l'on peut compter, rien qu'en remplaçant par une production nationale le produit importé et sans nuire en quoi que ce soit à la production indigène issue de la carbonisation du bois, sur un écoulement assuré de 3.000 à 3.500 t par an soit de 10 t par jour.

D'autre part, il est certain que cette consommation est susceptible d'être notablement accrue par un abaissement appréciable du prix de vente. En ce qui concerne l'alcool dénaturé, la Régie des Contributions indirectes, qui n'a consenti à abaisser de 10 à 5 p. 100 le taux du dénaturant que pour ne pas accroître nos importations à un moment où notre change a besoin des plus grands ménagements et où le prix de l'alcool éthylique, déjà très élevé par lui-même, aurait encore été accru par l'augmentation du taux d'un autre

(35) Georges Kimpflin, *L'industrie française de la résine synthétique*. Conférence du 24 mai 1924, *Bulletin de la Société d'Encouragement*, octobre 1924.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

alcool d'un prix presque double (36), n'hésiterait pas à revenir au taux de 10 p. 100 le jour où on serait sûr de se procurer de l'alcool méthylique de production française, surtout à un prix du même ordre que celui de l'alcool éthylique. En outre et dans ces dernières conditions, le premier de ces alcools peut espérer faire concurrence au second et s'approprier une partie de la consommation considérable de ce produit (près de 40.000 t par an). L'industrie des matières colorantes tendrait également à développer l'emploi et la vente des colorants dérivés du méthylène, d'une qualité en général excellente, si elle était certaine de se procurer la matière première en toutes quantités et à des prix plus abordables. Enfin, comme on vient de le voir, l'industrie des résines synthétiques réclame à grands cris le formol à meilleur marché et escompte de ce chef un développement important.

On peut donc résumer la situation à ce point de vue en disant que les débouchés offerts à l'alcool méthylique seraient hors de proportion avec la consommation actuelle et d'un développement presque illimité, à condition que ce produit se trouve toujours en abondance sur le marché et que son prix de vente et celui de ses dérivés pût être sensiblement abaissé, par exemple au niveau de celui de l'alcool éthylique, sans fluctuations trop brusques et trop étendues.

Or, par son seul mode de fabrication actuelle, ces conditions ne sauraient être réalisées. Comme sous-produit de la carbonisation du bois (1 stère de bois ne fournit guère à la carbonisation que 4 l d'alcool méthylique pour 80 kg de charbon de bois) la production de cet alcool est sous la dépendance étroite de l'écoulement du charbon de bois de même origine. On estime, en général, que la vente des sous-produits (acétates, acétone, alcool méthylique et goudrons) doit couvrir l'intégralité des frais de carbonisation, le produit de la vente du charbon de bois devant, de son côté, couvrir les frais d'achat du bois. Ces frais de carbonisation en vase clos étant très élevés pour la quantité très faible de sous-produits obtenus, il en résulte pour l'alcool méthylique et ses dérivés des prix de vente très lourds pour le consommateur.

C'est ainsi que les cotes commerciales (37) les plus récentes comportent les prix de vente suivants :

Méthylène 90° (Régie)	440 f l'hectolitre.
— (pur)	750 f —
Formaldéhyde (40 volumes)	5,90 f le kilogramme.
Formol (Codex)	6 f —
— (40 p. 100).	6,30 f —

(36) Voir : Documents parlementaires, Chambre des Députés, Session ordinaire de 1922, Annexe n° 4512, *Journal Officiel*. Annexes, 1922, p. 1054 et suiv.

(37) *Journée industrielle* du 29 janvier 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce qui mettrait le formol *pur* à près de 16 f le kilogramme.

Le procédé de fabrication synthétique est-il à même soit de soutenir, soit d'abaisser ces prix de vente? Nous croyons pouvoir dire sans crainte qu'il est en mesure de les abaisser très sensiblement tout en rémunérant très convenablement les capitaux qui s'engageraient dans cette industrie.

Il est évidemment très délicat de donner des précisions exactes sur ce point; et il doit être bien entendu que les chiffres que je crois pouvoir fournir ne concernent que le prix de revient strictement technique, c'est-à-dire les frais d'usines à l'exclusion des charges de société, impôts, intérêts du fonds de roulement, frais de propagande et de publicité qui varient énormément d'une entreprise à l'autre et qui peuvent charger considérablement les prix de vente par rapport au prix de revient en usine.

Ces réserves essentielles étant faites — et j'insiste pour qu'on en tienne compte — voici comment peut s'établir le prix de revient de l'hectolitre d'alcool méthylique fourni par la synthèse :

Calcul du prix de revient
de 1 hectolitre d'alcool méthylique de synthèse
pour une production de 7,5 t par jour,
soit 2.625 t ou 32.800 hl par an.

Matières premières.

150 m³ de gaz à l'eau à 0,16 f le mètre cube	24,00
64 m³ d'hydrogène à 0,25 f le mètre cube	16,00 f

Compression et Catalyse.

Frais de premier établissement. — Terrain et bâtiments	1.000.000 f
Outillage	2.000.000 f
Total	3.000.000 f
Électricité pour chauffage des autoclaves et énergie mécanique de compression : 110 kWh à 0,15 f	16,50 f
Main-d'œuvre	3,00 f
Fournitures (matière catalysante, huiles, etc.)	2,50 f
Entretien et réparations	8,00 f
Frais généraux (10 p. 100 du total des dépenses précédentes)	7,00 f
Amortissements — 5 p. 100 sur bâtiments	1,53 f
Amortissements — 10 p. 100 sur outillage	6,10 f
Intérêt de l'argent (10 p. 100 du total des dépenses de premier établissement)	9,15 f
Total	93,78 f
Rectification et purification	10,00 f
Soit, au total, par hectolitre nu dans les bacs de l'usine	103,78 f
Ou par 100 kg (densité 0,8) en nombre rond	130,00 f

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comme on le voit, le prix de revient total auquel nous arrivons ainsi montre que, quels que soient les frais accessoires dont il serait nécessaire de charger le prix de revient en usine, il resterait encore par rapport aux prix de vente actuels une marge suffisante pour qu'il soit permis non seulement d'escompter la possibilité de soutenir la concurrence mais même d'envisager une réduction notable des prix de vente actuellement pratiqués.

Il n'est même pas interdit d'espérer une réduction notable des chiffres ci-dessus soit qu'on dispose de matières premières à un prix plus avantageux (par exemple par l'utilisation de combustibles sans grande valeur), soit par l'accroissement de la production qui réduirait très notablement les charges de premier établissement et les frais généraux, soit par l'utilisation de sous-produits intéressants et de valeur élevée.

En particulier, il convient de signaler que la purification de l'alcool méthylique ainsi obtenu en vue de son emploi dans l'industrie des matières colorantes sera d'autant plus facile que le produit brut de la synthèse ne contient ni aldéhyde, ni acétone tandis que le produit issu de la carbonisation exige, à ce point de vue, un traitement onéreux. D'autre part la préparation du formol, au lieu de se faire par combustion ménagée comme actuellement, peut être obtenue avantageusement par déshydrogénisation catalytique

$$CH^3O = CH^2O + H^2,$$

l'hydrogène mis en liberté pouvant être réemployé immédiatement à la préparation de l'alcool méthylique dont on réduit ainsi le prix de revient de 15 p. 100 environ.

Pour toutes ces raisons, il ne paraît pas impossible que l'alcool méthylique ainsi obtenu ne puissse entrer en concurrence, tôt ou tard, avec les essences de pétrole pour la traction automobile. A un moment où l'on recherche un carburant synthétique national, on conçoit difficilement une méthode plus économique que celle que l'on vient d'exposer pour la transformation du carbone solide en combustible liquide, puisque le bilan calorifique théorique est voisin de 80 p. 100 et que l'outillage, la dépense d'énergie et la main-d'œuvre sont réduits, dans ce procédé, à des valeurs qu'il paraît difficile d'abaisser notablement, quelle que soit la méthode employée.

L'hydrogénation directe de la houille à l'état d'hydrocarbures liquides, procédé dont on a beaucoup parlé sans qu'on ait pu, depuis plus de dix ans, déterminer ni les conditions précises de mise en œuvre, ni la composition exacte des produits obtenus, entraînerait certainement, en admettant que le procédé soit réalisable, des dépenses sensiblement du même ordre.

Si donc le problème des carburants synthétiques est destiné à recevoir tôt

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou tard une solution, c'est certainement dans la voie où nous sommes engagés, c'est-à-dire par le moyen de la production d'alcools ou de leurs dérivés à partir de mélanges gazeux obtenus eux-mêmes par la gazéification de la houille. A ce point de vue le procédé dont il vient d'être question constitue tout au moins une solution d'approche.

*
* *

Il y a quelques années un grand savant anglais, dans le discours inaugural d'un important congrès de chimie, faisait ressortir la simplicité des méthodes mises en œuvre par la nature pour l'exécution des multiples réactions qui donnent naissance à l'infinité des composés organiques et comparait ironiquement cette simplicité de moyens aux procédés compliqués de la chimie technique qui met en œuvre tant de réactifs dont aucune trace ne reste dans le produit final.

Je pense que le procédé que je viens de vous exposer répondrait aux vues de ce savant; il est à peu de chose près calqué sur celui qu'emploie la nature pour réaliser le premier stade de la formation de tous les produits végétaux, et en particulier la synthèse des hydrates de carbone pour laquelle Marcellin Berthelot (38) indiquait le mécanisme suivant « ... Par l'effet de la « respiration végétale l'eau passe à l'état d'hydrogène et l'acide carbonique à « l'état d'oxyde de carbone; les deux corps ainsi réduits réagissent l'un sur « l'autre, à l'état naissant, et engendrent tous les composés naturels. « D'après cela, l'oxyde de carbone serait, dans la nature vivante, la source « du carbone des matières organiques. Leur formation dans les végétaux par « l'action de l'oxyde de carbone sur l'hydrogène naissant, c'est-à-dire en « vertu de l'action réciproque des éléments, carbone, hydrogène et oxygène, « mis en présence à équivalents égaux

$$CO + H^2 = CH^2O \text{ (formaldéhyde)}$$

« représente un phénomène comparable ... etc.. »

Il n'est pas certain que la réaction se produise exactement sous cette forme et qu'il y ait production préalable d'oxyde de carbone mais, ce qui est incontestable, c'est que la première apparition de la matière organique végétale a lieu sous forme de formaldéhyde (39).

(38) M. Berthelot, *Leçons sur les méthodes générales de synthèse en chimie organique*, 1864, p. 180.
(39) Ce point est actuellement hors de doute. Voir : Richard Willstäter et Arthur Stoll, *Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensaüre*, Sieben Abhandlungen, Berlin, Julius Springer, 1918, p. 435 et 436.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or, nous n'opérons pas d'une façon différente dans le procédé qu'on vient de décrire : on part de l'oxyde de carbone obtenu par réduction de l'acide carbonique mais qui pourrait à la rigueur être remplacé par ce dernier et de l'hydrogène obtenu par décomposition de l'eau; sous l'effet de la pression, d'un agent catalytique (qui reste inaltéré) et sans aucun autre réactif, nous fabriquons d'abord la formaldéhyde (40) puis l'alcool méthylique.

Au lieu de la lumière solaire nous utilisons la pression, autre forme de l'énergie et je ne crois pas que la comparaison des rendements soit à notre désavantage.

Les deux façons d'opérer sont donc identiques; et à ce point de vue, on peut considérer le résultat acquis dans cette direction comme le premier pas d'une longue course et en quelque sorte le début d'une nouvelle chimie organique — chimie basée sur l'emploi des hautes pressions — et n'utilisant aucun réactif. En faisant varier la nature et la composition des gaz réagissants, la température, l'agent catalytique, la durée de contact, on arriverait ainsi peu à peu à produire la plupart des combinaisons organiques — en nombre illimité — que peuvent former entre eux le carbone, l'hydrogène et l'oxygène.

Cette vue est peut-être téméraire et ambitieuse mais elle est génératrice de progrès; elle justifierait, en tous cas, l'opinion que j'émettais en débutant que nous nous trouvions en présence d'une nouvelle étape de la chimie de synthèse organique.

* * *

Si les travaux qu'on vient d'exposer paraissent présenter quelque intérêt, le mérite des résultats auxquels ils ont conduit appartient en grande partie aux fidèles collaborateurs qui ont bien voulu m'apporter le concours de leur intelligence et de leur zèle. M. l'Ingénieur principal des Poudres Fleury s'est consacré à la tâche un peu fastidieuse de la mise au point des appareils, de leur surveillance, des modifications incessantes à leur apporter pour pallier aux défectuosités constatées, aux nombreuses analyses de gaz, etc., à toute cette besogne minutieuse sans laquelle aucun résultat positif ne peut être obtenu. M. l'Ingénieur en chef Loriette m'a apporté toutes les ressources de son habileté technique et de ses vastes connaissances chimiques pour la

(40) Il est certain que le premier stade de formation de l'alcool méthylique dans l'autoclave de catalyse est la production de formaldéhyde; ce fait a été accidentellement constaté par suite d'une fuite qui s'est produite par la rupture d'un des joints du conduit aboutissant à l'autoclave : les gaz qui s'échappaient manifestaient par leur odeur piquante la présence d'une forte dose de formaldéhyde.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

préparation des catalyseurs et ses suggestions si heureuses à cet égard ont eu une influence marquée sur l'amélioration des résultats. M. le Chimiste principal JOVINET a, par des analyses précises, recherché les impuretés des catalyseurs et des liquides obtenus, et permis ainsi des progrès continus. Enfin, M. l'Inspecteur général BRIOTET, directeur du Laboratoire central des Poudres, a bien voulu soutenir les efforts de son personnel par les mesures pratiques les plus efficaces. On me permettra de remercier ici tous ces collaborateurs de l'aide précieuse et indispensable qu'ils n'ont cessé de me prodiguer.

GEORGES PATART,
Inspecteur général des Poudres.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONCOURS DE FOURS MOBILES POUR LA CARBONISATION DU BOIS EN FORÊT (1).

(Forêt de Sénart, juin 1925.)

Le Ministre de l'Agriculture et le Ministre du Commerce et de l'Industrie,

Arrêtent :

Art. 1er. — Un concours de fours mobiles pour la carbonisation des bois en forêt, organisé par le Ministère de l'Agriculture (Direction générale des Eaux et Forêts) et par le Ministère du Commerce et de l'Industrie (Direction des Essences et Pétroles), avec la collaboration du Ministère de la Guerre et celle de l'Office national des Recherches scientifiques et des Inventions, aura lieu au mois de juin 1925 dans la forêt de Sénart (Seine-et-Oise).

Nature des épreuves.

Art. 2. — Les appareils devront subir :

1° Des épreuves de carbonisation portant :

a) Sur de la charbonnette exploitée d'octobre 1924 au 15 avril 1925;

b) Sur de la charbonnette récemment exploitée;

c) Sur des ramilles.

La durée maximum des épreuves sera de :

Huit jours pour le bois *a*);

Quatre jours pour le bois *b*);

Quatre jours pour les ramilles.

La charbonnette empilée et les ramilles sous forme de bourrées seront mises gratuitement à la disposition des concurrents sur le parterre d'une coupe. S'il y a lieu d'en effectuer le transport jusqu'aux fours, ce transport devra être effectué par les concurrents et il ne pourra commencer avant l'ouverture du concours.

Les produits de la fabrication seront la propriété de l'État. Le jury pourra faire sur ces produits tous les essais qu'il jugera utile;

2° Une épreuve de déplacement permettant au jury d'apprécier le degré de mobilité des appareils et comportant un parcours déterminé sur une route forestière. Pour cette épreuve, qui prendra place entre deux des épreuves de carbonisation, le matériel de transport d'usage courant dont dispose le comité d'organisation sera mis gratuitement à la disposition des concurrents sous les réserves prévues à l'article 6.

(1) *Journal Officiel* du 19 décembre 1924, page 11085.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Classement.

Art. 3. — Les appareils ou groupes d'appareils constituant une équipe d'exploitation seront classés :

1° D'après le prix de revient du charbon fabriqué et reconnu utilisable par le jury. On tiendra compte de l'amortissement du prix de l'appareil, des frais occasionnés par les déplacements, de la main-d'œuvre totale nécessaire au fonctionnement, de la production journalière, du rendement et, s'il y a lieu, de la valeur des sous-produits récupérés qui viendra en déduction ;

2° A égalité du prix de revient, d'après la qualité du charbon.

Les résultats du concours pourront être publiés à la diligence des ministères intéressés.

Prix.

Art. 4. — Il pourra être décerné des prix de 12.000, de 8.000 et de 4.000 f aux exposants des appareils classés premier, second et troisième, si le jury estime que ces appareils peuvent fonctionner normalement dans les exploitations forestières et fournir du charbon dont le prix de revient ne soit pas exagéré.

Les concurrents non primés ayant satisfait à toutes les conditions du concours recevront une indemnité de 100 f par tonne de charbon produit et reconnu utilisable par le jury.

Demande d'admission au concours et de transport des appareils. — Assurance.

Art. 5. — Les inventeurs ou fabricants désireux de participer au concours devront adresser au Ministère de l'Agriculture (Direction générale des Eaux et Forêts, 2e bureau), 78, rue de Varenne, à Paris, avant le 1er mars 1925, une demande d'admission faisant connaître, avec le nom et l'adresse du fabricant ou de l'inventeur, la désignation de l'appareil, son poids et ses dimensions ou, s'il est démontable, le poids et les dimensions de chacune de ses parties, le matériel nécessaire pour le transport sur route et en forêt, le personnel nécessaire pour le chargement et le déchargement, la consommation de bois à prévoir par vingt-quatre heures de fonctionnement, et, enfin, le prix de vente ; ils devront être en état de présenter les appareils à la date qui sera fixée par le comité d'organisation, date qui ne pourra être antérieure au 20 mai 1925. Le comité d'organisation aura le droit d'écarter les appareils ne satisfaisant pas aux conditions du concours.

Art. 6. — Le comité d'organisation mettra gratuitement à la disposition des concurrents qui en exprimeront le désir dans leur demande d'admission des camions de 3 tonnes et demie, pour effectuer le transport des appareils de la gare de Brunoy au lieu du concours et *vice versa*, ainsi que pour l'épreuve de déplacement en forêt, sous réserve que le transport puisse être effectué dans les conditions prévues par le code de la route en ce qui concerne l'encombrement. En même temps qu'il notifiera aux concurrents l'admission de leurs appareils au concours, le comité d'organisation leur fera connaître si les appareils réalisent les conditions ci-dessus et, dans l'affirmative, le jour où le transport aura lieu. Dans ce cas, le transport sera fait aux risques et périls des concurrents, qui devront prendre, en outre, la direction et la responsabilité du chargement, du déchargement et de toute la manutention.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Art. 7. — Les concurrents devront être assurés contre les accidents à une compagnie notoirement solvable; la police d'assurance devra être remise au commissaire général avant l'ouverture du concours: il pourra être refusé de procéder aux essais si cette formalité n'est pas remplie.

Le comité d'organisation, les ministères et organismes ayant institué le concours, ainsi que leurs agents, déclinent toute responsabilité au sujet des accidents qui pourraient avoir lieu pendant le concours ou à l'occasion du concours. Ils ne pourront être l'objet d'aucun recours et les concurrents assumeront toutes les responsabilités civiles et pénales à ce sujet.

Règlement et police du concours.

Art. 8. — Les instructions de détail relatives à l'ordre et à la police du concours feront l'objet d'un règlement intérieur qui sera adressé le 1er mai au plus tard aux concurrents.

Art. 9. — Le jury pourra prononcer l'exclusion de tout concurrent qui serait reconnu coupable de fraude caractérisée ou d'infraction volontaire aux dispositions du règlement intérieur.

Art. 10. — Du fait de leur engagement au concours, les concurrents se soumettent à toutes les conditions indiquées ci-dessus et reconnaissent que toute décision prise par le comité d'organisation ou par le jury est sans appel et non susceptible de recours d'aucune sorte.

Fait à Paris, le 16 décembre 1924.

Le ministre de l'Agriculture,
H. QUEUILLE.

Le ministre du Commerce et de l'Industrie,
RAYNALDY.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE
DU 10 JANVIER 1925.

Présidence de M. A. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 13 décembre 1924 est adopté.

Sont présentés pour devenir membres de la Société :

M. HERRENSCHMIDT (Georges) (✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, industriel, 9, avenue de Friedland, Paris (8e), présenté par M. Jacques Herrenschmidt;

la SOCIÉTÉ ANONYME DES USINES RENAULT, constructeur d'automobiles, 8 et 10, avenue Émile-Zola, Billancourt (Seine), présentée par M. Gaston Menier, sénateur;

la SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS, 6, rue Condorcet, Paris (9e), présentée par M. Gaston Menier, sénateur (membre perpétuel).

Est admise membre de la Société :

l'UNION DES BAUXITES (SOCIÉTÉ ANONYME), à Marseille, présentée dans la dernière séance.

M. MESNAGER, *président.* — La Société d'Encouragement vient de faire une perte douloureuse dans la personne de son secrétaire général, M. **Paul Toulon**, qui fut pendant 24 ans un de ses plus précieux collaborateurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Entré en 1872 à l'École Polytechnique, M. Toulon en était sorti dans les Ponts et Chaussées. Ce n'était pas seulement un technicien; son esprit était largement ouvert au côté philosophique des choses. Il fréquentait beaucoup son oncle, Antonin Rondelet, philosophe et économiste distingué, disciple de Le Play, qui l'avait initié à ses préoccupations. Aussi ne serez-vous pas surpris d'apprendre qu'il possédait sa licence ès lettres, sa licence ès sciences et son doctorat en droit. Marié dès l'École des Ponts et Chaussées (ce qui était une exception à cette époque), il éleva une nombreuse famille dont il était fier à juste titre.

Après avoir débuté dans sa carrière d'ingénieur à Muret et à Fécamp, il quitta le service de l'État pour entrer au réseau de l'Ouest, où il arriva ingénieur en chef.

Devenu membre du Conseil de notre Société en 1900, il n'avait pas tardé à se signaler par ce zèle et cette conscience qu'il apportait en toute chose et, en 1907, il était nommé secrétaire.

On lui doit de nombreuses et intéressantes études sur les questions de mécanique de précision et les machines à écrire, à calculer, à sténographier, notamment sur une machine à écrire en Braille pour les aveugles. Nous avons entendu de lui une remarquable conférence sur les machines à calculer lorsque la Société a organisé une exposition de ces machines.

Maintes fois il fut chargé de nous représenter, notamment au Congrès mondial de Gand, 1913, pour la standardisation technique. Mais son activité n'était pas renfermée dans ce seul domaine : c'est ainsi qu'il s'est distingué comme secrétaire de notre Commission de Réforme du Calendrier.

Pendant la guerre, il s'était dévoué, avec M. le Président Lindet et son collègue M. Hitier, à assurer la marche de la Société malgré les vides créés par la mobilisation. Il a rempli les fonctions de secrétaire des comités techniques et de nombreuses commissions spéciales. Encore comme secrétaire au Congrès du Génie civil en 1918, il avait résumé les études sur les chemins de fer.

Lorsqu'après la tourmente, la Société s'est occupée d'obtenir le brevet international pour les inventeurs français et des prorogations pour les brevets français, il a rendu les plus grands services.

Quand nous avons fêté le centenaire de la déclaration d'utilité publique de la Société, il en a rédigé l'histoire. Cette histoire a eu les honneurs de la séance solennelle, en présence du Chef de l'État, et a été publiée dans notre bulletin spécial du centenaire. Dans un raccourci saisissant, il en fait saisir les progrès depuis sa fondation jusqu'à 1923.

L'aménité de ses manières lui avait conquis la sympathie de tous ses collègues parmi lesquels il laisse d'unanimes regrets. Puissent ces unanimes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

regrets atténuer la profonde douleur de sa famille à qui nous adressons l'expression de toute notre sympathie.

M. MESNAGER, *président*. — J'ai aussi le regret de vous annoncer le décès survenu en juillet 1924, d'un de nos sociétaires les plus anciens et les plus dévoués, M. **Victor Champigneul**.

Né à Paris en 1858, M. V. Champigneul était entré à l'École d'Arts et Métiers d'Angers en 1874. Il dirigea d'abord un modeste atelier de forge, puis, dès 1883, se spécialisa dans la construction des machines hydrauliques et dans leur application à la grosse métallurgie. A partir de 1886, il commença à travailler pour les arsenaux et les services de l'artillerie; sa maison, devenue en 1917 la Société S. O. M. U. A., a fourni pendant la guerre par jour 225.000 projectiles de tous calibres et 50.000 douilles. Après la guerre M. Champigneul fut chargé par les grands groupements de métallurgistes français de négociations en ce qui concerne la reprise des Usines Skoda (Tchécoslovaquie) dont il devint administrateur ainsi que de différents grands établissements polonais. Il était encore administrateur de l'Union européenne, industrielle et financière, président du Conseil d'Administration de la Société S. I. T. A.

En février 1924, il avait été nommé président de la Société des Anciens Élèves des Écoles nationales d'Arts et Métiers. Il était apprécié et aimé de tous pour sa haute compétence, son caractère droit et sa grande bienveillance.

M. MESNAGER, *président*. — Comme l'année dernière :

la Société française de la Viscose nous a versé 30 f, pour l'ensemble de son siège social et de son usine d'Arques-la-Bataille;

la Société Ardéchoise pour la Fabrication de la Soie de Viscose nous a versé 200 f;

la Société italienne de Viscose a versé 200 f.

Je tiens à rappeler que le secrétaire général de ces trois Sociétés est M. QUANTIN, déjà membre, à titre personnel, de notre Société; je lui adresse nos très vifs remerciements.

Je dois signaler aussi d'autres dons faits par quelques-uns de nos membres en vue de nous aider à la publication de notre Bulletin. Ont ainsi versé, en plus de leur cotisation de l'année 1925 : M. Roger HAMELIN, lieutenant de vaisseau, 40 f; M. MARÉTHEUX, directeur de l'Imprimerie de la Cour d'appel, lauréat de notre Société, 50 f.

Nous adressons à ces sociétaires nos très vifs remerciements.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. M. HITIER, *sécrétaire général*, présente et analyse les ouvrages suivants, récemment entrés dans notre Bibliothèque :

Curs metodic de chimie si mineralogie, de Dr. C. I. ISTRATI si G. G. LONGINESCU. Editia IX. 1924. Bucuresti. (Don de M. G. G. Longinescu, membre de la Société);

Les fours à coke. Les règles modernes de leur construction et de leur exploitation, par M. Ch. BERTHELOT (Extrait des mémoires de la Société des Ingénieurs civils de France, juillet-septembre 1924). Paris, 19, rue Blanche. (Don de l'auteur, membre de la Société);

Le cinématographe au service des affaires, par MM. Louis ANGÉ et H. RUMPF. 1924. La pratique commerciale, La Garenne (Seine). (Don des auteurs);

Les lignites et leurs applications industrielles, par M. Edmond MARGOTTE. 1925. Paris, Gauthier-Villars et C^ie^;

Ma vie et mon œuvre, par M. Henry FORD. 1925. Paris, Payot;

Traité de télégraphie sans fil, par M. L. ROBERT, 1^re^ et 2^e^ parties (Bibliothèque de l'ingénieur-électricien). 1924. Paris, A. Michel;

Le domaine minier de l'État prussien. Étude historique et économique, par M. D.-J. NOËL. 1924. Paris, Jouve et C^ie^;

Cours de technologie du bois. Tome II : Travail mécanique des bois, par M. J. MASVIEL. 2^e^ édition. 1925. Paris, Dunod;

Les tissus féminins, par M^me^ L. DORESSE (Le livre de la profession). 1924. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles;

La doctrine administrative. L'administration expérimentale : Le fayolisme, par M. R. MAZERAT. (Académie de Marine, Tomes II et III. 1923-1924), Paris, 17, rue Jacob (6^e^);

Compte rendu technique de l'Exposition internationale du Gaz. 1924, par M. Marcel SEILLAN. (Supplément au numéro 55, novembre 1924, de *Chaleur et Industrie*). 1924. Paris, 5, rue Michel-Ange;

Société anonyme des Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries du Saut du Tarn, 1824-1924. (Extrait d'un chapitre de l'Histoire de l'industrie et du commerce en France). 1924. Paris, Éditions d'art et d'histoire.

M. G. KŒNIGS, membre de l'Institut et du Conseil de la Société d'Encouragement, fait une communication sur *les camions à gazogène*.

Le problème du gazogène transportable s'est posé pendant la guerre. Au moment de l'offensive sur Verdun, alors que les camions automobiles assuraient le ravitaillement, on s'est rendu compte du danger que les Alliés auraient couru si l'essence avait manqué. Le problème a gardé son intérêt car la production du pétrole dans le monde tend à devenir déficitaire; il convient d'ailleurs que notre pays, qui ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

produit pas de pétrole, puisse trouver dans la métropole et les colonies le carburant qui pourra remplacer l'essence. Le charbon de bois paraît fournir une des meilleures solutions de ce qu'on a appelé le problème du carburant national, au moins en ce qui concerne les voitures lourdes, telles que les camions militaires, les seules qui permettent de loger cet organe supplémentaire, lourd et encombrant, le gazogène, et une provision suffisante de combustible et d'eau.

L'Office national des Recherches scientifiques et des Inventions tout d'abord, puis l'Automobile-Club et le Ministère de Guerre se sont intéressés à la question. Le nouvel Office des Combustibles liquides vient de s'y intéresser aussi.

Une question préalable se pose : notre territoire peut-il fournir le charbon de bois en quantité suffisante aux besoins? Un des rapports de M. Cornu-Thénard publiés par la Commission d'Utilisation du Combustible donne à ce sujet les renseignements suivants.

Avant la guerre, la consommation du bois de chauffage en France était de 12.000.000 t; la production aurait pu être facilement augmentée de 8.000.000 t; des réserves accumulées pendant 10 ans pourraient fournir un appoint de près de 10.000.000 t; de plus, en reboisant des terrains incultes, on disposerait d'un nouveau supplément annuel de 9.000.000 t. Enfin, on peut employer, pour la fabrication du charbon de bois pour gazogène, des menues branches, des brindilles qui jusqu'ici n'ont guère été utilisées ou l'ont été assez mal.

La production d'une tonne de charbon de bois exige la consommation de 5 à 6 t de bois; 1 kg de charbon de bois valant 0,40 f équivaut à 1 l d'essence qui coûte 1,80 f. L'économie réalisable n'est cependant pas aussi élevée que ces chiffres semblent l'indiquer, car la consommation du carburant n'entre que pour 40 p. 100 dans la totalité des dépenses d'exploitation d'un camion. D'autre part, à cause du grand encombrement, le rayon d'action de la voiture à gazogène est inférieur de 10 à 15 p. 100 à celui d'une voiture à essence. Bien que la question d'économie ne soit pas primordiale, il convient néanmoins de rechercher les moyens d'abaisser le plus possible le prix de revient du charbon de bois en améliorant le rendement de la pyrogénation, notamment en substituant à la carbonisation en meules, la carbonisation dans des cornues, en forêt, ce qui permettrait en outre de récupérer les sous-produits dont la valeur est élevée.

Déjà, avant la fin de la guerre, des camions à gazogène, de la Société Caze, circulèrent entre Paris et Rouen; d'autres essais suivirent. Ils furent assez encourageants pour inciter l'Office des Inventions, qui avait pris l'initiative de leur emploi, à organiser un premier concours qui eut lieu en 1922. Ce concours était ouvert à toute espèce de véhicules, mais seuls des camions de 3,5 t et de 5 t y prirent part; l'obligation d'utiliser un moteur à essence dont le réglage seul était modifiable (augmentation de la compression, plus grande avance à l'allumage) n'arrêta pas les concurrents qui ne profitèrent guère cependant de cette possibilité pour récupérer une partie de la puissance perdue (30 à 40 p. 100) du fait de la substitution du gaz pauvre à l'essence.

Malgré ces conditions désavantageuses, 6 camions (un anglais, cinq français) purent, pendant deux jours de suite, accomplir, sur route et en colonne 60 km par jour.

Le concours a été repris en 1923 et limité aux camions; les conditions furent inspirées par l'expérience acquise en 1922.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'encrassement des moteurs par les poussières (solides et liquides) entraînées, obligeant à des nettoyages fréquents ou à une purification, par l'eau ou autrement, on avait imposé comme condition que le poids de l'eau destinée au lavage ne serait pas supérieur à 1,5 fois le poids du combustible embarqué. Le classement devait apprécier l'ensemble gazogène + moteur, c'est-à dire la voiture tout entière, ce qui obligeait à augmenter la compression.

Les camions concurrents (au nombre de 9, représentant seulement 4 types différents) ont circulé pendant 14 jours à raison de 100 km par jour, avec horaire de marche et vitesse de marche maximum imposés pendant les trois premiers jours.

Dans les 4 types de gazogènes concurrents, on a utilisé la chaleur emportée par le gaz pauvre pour réchauffer l'air qui alimente le gazogène, et, dans trois types, pour vaporiser l'eau injectée dans le gazogène en vue de fournir du gaz à l'eau.

Les procédés employés pour débarrasser le gaz de ses poussières peuvent se ramener aux types suivants qui, généralement, ont été associés par deux, trois et même quatre : action thermique pour décomposer les poussières de goudron; chambres de repos utilisant une diminution de vitesse; filtrage à sec, sur copeaux métalliques généralement; filtrage sur corps humidifié par l'eau ou par l'huile; barbotage dans l'eau ou dans l'huile; essorage (Renault).

Voici quelques résultats du concours :

Gazogène.	Sur camion	de	Compression.	Poussières mg : m³.	Classement.
Renault	Renault	3,5 t	7,12	66	1er
Sté de Vierzon	Dewald	3,5 t	6,25	158	2e
Étia	Delahaye	3,5 t		78	3e
Étia	Renault	3,5 t		78	4e
Renault	Renault	5 t	7,12	66	1er
Sté de Vierzon	Dewald	5 t	6,25	158	2e
Étia	Renault	5 t		78	3e
G. P. A. (1)	Berliet	5 t		130	4e

Les quantités de poussières trouvées dans le gaz produit par tous ces gazogènes sont tout à fait insuffisantes pour encrasser le moteur.

Les poids des gazogènes varient entre 311 et 530 kg. Le pouvoir calorifique du gaz a varié de 1.217 à 1.261 cal par mètre cube.

Il convient de signaler d'autres gazogènes transportables intéressants qui n'ont pas pris part au concours; ce sont les gazogènes : Autogaz, Lion (qui ont pris part au concours des moteurs agricoles de 1923); Imbert (adopté par la maison Berliet); Malbay, Hernu, Fajole, Panhard et Levassor.

Un nouveau concours est en préparation pour 1925; l'Office des Combustibles liquides prend part à son organisation.

E. L.

M. Koenigs exprime le désir de voir la Société d'Encouragement récompenser de quelques-uns de ses prix les meilleurs gazogènes transportables qui ont été réalisés dans ces derniers temps.

(1) Société du Gaz pauvre dans ses applications.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. MESNAGER, *président* répond que la chose n'est plus possible cette année, toutes les propositions de récompenses ayant dû être faites avant le 1er novembre 1924. Les propositions que M. Kœnigs voudra bien nous faire pour 1925 seront examinées par le Comité compétent.

M. ANDROUIN dit qu'il semble bien, d'après l'exposé qui vient d'être fait, que la question du gazogène transportable est résolue au point de vue technique; on est entré maintenant dans la voie des perfectionnements. Il lui semble que l'attention devrait surtout se porter maintenant sur la production économique du charbon de bois et sur les facilités d'approvisionnement sur routes pour les camions à gazogènes : leur développement paraît dépendre surtout maintenant de ces facilités.

M. KŒNIGS répond que, actuellement, des efforts sont faits pour améliorer la carbonisation dans les cornues, en forêt, et qu'un concours à cet effet vient d'être organisé.

La Direction générale des Eaux et Forêts (Ministère de l'Agriculture) d'accord avec le Ministère du Commerce et de l'Industrie (Direction des Essences et Pétroles), le Ministère de la Guerre et l'Office national des Recherches scientifiques et des Inventions, vient d'instituer un concours de fours mobiles pour la carbonisation des bois en forêt. Ce concours se tiendra en juin 1925 dans la forêt de Sénart (Seine-et-Oise). Le programme en a été donné récemment dans le *Journal officiel* (1).

La séance est levée à 18 h. 45 m.

SÉANCE PUBLIQUE

DU 24 JANVIER 1925

Présidence de M. A. MESNAGER, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 10 janvier 1925 est adopté.

Sont admis membres de la Société :

M. HERRENSCHMIDT (Georges), Ingénieur des Arts et Manufactures, industriel à Paris ;

(1) Voir de programme à la page 174 du présent numéro.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la Société anonyme des Usines Renault, à Billancourt (Seine) :
la Société du Gaz de Paris, à Paris,
présentés dans la dernière séance.

M. Mesnager, *président*. — J'ai le regret de vous annoncer la mort de M. Camille de Lacroix, survenue le 30 novembre dernier. Depuis 1919 M. C. de Lacroix était membre correspondant de notre Conseil, au titre du Comité de Commerce.

M. Camille de Lacroix était l'un de ces grands chefs d'industrie qui ont maintenu en Alsace pendant 50 ans le culte de la patrie absente.

Nés à la Guadeloupe entre 1840 et 1845, les deux frères de Lacroix entrèrent, l'un dans la marine, l'autre dans l'armée de terre.

L'un, le général de Lacroix, fut généralissime de notre armée et contribua puissamment à l'organisation de ces forces qui, sous le commandement de ses élèves et successeurs, ont rendu l'Alsace à la France.

L'autre, officier de marine, combattit au Mexique et en 1870; après avoir pris part à l'expédition de la Baltique, il lutta, dans l'armée de la Loire, à la tête d'un groupe de fusiliers marins.

Peu après, se posa pour lui, comme pour beaucoup de ceux que des liens puissants rattachaient à l'Alsace, l'angoissante question de l'exil loin de sa patrie d'adoption ou du retour à cette petite patrie pour y assurer la survivance de l'amour de la France, dans le cœur des populations ouvrières qui souffraient de se sentir abandonnées de beaucoup de leurs patrons aimés et respectés.

Camille de Lacroix considéra comme son devoir de quitter cette marine à laquelle le rattachaient les liens puissants d'une affection consolidée par plus de dix années de service sur mer et sur terre, et de se consacrer à la direction d'un des grands établissements qui repoussaient avec horreur la pensée d'avoir à faire appel à des chefs d'au delà du Rhin.

Il a été grandement récompensé du sacrifice qu'il fit alors quand il vit grandir son influence sur toutes les grandes œuvres techniques et philanthropiques de la région mulhousienne.

Il consacra plus de 50 années d'activité à la Société industrielle de Mulhouse, dont aucune œuvre ne lui fut étrangère.

Membre, puis secrétaire et président du Comité d'Utilité publique, de la Société des Cités ouvrières, de l'École supérieure de Filature, il vint à Paris recevoir, dans cette salle même, de M. Viviani, alors ministre du Commerce, la croix d'officier de la Légion d'honneur que la France tenait à faire parvenir au vénéré président de la Société industrielle, M. Auguste Dollfuss, le jour où notre Société attribuait à sa sœur cadette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sa grande médaille d'or annuelle, décernée sur la proposition de notre Comité de Commerce.

Président, à son tour, de la Société industrielle de Mulhouse, Camille de Lacroix eut la joie intense de recevoir à ce titre les représentants de la France victorieuse, après avoir passé les douloureuses années de la guerre à lutter pour atténuer les souffrances que renouvelaient sans cesse les combats livrés dans la Haute-Alsace, aux portes de Mulhouse.

Notre Société ne pouvait laisser disparaître de son sein, cet éminent philanthrope, cet industriel toujours à l'affût des progrès à faire adopter dans les manufactures qu'il administrait, cet amateur d'art si délicat qui a beaucoup contribué à développer l'amour du beau, en même temps que du bien, dans cette ville qui, grâce aux hommes éminents qui se groupaient autour de la Société industrielle et de ses nombreuses filiales, a toujours su joindre à la recherche de la prospérité matérielle, le culte des arts et l'amour inaltérable pour la France, dont il attendait, avec une confiance de tous les jours, la reconstitution jusqu'à ses limites naturelles du Rhin.

M. de Lacroix était officier de la Légion d'honneur.

Nous adressons à la famille de notre regretté collègue l'expression de notre vive sympathie.

M. H. Hitier, *secrétaire général*, présente et analyse les ouvrages suivants, récemment entrés dans notre Bibliothèque :

Notes sur les bois de l'Indochine, par M. A. Bertin (Gouvernement général de l'Indochine. Publications de l'Agence Économique, n° IX). 1924. Paris, 20, rue La Boëtie (Don de l'Agence économique);

Carte physique de l'Afrique occidentale française,

Carte touristique de l'Afrique occidentale française,

Carte ethnographique de l'Afrique occidentale française,

Sahara occidental et central,

4 cartes dressées par M. Meunier;

Les grandes industries modernes. II : *la Métallurgie*, par M. Paul de Rousiers. 1925. Paris, A. Colin, 103, boulevard Saint-Michel;

Le tonnelier, par M. M. Reynaud (Le livre de la profession). Paris, Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard;

Chemins de fer. Construction et voie, par M. A. Sirot. 2e édition revue et mise à jour, par M. Ch. Bélorgey. (Bibliothèque de l'Ingénieur des travaux publics.) 1925. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte;

Compte rendu du Congrès des Carburants (2 et 3 octobre 1924) et de l'Exposition de Motoculture de Buc (30 septembre au 5 octobre 1924). (Sup-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plément du numéro de décembre 1924 de *Chaleur et Industrie*). Publications de « Chaleur et Industrie », Paris, 5, rue Michel-Ange;

Traité pratique sur le fonctionnement du moteur à explosions, par M. René Bardin. 1924. Paris, Desforges, 29, quai des Grands-Augustins;

Le carburateur, par M. René Bardin, 4e édition revue et augmentée. 1924. Paris, Desforges, 29, quai des Grands-Augustins;

Carte géologique du Congo Belge, par M. P. Fourmarier (Extrait de la *Revue universelle des Mines*, n° du 15 novembre 1924, 7e série, tome IV, n° 4). 1924. Liége, H. Vaillant-Carmanne, 4, place Saint-Michel.

La Commission des Fonds déclare vacant le siège qui y était occupé par M. Fouret, décédé.

M. Mesnager, *président*. — Vous allez entendre M. Georges Risler, vice-président de notre Société. Comme vous le savez, il s'est toujours dévoué aux œuvres de bienfaisance et à la lutte contre les fléaux sociaux : la tuberculose, l'alcoolisme, la syphilis, le taudis, la dépopulation. Il s'occupe plus particulièrement de la création d'habitations à bon marché. Il était donc tout désigné pour nous faire la communication que vous allez entendre sur la lutte contre la tuberculose.

M. Georges Risler, vice-président de la Société d'Encouragement, fait une communication sur le *Sanatorium Lalance, de Pfastatt, près Mulhouse, et la lutte contre la tuberculose.*

M. Auguste Lalance, qui fut membre correspondant de notre Société, était un grand industriel, d'une activité débordante, qui réussit trois carrières industrielles.

M. A. Lalance a débuté comme volontaire à la Société alsacienne de Constructions mécaniques fondée par André Koechlin. Après avoir accompli des travaux importants en Angleterre et en Russie, où il agissait pour son propre compte, il entra chez M. Schaeffer, dans la maison d'impression sur tissus fondée par Haeffely, qui devint plus tard la maison Schaeffer et Lalance. Expulsé d'Alsace par Bismarck, parce qu'il était député protestataire d'Alsace au Reichstag, il vint à Paris où il fonda le secteur de la Place Clichy. De retour en Alsace, A. Lalance consacra les dernières années de sa vie et toute sa fortune à la création du Sanatorium pour enfants tuberculeux de Pfastatt. Il fut aidé dans cette tâche par sa femme qui transforma sa maison d'habitation, le chalet Amélie, en un preventorium pour jeunes filles. Tous deux eurent la joie de voir le retour de l'Alsace à la France.

Le sanatorium de Pfastatt est un immense édifice en ciment armé, dont l'aspect extérieur est égayé grâce à un large emploi de briques blanches vernissées et qui comporte les aménagements intérieurs les plus modernes. Il compte plusieurs galeries couvertes et une vaste terrasse affectée au traitement des tuberculeux chirurgicaux par l'héliothérapie. C'est le premier établissement qui ait été affecté à la cure de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soleil en plaine. Cette innovation fut couronnée de succès : terminé en 1912, il recevait 43 enfants dès le 20 février 1912. Il en comptait 47 à la veille de la guerre.

Réquisitionné par les Allemands et transformé en hôpital militaire, les dévastations et les destructions qui y furent commises ne permirent pas de le rendre à sa destination première avant 1920. Au lendemain de l'armistice, tous les membres du Comité du Sanatorium étaient morts, sauf M. Lalance, alors âgé de 90 ans, et M. Gabriel Schlumberger, actuellement président du Comité.

Le Sanatorium de Pfastatt est actuellement un établissement modèle. Il dispose de 75 lits ; le preventorium de 40 lits. La guérison clinique s'obtient en moyenne au Sanatorium au bout de quatre mois chez 44 p. 100 des hospitalisés ; leur augmentation de poids est en moyenne de 5 kg (maximum 7 kg). On n'y fait usage d'aucun médicament.

***

Les dernières statistiques montrent qu'en France, on compte chaque année 86.000 décès par tuberculose, dont 11.000 à Paris ; mais si on tient compte de près de 150.000 décès par maladies inconnues ou non spécifiées (c'est ainsi que la tuberculose était systématiquement ignorée des médecins de l'armée de terre et de la marine avant la guerre), c'est plus de 150.000 décès qu'il faut attribuer à la tuberculose chaque année en France. Dans les trente dernières années, la mortalité par tuberculose a diminué de 50 p. 100 en Allemagne et en Angleterre ; il n'en est pas de même chez nous ; elle a même augmenté dans ces dernières années : la crainte de cette maladie, facile à guérir cependant quand elle est combattue intelligemment à ses débuts, empêche souvent nos médecins de la déclarer aux malades.

La tuberculose n'est pas justiciable d'un traitement médical : son remède spécifique n'est pas encore trouvé ; c'est une maladie sociale et qui exige des remèdes sociaux. Ce sont :

1° *L'amélioration du logement des travailleurs.* — Environ 18 p. 100 des familles habitant nos grandes villes ne disposent que d'une pièce pour tout logement ; 34 p. 100 des décès par tuberculose s'observent dans 5 p. 100 des maisons (820) de Paris. Sur ces 820 « maisons maudites », il y a 195 hôtels garnis. Le remède est l'habitation saine à bon marché.

2° *Le développement des espaces libres dans les grandes villes.* — Londres compte 15 p. 100 de sa surface en espaces libres, Berlin 10 p. 100. Paris seulement 4,5 p. 100 et les espaces libres y diminuent tous les jours. Les statistiques montrent que les quartiers les moins aérés et les moins ensoleillés sont bien plus frappés que les autres par la tuberculose.

3° *L'action sérieuse des comités d'hygiène municipaux.* — En France, les rapports des inspecteurs d'hygiène restent sans effet. En Hollande, une loi sur l'expropriation pour cause d'insalubrité est appliquée très rigoureusement. Des dispositions analogues existent en Angleterre, en Belgique, aux États-Unis ;

4° *La lutte contre l'alcoolisme.* — Elle s'impose plus que jamais en France ; l'on a vu récemment défendre énergiquement le privilège des bouilleurs de cru et réapparaître l'absinthe, qui avait été interdite pendant la guerre, sous forme de succédanés plus dangereux encore que l'absinthe ;

5° *L'amélioration de l'alimentation populaire.* — La tuberculose, pour frapper un organisme, doit le trouver en état de réceptivité, c'est-à-dire affaibli physiologi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quement : il importe donc de recourir à tous les moyens qui permettent à la population pauvre de s'alimenter sainement à bon marché, par exemple en poisson frais, en viande frigorifiée.

Il convient de dépister la tuberculose à ses débuts, alors qu'elle est encore curable : l'action du médecin est donc indispensable; cependant elle laisse souvent à désirer; pour diverses raisons, le malade et sa famille ne sont pas prévenus à temps : le malade devient incurable et, ignorant les précautions à prendre, devient en même temps un foyer de contagion. Ces précautions ne sont prises et le traitement n'est appliqué efficacement que dans les sanatoria, seuls endroits où, s'ils sont bien tenus, il est impossible de contracter la tuberculose. Il faut aussi chercher à prévenir la maladie, à empêcher son aggravation et la contagion, quand le tuberculeux ne peut vivre dans un sanatorium, d'où la nécessité :

Des *preventoria*, surtout pour les jeunes enfants chétifs, candidats à la tuberculose, mais non tuberculeux;

Des *dispensaires*, qui fournissent soins, conseils, médicaments, crachoirs et désinfectants;

Des *infirmières-visiteuses*, qui vont dans les familles donner ces soins et ces conseils, en éloignent le malade dangereux pour son entourage, ou les enfants, exposés à la contagion, en les envoyant à la campagne, à la mer ou à la montagne. L'institution des infirmières-visiteuses, de création assez récente et de fonctionnement très coûteux, est appelée à donner les meilleurs résultats car les infirmières-visiteuses font aussi une œuvre d'éducation, dont les bons effets se répercutent.

Il existe une organisation centrale de lutte contre la tuberculose en France, le Comité national de Défense contre la Tuberculose; son siège social est à Paris, 66 *bis*, rue Notre-Dame-des-Champs (6e); la lutte est organisée dans 83 de nos départements (y compris l'Algérie) : 10 départements n'avaient encore rien organisé au 31 décembre 1924.

On compte, en France : 526 dispensaires donnant annuellement plus de 300.000 consultations, et faisant faire plus de 400.000 visites par leurs infirmières; 72 sanatoria ou preventoria, comptant 6.931 lits.

Les infirmières-visiteuses, au nombre de 630, sont formées (durée des études : deux ans) dans 9 écoles : l'Ecole du Comité national est située boulevard Raspail, à Paris; elle compte 88 élèves, dont 61 internes. Notre pays compte aussi, depuis quelques jours, son premier sanatorium de haute montagne, celui d'Odeillo, dans les Pyrénées-Orientales, analogue à celui de Leysin en Suisse.

E. L.

M. le Colonel Renard dit qu'autrefois, il a eu souvent l'occasion de survoler Paris en ballon et qu'il a été surpris du grand nombre d'îlots de verdure qui lui apparaissaient ainsi et dont l'existence reste insoupçonnée de celui qui est à terre. Il a constaté que le percement de longues et larges artères, s'il apporte un agrément au promeneur, ne se traduit pas toujours par une amélioration en ce qui concerne les espaces libres ou plantés d'arbres, car il peut faire disparaître, et c'est le cas du boulevard Raspail notamment, des jardins de particuliers, de communautés, qui, au total,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

représentaient une surface découverte plus grande que celle de la grande artère. Le percement d'une grande voie dans une ville n'est donc avantageux que dans les quartiers densément bâtis et peuplés, à ruelles étroites, nombreuses et obscures.

M. MESNAGER, *président*, remercie M. G. Risler de son intéressante conférence si documentée et si pleine de faits. Il le prie de bien vouloir en remettre un texte aussi détaillé que possible, en vue de son insertion dans notre *Bulletin*.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

SÉANCE PUBLIQUE

DU 31 JANVIER 1925

Présidence de M. R. MESNAGER, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 24 janvier 1925 est adopté.

Sont présentés pour devenir membres de la Société :

M. Paul GENTIEN, agriculteur au Maroc, 24, avenue Kléber, Paris (16e), présenté par M. Adrien Legrand et M. Henri Hitier;

M. LE PRÉSIDENT DE LA CHAMBRE DE COMMERCE DE STRASBOURG (Bas-Rhin), présenté par M. Jacques Herrenschmidt.

Le président de la Chambre de Commerce de Strasbourg est M. Fernand Herrenschmidt, oncle de M. Jacques Herrenschmidt, membre de notre Conseil.

M. MESNAGER, *président*. — Dans la séance en comité secret qu'il vient de tenir, notre Conseil d'Administration vient de désigner trois de ses membres :

M. Édouard MOLLET-VIÉVILLE (*Commission des Fonds*);

M. Henri ERNAULT (*Comité des Arts mécaniques*);

M. Gaston COLMET-DAÂGE (*Comité des Constructions et des Beaux-Arts*).

Conformément aux statuts, la nomination de ces trois nouveaux membres sera soumise à la ratification de la prochaine assemblée générale des sociétaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. MESNAGER, *président*. — J'ai représenté la Société d'Encouragement au banquet annuel qui a été donné le 27 janvier par la Chambre Syndicale des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France.

Dans son discours, le président, M. Dalbouze, a réclamé pour les produits finis de l'industrie mécanique une protection douanière égale à celle des matières premières qui entrent dans ces produits. Il estime que le marasme actuel de l'industrie mécanique est dû à ce que les constructeurs de machines ne peuvent lutter avec l'étranger malgré toutes les économies qu'ils s'efforcent de réaliser sur les dépenses de main-d'œuvre, par suite du prix élevé de la matière première. M. Haudos, président de la Commission des Douanes à la Chambre des Députés, a répondu qu'il serait tenu compte de cette demande modérée et justifiée dans la revision des tarifs douaniers actuellement en cours.

M. H. HITIER, *secrétaire général*, présente et analyse les ouvrages suivants, récemment entrés dans notre bibliothèque :

5e *Congrès national des Travaux publics, tenu à Paris*, les 8, 9 et 10 décembre 1924. Association française pour le développement des Travaux publics. 1924. Paris, 19, rue Blanche;

Traité de la fraude dans la vente des marchandises, par M. J.-A. ROUX. 1925. Paris, Librairie de la Société anonyme du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot, 5e;

Phénomènes diélectriques dans la technique des hautes tensions, par M. F. W. PEEK. Jr, traduit sur la seconde édition américaine, par M. Robert ACKERMANN. 1924. Paris, Delagrave, 15, rue Soufflot, 5e;

Inventaire des périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris dressé sous la direction de M. Alfred LACROIX, par M. Léon BULTINGAIRE, fascicule II. 1924. Paris, Masson et Cie, 120, boulevard St-Germain, 6e;

L'approvisionnement du pays en coton et les colonies françaises, par M. Henri BLOUD. Conférence faite le 7 mai 1924, au Cercle militaire. 1924. Bar-sur-Seine, Imp. L. Goussard (Don de l'auteur).

M. MESNAGER, *président*. — M. PATART, Inspecteur général des Poudres, nous a déjà fait le 26 janvier 1924 une conférence sur la fabrication industrielle de l'alcool anhydre. Il s'agissait là de l'alcool éthylique. Il va vous parler aujourd'hui de la fabrication industrielle de l'alcool méthylique, par synthèse, au moyen de catalyseurs et sous pression. Sa première communication a été fort remarquée et le texte en a été fort demandé, surtout à l'étranger où les travaux sur la question sont beaucoup moins avancés que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chez nous. Je ne doute pas que la communication qu'il va nous faire ce soir ne soit tout aussi intéressante que la première.

M. Georges PATART, Inspecteur général des Poudres, fait une communication sur *la production industrielle de l'alcool méthylique de synthèse par catalyse sous pression* (1).

M. MESNAGER, *président*, remercie M. Patart de son intéressante communication et le félicite, ainsi que ses collaborateurs, des résultats auxquels ils sont parvenus. Ils nous permettent d'envisager la possibilité de nous passer bientôt de l'alcool méthylique importé. Ils apportent une contribution à la solution du problème du carburant national.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

(1) Voir dans le présent numéro, à la page 141, le texte *in extenso* de cette communication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Moteurs à combustion interne, par M. PAUL DUMANOIS, Ingénieur en chef du Génie maritime, professeur à l'École supérieure d'Aéronautique et de Construction mécanique, répétiteur à l'École polytechnique. Un vol. (23 × 14 cm) de VI + 517 p., avec 196 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1924 (Prix : 50 f.).

L'ouvrage de M. Dumanois fait partie de l'encyclopédie de mécanique appliquée, publiée sous la direction de M. L. Lecornu, avec le patronage de la Société des Ingénieurs civils de France et de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Par moteurs à combustion interne, l'auteur entend ceux où la combustion se fait sous pression à peu près constante pendant une fraction de la course motrice du piston, par opposition aux moteurs à explosion. Aussi est-il consacré en grande partie à l'étude minutieuse du principal représentant de cette classe de machines, le moteur Diesel. L'emploi de ce moteur pour la propulsion des navires est étudié avec grands détails ; toutefois l'usage industriel à terre n'est pas laissé de côté. Une des caractéristiques de l'ouvrage est la recherche et la discussion de toutes les circonstances de la marche, et des difficultés à résoudre dans l'étude et la construction. Le chapitre X, avant-projet de moteur Diesel, offre à cet égard un intérêt tout particulier.

Nous signalerons aussi la description du moteur Still, qui utilise la vapeur produite par les gaz d'échappement.

Un chapitre est consacré aux moteurs dits semi-Diesel et super-Diesel, les premiers fort intéressants pour les applications courantes à terre.

L'ouvrage de M. Dumanois constitue une importante addition à la littérature technique consacrée à une classe de moteurs qui semble appelée à un très grand développement.

ED. SAUVAGE.

Note sur les verres de vitraux anciens, par M. LÉON APPERT, ingénieur, président d'honneur de la Société des Ingénieurs civils de France. Une brochure (22 × 14 cm.) de VII + 72 p. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins, 1924.

On sait combien s'est développé dans ces derniers temps le goût du public pour l'histoire de l'art, grâce aux cours et conférences organisés par les conservateurs du Musée du Louvre et aux ouvrages récents d'André Michel, d'Émile Mâle, de Marcel Aubert, etc., sur cette belle et inépuisable matière. Après s'être porté tout d'abord sur la peinture, la sculpture et l'architecture, ce goût s'est étendu peu à peu à toutes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les manifestations de l'art : mobilier, ivoires, émaux, vitraux, etc., et non content d'apprendre de ces maîtres l'évolution des formes de l'art à travers les âges, le public veut maintenant être initié à la technique de chacun d'eux et pouvoir discuter en « ouvrier de métier » avec les seigneurs de notre temps que sont les « antiquaires ».

S'il est un métier d'art sur lequel on est très pauvre en publications, c'est à coup sûr celui du vitrail, et surtout des vitraux anciens : à part le traité du moine Théophile de la fin du XI^e^ siècle, celui de Néri, Merret et Kunckel, édité chez nous en 1697 — traités accessibles seulement aux savants initiés au vocabulaire mystérieux des alchimistes —, et celui plus récent, de Levieil, du XVIII^e^ siècle, nous n'avons sur la fabrication des vitraux anciens que des indications éparses dans l'Encyclopédie, dans le dictionnaire de Viollet-le-Duc et les ouvrages de Bontemps et d'Ottin. C'est donc une bonne fortune pour tous les amateurs d'art que la réimpression par l'éditeur Gauthier-Villars d'une notice, depuis longtemps introuvable, du savant maître-verrier M. Léon Appert, qui, à la pratique consommée de la verrerie et de l'émail, joint une connaissance approfondie de l'histoire d'un art auquel il a consacré toute son existence; nul n'était donc mieux qualifié que lui pour exposer l'histoire et la technique des verres de vitraux anciens, et c'est ce qu'a fait magistralement M. Léon Appert dans sa *Note sur les verres des vitraux anciens* que ne manqueront pas de consulter pour leur plus grand profit tous ceux qu'émerveillent les admirables vitraux de nos édifices religieux.

La « note » de M. Léon Appert est en effet un véritable traité, qu'il a su rendre très complet malgré sa forme concise. L'auteur expose d'abord brièvement l'historique de l'emploi des verres colorés chez les Égyptiens, qui en paraissent être les inventeurs, comme — ou peut-être parce que — ils ont été les premiers métallurgistes sur terre : les scories silicatées surnageant les bains métalliques en fusion ont pu en effet, par leur plasticité, leurs couleurs variées et parfois leur transparence, donner l'idée de les employer pour confectionner des objets en verre et des mosaïques, celles-ci ayant conduit, d'après M. Appert, à faire dès le IV^e^ siècle de notre ère, des vitrages en verres colorés, enchâssés d'abord dans la pierre, puis dans des panneaux en bois, et plus tard dans des tiges de plomb.

L'auteur passe ensuite en revue les procédés primitifs de fabrication des verres de vitraux, obtenus en plateaux ou *cives*, plus épais au centre que sur les bords, ce qui donnait aux morceaux de verre, découpés au fer rouge dans le plateau, et colorés dans la masse, des inégalités de ton dont se servaient les artistes du XII^e^ et du XIII^e^ siècle pour nuancer les sujets représentés par les vitraux, et compléter l'effet des dessins au trait en *grisailles*. Il expose qu'après un ralentissement au XIV^e^ et au XV^e^ siècle dans l'emploi des vitraux, quelque peu délaissés en raison sans doute des progrès de la peinture à l'huile, une renaissance du vitrail se produit au XVI^e^ siècle, où l'on exécute en verre de véritables tableaux — moins décoratifs sans doute, mais plus compréhensibles dans leurs sujets que les verrières anciennes — grâce à la variété de tons que permet l'invention des verres *doublés*, verres blancs revêtus d'une couche mince de verre coloré, parfois même de plusieurs couches superposées de couleurs différentes, donnant une infinité de nuances. Puis, avec le XVII^e^ siècle, c'est la décadence du vitrail en couleurs, dont la disparition est complète au XVIII^e^ siècle, et ne reparaît qu'au XIX^e^ avec Brongniart et Bontemps, mais sans égaler les splendides verrières des XII^e^ et XIII^e^ siècles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La plus grande partie de la notice de M. Léon Appert est, bien entendu, consacrée à la technique de la fabrication des verres colorés, dont l'auteur expose les caractères propres à chaque époque. Frappé du remarquable état de conservation des verres colorés des XII^e^ et XIII^e^ siècles, l'auteur cherche à expliquer ce fait par la présence dans les verres anciens d'une proportion d'alumine beaucoup plus élevée que dans les verres fabriqués de nos jours, l'alumine pouvant former avec les oxydes métalliques, servant de fondants ou de colorants, des *aluminates* d'une stabilité comparable à celle des silicates. Enfin — et c'est là la partie la plus importante et la plus originale de son mémoire — M. Léon Appert, aussi bon chimiste qu'excellent maître-verrier, traite en détail de la composition chimique des verres de vitraux anciens, qu'il a pu établir par de nombreuses analyses personnelles; il passe en revue tous les oxydes métalliques colorants, en précisant leur rôle dans la production des teintes des vitraux anciens, notamment dans celles des verres rouges à l'oxydule de cuivre, dont les procédés de fabrication, perdus au XVIII^e^ siècle, n'ont été retrouvés qu'un siècle plus tard.

Après avoir constaté que les efforts tentés au XIX^e^ siècle pour imiter la perfection des vitraux du XII^e^ et du XIII^e^ siècle sont restés vains pendant bien des années et commencent seulement à produire des vitraux comparables aux anciens, M. Léon Appert conclut ainsi :

« On peut être étonné que des procédés imaginés et employés depuis huit cents « ans et plus, puissent et doivent être préférés à ceux que les progrès et les décou- « vertes modernes ont permis d'appliquer; c'est là, à nos yeux, une preuve de la « supériorité de ces artistes, qui, s'inspirant des traditions séculaires laissées par « leurs devanciers, ont su faire concourir de la façon la plus habile et la plus judi- « cieuse, à l'accomplissement de leurs œuvres, tous les éléments qu'elles mettaient « à leur disposition. Ces artisans modestes nous ont prouvé qu'ils n'étaient pas « seulement des artistes de valeur, mais qu'ils étaient en même temps des verriers « habiles. »

Ce bref exposé ne peut donner qu'une idée bien incomplète du mémoire de M. Léon Appert, où tout est à lire et à méditer pour ceux, si nombreux à présent, qui cherchent à s'expliquer par des raisons tirées de la technique, le secret des émotions artistiques que leur font éprouver les admirables verrières de nos vieilles églises. Ils y trouveront la réponse à leurs intimes désirs, et une réponse toujours exacte : l'auteur de ces lignes peut d'autant plus s'en porter garant que ses propres études sur les vitraux anciens, basées sur des analyses poussées à l'extrême limite de la précision actuelle des méthodes chimiques, n'ont infirmé sur aucun point les conclusions de M. Léon Appert, dont le beau mémoire résume à la perfection nos connaissances sur les procédés de fabrication des verres de vitraux anciens.

G. CHESNEAU.

Distillation du bois, par M. G. DUPONT, professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux. Un vol. (19 × 13 cm) de XV + 284 p., avec 52 fig., de l'*Encyclopédie Léauté* (2^e^ série). Paris, Gauthier-Villars et C^ie^, 55, quai des Grands-Augustins; Masson et C^ie^, 120, boulevard Saint-Germain, 1924 (Prix : 25 f).

N'y a-t-il pas une certaine hardiesse à publier aujourd'hui un traité relatif au bois et à sa pyrogénation? Et cependant bien des éditeurs (c'est là le fait des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encyclopédies qui ont la préoccupation d'être complètes) ont invité des auteurs à écrire sur cette industrie. Ceux-ci n'ont pu, tant le sujet se déroule normalement depuis la constitution du bois jusqu'au raffinage et à l'emploi des sous-produits recueillis, faire œuvre absolument originale; une œuvre de ce genre vaut surtout par les détails qu'elle enregistre, et le livre dont j'ai à parler aujourd'hui, possède, à ce point de vue, un intérêt qui le fera rechercher, parce que M. G. Dupont a su nous faire participer à tout ce que sa compétence lui a, depuis longtemps, apporté de personnel.

Cette hardiesse que j'évoque, paraît d'autant plus grande que, comme je l'ai fait remarquer dernièrement, en rendant compte d'un ouvrage analogue, dû à M. Mariller, que, c'est au moment où l'industrie de la pyrogénation du bois est concurrencée par l'industrie synthétique, qui permet de fabriquer de l'acide acétique et de l'alcool méthylique, que le public semble vouloir mieux connaître, pour en saluer le déclin, l'industrie dont Philippe Lebon nous a donné les premiers principes. Espère-t-il, comme le prétendent certains constructeurs, que cette industrie, en face de la plus grande activité générale, et surtout du développement de la carburation par le charbon de bois, qui assurera le bénéfice de l'exploitation, saura avoir raison des procédés de synthèse.

Souhaitons-le pour les « distillateurs de bois », et pour notre prospérité forestière, et alors intéressons-nous à l'excellent ouvrage de M. G. Dupont et lisons avec soin les chapitres consacrés aux différentes celluloses et à l'action de la chaleur sur chacune d'elles, sur l'influence des catalyseurs sur leur décomposition, sur la réaction exothermique au cours de la pyrogénation, sur la conduite des meules, des foyers-meules, des cornues, sur le travail norvégien, russe, américain, etc. Sur l'emploi des bois résineux, les goudrons, les huiles de pin, le Kienöl, les produits nés de l'acide acétique, acétates métalliques, éther méthylique, acétone, aldéhyde formique, etc...

L. LINDET.

Les plantes à huile (Éléments d'agriculture coloniale), par M. YVES HENRY. Un vol. (17×11 cm) de 220 p., avec 35 fig., de la *Collection Armand Colin (Section d'agriculture)*, n° 5. Paris, Librairie Armand Colin, 103, Boulevard Saint-Michel, 1921.

Si, de tout temps, les corps gras ont joué un rôle important aussi bien dans l'alimentation que dans les diverses manifestations de l'activité humaine, à aucun moment encore cette importance ne s'est manifestée d'une façon plus précise qu'aujourd'hui.

Le rôle grandissant des produits coloniaux s'affirme chaque jour plus nettement et leur donne une place plus importante parmi les substances alimentaires. Peu à peu les produits de base que fournissaient nos terres métropolitaines diminuent d'importance ou même disparaissent. Ainsi le colza et l'œillette ont dès longtemps cédé la place aux huiles d'arachide ou de coton qui forment la base des produits d'alimentation courante auxquels vient se joindre l'huile d'olive presque exclusivement déjà fournie par l'Afrique du Nord.

Mais à mesure que les industries, et avec elles le machinisme, se développent, la consommation des huiles de graissage grandit avec eux. L'un est fonction de l'autre, car on imagine la détresse d'une industrie qui manquerait de lubrifiants.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Et ce fut un acte de haute diplomatie prévoyante que de retirer à l'Allemagne, avec ses colonies, les sources des matières grasses dont elle a un si impérieux besoin. Lorsque déjà l'Allemagne sentait l'approche de l'heure fatale, elle distribua à profusion dans ses tranchées des tracts disant à ses soldats : « Veux-tu toute la vie être réduit à la carte de graisse? Non! alors combats pour conserver nos colonies. »

Aussi rien n'est utile comme de faire mieux connaître et les plantes productrices de matières grasses et nos possessions qui les peuvent fournir.

C'est le but que vise le petit livre de M. Yves Henry. Sa longue expérience pratique acquise au contact de la vie coloniale et de ses fonctions en Afrique doublée de sa préparation antérieure lui ont permis de donner sur ces questions d'utiles précisions.

C'est un livre de vulgarisation documentée. Toutes les plantes coloniales fournissant des matières grasses y sont signalées. Toutes celles qui offrent un caractère d'utilisation plus large sont étudiées plus en détail tant sous le rapport de la culture que sous celui de l'utilisation des produits obtenus.

S'il existe des monographies complètes traitant à fond les questions des grands produits : Arachides, Ricin, Cocotier, Palmier à huile, Karité, etc., il n'était pas sans intérêt cependant de réunir en un choix judicieux et précis, tous ces éléments qui forment des guides pour ceux qui se veulent spécialiser et de les mettre sous une forme concise à la portée de tous.

C'est ce qu'a réalisé M. Yves Henry. En cela son livre constitue un document utile qu'il faut souhaiter voir vulgarisé et étendu, en des livres similaires, à tous nos produits coloniaux encore trop peu connus du grand public. Cette ignorance vaincue le conduirait à s'intéresser plus directement aux vastes entreprises coloniales et en servant les intérêts de chacun serviraient ceux de la nation.

J. DYBOWSKI.

Plantes à fibres (Éléments d'agriculture coloniale), par M. YVES HENRY. Un vol. (17×11 cm) de la *Collection Armand Colin* (*Section d'agriculture*), n° 49, de VI + 211 p., avec 58 fig. Paris, Librairie Armand Colin, 103, Boulevard Saint-Michel, 1925 (Prix 6 f).

Les notions d'agriculture coloniale sont si peu répandues et des précisions sur leur compte sont tellement ignorées du grand public qu'il faut féliciter sans réserve la Librairie Armand Colin de les vulgariser par la publication d'une série de petits livres pratiques mais précis cependant. Il faut non moins lui savoir gré de faire choix d'auteurs qui ont vu et dont les livres ne sont pas le résultat d'une simple compilation trop souvent faite par des auteurs inaptes à choisir. On ne peut que souhaiter que cette série soit continuée dans un sens aussi utile.

Il s'agit que ces notions soient concises mais exactes, scientifiques mais à la portée de tous : de ceux qui veulent y puiser des documents de vulgarisation et d'enseignement, comme de ceux qui y chercheront leurs premières notions de la mise en valeur du sol colonial. Et ce n'est jamais simple de prendre le temps d'écrire « un petit livre ».

Celui que l'on nous présente aujourd'hui vient à son heure. En effet la question des textiles n'est pas seulement d'ordre industriel mais elle prend l'envergure d'un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

intérêt national. Les anciens textiles, lin et chanvre, sont passés au second plan si on les considère au point de vue de l'emploi général. Le coton a, peut-on dire, pris la première place.

Peu de personnes étaient mieux qualifiées pour parler avec compétence de cette importante question que M. Yves Henry. Déjà, lors de son séjour au Jardin colonial, il publia un utile mémoire sur l'étude de la valeur de cette matière première. Puis, pendant les nombreuses années passées en Afrique occidentale, le coton fut l'objet de toutes ses préoccupations. Or le Soudan est la terre d'élection pour la culture du coton, surtout dans toutes les parties qui peuvent être irriguées, et on sait déjà qu'elles couvrent plus d'un million d'hectares.

Ce sera notre Égypte. Il est utile de le montrer et de le faire savoir au grand public. L'étude du coton tient la place la plus importante du livre dont nous parlons. Méthodiquement, la plante, les produits, les conditions culturales et économiques sont étudiés.

Nous aurions désiré que des indications précises montrassent la situation dans laquelle se trouve la France et les espérances justifiées qu'elle fonde sur la mise en valeur des vastes régions soudanaises, où de grands efforts, qui apportent des promesses certaines et presque déjà des réalisations, sont faits à l'heure actuelle. L'auteur les connaît, il les a dites ailleurs; c'était l'occasion de les exposer encore, car elles ne sauraient être trop redites.

Tous ceux qui contribuent à ces efforts trouveront dans l'ensemble de l'étude consciencieuse du cotonnier, que renferme le livre de M. Y. Henry, des renseignements utiles.

Les produits fibreux, pour la plupart textiles, abondent dans les régions tropicales du globe. La France, si largement pourvue en territoires aux terres chaudes, peut revendiquer une large place dans ces importantes et si variées productions. On les connaît à peine. Il importait de montrer ce qu'elles sont et d'indiquer les emplois auxquels elles peuvent donner lieu.

Aussi, successivement le Kapok, le Jute, la Ramie, le Sisal, les Sansevières, et toute une série d'autres plantes sont-elles étudiées.

Au demeurant, tous ceux qui s'intéressent aux produits textiles consulteront utilement le livre de M. Yves Henry, qui résume une série de questions trop ignorées, non pas seulement du public mais même de ceux qui en pourraient tirer des avantages directs.

J. Dybowski.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE
EN JANVIER 1925

BARDIN (RENÉ). — **Traité pratique sur le fonctionnement du moteur à explosions.** In-8 (25 × 16) de 132 p., 74 fig. Paris, Desforges, 1924. **16838**

BARDIN (RENÉ). — **Le carburateur.** 4e édition. In-8 (21 × 13) de 104 p., 48 fig. Paris, Desforges, 1924. **16839**

SIROT (A.). — **Chemins de fer. Construction et voie.** (*Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics*). 2e édition revue et mise à jour par CH. BÉLORGEY. In-12 (18 × 12) de XII + 533 p., 317 fig., XIV pl. Paris, Dunod, 1925. **16840**

DE ROUSIERS (PAUL). — **Les grandes industries modernes. II : La métallurgie.** In-12 (19 × 12) de 284 p. Paris, Librairie Armand Colin, 1925. **16841**

Compte rendu du Congrès des Carburants (2 et 3 octobre 1924) et de l'Exposition de Motoculture de Buc (30 septembre au 5 octobre 1924). (Supplément au numéro de décembre 1924 de *Chaleur et industrie*). In-8 (24 × 16) de 264 p. Paris, 5, rue Michel-Ange. **16842**

REYNAUD (MARCEL). — **Le tonnelier.** (*Le livre de la profession*). In-12 (18 × 12) de 242 p., 256 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles. **16843**

ROUX (J.-A.). — **Traité de la fraude dans la vente des marchandises.** In-8 (23 × 14) de VIII + 923 p. Paris, Librairie de la Société anonyme du Recueil Sirey, 1925. **16844**

PEEK, JR (F. W.). — **Phénomènes diélectriques dans la technique des hautes tensions** (Dielectric phenomena in high voltage engineering). Traduit sur la seconde édition américaine par ROBERT ACKERMANN. In-8 (25 × 16) de XVI + 316 p., 209 fig. Paris, Librairie Delagrave, 1924. **16845**

ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'INSTITUT DE FRANCE. — **Inventaire des périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris**, dressé sous la direction de M. Alfred LACROIX, par M. Léon BULTINGAIRE, avec la collaboration des bibliothécaires de Paris et le concours de M. Ad. RICHARD. In-8 (22 × 14). Fascicule II, p. 321-640. Paris, Masson et Cie, 1924. **16700**

* * *

Proefschrift ter verkrijging van den graad van doctor in de technische Wetenschap aan de Technische Hoogeschool te Delft.

HAN (TIAUW TJONG). — **De industrialisatie van China.** In-8 (24 × 16) de XX + 386 p. **Literatuur**, p. 371-386. 's Gravenhage, Martinus Nijhoff, 1922. **16846**

GOUDRIAAN (JAN). — **De doelmatigheid van de Amsterdamsche broodvoorziening.** In-8 (24 × 16) de 257 p., 15 fig. Delft, W.D. Meinema, 1922. **16847**

VAN HEURN (FRANS CORNELIS). — **De gronden van het cultuurgebied van Sumatra's oostkust en hunne vruchtbaarheid voor cultuurgewassen.** In-8 (24 × 16) de XIV + 110 p., XXII pl., 1 carte. Amsterdam, J.H. de Bussy, 1922. **16848**

DE WIJS (HENDRINA JOHANNA). — **Samenstelling en bestendigheid van eenige metaal-ammoniakionen.** In-8 (24 × 16) de 109 p., 5 fig. Leiden, H. Buurmen, 1923. **16849**

HESLINGA (JACOB). — **Onderzoekingen over de quantitatieve bepaling van chloor, broom en jodium in organische verbindingen.** In-8 (24 × 16) de 72 p., 8 fig. Amsterdam, H. J. Paris, 1923. **16850**

VON WOLZOGEN KÜHR (CARL ADOLPH HUGO). — **Onderzoekingen aangaande de mikroflora aanwezig in normaal en serehziek suikerriet.** In-8 (24 × 16) de XII + 188 p., 16 fig. Haarlem, H. N. Mul, 1923. **16851**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

HETZEL (WILHELM HEINRICH). — **Bijdrage tot de geologie van de Sierre Alhamilla** (Prov. Almeria). In-8 (24 × 16) de XIV + 104 p., 2 fig., VII pl., 2 cartes, **Literatuur**, p. 100-104. 's Gravenhage, N. V. Handelsdrukkerij « De Ster », 1923. **16852**

BERTRAM (JOHANNES FREDERICUS). — **Ijzeren ophaalbruggen.** In-8 (24 × 16) de VIII + 111 p., fig., I pl. **Literatuur**, p. 105-111. Delft, W. D. Meinema, 1923. **16853**

NELLENSTEYN (FREDERIK JAN). — **Bereiding en constitutie van asphalt.** In-8 (21 × 14) de X + 84 p., 3 fig. Aachen, Jos. Deterre en Sohn, 1923. **16854**

VLES (SAMUEL ISIDOOR). — **Reactiesnelheid van zuurstor met oplossingen van eenige anorganische zouten.** In-8 (23 × 15) de VIII + 156 p., fig. **Literatuur**, p. 156. Rotterdam, S. Benedictus, 1924. **16855**

VAN DER SCHAAFF (MAXIMILIAAN LODEWIJK). — **Critische beschouwingen betreffende de wettelijke bepalingen tot bescherming van den industrieelen eigendom meer in het bijzonder in Nederland.** In-8 (22 × 15) de 170 p. Leiden, A. W. Sijthoff's, 1924. **16856**

HERMANS (PETRUS HENDRIK). — **Onderzoek naar de ruimtelike konfiguratie van enkele glykolen.** Een kritiese beschouwing over de betekenis der boorzuur-en acetonverbindingen voor de stereochemie. In-8 (24 × 16) de VII + 71 p., 9 fig. Delt, J. Waltman Jr., 1924. **16857**

MEULENHOFF (JACOBUS). — **Bijdrage tot de kennis van organische boriumverbindingen**, In-8 (24 × 16) de VIII + 88 p. Amsterdam, H. J. Paris, 1924. **16858**

***

BERTIN (A.). — **Notes sur les bois de l'Indochine.** (Publications de l'Agence économique de l'Indochine, n° IX). In-8 (24 × 15) de 63 p. Paris, 20, rue La Boëtie, 1924. (*Don du Gouvernement général de l'Indochine* (*Agence économique*). **Pièce 12905**

FOURMARIER (P.). — **Carte géologique du Congo belge.** (*Revue universelle des mines*, 15 novembre 1924). In-8 (24 × 15) p. 182-208, 1 carte en couleurs. Liége, 1924. **Pièce 12906**

Carte physique de l'Afrique occidentale française;
Carte touristique de l'Afrique occidentale française;
Carte ethnographique de l'Afrique occidentale française;
Sahara occidental et central;
4 cartes (105 × 75) dressées par A. MEUNIER, géographe au Ministère des Colonies. **Pièces 12907 à 12910**

CHARBONNEAU (Commandant G.). — **Comment se pose le problème démographique dans nos colonies.** (Supplément au numéro de janvier 1925 de la *Revue de l'Alliance nationale pour l'Accroissement de la Population française*). In-8 (21 × 13) de 16 p. Paris, 26, rue du Quatre-Septembre (2e). **Pièce 12911**

BLOUD (HENRY). — **L'approvisionnement du pays en coton des colonies françaises.** Conférence faite le 7 mai 1924 au Cercle militaire. (Extrait du *Bulletin de l'École d'instruction de l'Intendance C. A.*). In-8 (24 × 16) de 15 p. Bar-sur-Seine, Imp. L. Goussard, 1924. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 12912**

***

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin technique n° 22** (décembre 1924) : *Aérodynamique. Recherches expérimentales.* Fascicule II, de 68 p., fig. — n° **23** (décembre 1924) : *Étude sur l'établissement des circuits de graissage des moteurs d'aviation*, par le Capitaine N. CHAMPSAUR, 35 p., fig. Issy-les-Moulineaux, 2, rue Jeanne-d'Arc. **Pér. 117**

PRÉFECTURE DU DÉPARTEMENT DE LA SEINE. DIRECTION DE L'HYGIÈNE DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. — **Annales des services techniques d'hygiène de la Ville de Paris**, publiées sous la direction du Préfet de la Seine. Tome V : *Comptes rendus des travaux en 1923*. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924. **Pér. 188**

5e Congrès national des Travaux publics français, tenu à Paris les 8, 9 et 10 décembre 1924, organisé par l'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TRAVAUX PUBLICS. 48 fascicules. Paris, 19, rue Blanche. **Pér. 408**

Science et industrie. — n° **138** (novembre 1924) : *Force motrice et combustibles*, 204 p., fig. Paris, 22, avenue Montaigne. **Pér. 111**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SOCIÉTÉ TECHNIQUE DE L'INDUSTRIE DU GAZ EN FRANCE. — **Compte rendu du 47e Congrès (Congrès international), du Centenaire de l'Industrie du Gaz en France et du Cinquantenaire de la Société technique de l'Industrie du Gaz en France, tenu à Paris du 24 au 29 juin 1924.** Paris, 12, rue de Clichy. **Pér. 298**

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS D'AUTOMOBILES. — **Annuaire 1924-1925.** Paris, 59, avenue Hoche (8e). **Pér. 493**

COMITÉ DES FORGES DE FRANCE. — **Annuaire 1924-1925.** Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 86**

SOCIÉTÉ D'ÉCONOMIE POLITIQUE. — **Bulletin.** Année **1924.** Paris, Librairie Félix Alcan. **Pér. 55**

Mémorial des Poudres, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. — Tome XXI (2e fascicule). Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924. **Pér. 223**

Journal of the Royal Society of Arts. — Index to Vols, LXI-LXX (1912-1922). London, W. C. 2., John Street, Adelphi. 1924. **Pér. 254**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Journal. 1924**, n° II. Vol. CX. London, S. W. 1., 28, Victoria Street. **Pér. 157**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers.** Vol. XIX (**1924**), nos **490** : *Spectra and critical potentials of fifth group elements*, by A. E. RUARK, F. L. MOHLER, P. D. FOOTE, R. L. CHENAULT, p. 463-486, 2 fig. — **491** : *Theory of determination of ultra-radio frequencies by standing waves on wires*, by A. HUND, p. 487-540, 19 fig. — **492** : *Formulas, tables, and curves for computing the mutual inductance of two coaxial circles*, by H. L. CURTIS, C. M. SPARKS, p. 541-576, III pl. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers.** Vol. XVIII (**1924**), nos **259** : *Saturation relations in mixtures of sucrose, dextrose, and levulose*, by R. F. JACKSON, C. G. SILSBEE, p. 277-304, 4 fig. — **260** : *Tests of some girder hooks*, by H. L. WHITTEMORE, A. H. STANG, p. 305-325, 13 fig. — **261** : *Influence of sulphur copper and manganese on the red-shortness of iron*, by J. R. CAIN, p. 327-335, 5 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars** nos **100** (2d ed.) : *Nickel and its alloys*, 162 p., 30 fig. **Bibliography**, p. 132-162 (1924). — **154** : *National standard petroleum oil tables*, 172 p. (1924). — **168, 170, 173, 174, 178, 181 à 188, 191** (1924). **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Handbook series**, n° **5** : *American logging and sawmill safety code*, XI + 140 p., 58 fig. 1924. **Pér. 61**

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS. — **Simplified practice recommendation**, n° **11** : *Red blankets. Cotton, wool, and cotton and wool mixed*, 7 p. Washington, 1924. **Pér. 61**

K. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIEM I STOCKHOLM. — **Arkiv för Matematik. Astronomik och Fysik.** Band 18, H. 3 (1924). Stockholm. **Pér. 8**

L'agent général, gérant.
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

124e ANNÉE. MARS 1925.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

LES CAMIONS A GAZOGÈNE [1]

Il convient qu'en commençant cette communication, j'indique les raisons de l'importance de son sujet.

Cette question, d'aspect un peu spécial, est née de la guerre. On sait que l'invincible résistance de Verdun eût été impossible si une puissante organisation de la locomotion sur route n'avait permis un intensif et journalier ravitaillement de ses héroïques défenseurs. On doit même dire que, dans tous les secteurs, les camions automobiles ont été un des facteurs essentiels du triomphe final.

Comme la prévision de la guerre est encore le meilleur moyen de l'éviter, on conçoit que la question des camions automobiles préoccupe à un haut degré ceux qui, se rendant compte de son importance, désirent assurer à la France un avenir pacifique.

Pourquoi à gazogène?

Il suffit de lire les journaux spéciaux, comme chez nous le journal *Le Pétrole*, pour y trouver un saisissant tableau de la production mondiale du pétrole et de l'essence et pour y apprendre quels efforts sont faits, même chez nous, pour établir des réservoirs capables de réaliser un stockage de pétrole, de façon à être à même de parer à une crise d'importation de ce carburant. La France, en effet, étant à peu près dépourvue de gisements de pétrole, se trouve tributaire de l'étranger pour son approvisionnement, ce qui constitue pour elle une infériorité tout à la fois économique et politique.

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique, le 10 janvier 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant au stockage, il serait fort dangereux de trop s'y fier. Il suffirait qu'en cas de crise militaire ou économique des transports, cette crise se prolongeât pour amener l'épuisement des stocks ou même pour que la simple menace de leur épuisement vînt paralyser nos moyens et amenât les pires désastres.

Les pouvoirs publics se sont préoccupé de cette grave question et ont constitué un *Office des Combustibles liquides* qui aura pour rôle de favoriser la recherche du pétrole en France, dans nos colonies et dans les pays de protectorat et d'aider aux recherches sur les combustibles de remplacement. Cet office possédera un bureau de renseignements à la disposition des administrations et des industriels français. La même loi qui crée l'Office, réglemente l'importation en gros du pétrole brut et astreint les importateurs à un stockage représentant le quart de leur consommation annuelle.

Je me plais à retenir dans ces dispositions légales l'aide et l'encouragement réservés aux chercheurs qui travaillent à doter la France de produits de remplacement tirés de matières premières exclusivement nationales.

*
* *

Si l'on ne veut pas se cantonner dans les carburants liquides, la question a déjà reçu une réponse des plus heureuses dans les gaz pauvres qui résultent de la combustion incomplète de combustibles solides tels que le coke et, mieux encore, le charbon de bois. Il est vrai que jusqu'à présent, les gazogènes, c'est-à-dire les cylindres dans lesquels se fait la combustion incomplète, et les accessoires nécessaires à l'épuration, étaient fixes et ne pouvaient alimenter que des moteurs fixes; mais on a étudié et l'on étudie encore des moyens commodes et avantageux de placer le gazogène sur un camion et de faire mouvoir celui-ci au moyen du gaz pauvre produit. L'*Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions*, puis l'Automobile-Club de France se sont déjà intéressés à cette question ainsi que le Ministère de la Guerre. C'est avec la plus grande satisfaction que l'on voit le nouvel Office des Combustibles liquides s'y intéresser également.

Mais, avant de dire quelles sont les difficultés inhérentes à ce problème, il faut parler d'une question préalable, celle de savoir si la production du bois sur le sol français est suffisante pour le rôle que l'on attend de lui.

En 1920, M. Cornu-Thénard, Ingénieur au Corps des Mines, docteur ès sciences, a fourni un rapport à la Commission interministérielle d'Utilisation du Combustible (2), duquel il résulte qu'au cours des années qui ont pré-

(2) Voir ce rapport *in extenso* dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* de janvier 1921, p. 126 à 135.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cédé la guerre, la consommation du bois de chauffage était de 12 millions de tonnes, mais que cette demande ne correspondait pas à la production et que celle-ci eût donné un supplément de 8 millions de tonnes. D'autre part, des réserves pourraient, pendant dix ans, fournir un appoint de 5 à 10 millions de tonnes. Enfin, en reboisant des terrains incultes, on pourrait encore récolter un supplément de 9 millions de tonnes. Il convient d'ajouter que la production de 1 t de charbon de bois exige 5 à 6 t de bois et que 1 kg de charbon de bois peut remplacer 1 litre d'essence. On voit donc, par ces chiffres, que ces gazogènes à charbon de bois peuvent apporter un appoint sérieux au problème de la locomotion sur route et remplir le rôle que l'on attend d'eux. On peut même ajouter que l'emploi de briquettes de charbon pulvérisé permettrait l'utilisation de bois très ténus, autrement inutilisables.

Il semblerait même que l'on pourrait faire valoir une raison d'économie. Le charbon de bois coûte en effet, environ 0,40 fr le kilogramme alors que l'essence est à 1,80 fr le litre. Mais il ne faut pas raisonner ainsi. Il faut tenir compte de la totalité des dépenses et il est généralement admis que la dépense en combustible ne représente guère que 40 p. 100 des frais d'exploitation d'un camion. Les autres frais s'appliquent au salaire du chauffeur, à l'entretien, au garage, à l'amortissement, etc. Il faut dire, en outre, que la capacité de transport d'un camion (3) se trouve réduite de 10 à 15 p. 100 du fait de l'encombrement du gazogène et de la perte de puissance provenant de la trop faible pression moyenne dans le cylindre. Il est vrai que le dernier concours a montré qu'il était possible de diminuer beaucoup ce dernier inconvénient. En dépit du bon marché relatif du charbon, la question d'économie n'est pas en réalité primordiale. Mais ce qui l'est, c'est le caractère essentiellement national du combustible.

Sur l'initiative de notre éminent collègue, M. Breton, membre de l'Institut, directeur de l'Office des Recherches et des Inventions, même avant la fin de la guerre, des camions de la Société Caze furent essayés entre Paris et Rouen, d'autres essais suivirent. Ces essais, quoique non tout à fait concluants, furent cependant assez encourageants pour amener l'Office des Recherches et des Inventions à les reprendre pour 1922.

En 1922 fut donc organisé le Concours de Gazogènes transportables. Le titre même du concours indiquait qu'il s'appliquait à toutes sortes de véhicules et que les voitures de tourisme n'en étaient pas exclues. Mais la force des choses fit que seuls les camions de 3,5 t et de 5 t entrèrent en ligne.

Il s'agissait de démontrer qu'il est possible d'établir un gazogène ni trop lourd ni trop encombrant, fonctionnant au banc d'essais dans des

(3) La capacité de transport n'est pas le rayon d'action, qui est conditionné par le poids de la provision de combustible.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conditions analogues à celles d'un moteur fixe à gaz pauvre, mais en utilisant un moteur à essence, sauf les légères modifications nécessitées par une compression plus forte et un réglage spécial de l'avance à l'allumage.

Cette condition d'opérer sur un moteur à essence non spécialement adapté, n'était guère favorable au nouveau carburant. D'autant plus que les concurrents ne profitèrent guère de la latitude qui leur était laissée d'améliorer la compression et l'avance à l'allumage. Il ne pouvait manquer d'en résulter une forte perte de puissance. Malgré ces conditions de marche désavantageuses, les six camions concurrents (un anglais et cinq français), purent, deux jours de suite, accomplir sur route et en colonne, dans les mêmes formes que les camions à essence, 60 km par jour.

Soumis aux épreuves du banc d'essais, ces moteurs donnèrent de bons résultats, sauf la perte de puissance qui se manifesta égale à 30 et même 40 p. 100 de ce qu'elle eût été avec le meilleur réglage, dans l'hypothèse de la marche à l'essence. Mais il faut dire que la compression n'y était réalisée qu'au taux de 4 ou 4,5.

Le concours a été repris en 1923 sous le titre plus précis de camions à gazogène, qui circonscrivait son champ aux seuls camions.

*
* *

L'Automobile-Club de France, qui avait déjà, en 1922, accordé l'aide la plus utile, a collaboré activement au Concours de 1923; le Ministre de la Guerre, intéressé par les résultats obtenus, voulut bien désigner deux de ses plus distingués officiers supérieurs pour faire partie du jury du concours, alors que deux autres officiers supérieurs se trouvaient déjà parmi les représentants de l'Automobile-Club. J'ai enfin le devoir d'ajouter qu'un certain nombre d'officiers compétents ont bien voulu assumer le rôle de commissaires et suivre les véhicules sur route, pour s'assurer que les conditions du concours étaient bien observées. L'armée témoignait ainsi de l'intérêt qu'offrait pour elle le délicat problème que l'on cherchait à résoudre.

Les conditions du concours de 1923 furent inspirées par l'expérience acquise en 1922.

L'encrassement des moteurs était une des principales difficultés. La nécessité de nettoyages trop fréquents était un inconvénient à supprimer. Et cependant force était de diminuer le poids de l'eau destinée aux lavages du gaz et à sa purification. On avait dû imposer la condition que le poids de cette eau ne dépasserait pas le taux de 1,5 du poids du combustible. Il fallait enfin parer à une trop grande perte de puissance et, pour cela, amener les concurrents à augmenter convenablement la compression.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les camions ont roulé sur route pendant 14 jours à raison de 100 km par jour. Pendant les trois premiers jours, un horaire de marche leur a été imposé, leur assignant de passer à une heure déterminée dans un lieu donné, cela sans pouvoir à aucun moment dépasser la vitesse de 30 km : h pour les camions de 3,5 t et 20 km : h pour ceux de 5 t. Tout manquement à ces prescriptions était exactement pénalisé, ainsi que tous autres manquements, comme, par exemple tout arrêt dû à un accident de marche ou à une réparation.

Dans les essais au banc, on a cherché à déterminer la puissance de façon à la récompenser par des points suivant un barème donné.

Chaque essai a comporté 6 heures de marche à pleine charge avec prime à la consommation la moins élevée; prime encore à l'utilisation la meilleure de la cylindrée, cette utilisation étant caractérisée par la valeur de la pression moyenne effective. Les constructeurs se trouvaient ainsi incités à améliorer leur compression : de cette façon, si quelques-uns des concurrents ont préféré se maintenir à 4,2 de compression, d'autres sont allés beaucoup plus loin; l'un est allé jusqu'à 7,2. Ce constructeur est naturellement un des lauréats du concours.

Les essais relatifs à la puissance ont été opérés au moyen des appareils dynamométriques ordinaires; mais le degré de pureté du gaz, qu'il importait d'apprécier avec le plus grand soin, a nécessité des procédés spéciaux et nouveaux.

Ajoutons que l'on s'est aussi préoccupé de la composition du gaz et de son pouvoir calorifique.

Il sera intéressant de décrire quelques camions et surtout les gazogènes qui ont concouru. J'insisterai particulièrement ici sur les procédés de purification et sur la récupération des calories.

Il faut remarquer que l'objet du concours était un tout complexe formé d'un moteur et d'un gazogène. Comme les mérites respectifs de l'un et de l'autre étaient totalisés dans l'appréciation du jury, il a pu arriver que l'un ait porté tort à l'autre et que, par exemple, tel excellent gazogène, remarquable par la perfection de la purification qu'il réalisait, ait perdu des points faute d'un aménagement convenable du moteur qui lui était associé.

Dix camions ont été présentés au concours. Mais l'un d'eux, qui se présentait pourtant en bonne forme, n'a pas, pour des raisons particulières, pris part aux épreuves. Sur les neuf restants, plusieurs étaient de la même marque, en sorte que quatre types seulement sont différents. Nous les examinerons successivement.

Avant de passer à cette description, je crois devoir placer sous vos yeux quelques installations de mesures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a intérêt à connaître la constitution du filtre spécial destiné à déceler le degré plus ou moins grand de pureté du gaz.

Fig. 1 à 4. — Organisation des mesures.

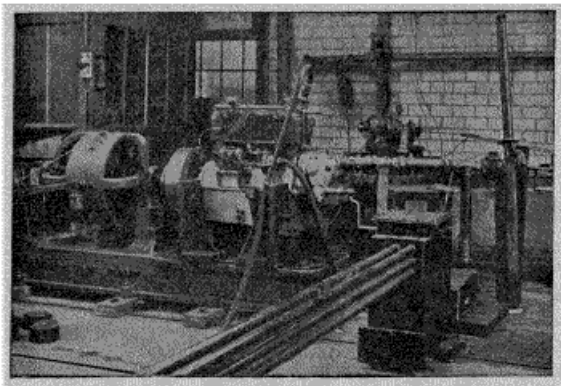


Fig. 1. — Mesure dynamométrique de la puissance.

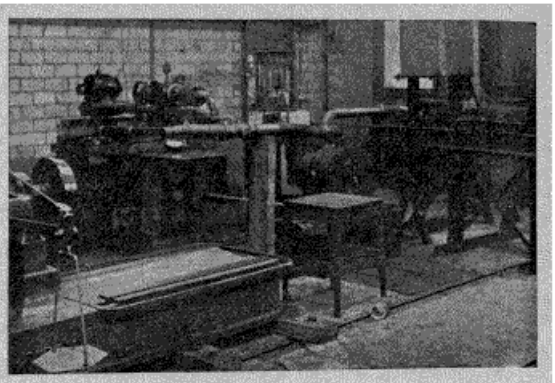


Fig. 2. — Mesures physico-chimiques.

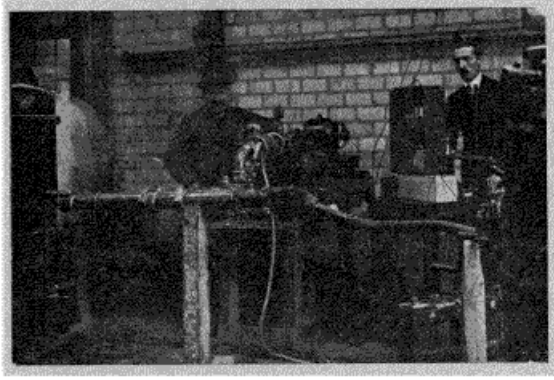


Fig. 3. — Filtre du gaz et appareil pour l'analyse chimique du gaz.

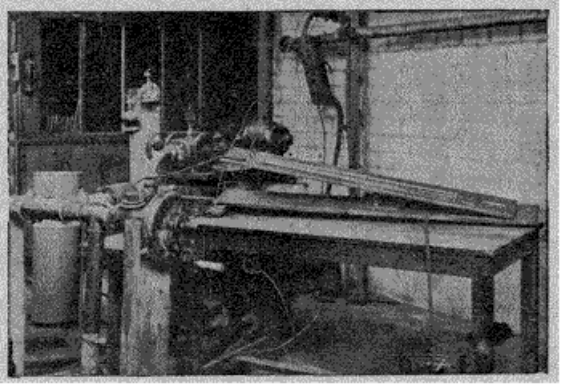


Fig. 4. — Mesure du débit du gaz filtré : Venturi, manomètre incliné.

Fig. 5 et 6. — Filtre spécial pour l'appréciation de la pureté du gaz.

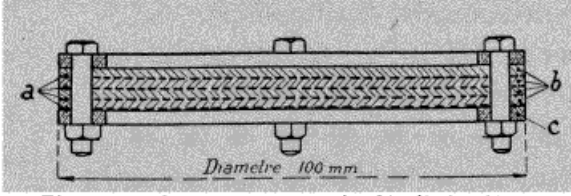


Fig. 5. — Coupe montrant le détail du filtre.

a, toile métallique; — *b*, tissu de coton (toile à laver); — *c*, rondelle de serrage.

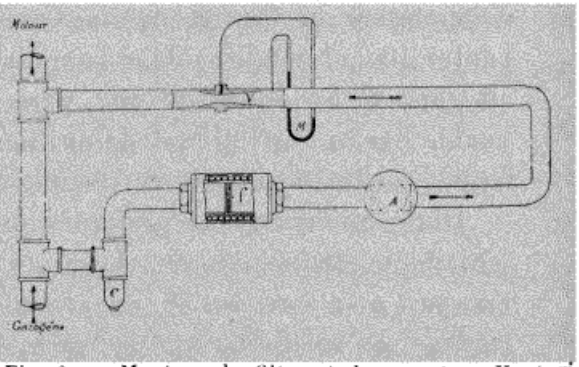


Fig. 6. — Montage du filtre et du compteur Venturi sur le circuit de dérivation.

A, aspirateur; — C, collecteur d'eau et d'huile; — *f*, filtre; — M, manomètre; — V, Venturi.

Le procédé naturel consisterait à filtrer le gaz de façon à déceler les impu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

retés qu'il contient par mètre cube. Mais si l'on n'y prend garde, l'eau contenue dans le gaz se condense dans le filtre et y produit un colmatage qui arrête l'opération. On a tourné la difficulté de la manière suivante.

Le filtre (fig. 5) est constitué par des rondelles en toile de coton soutenues par des toiles fines en cuivre, le tout supporté dans une monture ayant la forme d'un anneau cylindrique. Cet anneau était entouré d'un fil conducteur traversé par un courant qui servait à échauffer le filtre jusqu'à une température de 110°, pour empêcher la condensation de l'eau entraînée par le gaz. Ce filtre est inclus dans une circulation tubulaire (fig. 6) sur laquelle se trouvent une petite pompe rotative aspirant le gaz et, plus loin, un Venturi pour la mesure du volume du gaz. A l'arrivée, se trouve une capsule collectrice pour arrêter les liquides (eau ou huile) qui pourraient être entraînés par le gaz. Pour évaluer les impuretés, on pèse les rondelles avant et après l'opération.

Les rondelles sont au nombre de 4 ou 5. On est assuré que le filtre a arrêté toutes les impuretés si la dernière rondelle est propre. Cette méthode permet de déceler de très petites quantités d'impuretés. C'est ainsi que l'on a pu constater que les impuretés ont varié par mètre cube de 158 mg à 66 mg.

De si petites quantités sont incapables de produire un encrassement appréciable. Le fonctionnement du moteur suffit à les éliminer.

Du reste, le démontage des moteurs, après 1 500 km de marche, n'a manifesté aucune accumulation d'impuretés.

Les procédés d'épuration employés par les constructeurs de gazogènes peuvent se réduire aux catégories suivantes :

A, Action thermique pour décomposer les goudrons;
B, Dépoussiérage par chambres de repos;
C, Filtrage à sec;
D, Filtrage sur corps humidifié par de l'eau;
E, Filtrage sur corps humidifié par de l'huile;
F, Lavage à l'eau par barbotage;
G, Essorage au moyen d'une petite turbine.

Gazogène Renault (fig. 7 et 8). — *Générateur* : foyer inférieur; à mi-hauteur, chaudière annulaire entourant le cylindre. Dans la partie supérieure, réservoir pour le chargement.

La chaudière est alimentée par un réservoir d'eau d'où elle coule goutte à goutte. La vapeur produite se mélange à l'air après sa sortie du réchauffeur R.

Air. — Au début, pour l'allumage du foyer, une soufflerie rotative envoie initialement l'air. Quand l'appareil est en train, l'air est naturellement aspiré;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

il suit, dès son entrée, un faisceau de tubes qui traversent un réchauffeur d'où

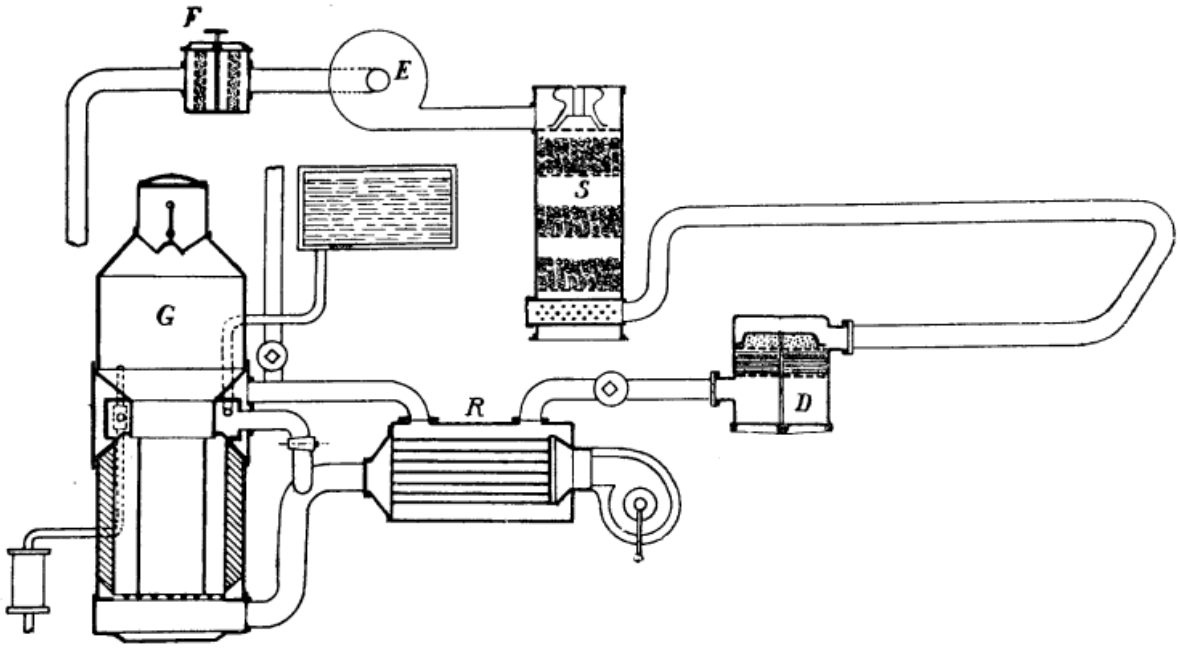


Fig. 7. — Schéma du gazogène Renault.
D, dépoussiéreur; — E, épurateur centrifuge (voir fig. 8); — F, filtre à gaz; — G, générateur et vaporisateur; R, réchauffeur d'air; — S, scrubber.

il se rend dans le foyer après avoir reçu la vapeur sortie de la chaudière.

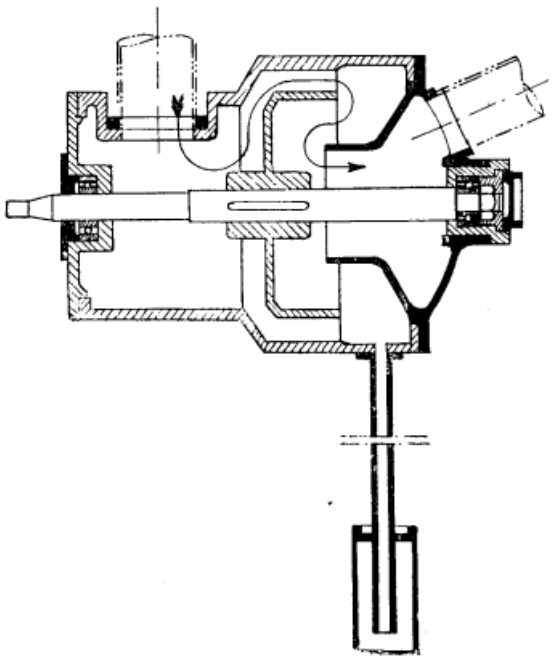


Fig. 8. — Épurateur centrifuge Renault.

Le *gaz* sort du générateur par sa partie médiane et se rend dans une boîte qui est pour l'air entrant un réchauffeur et pour le gaz une boîte de repos où il dépose des poussières. Au sortir du réchauffeur, le gaz se rend dans un filtre D qui enlève les poussières. Le gaz y trouve un système de toiles métalliques qu'il doit traverser.

Après avoir suivi une assez longue tuyauterie où il achève de se refroidir, il aboutit à un épurateur S où il est soumis à un traitement humide. Il y passe sur des copeaux de fer enduits d'huile contenus dans une série de paniers métalliques. De là, le gaz pénètre dans une boîte où une petite turbine lui fait subir une centrifugation. Les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

particules solides que contient le gaz sont projetées sur les parois intérieures de la boîte et en sont enlevées par un mince filet d'eau. Cette opération a pour effet de réaliser la précipitation des goudrons.

Enfin, le gaz va dans un dernier filtre où il rencontre deux cylindres

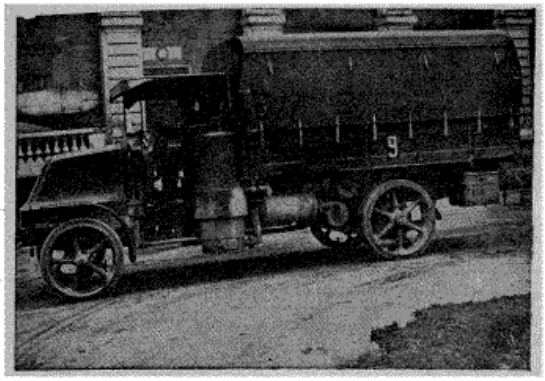


Fig. 9. — Camion Renault de 3,5 t (gazogène Renault).

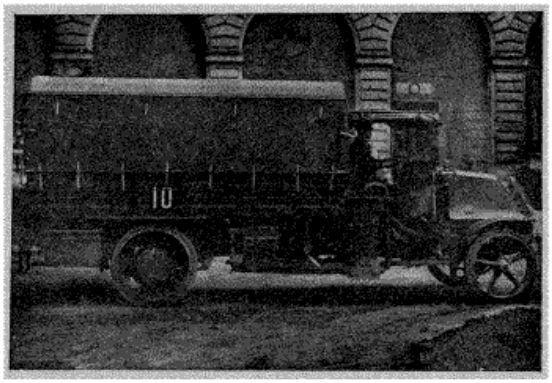


Fig. 10. — Camion Renault de 5 t (gazogène Renault).

concentriques percés de trous; entre ces cylindres, du crin se trouve tassé doucement. Le gaz, en y passant, perd l'eau qu'il pourrait entraîner. De là le gaz passe dans le moteur.

Au filtre du Laboratoire, les gaz de ce gazogène ont donné 66 mg d'impuretés par mètre cube.

Le moteur Renault présentait une compression de 7,5. Ces qualités accumulées expliquent que les appareils Renault aient obtenu le premier prix tant pour les 3,5 t que pour les 5 t.

Gazogène de la Société française de Vierzon (Camion Dewald) (fig. 11 et 12). — L'agencement du *gazogène* de la Société de Vierzon est remarquable par sa simplicité. Il faut dire que le combustible se compose à la fois de charbon de bois et de bois, ce qui dispense de se préoccuper de produire de la vapeur d'eau : le bois en apporte suffisamment. Le gazogène est constitué par deux cylindres concentriques laissant entre eux un léger intervalle où se rend l'air du dehors par un petit orifice inférieur. Dans le second cylindre est le foyer. Les parois de ce cylindre sont percées de trous par où l'air de l'enveloppe peut pénétrer après s'être échauffé. La combustion y est renversée, en sorte que les gaz sortent par la partie inférieure, ce qui assure une épuration thermique des gaz par décomposition des premiers produits de la distillation du bois et du charbon. Le combustible est placé dans la partie supérieure dont les dimensions sont assez considérables en raison du volume du bois.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour l'allumage, alors que la combustion directe doit être pratiquée, une soufflerie rotative envoie de l'air par le bas. Une fois l'allumage produit, un

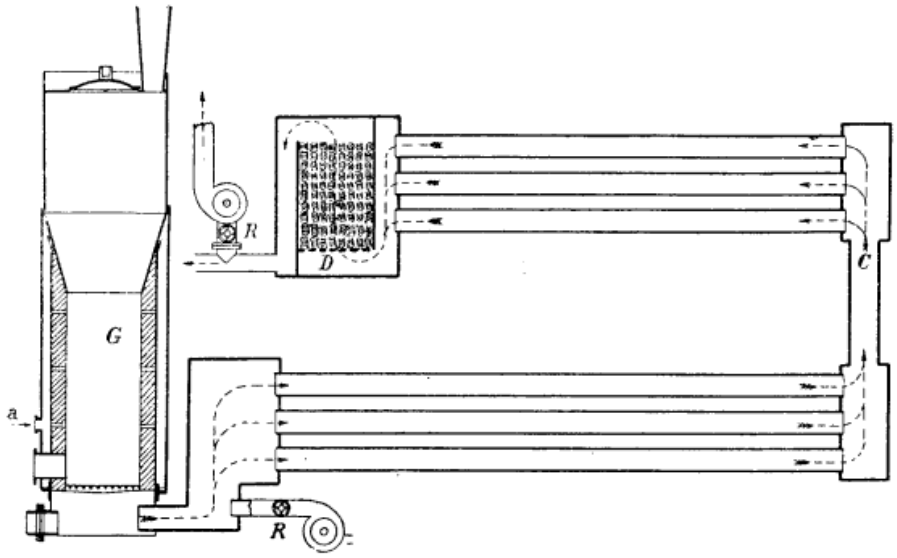


Fig. 11. — Schéma du gazogène de la Société française de Vierzon.
a, entrée de l'air pour la combustion renversée; — C, collecteur; — D, dépoussiéreur; — G, générateur; R, robinets-vannes.

robinet-vanne R ferme cet accès et un autre ventilateur, supérieur celui-là, aspire l'air pour renverser le sens de la circulation.

Le *gaz* produit s'échappe alors par le bas. Il traverse d'abord une

Fig. 12. — Camions Dewald de 3,5 et de 5 t (gazogènes de la Société française de Vierzon).

chambre de repos où il se dépoussière. Il continue à se dépoussiérer dans une longue canalisation qui l'amène dans un filtre. Au cours de cette tuyauterie, une autre chambre de repos se trouve aménagée pour le dépous-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

siérage, car il importe de remarquer que, par suite de l'action thermique initiale, les goudrons sont en très faible proportion.

Le filtre où mène la tuyauterie est constitué par une caisse contenant un panier métallique rempli de copeaux de métal.

On remarquera que l'épuration est complètement sèche. Elle est un peu moins parfaite que dans le gazogène précédent.

Le résultat au filtre du Laboratoire est de 158 mg par mètre cube, quan-

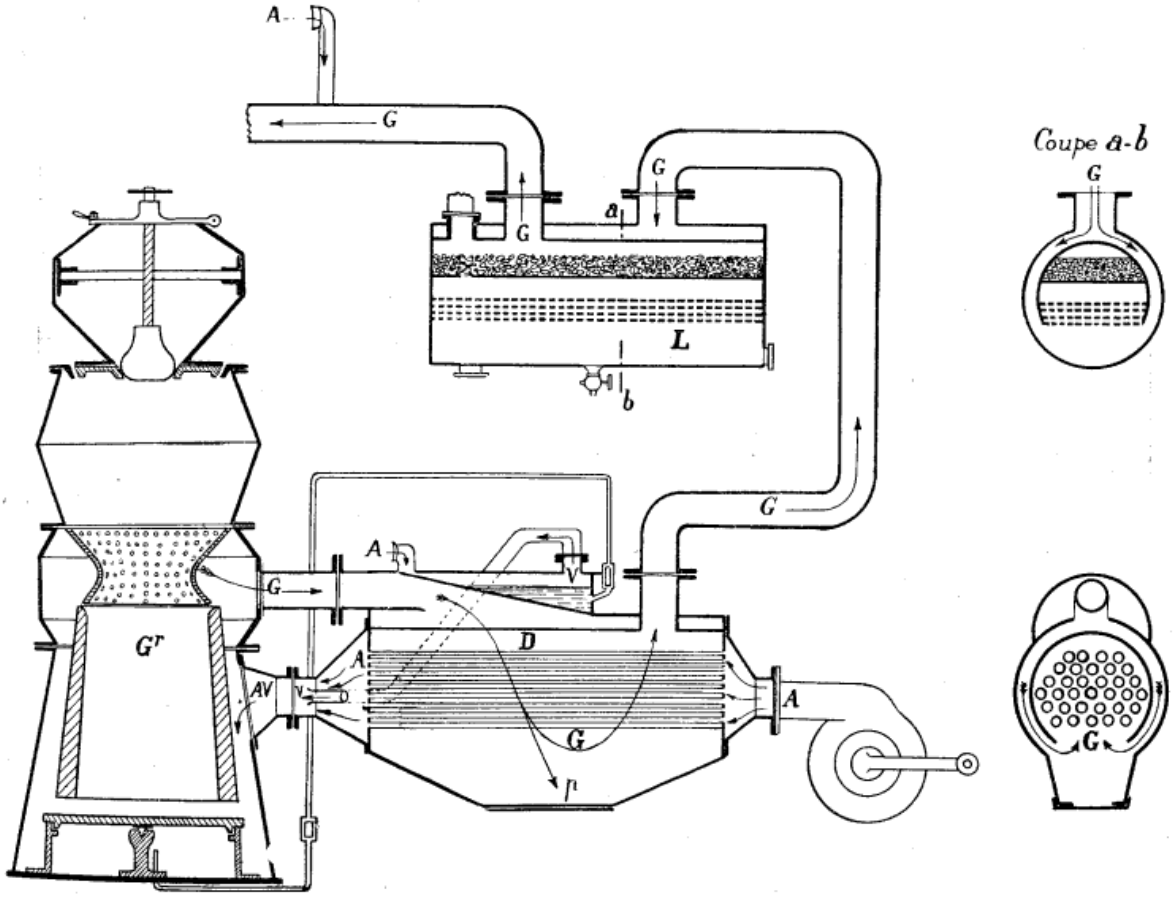


Fig. 13. — Schéma du gazogène E. T. I. A.
A, air; — AV, air saturé de vapeur; — D, récupérateur-dépoussiéreur; — G, gaz; — Gr, générateur; — L, laveur; — p, poussières; — V, vapeur d'eau.

tité encore très faible et qui ne saurait produire l'encrassement.

Ce gazogène était associé à un moteur Dewald (compression 6,25).

Le groupe Vierzon-Dewald a été classé second du concours de 1923 pour les 3,5 t et pour les 5 t.

Gazogène E. T. I. A. (camion Delahaye) (fig. 13 à 15). — J'ai eu l'occasion de voir à Toulouse, en 1922, lors de la Semaine du Carburant national organisée par l'Automobile-Club de Toulouse et des Pyrénées, le gazogène E.T.I.A.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

construit par les Établissements Delahaye et Mahieu. Il y attira beaucoup l'attention. Il est particulièrement intéressant de savoir ce que ce gazogène a donné, en liaison avec son camion, dans les épreuves si précises du concours de 1923.

Ce gazogène a été présenté au concours sur deux camions différents : un camion Renault et un camion Delahaye.

Il fonctionne au charbon de bois. Le constructeur se propose d'y employer du poussier de charbon de bois comprimé.

Le *générateur* est divisé en trois parties dans le sens vertical. La partie supérieure sert au chargement. La partie médiane est constituée par une caisse circulaire munie de trous pour l'écoulement du gaz qui se rend dans

Fig. 14 et 15. — Gazogène E. T. I. A. sur camion Delahaye de 3,5 t.

un collecteur périphérique. La partie basse est le foyer. Ce foyer est formé par une enveloppe en plombagine. Cette partie est entourée d'une sorte de robe en tôle ou l'*air* est amené.

Dans ce gazogène on s'est préoccupé de la *récupération* des calories.

L'*air* est amené du dehors au travers d'un faisceau de tubes qui traversent une chambre où ils sont échauffés par le gaz sorti du générateur. Il se rend de là dans l'espace compris entre la chemise de tôle et le foyer de plombagine. Il s'y échauffe encore. Il pénètre finalement dans le foyer par en dessous.

Le gaz sort du collecteur mentionné plus haut pour se rendre dans la chambre de repos où il perd ses poussières et où, comme il a été dit, il échauffe l'air venant du dehors. En même temps, le gaz échauffe l'eau d'une petite chaudière dont la *vapeur* vient se mélanger à l'air au moment où il sort du faisceau tubulaire où il s'est déjà échauffé.

Au sortir de la chambre de repos, le gaz suit une tuyauterie qui le conduit dans un appareil laveur. Cet appareil est formé d'une enveloppe cylindrique cloisonnée dans le sens transversal jusqu'à la rencontre avec une enveloppe intérieure que le gaz traverse longitudinalement; pour y entrer, il doit barboter dans une couche d'eau au fond de l'enveloppe. Dans le cylindre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

intérieur, le gaz traverse des toiles perforées supportant de petits cailloux

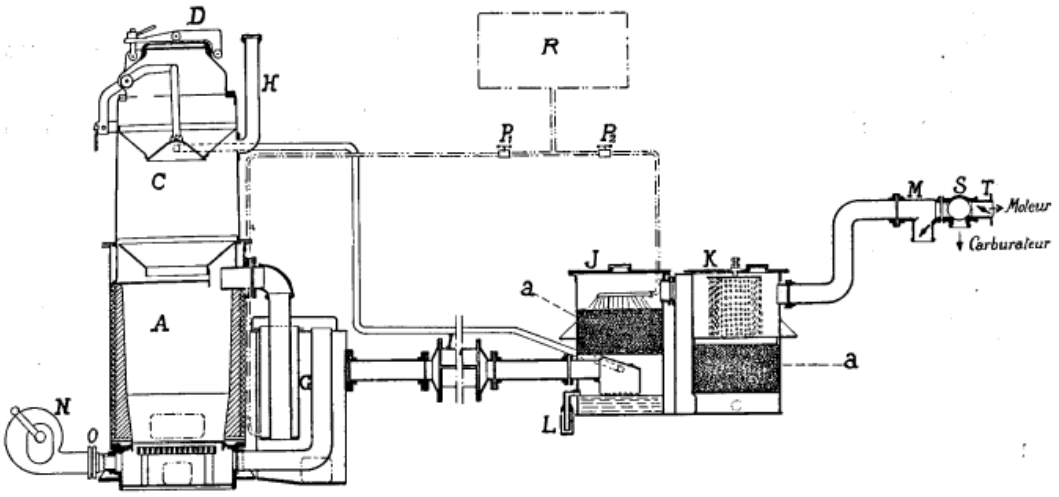


Fig. 16. — Schéma du gazogène G. P. A.

A, générateur; — *a*, anneaux d'acier; — C, D, trémie de chargement; — G, récupérateur; — H, cheminée d'allumage; — I, réfrigérant; — J, K, épurateur; — L, siphon de trop-plein de l'épurateur; — M, mélangeur; — N, ventilateur; — O, obturateur de ventilateur; — P_1, robinet de réglage d'eau au récupérateur; — P_2, robinet de réglage d'eau à l'épurateur; — R, réservoir d'eau.

sur lesquels il perd l'eau entraînée. De là le gaz se rend au moteur après avoir été mélangé à l'air secondaire.

Le résultat du passage au filtre du Laboratoire a été de 78 mg seulement par mètre cube.

Ce gazogène a été présenté sur un camion Delahaye et sur un camion

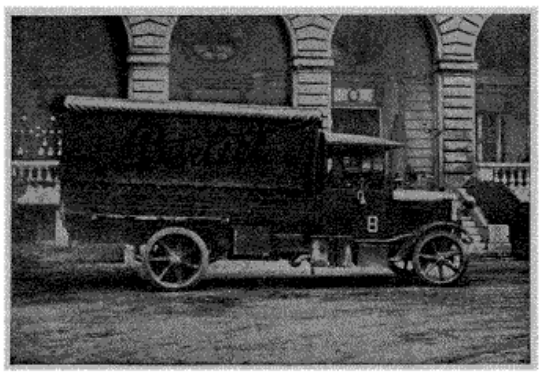


Fig. 17 et 18. — Gazogène G. P. A. sur camion Berliet de 5 t.

Renault. Pour le concours des 3,5 t, il a été classé troisième et quatrième. Il a été classé troisième pour les 5 t, sur camion Renault.

Gazogène G. P. A. (Gaz pauvre dans ses applications) (fig. 16 à 18). — Ce gazogène a été, lui aussi, très étudié au point de vue de la récupération des calories et de l'épuration.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La partie supérieure du gazogène sert au chargement. La partie médiane est un collecteur des gaz produits. La partie basse est le foyer.

Comme dans tous ces appareils, une soufflerie rotative permet l'allumage initial.

L'air d'alimentation arrive par un tuyau qui traverse une caisse où se

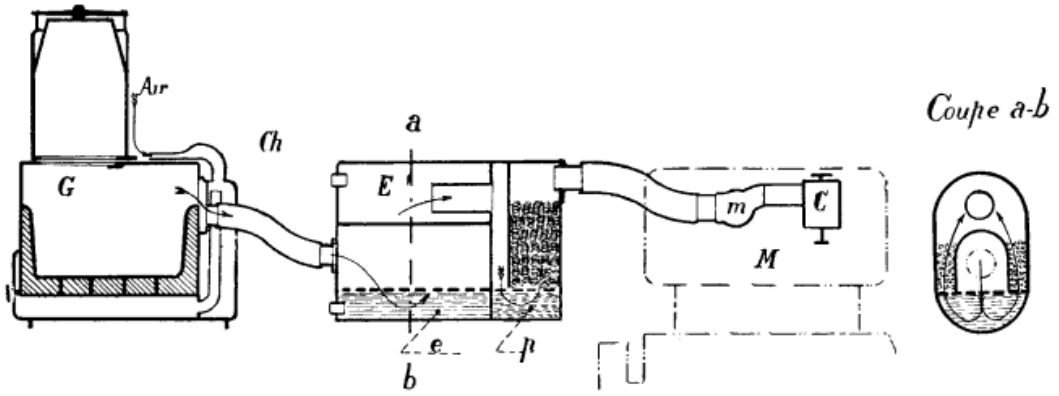


Fig. 19 et 20. — Schéma du gazogène « Autogaz. »
C, carburateur; — Ch, chaudière; — E, épurateur; — e, eau; — G, générateur; — M, moteur; m, mélangeur: — p, pétrole.

rend le gaz au sortir du collecteur. Il s'y échauffe au contact de ce gaz. Il pénètre par en dessous dans le foyer.

Le *gaz*, en sortant du collecteur, se rend par un gros tuyau dans la

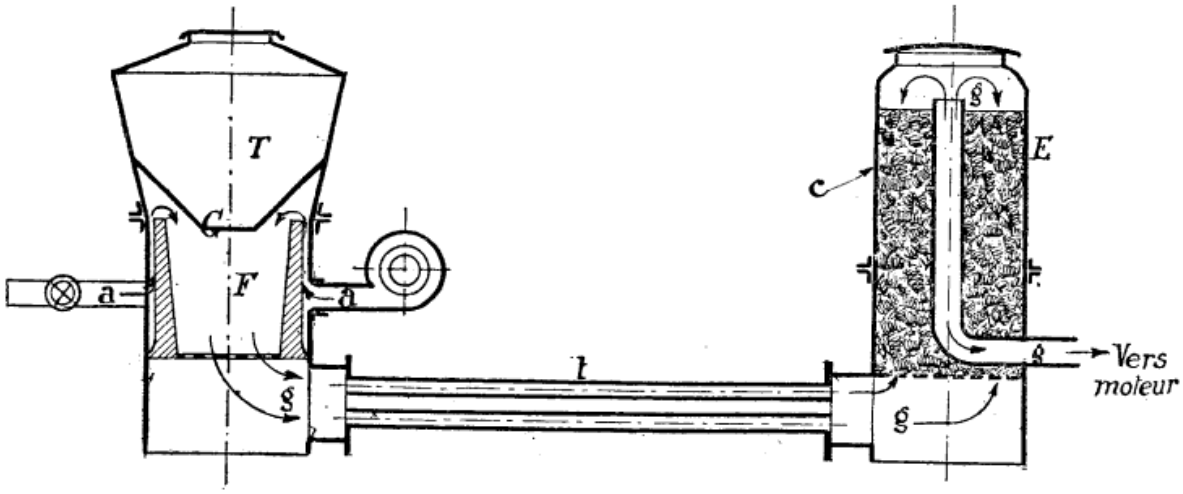


Fig. 21. — Schéma du gazogène Panhard et Levassor.
a, air; — E, épurateur; — F, foyer; — G, gazogène; — g, gaz; — T, trémie; — t, 10 tubes.

caisse sus-mentionnée. Ce tuyau est entouré d'un petit réservoir d'eau pour la production de la *vapeur* qui vient se mélanger à l'*air* au moment où il va pénétrer dans le foyer. Au sortir de la caisse de repos où il a perdu beaucoup de ses poussières, le gaz suit une tuyauterie où il se refroidit. Cette tuyau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terie est constituée par deux boîtes reliées par trois tuyaux. De là le gaz passe dans deux épurateurs. Ce sont deux boîtes placées côte à côte. Dans la première, le gaz rencontre des copeaux ou de petits anneaux métalliques sur tôle perforée. Le gaz arrive par une sorte de pipe renversée qui le force à barboter dans une couche d'eau provenant du ruissellement des anneaux métalliques arrosés par un mince filet d'eau. Un siphon évacue l'eau en excès. Dans le second épurateur, le gaz se trouve encore en contact avec de petits

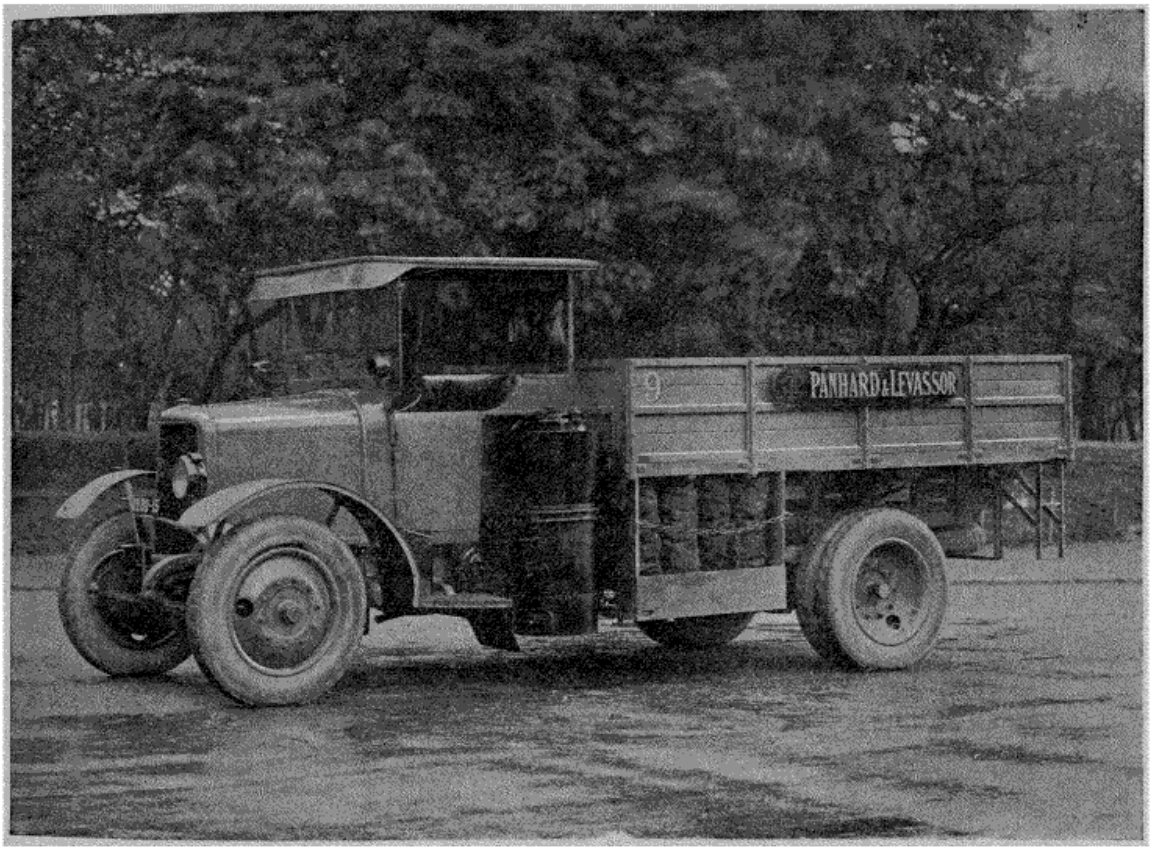


Fig. 22. — Camion à gazogène Panhard et Levassor.

anneaux métalliques imbibés d'huile. De là le gaz va au moteur à travers le mélangeur et le carburateur.

Le résultat du passage au filtre du Laboratoire a été de 123 mg par mètre cube, quantité négligeable au point de vue de l'encrassement.

Ce gazogène, monté sur camion Berliet, a été classé le quatrième des 5 t.

*
* *

En dehors de ces 4 gazogènes du concours de 1923, d'autres appareils ont été produits depuis dont certains sont dignes d'être au moins rapidement signalés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tels sont :

le *gazogène Autogaz* (fig. 19 et 20), où l'on s'est proposé de rendre les dispositions plus commodes pour la mise sur camion (forme surbaissée, tuyauterie souple);

le *gazogène Lion*, remarquable par sa simplicité; poussières : 114 mg par mètre cube.

Ces gazogènes ont figuré au Concours des Moteurs agricoles qui a accompagné le Concours de 1923.

Plus récemment, de nouveaux appareils ont été présentés et sur le désir des constructeurs, quelques-uns ont été soumis aux mêmes épreuves que ceux du concours de 1923.

Ce sont : le *gazogène Malbay*, le *gazogène Hernu*, le *gazogène Fajole*, et enfin le *gazogène Panhard et Levassor* (fig. 21 et 22) sur lequel, M. Auclair, président du Comité de Mécanique à l'office des Inventions, rapporteur du concours de 1923, a publié au mois de septembre 1924, une étude qui est une suite de son si remarquable rapport sur le Concours de 1923. Le gazogène Panhard et Levassor a donné seulement 150 mg de poussière par mètre cube.

*
* *

En résumé, les résultats du Concours de 1923, bien supérieurs à ceux de de l'année précédente, prouvent que les constructeurs ont su tenir compte de l'expérience acquise; tout doit nous faire espérer que le concours de 1925 marquera un pas encore plus décisif. Le rapport magistral sur le concours de 1923, donné par le savant secrétaire du jury, M. Joseph Auclair, par la comparaison qui s'y trouva établie entre les procédés variés de purification et entre les dispositions diverses concourant à la marche des camions, permettra aux concurrents anciens et nouveaux d'améliorer leurs procédés et leurs dispositifs. Une plus parfaite purification, une compression assez forte ont marqué les progrès accomplis par certains constructeurs. Il est à souhaiter que ces améliorations s'accentuent et se généralisent, et que les efforts se portent aussi sur des questions de second plan, mais qui ont leur importance, comme la récupération des calories, la régénération de l'huile de graissage en circulation dans le moteur. Lors d'un récent voyage en Belgique, j'ai su que l'on s'y était préoccupé de la mise en marche au gaz, sans recours initial à l'essence. C'est là un point de vue qui a son intérêt si l'on veut se libérer complètement de l'emploi de l'essence.

G. Koenigs,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BASES THÉORIQUES ET EXPÉRIMENTALES DE LA CONSTRUCTION AÉRONAUTIQUE[1]

La Société d'Encouragement, en m'invitant à traiter ici un sujet d'aéronautique, m'a fait un très grand honneur mais aussi m'a plongé dans une profonde perplexité quant au choix de ce sujet. Il me fallait éviter deux pièges qui guettent tout conférencier, l'un ayant pour appât la paresse et l'autre la pédanterie. Choir dans le premier eût été tomber dans la facile vulgarisation, indigne de cet auditoire, choir dans le second eût été faire étalage d'une technologie qui ne peut intéresser que les spécialistes.

J'ai cru sage d'appliquer le vieil adage latin : *in medio stat virtus*, et, me tenant dans un juste milieu, je voudrais intéresser chacun, sans rebuter personne.

Donc, sans entrer dans des détails inutiles, je vais essayer de vous montrer les progrès de l'aéronautique théorique et expérimentale à différentes époques, et de vous donner une idée des connaissances actuellement utilisables par l'ingénieur chargé de créer un nouvel avion.

Sous une apparence simple, qui diffère peu de celle de l'oiseau, l'avion cache une complexité d'organes réellement surprenante.

Ces différents organes appartiennent à 4 groupes principaux qui sont :

1° Le planeur, c'est-à-dire tout ce qui est strictement nécessaire à la sustentation et à l'équilibre ;

2° La machinerie, c'est-à-dire les moteurs et tous les accessoires nécessaires à leur fonctionnement ;

3° Les propulseurs ;

4° L'appareillage, qui comprend les instruments de navigation et toutes les installations nécessaires à l'utilisation de l'avion.

Il faut que chaque groupe soit étudié non seulement pour son fonctionnement propre, mais aussi pour son fonctionnement en liaison avec les autres groupes.

En somme, un avion est un ensemble hétérogène et, comme tel, aura toujours une qualité limitée par celle de son moins bon constituant.

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique le 14 mars 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On ne pourra donc jamais trop insister sur ce point fondamental que, dans un avion, il n'y a pas de détail négligeable ou que, en d'autres termes, l'étude aérodynamique et mécanique d'une telle machine doit être conduite avec une minutie et une précision qui ne laissent rien au hasard.

Le premier vol d'un avion doit être effectué en passant, *sans transition*, de l'état de repos au régime maximum d'utilisation, fait peut-être unique dans les annales de l'art de l'ingénieur.

Pour toute machine, c'est-à-dire pour toute construction possédant des organes en mouvement et quels que soient les soins apportés à la conception et à l'exécution, il y a inévitablement une période dite de *mise au point* qui s'interpose entre l'achèvement proprement dit et la mise en service courant. Cette mise au point est, pourrait-on dire, le conflit de la théorie et de l'expérience, conflit qu'on ne peut résoudre qu'en acceptant des compromis.

La nécessité de concilier les conceptions théoriques avec les données de l'expérience est une vérité que nul ne peut contester. Pour employer une métaphore, je dirai que théorie et expérience sont les bottes de sept lieues du géant Progrès. Si notre géant est chaussé de ses deux bottes, il marchera vite, régulièrement et sans fatigue; au contraire, s'il n'a qu'une botte, il sautillera à cloche-pied, n'avancera guère et risquera de trébucher.

Mais revenons à notre sujet et examinons l'état de nos connaissances actuelles sur l'aérodynamique des planeurs et des propulseurs.

Nous ne dirons rien de la machinerie ni de l'appareillage qui sont du domaine de la mécanique.

Planeur.

Travaux antérieurs a la guerre de 1914-1918. — Il est d'usage d'appeler *planeur* d'un avion tout ce qui est strictement nécessaire à l'exécution d'un vol plané et d'un atterrissage, c'est-à-dire ailes, fuselage, empennages fixes et mobiles, timonerie et enfin atterrisseur ou flotteur. La partie la plus essentielle est l'ensemble des surfaces portantes, ce que l'on convient aujourd'hui d'appeler la *voilure* par analogie avec les navires à voiles.

La voilure elle-même, étant composée d'éléments, possède une qualité qui dépend de la qualité propre de chacun d'eux et aussi de la façon dont ces éléments s'influencent mutuellement par suite de leurs positions et de leurs dimensions relatives.

Sans vouloir faire un exposé chronologique et historique des progrès de la navigation aérienne, on peut dire que tout ce qui a été fait antérieurement à 1900 présente surtout un intérêt rétrospectif. Cela ne doit diminuer en rien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

notre admiration pour certains précurseurs, véritables savants, qui ne purent donner à leurs travaux théoriques tout le développement voulu, faute de documentation expérimentale. Ils se trouvèrent obligés d'assimiler les surfaces portantes à des plans géométriques sans épaisseur, et *de représenter des phénomènes physiques complexes par des relations mathématiques très simples.* Les empiristes au contraire s'évertuaient à copier la nature sans avoir préalablement analysé le fonctionnement des organes qu'ils voulaient reproduire, et ils se trouvaient égarés dans leurs recherches par une *conception trop synthétique des phénomènes.*

Nous verrons par la suite que l'aérodynamique n'a fait et ne pouvait faire de véritables progrès que par la *méthode analytique*; et pourtant, il n'est pas rare encore aujourd'hui d'entendre contester son utilité pour le perfectionnement de nos connaissances actuelles.

Arrivons donc à la période 1900-1914 qui marque le début de l'expérimentation scientifique grâce à la création de nombreux laboratoires aérodynamiques.

La première et la plus belle démonstration de ce que peut produire une telle méthode a été faite par les FRÈRES WRIGHT qui ont été incontestablement les premiers à réaliser un aéroplane d'un rendement élevé et possédant une stabilité et une maniabilité satisfaisantes.

Contrairement à l'opinion répandue, les Wright n'étaient pas des « bricoleurs ». Ils ont été aidés, pour la partie théorique de leurs études, par un ingénieur américain distingué, CHANUTE, mais la partie expérimentale est leur œuvre. Ils ont étudié différents profils d'ailes et de pales d'hélices dans une soufflerie rudimentaire qui ne leur a certes pas permis de déterminer des coefficients exacts en valeur absolue, mais qui leur a donné des indications comparatives très précieuses. Les résultats de ces essais ont été vérifiés sur des planeurs montés et il a suffi, comme dernière étape, d'équiper ces appareils avec un moteur et des hélices pour obtenir d'emblée l'avion qui nous a émerveillés au camp d'Auvours en 1908. Moteurs et hélices avaient été étudiés également par les Wright.

Je crois encore aujourd'hui qu'il eût été impossible de réaliser en 1906 un aéroplane utilisant d'une façon plus parfaite les connaissances aérodynamiques et mécaniques de cette époque.

La France fut un des premiers pays qui créèrent des laboratoires aérodynamiques, dus, pour la plupart, à l'initiative et à la libéralité de personnalités éminentes.

Nous voyons alors paraître les travaux de MM. RATEAU, EIFFEL, DE GUICHE, de l'Institut Aérotechnique de la Faculté des Sciences (fondation Deutsch de la Meurthe) et du Laboratoire militaire de Chalais-Meudon,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dirigé par le colonel CHARLES RENARD, qui, à la foi d'un précurseur et à un puissant génie inventif, unissait une somme considérable de connaissances théoriques et pratiques.

Il est permis de regretter que tous ces efforts se soient produits isolément et qu'on n'ait pas pu en retirer tous les fruits grâce à une coordination méthodique qui nous eût fait progresser rapidement et eût permis d'éviter bien des accidents mortels.

Je sais bien qu'il est toujours facile de gémir sur le passé et, d'autre part, si l'on regarde le chemin parcouru en vingt ans à peine, peut-on vraiment concevoir un progrès plus rapide?

La période 1900-1914 doit être regardée comme une période de transition pendant laquelle on a créé des méthodes et des appareils pour l'expérimentation au laboratoire ou sur avion en vol, sans qu'on puisse mettre d'accord les très nombreux résultats expérimentaux obtenus.

Dans le domaine de la théorie, peu de progrès furent réalisés sauf en ce qui concerne l'étude des hélices et les méthodes de calcul permettant de prévoir les performances d'un avion par application des résultats de laboratoire.

Nous arrivons alors à la période de guerre 1914-1919 qui fut malheureusement marquée dès le début par la fermeture obligatoire de tous les laboratoires, soit par ordre, soit par mobilisation du personnel. Ce fut là une erreur profonde dont le résultat se fit sentir lourdement. Le Laboratoire Eiffel fut remis en fonctionnement avec un personnel nouveau et celui de Saint-Cyr ne put reprendre ses essais qu'en 1918, après avoir servi jusque-là de casernement.

Les progrès faits pendant cette période sont dus au groupement des techniciens, aux nécessités impérieuses de la guerre et aux énormes ressources financières mises à la disposition des constructeurs. Ces progrès sont de différentes sortes : amélioration des procédés de construction, augmentation des vitesses ascensionnelles et des vitesses horizontales, augmentations dues plutôt à l'accroissement de puissance des moteurs qu'à l'application de nouvelles conceptions aérodynamiques.

Au point de vue théorique, les méthodes de calcul ont été perfectionnées pour permettre de prédéterminer avec plus de précision les possibilités de réalisation en vitesse, altitude, charge, distance franchissable, etc..

TRAVAUX RÉCENTS. — Après l'armistice, la publication des travaux faits en Allemagne pendant la guerre fut une sorte de révélation.

Ces travaux représentent en effet la première tentative sérieuse de rapprochement entre la théorie pure et l'expérimentation. Le mérite en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

revient au professeur PRANDTL et à tous les techniciens qui furent groupés autour de lui pendant la guerre.

Prandtl était connu avant la guerre comme directeur du Laboratoire de Göttingen; il a le grand mérite, à mon sens, de joindre une formation d'ingénieur à celles d'un mathématicien et d'un expérimentateur; ses premiers travaux d'aérodynamique théorique sont antérieurs à 1904. Prandtl a cherché à appliquer à l'aérodynamique la *théorie des tourbillons* établie par le physicien allemand Helmholtz et cela en vue de trouver des relations mathématiques entre les différentes grandeurs qui caractérisent le mouvement dans l'air d'un corps unique ou d'un ensemble de corps.

A la vérité un physicien anglais, LANCHESTER, avait déjà fait usage de la théorie des tourbillons, mais il n'en avait pas tiré tout le parti qu'en a tiré l'école allemande.

Nous reprendrons plus loin les conséquences des théories tourbillonnaires; revenons aux expériences faites à Göttingen. Celles-ci, conduites de façon très méthodique, ont mis en lumière certaines causes d'erreurs dues aux conditions d'essais et ont permis de définir d'une façon plus précise les corrections à faire pour l'application à des avions en vraie grandeur.

La diffusion de cette documentation théorique et expérimentale vint apporter un aliment nouveau à l'imagination des techniciens dans le monde entier et provoquer toute une série d'expériences comparatives qui ont permis de mettre en complet accord les différents laboratoires qui étaient jusque-là en complet désaccord.

Comme conséquencs, nous assistons aujourd'hui à une évolution importante de l'aérodynamique; sans pouvoir affirmer que la théorie admise représente exactement les phénomènes physiques dans tous leurs détails, on peut admettre néanmoins qu'elle donne une représentation assez fidèle des mouvements réels des particules d'air.

NOTIONS THÉORIQUES ACTUELLES

Une *aile* en mouvement rectiligne et uniforme dans l'air est soumise à une résultante aérodynamique qui est la somme géométrique des forces élémentaires de pression. Pour étudier l'action de l'air sur une aile, une méthode expérimentale très féconde consiste à déterminer la répartition des pressions le long du contour d'une section droite de l'aile, méthode mise au point avant la guerre au Laboratoire aérodynamique du DUC DE GUICHE.

On peut aussi déterminer la forme des filets fluides au voisinage de l'aile, soit en explorant l'espace au moyen de fils de soie qui matérialisent les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

trajectoires, soit en introduisant de la fumée ou des gaz réfringents en amont du courant et en photographiant l'écoulement réalisé; l'exploration du courant fluide montre que l'*extrados* de l'aile est soumis à une dépression, dont l'intensité atteint son maximum au voisinage du bord d'attaque: à cette diminution de pression correspond d'ailleurs, d'après le théorème de Bernoulli, un accroissement de vitesse; l'*intrados* est au contraire une région de surpression et par suite de ralentissement de l'air.

Fig. 1. — Écoulement d'un fluide visqueux au voisinage d'une paroi solide.

Dans la création de la portance, c'est toujours la dépression dorsale qui joue le rôle de beaucoup le plus important et il importe précisément d'éviter d'introduire de ce côté des obstacles qui seraient de nature à gêner l'écoulement naturel de l'air et par suite la production de la dépression.

Les considérations précédentes ne font intervenir qu'une seule force, la *portance*, perpendiculaire à la direction du mouvement. C'est en effet la seule que le calcul permette de prévoir si l'air est supposé sans frottement; cette hypothèse peut être considérée comme justifiée tant qu'il n'existe pas de différence de vitesse appréciable entre deux couches d'air contiguës.

Mais des circonstances nouvelles se présentent au voisinage du corps solide; les particules fluides immédiatement au contact du solide frottent le long de la paroi et se trouvent freinées dans leur mouvement relatif; elles accusent une diminution de vitesse finie par rapport à la couche immédiatement voisine, qui se trouve de ce fait soumise à des forces de viscosité importantes la retardant à son tour dans son mouvement et ainsi de suite de proche en proche; un observateur (fig. 1) qui se dirigerait vers la paroi solide dans une direction sensiblement normale à cette paroi constaterait un ralentissement de plus en plus accusé des filets fluides, mettant en jeu des forces de viscosité de plus en importantes; toutefois, comme la viscosité naturelle de l'air est relativement faible, ce ralentissement ne se fait sentir qu'à une assez petite distance de la paroi solide: au delà, les différences de vitesse s'effacent suffisamment vite pour que les forces de viscosité correspondantes deviennent rapidement négligeables; cette couche d'air qui est contiguë à la surface solide et dans laquelle se manifestent les différences de vitesse dont nous venons de parler s'appelle la *couche frontière*. L'épaisseur de la couche frontière, tout en restant faible, ne demeure pas constante sur toute la profondeur de l'aile au fur et à mesure que le fluide s'avance le long de la paroi, de sorte que vers l'arrière de l'aile, on se trouve en présence d'une accumulation de molécules fluides qui ont perdu une partie notable de leur énergie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cinétique et acquis, par suite des efforts tangentiels de frottement, un mouvement de rotation autour d'elles-mêmes.

Lorsque l'accumulation de ces particules en rotation est devenue suffisamment importante, une partie se trouve saisie par les couches extérieures soustraites à l'effet du ralentissement et entraînée avec elles sous forme de *tourbillons* (fig. 2). Pour simplifier le langage, nous appellerons *fluide sain* le fluide qui est extérieur à la couche frontière et dans lequel l'effet de la viscosité devient négligeable. Les tourbillons qui s'échappent ainsi de l'arrière de l'aile en décollant empêchent le fluide sain de se refermer; de la sorte, les pressions qui s'exercent sur l'avant de l'aile et qui s'opposent à sa pénétration ne se trouvent plus contrebalancées par les forces de pression qui, en l'absence de décollement, s'exerceraient en sens inverse sur la région arrière; cette compensation venant à manquer, une composante parallèle à la direction du vent relatif et orientée de l'avant vers l'arrière de l'aile apparaît. Cette composante représente *la résistance de l'aile*, au frottement superficiel près; c'est ce qu'on appelle la *résistance de profil*.

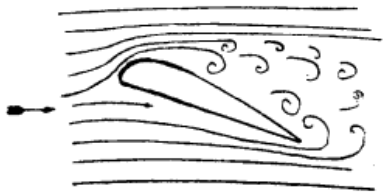


Fig. 2. — Écoulement tourbillonnaire au voisinage d'une aile.

Examinons d'un peu plus près comment se produit ce décollement de tourbillons, qui est une des causes principales de la résistance à l'avancement. Considérons au voisinage de l'aile une région où le fluide sain, dans son écoulement naturel, subit une diminution de vitesse et par suite une augmentation de pression; les éléments de couche frontière qui arrivent dans cette région ont perdu sous forme cinétique, comme nous l'avons vu, une partie de leur énergie totale; ils ne leur reste alors plus assez de vitesse pour augmenter leur pression aux dépens de leur énergie cinétique et ils se trouvent dans l'impossibilité de pénétrer dans la zone de surpression; les portions les plus lentes de la couche frontière se trouvent arrêtées; elles rebroussent chemin en s'insinuant entre la paroi solide et les éléments de couche frontière qui arrivent de l'amont; elles provoquent le soulèvement ou décollement de ces dernières et amorcent un mouvement tourbillonnaire. Ainsi le décollement des tourbillons a lieu lorsqu'en présence d'une surpression suffisamment forte, la couche frontière ne peut continuer à glisser le long de la paroi solide et à se mouler en quelque sorte sur la surface de l'aile. On conçoit dès lors facilement que la forme du profil exerce une grande influence sur le décollement des tourbillons. Les bons profils sont ceux qui permettent aux filets fluides de se mouler sur eux sans danger de décollement.

Actuellement, il semble qu'on soit arrivé à la limite des progrès possibles au point de vue du tracé des profils. Une méthode indiquée par JOUKOWSKY,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

notamment, a permis d'obtenir toute une famille de profils pour certains desquels la résistance propre ne dépasse guère la valeur du frottement superficiel, limite au-dessous de laquelle on ne peut espérer descendre, dans l'état actuel de la technique.

En résumé, la résultante de l'action de l'air sur une aile en mouvement rectiligne et uniforme est la somme géométrique de deux forces d'origines essentiellement distinctes :

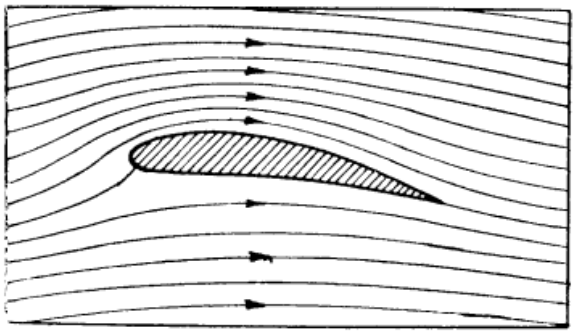


Fig. 3. — Écoulement d'un fluide parfait autour d'une aile.

1° *la portance, normale au déplacement, qui subsiste même si le fluide est parfait.* — Cette force est perpendiculaire à son déplacement de sorte que son travail est nul, et l'énergie dépensée pour l'entretenir est nulle également ; l'air au repos en avant de l'aile (fig. 3) prend à l'approche de celle-ci un mouvement ascendant, reçoit une impulsion descendante au moment du passage de l'aile, puis reprend en arrière de l'aile un mouvement ascendant qui le ramène à son état initial. Tous ces mouvements de l'air sont accompagnés de variations d'énergie cinétique corrélatives de variations de pression. C'est par le jeu de cette transformation et de la transformation réciproque que la portance prend naissance ;

2° *la résistance qui se compose de deux éléments.* — Nous avons déjà exa-

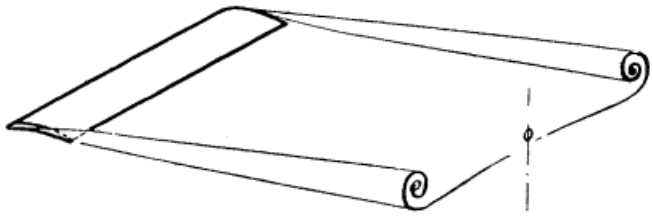


Fig. 4. — Formation des tourbillons marginaux.

miné le premier qui est la *résistance de profil*. Nous allons examiner le second.

Nous avons raisonné jusqu'ici comme si l'aile s'étendait indéfiniment à droite et à gauche ; or, il n'en est rien, et l'on se rend compte facilement que les extrémités doivent jouer un rôle perturbateur ; nous avons dit, en effet, qu'une surpression règne du côté de l'intrados, et une dépression très accentuée du côté de l'extrados ; l'aile constitue une *cloison mouvante* qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sépare ces deux régions; aux extrémités, où cette cloison cesse, les différences de pression vont nécessairement entraîner des mouvements de l'air tendant à rétablir l'équilibre de pression. L'air, sous l'intrados, fuit latéralement et se trouve aspiré vers la dépression de l'extrados; le passage de l'air du dessous vers le dessus de l'aile amorce un mouvement tourbillonnaire dont l'axe est parallèle à la direction du mouvement et il s'échappe ainsi des extrémités de l'aile deux *tourbillons dits marginaux* (fig. 4) qui introduisent d'importantes modifications dans l'allure générale de l'écoulement; l'étude complète de la question montre que ces tourbillons font apparaître, tout le long de l'envergure, une composante verticale descendante supplémentaire de la vitesse, de sorte que toute la nappe d'air intéressée par le passage de l'aile, au lieu de remonter en arrière de l'aile, comme nous l'avons indiqué à propos de l'envergure infinie, conserve un mouvement d'ensemble descendant, qui porte le nom de « downwash » ou de *déflexion*.

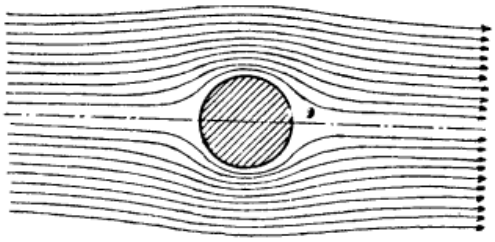


Fig. 5. — Écoulement d'un fluide parfait autour d'un cylindre de révolution fixe.

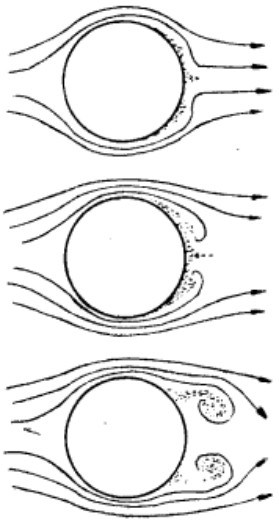


Fig. 6 à 8. — Trois stades successifs de la formation d'une couche frontière sur un cylindre de révolution.

Tout se passe alors, dans le mouvement relatif de l'aile, comme si l'air attaquait l'aile, non pas dans la direction de la vitesse, primitive, d'avancement V, mais dans une direction inclinée sur la précédente de l'angle du downwash; la résultante aérodynamique s'incline alors en même temps sur la direction V, de sorte que sa composante normale, ou portance, se trouve diminuée, et que sa composante tangentielle, ou résistance, augmentée; pour rappeler que le downwash est en quelque sorte induit par les tourbillons marginaux, on nomme *résistance induite* le supplément de résistance provenant de ce que l'envergure de l'aile est finie.

La *résistance totale de l'aile* est donc la somme de la résistance de profil et de la résistance induite.

On appelle *résistance relative* le rapport de la résistance totale à la portance; plus cette résistance relative est faible, plus l'aile est avantageuse.

Quels sont les progrès en cours de réalisation ou réalisables dans un avenir rapproché en ce qui concerne les voilures? Tout récemment, l'ingénieur FLETTNER, rapprochant les expériences de MAGNUS et les travaux du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Colonel LAFAY, a étudié la poussée produite sur un cylindre tournant autour de son axe par un vent relatif perpendiculaire à la direction de cet axe (fig. 9).

La figure 5 représente l'écoulement théorique d'un fluide parfait autour d'un cylindre fixe, tandis que les figures 6, 7, 8 montrent la formation des tourbillons dans le cas d'un fluide visqueux, lorsqu'on passe de l'état de repos à l'état de régime permanent.

La comparaison des figures 5 et 9 montre la déformation des filets fluides produite par la rotation du cylindre.

Le succès de l'application de ces cylindres, ou rotors de Flettner, à la pro-

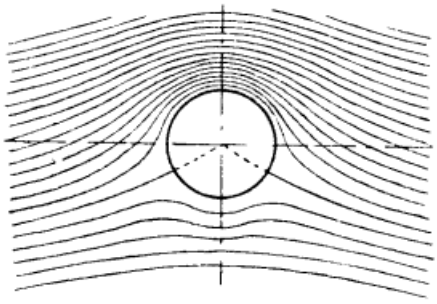


Fig. 9. — Effet de Magnus.

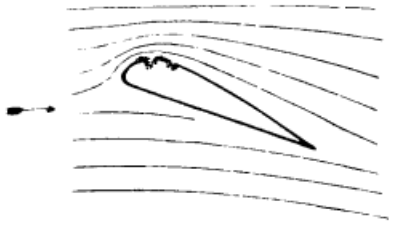


Fig. 10. — Aspiration de la couche frontière à l'intérieur de l'aile.

pulsion des navires par le vent a montré qu'en influençant la couche frontière par une rotation très rapide, on modifie profondément les décollements des tourbillons en obtenant des *coefficients de portance 10 fois plus élevés* que ceux des meilleurs profils d'ailes.

Des recherches sont actuellement en cours pour modifier par d'autres procédés les circonstances du décollement des tourbillons à la surface des organes sustentateurs. Par exemple, si l'on arrivait, par un moyen pratique, à aspirer dans l'intérieur de l'aile la couche frontière (fig. 10) on retarderait considérablement l'apparition des décollements et on augmenterait beaucoup les coefficients de portance en volant à des angles d'attaque qu'il est impossible d'atteindre aujourd'hui en raison des phénomènes tourbillonnaires qui leur sont corrélatifs.

Suivant un autre ordre d'idées, l'*autogyre à voilure tournante de* M. DE LA CIERVA ouvre des horizons nouveaux. Dans cet appareil, la sustentation est obtenue par l'*autorotation*, c'est-à-dire la rotation autour d'un axe vertical, sous le seul effet du vent relatif, d'ailes d'avion qui sont montées en porte à faux et articulées de manière à s'orienter librement sous l'action de leur poids, de la poussée aérodynamique et de la force centrifuge. On obtient par ces moyens une portance très élevée permettant des *atterrissages à vitesse réduite* (15 km : h environ), tandis qu'en vol normal la résistance relative

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

conserve une valeur favorable; enfin l'appareil est doué de l'importante propriété de posséder une *stabilité pendulaire* qui permet de ne laisser aux gouvernes que des dimensions très réduites. On manœuvre l'appareil en agissant sur le moteur de manière à faire varier la traction de l'hélice qui assure la propulsion de l'autogyre.

Jusqu'ici, nous avons envisagé seulement une aile isolée. Il nous faut maintenant indiquer brièvement quelle influence peuvent exercer sur cette aile des corps voisins tels que d'autres ailes ou des solides plus ou moins fuselés. En ce qui concerne les ailes, la théorie des tourbillons a permis d'étudier et de calculer, dans les cas les plus simples, les interactions exercées par des surfaces portantes les unes sur les autres; le passage d'une aile dans l'air, ainsi que nous l'avons vu, impose au fluide, à une très grande distance de cette aile, une certaine forme d'écoulement relatif, avec variation de vitesse et de pression; il est bien évident que toute aile B, placée dans la zone ainsi troublée par le passage d'une aile A, ne se comportera pas comme en air calme et réciproquement, le passage de l'aile B trouble le fonctionnement de l'aile A.

Si l'on suppose que ces deux ailes sont invariablement liées, la théorie montre que leur influence mutuelle se traduit par l'accroissement de leur résistance. A la résistance de profil et à la *résistance induite*, ou mieux *auto-induite*, que nous avons déjà rencontrée, s'ajoute alors une *résistance d'induction mutuelle*, qui dépend, entre autres choses, du rapport de l'entreplan à l'envergure. C'est ainsi que la résistance totale d'un biplan est supérieure à la somme des résistances qu'offriraient les deux ailes isolées donnant la même portance totale.

A ce point de vue, les monoplans apparaissent comme plus avantageux que les biplans et, *a fortiori*, que les multiplans.

Quant aux *interactions des différents corps* plus ou moins bien fuselés qui entrent dans la structure d'un avion, elles sont de natures très différentes et échappent à peu près complètement au calcul. Toutefois, en ce qui concerne l'interaction des ailes avec les autres organes de l'avion, on peut dire qu'elle est particulièrement nuisible lorsque l'aile se trouve influencée du côté de l'extrados; il faut éviter les obstructions au-dessus de l'aile ou, en tout cas, les écarter le plus possible de la surface de l'extrados. On peut également signaler l'influence qu'exercent l'un sur l'autre deux corps fuselés très rapprochés : ces corps provoquent une sorte de laminage de l'air avec augmentation des pertes par frottement et remous.

Ayant ainsi analysé le mécanisme qui permet à l'avion d'être porté par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'air, il nous reste à dire quelques mots des moyens grâce auxquels on peut maintenir cet *avion en équilibre*. Comme tout corps solide libre, l'avion peut tourner autour d'un axe quelconque passant par son centre de gravité.

Une telle rotation peut être décomposée suivant les 3 axes principaux de l'appareil : l'axe longitudinal (roulis), l'axe perpendiculaire au précédent dans le plan de symétrie (virage) et l'axe transversale (tangage). Réciproquement, on peut toujours réaliser une rotation quelconque en composant géométriquement 3 rotations convenablement choisies, dirigées suivant les 3 axes indiqués. Trois systèmes de gouvernes sont donc nécessaires pour commander ces 3 rotations distinctes.

L'*empennage horizontal* domine l'équilibre longitudinal; l'*empennage vertical* commande les virages et les *ailerons*, disposés au bord de fuite des ailes vers leur extrémité, assurent l'équilibre transversal.

L'action des deux empennages, horizontal et vertical, est en tout point comparable à celle d'un gouvernail de bateau; disons cependant que ces deux empennages sont appelés à travailler d'une part dans le vent de l'hélice, d'autre part dans le downwash et le sillage de l'aile, c'est-à-dire dans une zone où le mouvement de l'air est très complexe et rend délicats les calculs relatifs à l'action de ces empennages.

Quant aux ailerons, ils fonctionnent de la manière suivante :

L'aileron de l'aile qui descend s'abaisse pour en augmenter la portance tandis que l'autre s'élève pour diminuer, au contraire, la portance de son côté. Ce mouvement différentiel a été imaginé pour remplacer le *gauchissement* des surfaces portantes elles-mêmes, procédé auquel on avait recours sur les premiers avions pour assurer l'équilibre transversal. La forme donnée aux ailerons modernes, qui possèdent une faible profondeur moyenne, et vont finir en pointe du côté de l'axe de l'appareil, reproduit d'ailleurs sensiblement les conditions du gauchissement primitif.

Hélice.

L'hélice est le seul propulseur utilisé jusqu'à ce jour et les raisons en sont faciles à comprendre. En effet, sous une forme extrêmement simple, l'hélice est un transformateur d'énergie qui, s'il est convenablement adapté, possède un rendement pouvant dépasser 75 p. 100.

Nous ne parlerons pas des moyens de propulsion étranges qui ont été envisagés autrefois. Nous indiquerons seulement une solution qui est peut-être du domaine de l'avenir, la *propulsion par réaction directe* comme celle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des fusées. Dans l'état actuel de nos connaissances cette solution est inapplicable car son rendement est extrêmement minime.

Le fonctionnement d'une hélice est très simple dans son ensemble, mais l'étude précise de l'écoulement de l'air au passage d'une hélice présente de grandes difficultés. En principe, une pale d'hélice peut être assimilée à une aile animée d'un mouvement hélicoïdal autour d'un axe. Les qualités de cette pale dépendent donc, comme pour une aile, du profil et de l'allongement. Or, on est conduit, pour des raisons de construction, à faire varier le profil et la largeur de pale suivant une loi quelconque en fonction du rayon, ce qui complique déjà le problème. L'hélice en tournant produit une poussée parallèle à son axe et donne naissance à un couple résistant. Cette traction et ce couple ont pour contre-partie une augmentation de vitesse et un léger mouvement de rotation de l'air influencé par le passage de l'hélice. La théorie et l'expérience sont maintenant d'accord pour montrer que l'accroissement de vitesse axial commence à se produire en avant de l'hélice et n'a encore acquis, en arrivant dans le plan de rotation de l'hélice, que la moitié de sa valeur. Si l'on tient compte, en plus, des tourbillons qui se produisent, notamment sur l'axe de l'hélice et aux extrémités des pales, on conçoit que l'étude théorique du fonctionnement d'une hélice est très difficile, mais on peut espérer obtenir très prochainement un accord suffisant avec les résultats d'expériences.

Il ne suffit pas de considérer l'hélice isolément, et si l'on veut éviter de graves déboires, il faut tenir compte, dans les calculs d'adaptation, de l'*influence mutuelle de l'avion et de l'hélice*, influence qui a pour effet de modifier à la fois les conditions de fonctionnement de l'hélice et celles de l'avion.

Le rendement et la traction d'une hélice donnée sont fonction du rapport de la vitesse d'avancement à la vitesse de rotation. On conçoit donc que ces deux quantités changent lorsque le régime de vol varie. Généralement on calcule l'hélice pour le vol horizontal à pleine puissance à une altitude déterminée, et, par suite, le rendement diminue considérablement pendant la montée. Pour remédier à cet inconvénient, on a songé depuis longtemps à réaliser des *hélices à pas variable* dont l'utilité ne peut être contestée, mais dont la construction se heurte à de grandes difficultés d'ordre mécanique. Il est fort probable que la récente apparition des *hélices métalliques* éliminera un grand nombre de ces difficultés.

Il resterait encore beaucoup à dire si l'on voulait examiner, même d'une façon très superficielle, les notions indispensables à l'ingénieur d'aéronautique.

Il ne nous est pas possible d'insister davantage et en terminant, je voudrais seulement indiquer rapidement quels sont les moyens expérimentaux employés dans les laboratoires aérodynamiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Laboratoires aérodynamiques.

L'élément essentiel d'un laboratoire aérodynamique est le *tunnel* constitué par un gigantesque tube de Venturi, comprenant un cône d'entrée ou collecteur, un cône de sortie, ou diffuseur, réunis par une partie cylindrique dans laquelle on place le modèle à étudier; le courant d'air est produit par aspiration au moyen d'une hélice placée à la sortie du diffuseur. Cette disposition permet d'obtenir un courant d'air à très grande vitesse en dépensant une puissance beaucoup moindre que si l'on employait un tube à section constante.

Il ne faut pas oublier qu'il s'agit de faire circuler de l'air dans une section cylindrique ayant 2 et même 3 m de diamètre avec une vitesse qui dépasse 25 m : s (90 km : h) et peut atteindre 70 m : s (250 km : h).

Le modèle d'avion est suspendu dans le tunnel par des fils d'acier très fins ($d = 0{,}5$ mm) qui sont fixés à une *balance* spéciale placée dans une chambre à l'extérieur du tunnel.

On mesure, pour chaque position du modèle : la *résistance*, c'est-à-dire la poussée parallèle au vent; la *portance*, ou poussée perpendiculaire au vent: et le *moment* qui tend à faire basculer le modèle.

Il a été reconnu que, en respectant certaines conditions expérimentales, et moyennant certaines corrections, qui tiennent compte de la forme du tunnel et de l'influence de ses parois, on obtient des résultats applicables aux appareils en vraie grandeur avec une bonne approximation.

Un certain nombre de questions se sont posées lorsqu'on a voulu utiliser les souffleries ou tunnels.

En premier lieu, a-t-on le droit de considérer que les phénomènes sont les mêmes quand un corps se déplace dans l'air calme et indéfini ou quand l'air se déplace autour du corps immobile dans un tube? Théoriquement, il y a identité entre les deux méthodes puisqu'on ne considère que le mouvement relatif. Pratiquement, il peut ne pas en être ainsi si le courant est *turbulent*, c'est-à-dire s'il est animé de mouvements tourbillonnaires qui peuvent se produire s'il y a un grillage à l'entrée du collecteur. Cette turbulence interfère avec l'écoulement tourbillonnaire normal autour de l'aile et peut modifier notablement le coefficient de résistance. On cherche donc, avant tout, à réaliser un courant d'air aussi régulier que possible.

La façon de supporter le modèle a une importance énorme, et il a fallu près de 10 ans pour parvenir à éliminer l'influence du support et à uniformiser la suspension par fil qui donne une interaction négligeable et dont la résistance propre est facile à déterminer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La présence des parois nécessite un coefficient de correction, car elle constitue une gêne, une contrainte, pour l'écoulement de l'air.

Enfin, quelles sont les *conditions de similitude* à réaliser, c'est-à-dire quelle relation doit exister entre la vitesse du vent et la grandeur du modèle pour que les résultats obtenus soient applicables à un avion en vraie grandeur?

Au début des essais en soufflerie, on commit l'erreur d'appliquer la *loi de similitude mécanique, ou loi de Reech et Froude*, qui exigeait que la vitesse du vent fût proportionnelle à la racine carrée du rapport de similitude. Ainsi, pour un modèle au 1/25, la vitesse devait être le 1/5 de la vitesse réelle.

On s'est aperçu beaucoup plus tard que l'application de cette loi entraînait des erreurs considérables dans la détermination des résistances, et que, étant donné que, pour des corps bien fuselés, la résistance se réduit au frottement de l'air, il convenait au contraire d'appliquer la *loi de Reynolds* basée sur la considération du frottement.

Conformément à cette loi, il faut que le produit de la vitesse par le rapport de similitude soit constant, ou que, tout au moins, il soit supérieur à un certain minimum.

Pour un modèle au 1/25, il faudrait une vitesse 25 fois plus grande que la vitesse réelle de l'avion, ce qui est manifestement irréalisable. On doit donc se contenter de faire des mesures de résistance à des vitesses croissantes et de déterminer la valeur à partir de laquelle le coefficient reste constant.

On peut évidemment chercher à augmenter le diamètre du courant d'air afin d'employer des modèles plus grands; c'est ce qu'à réalisé en France le Service technique de l'Aéronautique militaire qui possède à Issy-les-Moulineaux un tunnel de 3 m de diamètre produisant une vitesse de 75 m : s.

Une autre solution, réalisée aux États-Unis, consiste à faire circuler, dans un tunnel en circuit fermé, de l'air fortement comprimé (10 à 15 kg : cm^2) pour augmenter sa densité. La théorie indique que, dans ces conditions, l'augmentation de densité équivaut à une augmentation de vitesse. Une telle installation est très coûteuse et d'un emploi délicat, mais elle permet de faire des vérifications en étendant le champ expérimental.

Pour montrer l'intérêt que chaque nation porte aux essais de laboratoire, je signalerai que les États-Unis possèdent 12 tunnels officiels et plusieurs laboratoires privés, l'Angleterre 10 tunnels officiels et plusieurs laboratoires privés, et enfin la France 6 tunnels officiels et pas de laboratoire privé. Je ne m'appesantirai pas sur cette comparaison qui n'est pas à notre honneur et qui nous montre une fois de plus que, dans tous les laboratoires de France, la valeur et le dévouement individuels doivent presque toujours suppléer aux moyens matériels.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Parlant des laboratoires, je n'ai rien dit des *manèges tournants* ou des *chariots* qui permettent de déplacer un modèle dans l'air calme.

Ces deux méthodes, qui comportent aussi leur erreurs, sont d'un emploi onéreux et peu pratique; elles sont à peu près abandonnées depuis qu'on sait employer judicieusement les tunnels.

Ceux-ci offrent d'incontestables avantages en ce qui concerne la facilité et la rapidité des mesures et se prêtent à des études qui, par d'autres procédés, seraient difficiles, sinon impossibles.

Il est d'usage maintenant de constituer les modèles au moyen *d'éléments démontables* de façon à pouvoir déterminer successivement l'influence de chacun de ces éléments. Ainsi, pour un monoplan muni d'un fuselage, de deux moteurs, d'un atterrisseur et d'un empennage, on déterminera d'abord la polaire de l'aile isolée, puis celle de l'aile et du fuselage, ensuite on ajoute les moteurs, puis l'atterrisseur. Si l'on constate une interaction anormale d'un des éléments, on modifie sa forme ou son emplacement jusqu'à ce qu'on obtienne le résultat cherché.

A la fin, on ajoute l'empennage qui a pour but de rendre l'avion stable et l'on vérifie que le modèle est effectivement stable pour toutes les incidences et pour la position prévue du centre de gravité. S'il n'en est pas ainsi, on modifie l'empennage ou bien on déplace le centre de gravité pour rétablir la stabilité.

Les essais au tunnel permettent encore de déterminer l'effort que devra fournir le pilote, dans les différentes conditions de vol, pour rétablir l'équilibre en manœuvrant les gouvernes : ailerons, gouvernail de direction, gouvernail de profondeur.

Le tunnel se prête à toutes sortes de mesures qu'il nous est impossible de passer en revue; je signalerai seulement la *mesure des pressions unitaires* qui s'exercent sur les ailes ou les différentes parties de l'avion. Cette déterminaison analytique est particulièrement utile pour l'étude de l'écoulement de l'air autour des corps.

Les souffleries sont encore d'une grande utilité pour l'expérimentation méthodique des *familles d'hélices;* dans ce cas l'hélice est mue par un petit moteur électrique et il est très facile de faire varier le rapport de la vitesse du vent à la vitesse de rotation, rapport qui caractérise le fonctionnement et détermine le rendement.

Utilisation des données théoriques et expérimentales. — Lorsque l'ingénieur est en possession des données de laboratoire, il les utilise pour déterminer les performances que pourra accomplir l'avion réel ou bien, inversement, il détermine les dimensions de l'avion afin de réaliser certaines performances.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette détermination nécessite une étude extrêmement complexe qui fait intervenir un nombre considérable de variables relatives à l'avion, à l'hélice et au moteur.

Il est pratiquement impossible de résoudre le problème par les mathématiques seules car plusieurs des quantités variables sont représentées par des courbes qui ne peuvent pas être mises en équation.

On a donc été conduit à faire appel au calcul graphique et à créer dans ce but des *nomogrammes* ou *abaques* qui sont d'un emploi assez facile mais d'un établissement très laborieux.

Je n'insiterai pas sur cette phase de la conception d'un nouveau type d'avion et j'indiquerai seulement pour terminer quels sont les moyens employés pour faire des mesures sur des avions en vol.

Essais en vol. — Ces mesures sont rendues très difficiles par l'exiguïté de la place disponible, par le poids des appareils et surtout par les accélérations diverses que subit un avion au cours de ses évolutions.

Néanmoins, sans parler de l'usage que l'on fait journellement d'appareils enregistreurs pour déterminer la vitesse horizontale et la vitesse ascensionnelle des avions à différentes altitudes, on a déjà pu réunir une documentation abondante sur la plupart des phénomènes mesurables au cours d'un vol, documentation qui vient heureusement compléter et confirmer les essais de laboratoire.

***

En résumé, on peut dire que les études d'aérodynamique théorique et expérimentale qui, jusqu'à ces dernières années, manquaient de précision et de cohésion, sont maintenant associées étroitement et progressent dans une voie qui doit aboutir à des progrès importants en ce qui concerne la navigation aérienne en général et plus particulièrement la *sécurité*.

Ce n'est donc pas le moment de diminuer nos efforts. Plus l'ensemble de nos connaissances se développe, plus il faut augmenter nos moyens d'investigation; la science aéronautique, comme toutes les autres, est comparable à une boule de neige qui grossit démesurément et exige de la part de ceux qui la font rouler, une énergie sans cesse croissante.

Georges Lepère,

Ingénieur des Arts et Manufactures,
chef du Service de l'Aviation aux Établissements Schneider et Cie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE CHAUFFAGE DES CHAUDIÈRES AU CHARBON PULVÉRISÉ

L'intérêt suscité dans le monde industriel par le chauffage au charbon pulvérisé semble aller en grandissant, et ce, à juste titre, en raison des avantages certains que le nouveau mode de combustion est à même de procurer à tous les grands consommateurs qui utilisent des combustibles minéraux soit sous les chaudières, soit dans les fours industriels.

A l'heure actuelle, où la lutte entre nations se place sur le terrain économique, personne ne peut ou même ne doit rester indifférent à toute solution qui peut avoir pour résultat de procurer une économie des précieuses calories que représentent les gîtes de combustibles de notre pays. On le doit d'autant moins que nous ne sommes pas favorisés à ce sujet, puisque la France n'arrive qu'au sixième rang eu égard à la richesse en houille de son sous-sol.

En effet, il ne renfermerait que 17 milliards de tonnes de houille, alors que l'Angleterre a une réserve de près de 200, l'Allemagne 410 et l'Amérique 2.000 milliards de tonnes.

Nous devons donc aider, dans toute la mesure de nos moyens, à ménager cette réserve tout en contribuant par surcroît à la production économique de tout ce qui exige l'emploi des combustibles, y compris les combustibles solides qui seront seuls en cause ici.

Nous décrirons la Centrale électrique des Mines de Bruay où, depuis janvier 1922 (c'est-à-dire depuis trois ans) les seize chaudières, de l'une des deux chaufferies, ont leur foyer chauffé *au charbon pulvérisé* (1) et où dans l'autre chaufferie 10 chaudières Stirling de 713 m² de surface de chauffe sont en cours d'installation, avec des foyers identiques.

Avantages principaux du chauffage au charbon pulvérisé.

Nous énumérerons de façon succincte les divers avantages qui peuvent être recherchés en adoptant le chauffage au C. P.

(1) Au cours de cette note, il nous arrivera d'abréger en mettant C. P. pour charbon pulvérisé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Cas d'application aux mines. — Utilisation de charbons très cendreux, réputés invendables;

Utilisation des ultra-menus, même si leurs cendres sont très fusibles;

Possibilité de dépoussiérer tous les charbons passant aux lavoirs;

Possibilité d'utiliser les produits rejetés des cyclones des dispositifs de captation des poussières des criblages mécaniques.

2° Cas d'application aux autres industries. — *a*) *Avantages provenant de ce que la température est plus élevée que par tout autre mode de chauffe :*

Permet d'abréger la durée totale d'une opération thermique, en réalisant, dans la plupart des cas, une économie de combustible;

Permet d'augmenter la production, à quantité égale de combustible;

La période de réchauffage se trouve abrégée;

Emploi indiqué du C. P. dans les installations travaillant avec une forte perte par les fumées.

b) *Avantages provenant du fonctionnement plus économique de l'installation* :

Permet d'atteindre les mêmes températures avec un combustible coûtant moins cher;

S'accommode mieux des changements dans la qualité du charbon utilisé;

Permet la suppression des récupérateurs dans les fours;

Permet de travailler avec une flamme fortement réductrice et d'obtenir une amélioration de la qualité des produits.

c) *Avantages dus au fonctionnement automatique :*

Mise rapide en marche;

Réglage rapide, grande souplesse;

Permet de régler exactement la température;

Réduction de la main-d'œuvre. Un bon chauffeur, avec un personnel médiocre, suffit;

La production est accrue, par la suppression des périodes de décrassage;

Son emploi est indiqué, quand le parc à charbon est éloigné et que les foyers sont dispersés en divers points de l'usine;

Permet l'emploi d'unités plus fortes, les dimensions des chaudières n'étant plus limitées par la surface des grilles;

La conduite de l'installation se réduit à une surveillance peu pénible.

L'on peut donc, avec le nouveau mode de chauffe, poursuivre bien des buts différents, puisque l'on peut opter pour l'un ou l'autre ou même simultanément pour plusieurs des avantages énumérés en leur sacrifiant ceux que l'on considère comme accessoires. Pour notre centrale, alimentée par le charbon que nous extrayons, nous avons visé avant tout à réaliser :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

a) La combustion, aussi économiquement que possible, de combustibles très menus, très cendreux, qui, jadis, étaient laissés pour inutilisables;

b) A dépoussiérer systématiquement les charbons destinés à être lavés, en vue de faciliter le lavage tout en évitant la production de cette boue charbonneuse connue sous le nom de schlamms;

c) A réduire la main-d'œuvre dans la chaufferie proprement dite;

d) A améliorer les conditions du travail de l'intéressante catégorie d'ouvriers occupés à la production de la vapeur.

Pour entrer dans la voie de la recherche de ces desiderata, l'on s'imposa d'appliquer le nouveau mode de chauffe à la chaufferie de la Centrale électrique de Labuissière, où 16 chaudières se trouvaient devoir être dotées de foyers.

Sur les recherches et essais qui précédèrent cette première application en grand, nous nous bornerons à renvoyer le lecteur que la chose intéresse, à ce que nous avons déjà publié sur ce sujet (2).

Nous en viendrons donc de suite à la description de l'installation définitive, celle précisément qui fonctionne d'une manière tout à fait satisfaisante depuis trois ans.

Description de l'installation.

La production de la vapeur nécessaire à la Centrale est assurée par deux chaufferies installées suivant les indications de la figure 1.

Chacune d'elle comporte une batterie de 16 chaudières Buttner de 194 m² de surface de chauffe.

La première chaufferie est encore actuellement dotée de foyers mécaniques mais sera sous peu pourvue d'une installation identique à celle de la deuxième chaufferie où tous les foyers sont chauffés au C. P.

Nous avons indiqué sur la figure 1 les deux stades, le stade actuel se référant aux parties hachurées.

L'installation comporte une centrale de pulvérisation commune aux deux chaufferies, et dont l'emplacement nécessitait le transport du C. P. à la seconde chaufferie. La distance entre le réservoir d'expédition et le silo de chaufferie le plus éloigné, étant d'environ 120 m, ce transport s'effectue par de l'air comprimé à 3,5 kg : cm², dans une conduite d'expédition de 100 mm de diamètre.

Nous avons établi un ensemble schématique (fig. 2 et 2 *bis*) dans lequel les

(2) Voir *Revue de l'Industrie minérale* du 15 septembre 1922 (35 p. et 25 fig.) ou *Chaleur et Industrie*, supplément d'octobre 1922 et n° d'août 1923.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

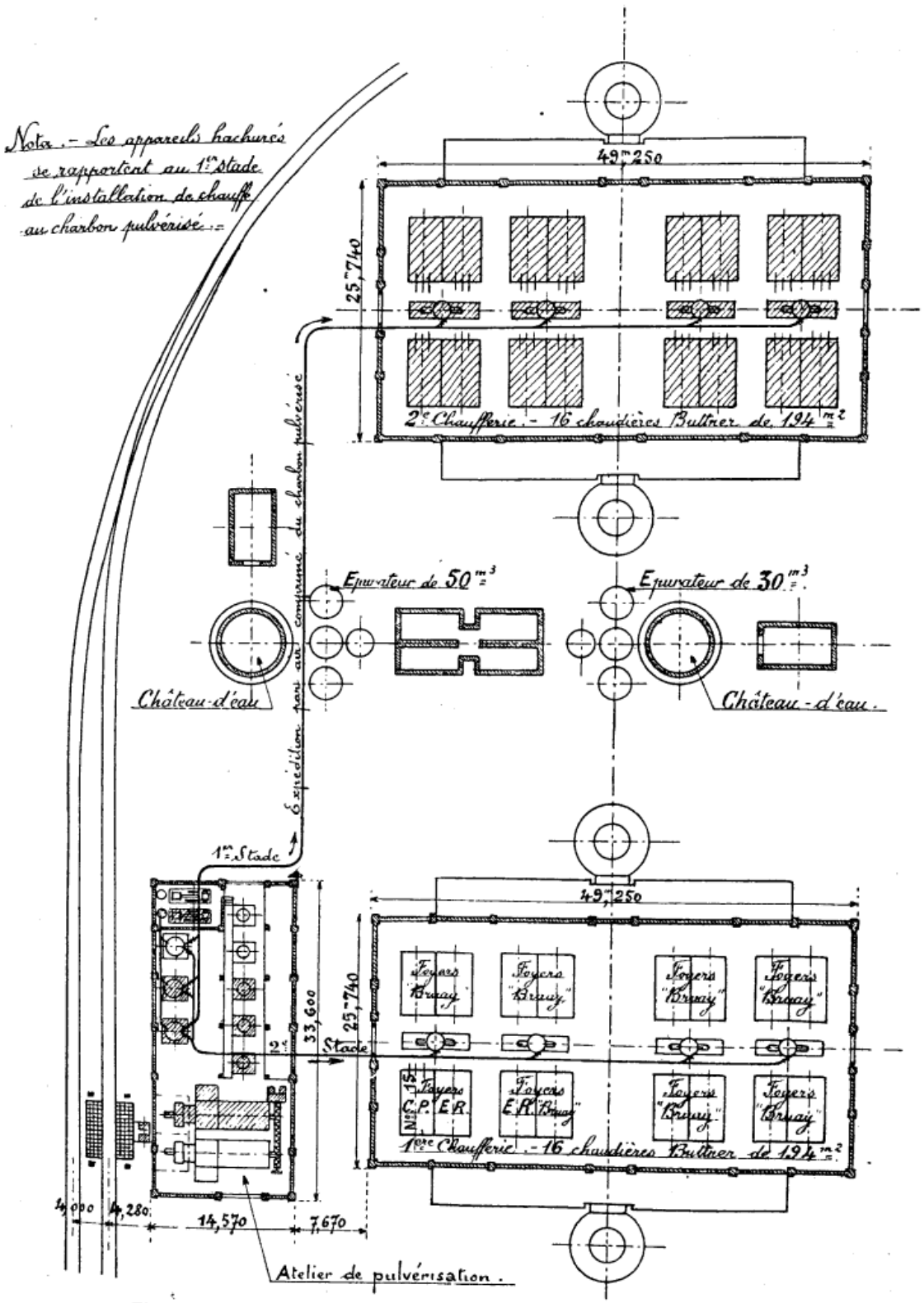


Fig. 1. — Plan de la Centrale électrique des Mines de Bruay (Pas-de-Calais) qui sera entièrement chauffée au charbon pulvérisé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

appareils sont placés, non pas dans leurs plans respectifs réels, mais dans l'ordre chronologique de la succession des opérations, et celui-ci se présente comme suit en lisant le tracé de la gauche à la droite :

1° Amenée et déversement du charbon brut (dans notre cas, des fines de petit calibrage);

2° Élévation du charbon brut en silo;

3° Séchage du charbon brut;

4° Séparation au moyen d'un tambour magnétique des débris métalliques, entraînés avec le charbon;

5° Élévation et emmagasinement du charbon séché;

6° Pulvérisation du charbon séché;

7° Transport pneumatique et emmagasinement du charbon pulvérisé, dans des silos surmontant le dispositif d'expédition;

8° Expédition du charbon pulvérisé vers le lieu d'utilisation;

9° Distribution aux divers silos d'emmagasinement de la chaufferie;

10° Descente et distribution (dosage) à chacun des brûleurs;

11° Soufflage de l'air nécessaire à la combustion;

12° Injection dans le foyer du mélange d'air et de C. P.;

13° Combustion dans le foyer;

14° Parcours des gaz dans la chaudière;

15° Évacuation des cendres.

La légende de ce schéma donne la désignation des appareils correspondant au cycle des opérations.

Il est à remarquer :

1° Que le concassage du charbon n'y figure pas, à l'encontre de ce qui est mentionné dans la plupart des notices sur la matière. Nous considérerions en effet (dans notre cas) comme une hérésie pure, le fait d'approvisionner d'autre sorte de houille que les fines 0-3 mm provenant du dépoussiérage effectué à sec au lavoir central (ou au maximum des fines 0-10 mm);

2° Qu'il a été prévu des silos intercalaires entre les principaux appareils pour régulariser le fonctionnement de l'ensemble.

Puissance absorbée pour la préparation du charbon pulvérisé.

Nous avons relevé la puissance absorbée par l'ensemble des appareils de l'atelier de pulvérisation.

Celle-ci est actuellement d'environ 15 kWh par tonne de C. P. pour toutes les opérations : manutention, séchage, pulvérisation, emmagasinement, expédition par l'air comprimé, distribution et insufflation dans le foyer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Personnel occupé.

Pour l'atelier de pulvérisation, il faut compter :

3 hommes par poste de 8 heures, dont :

1 surveillant chargé de la conduite de l'atelier et des expéditions ;

1 graisseur chargé de la marche du sécheur et du graissage des appareils ;

1 wagonneur chargé de l'approvisionnement en charbon brut et capable d'aider entre temps à l'entretien et au nettoyage de l'atelier.

Dans la chaufferie, il faut avoir aussi 3 hommes par poste, dont :

1 chef-chauffeur responsable de la conduite de la chaufferie et de l'alimentation ;

1 aide à la surveillance et au graissage des appareils, au soufflage des tubes et aux extractions périodiques ;

1 préposé à l'enlèvement des cendres ;

Mesures de sécurité.

1° *Armaturage spécial de la devanture de la chaudière.* — Cet armaturage a pour but d'éviter la projection de la paroi antérieure du foyer soit sous l'effet de la dilatation, soit sous l'action de la surpression qui se produirait dans le foyer en cas de crevaison simultanée de plusieurs tubes d'eau.

Comme l'on marche à registre presque fermé, le passage de dégagement de vapeur vers la cheminée pourrait, dans ce dernier cas, se révéler assez insuffisant pour provoquer une pression intérieure dangereuse.

2° *Trappes d'expansion supplémentaires.* — D'ordinaire, les massifs des chaudières multitubulaires sont dotés d'une ou de deux trappes d'expansion, qui doivent se soulever en cas d'afflux intempestif de vapeur dans le foyer.

Nous avons porté le nombre à quatre dont : deux dans le circuit avant des gaz et deux dans le circuit arrière (gauche et droite de la cloison médiane).

3° *Arrêt automatique et simultané de la distribution du C. P. et de la ventilation.* — Dans le cas ci-dessus, l'extinction immédiate du feu est désirable ; aussi avons-nous muni chaque chaudière d'un dispositif provoquant automatiquement l'arrêt des moteurs actionnant respectivement le distributeur de charbon et le ventilateur d'air de combustion. Ces deux moteurs sont connectés à cet effet sur le même disjoncteur automatique. Lorsqu'il se produit anormalement une surpression, elle est enregistrée par un indicateur de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dépression, qui porte un contact électrique dont l'ouverture rompt le courant à la bobine à minima du disjoncteur et provoque l'arrêt des moteurs.

4° *Regard à volet basculant de la chambre de combustion.*

5° *Fermeture du cendrier à porte basculante.* — Ces deux dispositifs, qui

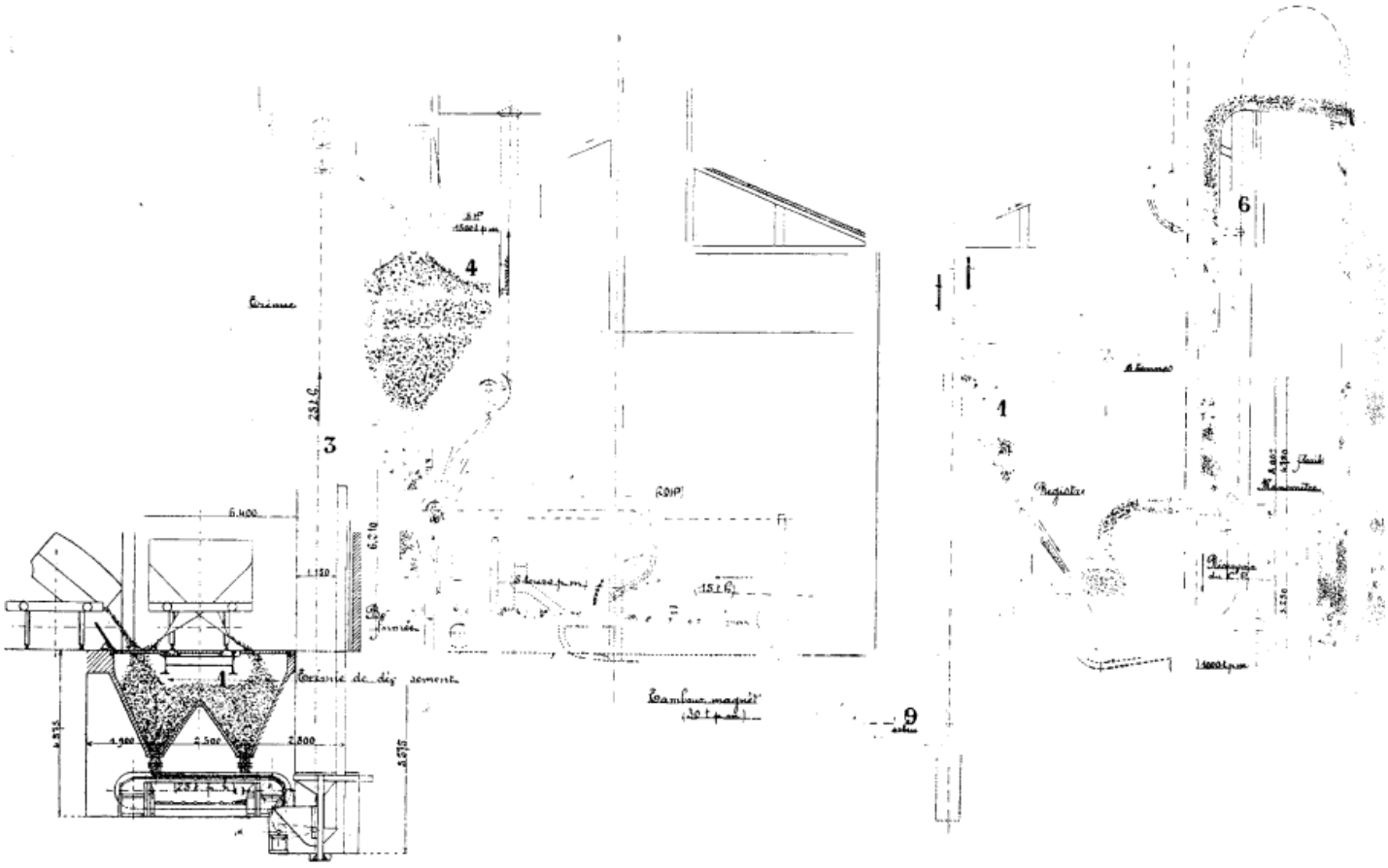


Fig. 2 et 2 *bis.* — Coupe schématique de l'ensemble des appareils pour le chauffage

1, trémie de déversement du charbon brut; — 2, deux transporteurs métalliques de 25 t par heure; — 3, deux
7, ventilateur du sécheur; — 8, sécheur rotatif; — 9, transporteur à vis du charbon séché; — 10, deux
pulvérisateur; — 14, refoulement du C. P. dans un cyclone de dépoussiérage; — 15, cyclone de dépoussié
d'expédition; — 20, réservoir d'air comprimé; — 21, tuyauterie d'air comprimé; — 22, tuyauterie de transport
26, goulottes de descente du C. P. au distributeur; — 27, distributeur de C. P.; — 28, tuyauterie de descente
32, foyer à C. P.; — 33, cendrier.

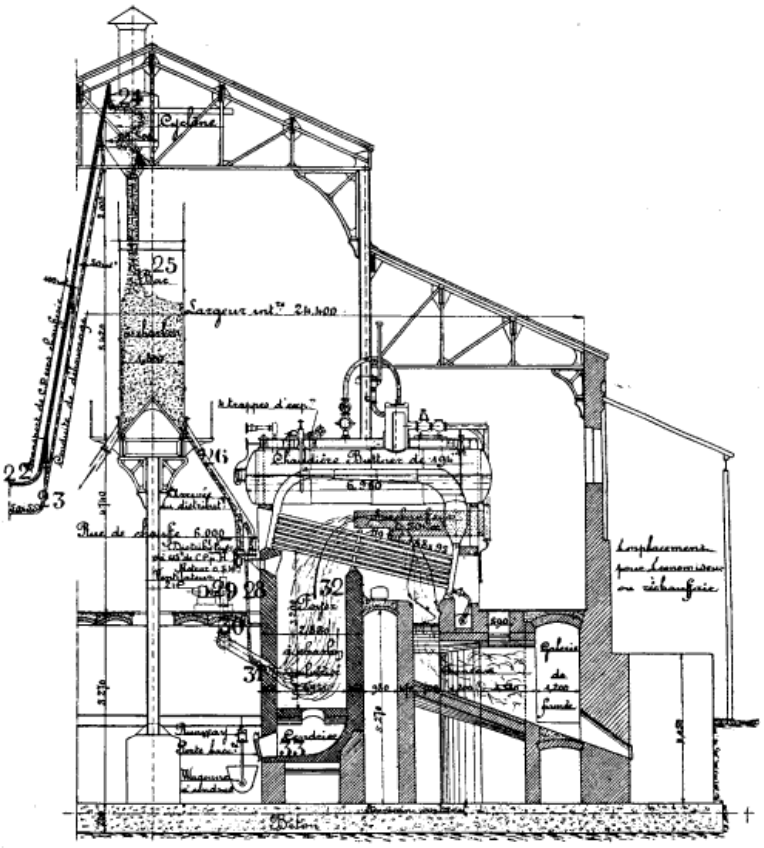
mettent par intervalles l'intérieur du foyer en communication avec l'extérieur, doivent satisfaire aux prescriptions du décret du 9 octobre 1907, ainsi qu'à la circulaire ministérielle du 29 octobre 1907.

C'est pourquoi les organes d'ouverture sont basculants et équilibrés, afin de se refermer sous l'effet d'une chasse de gaz venant de l'intérieur.

6° *Prescription du règlement intérieur.* — Enfin, une affiche, à l'usage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des chauffeurs, prescrit les mesures à prendre en cas d'extinction ou de défaillance de l'un quelconque des dispositifs. Le réallumage ne sera jamais effectué qu'après avoir vérifié les causes d'extinction et qu'après avoir pris les précautions voulues comme par exemple : l'arrêt de la chaudière pendant un temps suffisamment long pour que le réallumage intempestif ne soit pas à craindre.



des chaudières au charbon pulvérisé à la Centrale électrique des Mines de Bruay.

élévateurs de 25 t : h; — 4, trémie de charbon brut; — 5, distributeur; — 6, boite à fumée du sécheur; — élévateurs de 25 t : h; — 11, trémies à charbon séché; — 12, pulvérisateur à galets; — 13, ventilateur du rage; — 16, retour d'air au pulvérisateur; — 17, cyclone de récupération; — 18, trémies à C. P.; — 19, réservoir du C. P. vers la chaufferie; — 23, conduite de débourrage; — 24, cyclone à air comprimé; — 25, bac à C. P.; — du C. P. au brûleur; — 29, ventilateur de soufflage; — 30, tuyauterie du ventilateur; — 31, brûleur; —

Quelques observations et résultats d'essais.

Analyse des gaz de combustion. — Nous reproduisons ci-après (fig. 3) trois graphiques relevés pendant la chauffe au moyen d'un enregistreur automatique à trois moments différents.

L'on voudra bien remarquer que, dans le premier de ces graphiques, la teneur en CO^2 a varié de 12 à 15 p. 100, dans le suivant entre 13 et 15 p. 100,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enfin dans le troisième, après un dernier réglage (et en marchant avec une extrême finesse de C. P.) nous avons tenu d'une façon régulière, entre 15 et et 17 p. 100, c'est-à-dire presque la combustion théorique.

Nous avons constaté en même temps qu'un ouvrier simplement conscien-

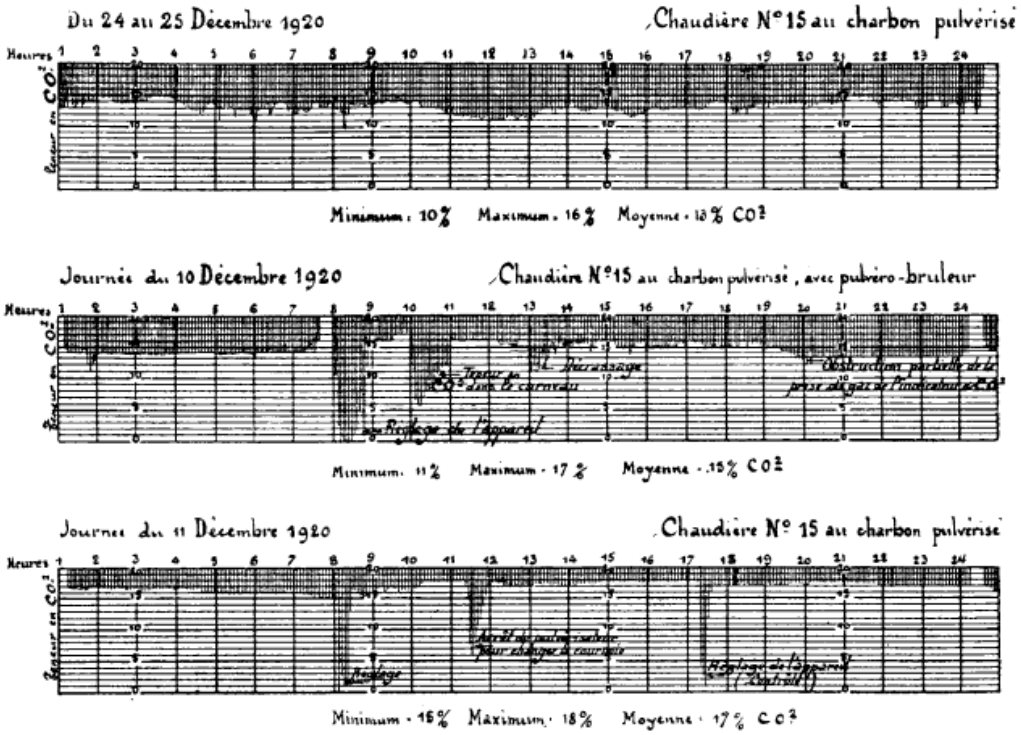


Fig. 3.

cieux peut, sans autre effort qu'un peu d'attention, marcher couramment entre 13 et 16 p. 100 de CO^2, ce qui est extrêmement satisfaisant.

Période de fonctionnement ininterrompu d'une chaudière. — Dans les chaufferies de notre centrale électrique, une chaudière est tenue en feu durant 120 à 150 jours, en marche ininterrompue de 24 heures, et si nous relatons ce détail, c'est que nombre de personnes ne croient pas à une telle durée, sans retouche, du revêtement réfractaire des chambres de combustion. Or, après ce laps de temps, nous trouvons les briques revêtues d'un glacis de cendres fondues de quelques millimètres d'épaisseur; certaines de ces briques ne présentaient pas, après deux ans de service, de trace d'altération sensible en dessous de la croûte vernissée.

Prix de revient de la tonne de vapeur. — L'essai, dont nous allons donner les résultats dans le tableau ci-après, a porté à la fois sur 11 chaudières Buttner de 194 m² de surface de chauffe de la chaufferie n° 1 et sur 11 chau-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dières de la chaufferie n° 2 identiques à celles-ci, à l'exception toutefois que les premières étaient dotées de foyer mécanique à barreaux mobiles (type Bruay de 1904) tandis que les dernières sont chauffées au charbon pulvérisé.

DÉSIGNATION	CHAUFFERIE N° 1 (grilles mécaniques).	CHAUFFERIE N° 2 (charbon pulvérisé).
Nombre de chaudières en feu	11	11
Nombre de chauffeurs par 24 heures	27	4
Nombre d'ouvriers au total par 24 heures	45	31
Dépenses en main-d'œuvre	22.073 f	14.444 f
Bois pour allumage des feux	50 f	150 f
Pouvoir calorifique du charbon employé	6.926 cal.	6.349 cal.
Prix d'ordre de la tonne de charbon (3)	46 f	42 f
Consommation de charbon en tonnes	3.183 t	3.804 t
Dépense totale en charbon	146.418 f	159.768 f
Consommation d'énergie électrique (Prix d'ordre du kilowattheure 0,15 f)	8.346 f	15.598 f
Dépense d'huile de graissage	130 f	2.486 f
Frais de réparation	mémoire	mémoire
Montant total des dépenses pendant 30 jours	177.017 f	192.446 f
Production de vapeur	12.571 t	23.344 t
Consommation de charbon brut par tonne de vapeur	0,253 t	0,163 t
Chiffres de référence	100	64,4
Prix de la tonne de vapeur	14,08 f	8,24 f
Chiffres de référence	100	58,52
Économiseurs dans le circuit des gaz	4 Green	Des économiseurs Kablitz vont être installés.

(3) L'on a pris comme base du prix des menus à 7.500 cal 50 f la tonne (prix d'ordre).

L'examen du tableau ci-contre comporte quelques remarques :

Disons tout d'abord que la différence en faveur de la chaufferie n° 2 est encore plus grande en réalité qu'elle n'apparaît.

En effet, cette chaufferie n'est pas encore dotée, comme la première, des 4 économiseurs de 446 m² chacun, que nous avions projetés d'y monter.

Si donc, pour rendre les résultats tout à fait comparables, on lui appliquait d'office l'économie de combustible de 7 p. 100 due à la présence des accessoires complémentaires, les prix de la tonne de vapeur, à comparer entre eux deviennent respectivement :

14,08 f et 7,76 f,

c'est-à-dire que les chiffres de références passent respectivement à 100 et 55,11, autrement dit, l'économie totate à attribuer à la chauffe au C. P. serait de plus de 44 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous reconnaissons que le point faible, le point critiquable même, de cette comparaison, réside dans ce qu'elle est faite avec, d'un côté, des appareils tout nouveaux, et de l'autre avec des foyers mécaniques d'un type démodé remontant à 1904 qui, s'il constituait à l'époque un progrès sur la chauffe à la main pour les charbons cendreux, s'est trouvé depuis distancé très notablement par des chargeurs nouveaux.

Pour cette raison, nous avons, intentionnellement, négligé les frais de réparation qui ne peuvent être établis que sur une moyenne annuelle, et ne sont comparables que si les installations sont sensiblement de même âge.

Dépenses d'exploitation par tonne de C. P. (fig. 4). — Le graphique de

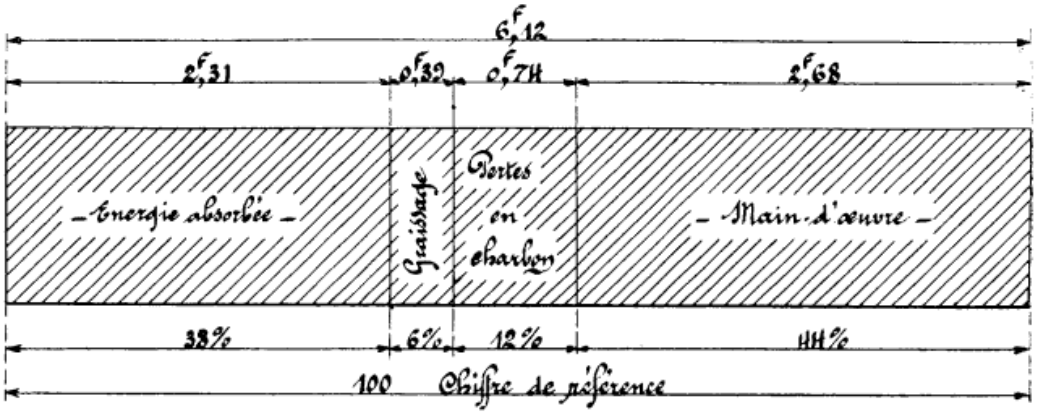


Fig. 4.

la figure 4 se passe de commentaires et montre l'influence prédominante des frais relatifs à l'énergie absorbée et à la main d'œuvre.

Souplesse de vaporisation. — Parmi les diverses observations qui nous ont permis de contrôler les grandes variations d'allure qu'il est possible d'obtenir avec le chauffage au C. P., signalons celles de la journée du 4 mai 1923 pendant laquelle l'écart extrême des puissances débitées atteint 225 p. 100, tandis que celui des pressions de vapeur n'a pas dépassé 12 p. 100.

En outre, 20 minutes après l'arrêt de l'alimentation en C. P., la vaporisation horaire tombe de 3.400 kg à 800 kg, et, après plus d'une heure d'arrêt, la vaporisation de régime peut être obtenue 11 minutes seulement après la remise en marche.

Cette grande souplesse est particulièrement précieuse dans le cas d'une chaufferie desservant une centrale électrique soumise à des variations très brusques de demande d'énergie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APPLICATION DU CHAUFFAGE AU C. P. AUX GRANDES CHAUDIÈRES MODERNES.

Chacun sait qu'avec l'emploi des grilles, l'accroissement de la surface de chauffe présente de réelles difficultés; or, il n'en est plus de même avec le chauffage au charbon pulvérisé et l'on peut alors aborder pratiquement l'usage de ces grandes unités qui ne sont utilisées que depuis quelques années seulement.

Avant d'examiner la relation qui peut exister entre l'un et l'autre, voyons ce qu'offre, dans cette voie, la technique actuelle des chaudières de grande puissance.

En nous limitant aux constructeurs français, nous avons pu, d'après leurs propres données, établir que :

1° La surface de chauffe maximum est de 2.500 à 3.000 m²;

2° Le taux horaire de vaporisation est de 30 à 35 kg par mètre carré, en marche normale, et de 40 à 50 kg en marche poussée;

3° La température de surchauffe maximum est de 400°;

4° Le timbre maximum déjà réalisé est de 28 kg : cm², et l'on envisage celui de 35 à 40 kg : cm²;

Ces caractéristiques, notons-le en passant, sont d'autant plus intéressantes que les turbines à vapeur font des progrès parallèles, et il n'y a pas de doute que nous assistons à une véritable évolution dans la technique de la production calorifique de l'énergie.

Nous n'en voulons citer d'autres preuves que certaines tentatives qui, si elles réussissent, feront faire des progrès très importants aux appareils à vapeur dans la voie des pressions élevées et par suite des rendements supérieurs qui peuvent en découler.

C'est ainsi qu'on cite comme entrée dans le domaine de la pratique industrielle, une chaudière « Atmos » produisant 4.000 kg de vapeur et qui est timbrée à 100 kg : cm².

Une centrale électrique anglaise, celle de Weymouth, prévue pour une puissance de 300.000 kW (c'est-à-dire plus puissante encore que celle de Gennevilliers), sera dotée de chaudières timbrées à 84 kg : cm².

Enfin, les revues techniques donnent la description de la chaudière « Benson » à superpression, construite en Angleterre pour fonctionner à une pression effective de 225 kg : cm², c'est-à-dire au point critique de pression et de température pour lequel l'eau est convertie en vapeur sans aucune absorption de chaleur. La tendance actuelle est donc franchement orientée vers les puissantes unités et la très haute pression.

Nul doute que ces tentatives sont suivies avec attention par tous les spé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cialistes et là, nous pouvons assurer que, plus l'on élèvera le timbre des chaudières, plus l'avantage de la chauffe au charbon pulvérisé s'accusera.

En effet, avec la pression croît aussi la température d'ébullition et alors, pour réaliser le même coefficient d'échange entre les gaz et le contenu des tubes, il faut accroître la température dans le foyer.

Si on considère, par exemple, une chaudière timbrée à 12 kg : cm², chauffée avec un foyer mécanique convenable, donnant des fumées à une teneur en CO^2 de 10 p. 100, l'on a 187° pour la température d'ébullition de l'eau et 1350° environ, pour celle de la combustion théorique, soit un rapport de $\frac{1350}{187} = 7{,}2$; tandis que pour une chaudière timbrée à 50 kg : cm², chauffée au C. P. et réglée pour donner des fumées à 16 p. 100 de CO^2, les chiffres précédents deviennent respectivement 262°,8 et 2120° avec un rapport de $\frac{2120}{262{,}8} = 8{,}06$ alors que celui-ci aurait regressé à $\frac{1350}{262{,}8} = 5{,}13$ si l'on avait conservé le foyer mécanique.

Ainsi donc, l'augmentation de la surface de chauffe et l'élévation du timbre conduisent à rechercher les qualités du nouveau mode de chauffage qui libère les constructeurs des entraves qu'ils pouvaient éprouver à cet égard.

* * *

Nous espérons que ces quelques renseignements auront intéressé les lecteurs qui ont suivi les progrès de ce nouveau mode de chauffe, et nous nous tiendrions pour satisfait si cette note pouvait les aider dans leur propre tentative.

M. Sohm,

Ingénieur en chef des Travaux du Jour des Mines de Bruay (Pas-de-Calais).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES PROCÉDÉS ÉVAPORATOIRES PAR COMPRESSION DE VAPEUR, SYSTÈME PRACHE ET BOUILLON[1]

Avant de vous parler de la compression de la vapeur appliquée à l'évaporation des liquides industriels, je crois utile de jeter un coup d'œil en arrière et de vous indiquer quel était l'état de la technique des appareils évaporatoires il y a une vingtaine d'années, au moment où mon ami Bouillon et moi, avons entrepris de mettre sur pied les appareils d'évaporation par compression de vapeur exploités aujourd'hui par la Société générale d'Évaporation.

A cette époque, l'appareil à effets multiples, fonctionnant sous le vide, tel qu'il avait été mis au point par l'industrie sucrière, existait pour ainsi dire seul. Je vous rappelle en deux mots le principe de cet appareil : plusieurs chaudières tubulaires sont placées en série, la première chauffée par une source de vapeur extérieure, la vapeur émise par chacune d'elles chauffant la suivante grâce à une chute de pression régnant entre chaque chaudière; un condenseur et une pompe à vide maintiennent le vide dans la dernière. Le liquide à concentrer, préalablement réchauffé, est admis dans la première chaudière, puis, après y avoir subi une première concentration, passe dans la seconde sous la différence de pression, puis dans la troisième, etc. Il est extrait de la dernière à l'état concentré à l'aide d'une pompe. On voit de suite que dans un tel appareil chaque kilogramme de la vapeur admise au chauffage du premier corps évaporera *grosso modo* autant de kilogrammes d'eau qu'il y a de corps à l'évaporateur. Dans la réalité, on obtient à peu près les rendements suivants en eau évaporée par kilogramme de vapeur et par kilogramme de charbon :

En double	effet : par	kilogr.	de vapeur	1,85	kg; par	kilogr.	de charbon	15,00 kg
En triple	—	—	—	2,80	—	—	—	22,50 —
En quadruple	—	—	—	3,75	—	—	—	30,00 —
En quintuple	—	—	—	4,70	—	—	—	37,50 —
En sextuple	—	—	—	5,60	—	—	—	45,00 —

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique, le 14 février 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans l'industrie on dépasse rarement le quintuple effet et les appareils à sextuple effet sont rares.

Je tiens à faire remarquer en passant que cet ingénieux appareil est dû au Français Rillieux qui en avait eu l'idée dès 1830 en vue de la concentration des jus sucrés. Après avoir vainement essayé d'y intéresser les constructeurs français de cette époque, il se rendit en Amérique où il réussit à faire les premières applications de ce principe.

Ce n'est que beaucoup plus tard, en 1852, que le constructeur français Cail racheta à une maison allemande les plans de cet appareil; les premiers appareils construits sur ces plans, probablement très défigurés, donnèrent lieu à toutes sortes de déboires, de telle sorte que cet appareil, qui devait plus tard révolutionner l'industrie sucrière, mit plus de trente années pour arriver à la forme définitive que nous lui connaissons aujourd'hui. C'est là un point d'histoire que je tenais à rappeler et qui montre les difficultés que rencontrèrent ces premiers pionniers de notre industrie.

Ceux d'entre vous qui ont pu étudier de près ces appareils se sont d'ailleurs rendu compte de leurs complications, des perturbations que peuvent y apporter les rentrées d'air, les localisations de gaz incondensables, etc. Ils comprendront que leur mise au point ait été laborieuse à une époque où les moyens de construction étaient encore primitifs.

L'appareil à effets multiples moderne tel qu'on le rencontre dans toutes les sucreries françaises et coloniales est muni de faisceaux tubulaires verticaux constitués par des tubes de laiton de 50 mm de diamètre, sur 1,20 m à 1,80 m de longueur, chauffés extérieurement par la vapeur. Ce type a été créé par Cail qui modifia le type primitif de Rillieux qui, lui, était à tubes horizontaux.

Le type à faisceaux horizontaux dérivant de l'appareil Rillieux a été conservé en Allemagne et en Autriche; ces évaporateurs ont la forme dite en tombeau; contrairement à l'appareil Cail, la vapeur de chauffe est admise dans les tubes qui baignent dans le liquide à concentrer.

Chacun de ces types a ses avantages et ses inconvénients sur lesquels je n'insisterai pas.

Plus récemment, divers constructeurs ont créé des types spéciaux ayant pour but d'améliorer le coefficient de transmission, principalement par accélération de la vitesse de circulation du liquide en contact avec la surface de chauffe. En France, la maison Kestner construit un type à faisceaux tubulaires verticaux avec des tubes de 5,00 m de longueur environ et un tube de retour latéral. En Angleterre et en Amérique, on rencontre, entre autres, l'appareil Yaryan, dans lequel les faisceaux tubulaires sont horizontaux et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

superposés les uns aux autres dans les types à multiples effets. Ces appareils sont munis de tubes de grande longueur disposés en série, c'est-à-dire que le liquide ne circule qu'une seule fois dans chaque tube, la concentration étant obtenue en un seul passage.

Ces divers types d'appareils ont amélioré le poids d'eau évaporée par mètre carré de surface de chauffe, mais le rendement en eau évaporée par kilogramme de vapeur dépensée au premier corps n'a pas changé puisqu'il ne dépend que du nombre des corps placés en série comme nous venons de le voir.

Les complications des évaporateurs à effets multiples rendent leur emploi à peu près prohibitif pour les installations de faible production, d'autant que le volant de liquide très réduit rend leur marche instable. Pour ces raisons, ces appareils se répandirent peu en dehors de la concentration des jus de sucrerie, des extraits tannants, des soudes électrolytiques, des vinasses de distillerie et de quelques autres produits d'industrie chimique.

En dehors des installations à effets multiples, il existait à cette époque quelques rares spécimens d'évaporation par compression de vapeur basés sur le procédé préconisé vers 1840 par le Français PELLETAN, procédé qu'il n'avait pu réaliser industriellement par manque d'appareil approprié pour comprimer la vapeur.

Ce procédé est basé, comme vous le savez, sur un cycle extrêmement simple; il consiste à aspirer la vapeur produite par le liquide en ébullition dans l'évaporateur à l'aide d'un compresseur quelconque et à la refouler comprimée dans la chambre de chauffe de l'évaporateur lui-même. Si le liquide à concentrer est amené à l'évaporateur préalablement réchauffé à la température d'ébullition régnant dans l'évaporateur; si, de plus, les pertes par rayonnement de l'ensemble peuvent être compensées par les calories de surchauffe apportées par la vapeur comprimée, on conçoit que l'évaporation puisse se produire sans le secours d'aucune source de chaleur extérieure et grâce au seul travail mécanique fourni au compresseur. Toutefois, il est évident que, pour la mise en marche de l'évaporateur, il sera nécessaire de le chauffer par un appoint de chaleur pris à l'extérieur. Dans la pratique, on évitera difficilement l'appoint d'une faible quantité de vapeur supplémentaire pour compenser les pertes par rayonnement et fournir les calories nécessaires au chauffage supplémentaire du liquide d'alimentation qui ne sera jamais amené exactement réchauffé à la température régnant dans l'appareil.

On utilise généralement pour ce réchauffage les calories contenues dans l'eau chaude provenant de la condensation de la vapeur comprimée, calories que l'on cède par un échangeur. Un calcul simple indique que ces calories

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont toujours insuffisantes pour amener le liquide à concentrer à sa température d'ébullition.

Pour bien comprendre l'intérêt de ce procédé, il est nécessaire de fixer par quelques chiffres les conditions ordinaires de fonctionnement de ces évaporateurs. Il faut se rappeler d'abord que dans les chaudières évaporatoires chauffées à la vapeur, le coefficient de transmission des calories transmises par la surface de chauffe est toujours très élevé en comparaison de celui qui est obtenu dans les chaudières à vapeur chauffées par des gaz chauds. On obtient couramment des évaporations de 30 kg par mètre carré de surface de chauffe avec des chutes de température de 6 degrés seulement. Dans ces conditions, le travail théorique de compression demandé au compresseur sera de 8,5 cal par kilogramme de vapeur comprimée, ce qui revient à dire qu'avec une dépense d'énergie équivalente au travail de 8,5 cal on rendra utilisables à nouveau pour le chauffage de l'évaporateur, les 536 cal de vaporisation contenues dans ce kilogramme de vapeur aspirée, par exemple à la pression atmosphérique à 100°, et comprimée à 106°.

Dans ces conditions, le poids de vapeur comprimée et, par suite, le poids d'eau évaporée sera par cheval-heure théorique de :

$$\frac{635}{8,5} = 74,70 \text{ kg.}$$

Si, pour fixer les idées, la compression est effectuée par un groupe turbo-compresseur multicellulaire dont la turbine à condensation consomme 6 kg de vapeur par cheval-heure effectif et si le rendement mécanique global du groupe est de 0,40, le poids d'eau évaporé par kilogramme de vapeur admis à la turbine sera de :

$$\frac{74,70 \times 0,40}{6} = 4,98 \text{ kg,}$$

rendement supérieur à celui d'un appareil à quintuple effet.

Si, au lieu d'envisager un évaporateur ordinaire fonctionnant avec 6 degrés, nous avions envisagé un évaporateur plus parfait, du genre de ceux que j'examine plus loin, pouvant produire la même évaporation avec une chute de 4 degrés seulement, le travail de compression se réduit à 5,7 cal par kilogramme, et, dans ces conditions, le poids d'eau évaporée par kilogramme de vapeur admis à la turbine s'élève à 7,35 kg, rendement supérieur à celui de l'appareil à 7 effets. Vous voyez la grande élasticité d'un tel procédé et les rendements auxquels on peut arriver avec des appareils bien étudiés et bien appropriés.

De plus, une série de combinaisons sont possibles pour utiliser au chauffage de l'évaporateur, en appoint de la vapeur comprimée, les chaleurs per-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dues au moteur actionnant le compresseur sous forme de vapeur d'échappement dans le cas du moteur à vapeur, de gaz chaud et d'eau chaude dans le cas du moteur à combustion interne. Je n'entrerai pas dans le détail de ces combinaisons.

A la supériorité de rendement sur l'évaporateur à effet multiple s'ajoute une simplicité tout à fait remarquable : évaporation dans une seule chaudière fonctionnant à la pression atmosphérique chaque fois que la nature du liquide le permettra, suppression des nombreuses pompes de service du condenseur, facilité de conduite, etc.

Vous voyez combien ce procédé est séduisant mais, malgré les avantages considérables que je viens de vous signaler, un inconvénient capital s'était opposé d'une façon à peu près absolue à son développement : c'est l'importance exagérée des compresseurs nécessaires pour comprimer un fluide d'une densité aussi faible que celle de la vapeur d'eau, leur encombrement et par suite leur prix de premier établissement. En fait, les seuls cas où les procédés par compression mécanique pouvaient se justifier étaient ceux dans lesquels on disposait d'énergie hydraulique et dans lesquels leur installation pouvait éviter celle de chaudières à vapeur. C'était donc naturellement dans les salines, situées souvent dans les pays de montagne, que les premières installations devaient se faire à l'aide de compresseurs à piston actionnés par des turbines hydrauliques.

La première installation fut faite en 1877 par PICARD et WEIBEL, constructeurs à Genève, à la Saline de Bex, canton de Vaud.

Le succès de cette première installation en entraîna quelques autres : à Ebensee dans le Salzkammergut, en 1881 ; à Maixe près de Nancy et à Schœnbeck près de Stassfurt en 1882; ces dernières installations étaient mues par moteur à vapeur dont la vapeur d'échappement se réunissait à la vapeur sortant du compresseur. Enfin, une saline fut installée de toutes pièces par PICCARD, en 1886, à Salies-du-Salat, dans la Haute-Garonne. Cette saline, exploitée par la Compagnie des Salins du Midi, fonctionne toujours par ces procédés; elle possède deux compresseurs à piston de 100 ch actionnés par turbines hydrauliques.

Malgré leurs avantages, ces procédés, uniquement cantonnés dans l'industrie saline, ne s'y sont pas développés. La raison de cet insuccès doit être attribuée, en grande partie, à ce qu'ils ont introduit en même temps, dans les salines, l'obligation de chauffer et d'évaporer les saumures salées dans des appareils tubulaires, problème extrêmement difficile que ces procédés n'ont d'ailleurs résolu que très imparfaitement.

Tel était l'état de la question il y a une vingtaine d'années au moment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

où Bouillon et moi avons songé à l'application, pour l'évaporation, du compresseur multicellulaire récemment entré dans la pratique pour le soufflage des hauts fourneaux. Nous entrâmes en collaboration à cet effet avec la Maison Sautter et Harlé et, en particulier, avec M. Jean Rey qui, comme nous, avait été séduit par l'idée d'appliquer ces appareils à la compression de la vapeur.

Je ne puis évoquer la mémoire de MM. Sautter et Harlé sans un sentiment de profonde reconnaissance pour l'appui qu'ils nous ont donné dès le début de nos travaux en mettant leurs ateliers à notre disposition pour la mise au point de nos thermo-compresseurs et de nos évaporateurs ainsi que pour l'intérêt qu'ils n'ont jamais cessé de porter à nos travaux. Je suis heureux de pouvoir témoigner cette reconnaissance à M. Jean Rey dont la collaboration continue à nous être très précieuse.

Une étude approfondie de la question nous démontra que, malgré les avantages des compresseurs multicellulaires sur les compresseurs à piston, principalement au point de vue de l'encombrement, les frais de premier établissement limitaient encore considérablement l'intérêt de cette application, d'autant plus que ces compresseurs n'étaient applicables que pour des débits assez considérables. L'avenir a, par la suite, démontré la justesse de nos prévisions sur ce point et, à l'heure actuelle, notre façon de voir n'a pas varié. Malgré diverses tentatives faites récemment par certains constructeurs, dans la voie que nous avons dû nous-mêmes abandonner à cette époque, nous persistons à croire que l'emploi de cet appareil sera toujours limité aux installations, d'ailleurs assez rares, où l'on dispose d'énergie hydraulique à bas prix.

Nos travaux nous conduisirent alors tout naturellement à envisager l'emploi du compresseur à jet, appareil extrêmement simple, dont l'utilisation avait déjà été préconisée par Pelletan en 1838 mais n'avait jamais pu être réalisée d'une façon intéressante. Les essais que nous fîmes des principaux types d'éjecteurs existants nous démontrèrent l'insuffisance du rendement de ces appareils qui était de l'ordre de 10 p. 100 environ. Après avoir essayé de nombreux types d'appareils créés par nous, nous sommes arrivés, avec le concours de M. Jean Rey, à mettre au point un injecteur tout à fait spécial basé sur l'emploi d'une tuyère dont la section rétrécie a une forme rectangulaire très allongée, de façon à mettre le jet de vapeur sous forme d'une nappe très mince, de surface extérieure d'entraînement maximum pour un débit donné. L'ensemble : tuyère de détente, mélangeur, diffuseur se présente sous la forme d'un angle dièdre continu ayant une valeur angulaire bien déterminée.

Dans la zone d'aspiration, une série de lumières allongées sont fraisées

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les deux faces opposées du dièdre et dirigent le fluide aspiré vers la nappe de vapeur motrice suivant un angle bien déterminé. La position et le nombre des lumières d'aspiration varient suivant la pression de la vapeur vive ainsi que suivant celle de la vapeur entraînée avant et après compression. Je n'insisterai pas sur les détails de construction de cet appareil, ni sur les dispositions que nous avons dû prendre pour éviter l'obstruction de la tuyère de vapeur vive dont la section rétrécie a généralement moins de 1 mm de largeur, ni sur les dispositifs d'isolement calorifique de la tuyère de détente de vapeur vive du reste de l'appareil en vue d'éviter l'obstruction des lumières d'aspiration par la dessiccation des particules liquides pouvant être entraînées par la vapeur provenant du liquide en ébullition. Le rendement de ce compresseur, c'est-à-dire le rapport de l'énergie communiquée au poids total de la vapeur sortant du diffuseur à l'état comprimé, à l'énergie cinétique disponible dans la vapeur motrice lors de sa détente, atteint une valeur de 20 à 25 p. 100.

Tel est l'appareil de compression que nous avons appelé à cette époque *thermo-compresseur* et que nous n'avons cessé d'installer depuis sur tous nos appareils d'évaporation.

Évaporateurs Prache et Bouillon.

La figure 1 représente schématiquement le groupe évaporateur thermo-compresseur constituant ce que nous appelons *évaporateur auto-condenseur*, puisque, ainsi que vous pouvez vous en rendre compte, l'évaporateur condense lui-même la plus grande partie de la vapeur qu'il produit après que celle-ci a été refoulée de la chambre d'ébullition dans la chambre de chauffe par le thermo-compresseur.

Si, pour fixer les idées, cet appareil évapore un liquide à la pression atmosphérique et si la pression de la vapeur dans la chambre de chauffe est de 1,275 kg : cm², correspondant à 106°, chaque kilogramme de vapeur détendue dans la tuyère du thermo-compresseur entraîne, par exemple, 2 kg de vapeur à la pression atmosphérique issue du liquide en ébullition et refoule dans la chambre de chauffe un total de 3 kg de vapeur à la pression de 1,275 kg : cm². Ces 3 kg se condensent totalement à l'extérieur des tubes du faisceau, provoquant l'évaporation d'environ 3 kg d'eau donnant naissance à 3 kg de vapeur à la pression atmosphérique; sur ceux-ci, 2 kg sont repris par le thermo-compresseur et le troisième, représentant en quantité le poids de vapeur vive admis au thermo-compresseur, est utilisé dans un réchauffeur annexe pour amener le liquide d'alimentation, à une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

température aussi voisine que possible de celle qui règne dans la chambre d'ébullition.

Un tel ensemble évaporera donc 3 kg d'eau par kilogramme de vapeur vive admise au thermo-compresseur; il aura le même rendement qu'un

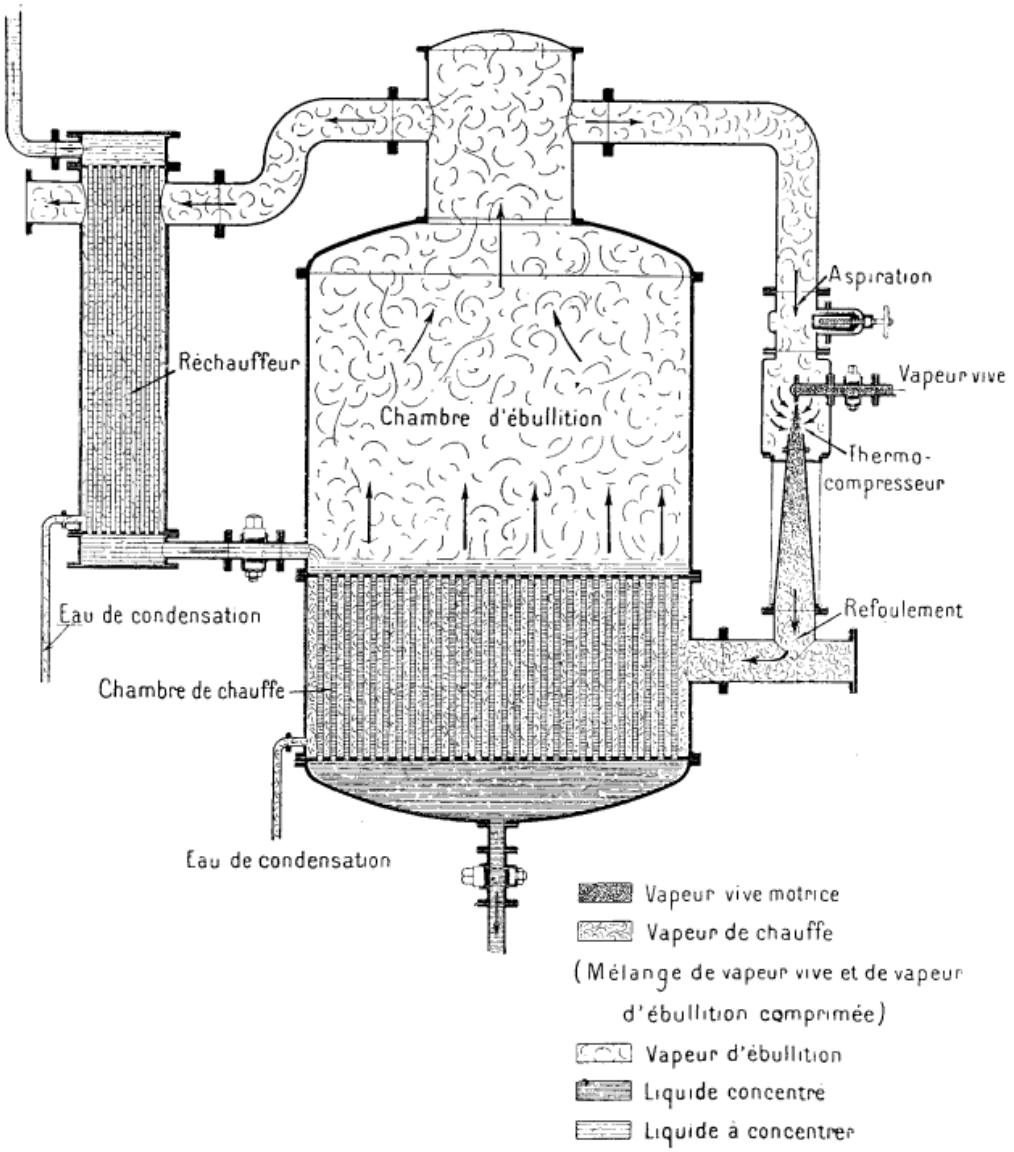


Fig. 1. — Schéma d'un évaporateur auto-condenseur Prache et Bouillon.

appareil à triple effet sans en avoir aucune des complications; de plus, le poids de vapeur résultant finalement de l'évaporation et devant être évacué à l'extérieur, poids égal dans les deux cas au tiers de celui de l'eau évaporée, sera dans notre appareil à la pression atmosphérique; il pourra, par suite être totalement utilisé au chauffage du liquide à évaporer ou à tout autre chauffage extérieur. Dans le triple effet, au contraire, ce poids de vapeur

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sera à la pression du condenseur et ces calories, très difficilement récupérables pour des chauffages extérieurs, nécessiteront une dépense d'eau et de force motrice au condenseur.

Nous avons vu plus haut l'intérêt considérable qu'il y a, au point de vue du rendement de l'ensemble évalué en eau évaporée par kilogramme de vapeur vive dépensé, à employer un évaporateur pouvant, pour une évaporation donnée, fonctionner avec une faible chute de pression, c'est-à-dire possédant un coefficient de transmission très élevé aux faibles chutes. Ceci, bien entendu, indépendamment de l'avantage que présente en lui-même un

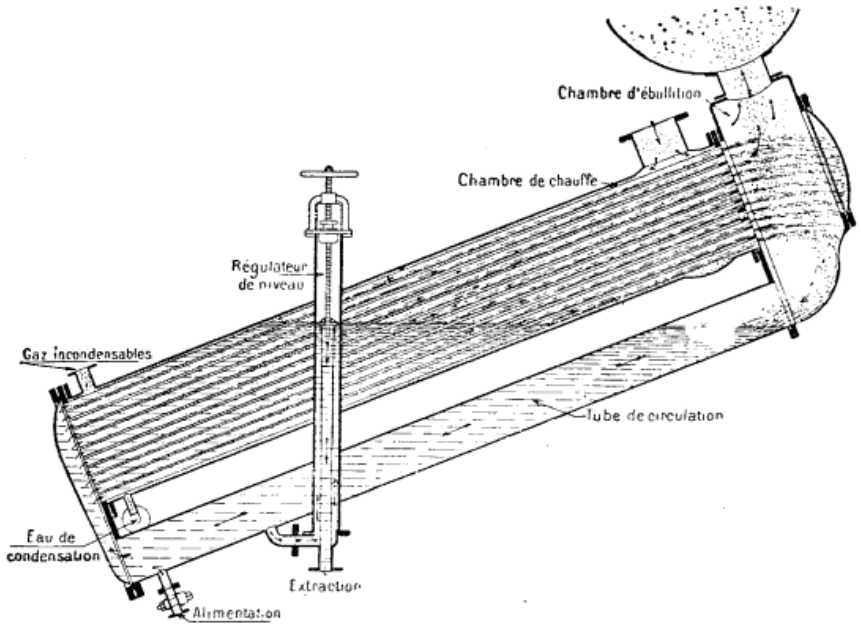


Fig. 2. — Schéma d'un évaporateur à circulation thermique Prache et Bouillon.

tel évaporateur au point de vue de la réduction de la surface de chauffe nécessaire pour réaliser une évaporation déterminée.

Les évaporateurs que nous avons imaginés pour satisfaire à ces conditions sont deux types :

1° Évaporateurs à circulation thermique ou automatique ;

2° Évaporateurs à circulation mécanique.

Je vais vous donner quelques détails sur chacun de ces types d'appareils.

Évaporateurs a circulation thermique.

Ces appareils, schématisés sur la figure 2, se composent d'un faisceau tubulaire incliné, dans les tubes duquel circulent les solutions à concentrer, et chauffés extérieurement par la vapeur. L'ensemble est enfermé dans une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enveloppe formant chambre de chauffe. A la plaque tubulaire supérieure est fixée une boîte supérieure recevant le liquide projeté hors des tubes par l'ébullition; un tube de retour non chauffé ramène constamment le liquide sortant des tubes à la partie inférieure de ceux-ci par l'intermédiaire d'une boîte inférieure fixée à la plaque tubulaire inférieure du faisceau. Le liquide à concentrer est introduit à la base du tube de retour, tandis que le liquide concentré est évacué d'une façon continue par un déversoir formé par un tube télescopique dont le niveau peut varier et qui règle par suite le niveau moyen du liquide dans l'appareil.

Ce type d'évaporateur à faisceaux tubulaires faiblement inclinés sur l'horizontale, à tubes de petit diamètre, est celui qui permet d'obtenir le coefficient de transmission maximum pour les faibles chutes, ainsi que je vais vous le faire comprendre sans entrer dans des calculs compliqués.

La circulation du liquide est obtenue automatiquement par l'utilisation du phénomène d'émulsion provoqué par l'ébullition dans des tubes incomplètement remplis, faiblement inclinés sur l'horizontale, 15 à 20° suivant les liquides à traiter, tubes caractérisés eux-mêmes par un grand rapport de la longueur au diamètre, $\frac{l}{d} = 100$.

Ce rapport, ainsi qu'un calcul simple permet de s'en rendre compte, caractérise, pour une évaporation unitaire donnée et pour un degré de remplissage déterminé, la vitesse de sortie des tubes de la masse émulsionnée en ébullition qui s'échappe de ceux-ci.

L'égalité ci-dessus fixe donc la vitesse de circulation v du liquide et, comme vous le savez, la valeur du coefficient de transmission K de la surface tubulaire en est une fonction directe de la forme :

$$K = a + bv^{\frac{1}{2}}$$

a et b étant des coefficients dépendant de la nature du métal, de celle du liquide en évaporation ainsi que des pressions de vapeur régnant dans l'appareil.

C'est cette vitesse qu'il s'agit d'obtenir avec le minimum de dépense d'énergie; or elle est produite par une certaine surchauffe du liquide dans la partie inférieure des tubes, surchauffe entraînant par suite une perte correspondante sur la chute totale de température disponible pour réaliser l'évaporation. Comme cette chute totale de température est seulement de quelques degrés, l'effet nuisible de cette surchauffe est loin d'être négligeable. Il faut donc réduire au minimum le travail de circulation de la masse liquide lequel est lui-même fonction :

1° de la hauteur d'élévation de la masse du liquide au-dessus de son

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

niveau statique moyen, hauteur qui dépend du degré de remplissage du tube, de son inclinaison sur l'horizontale, d'où l'intérêt d'une faible inclinaison ;

2° de la perte de charge occasionnée par la circulation elle-même, tant dans les tubes de chauffe que dans le tube de circulation et des boîtes d'extré-

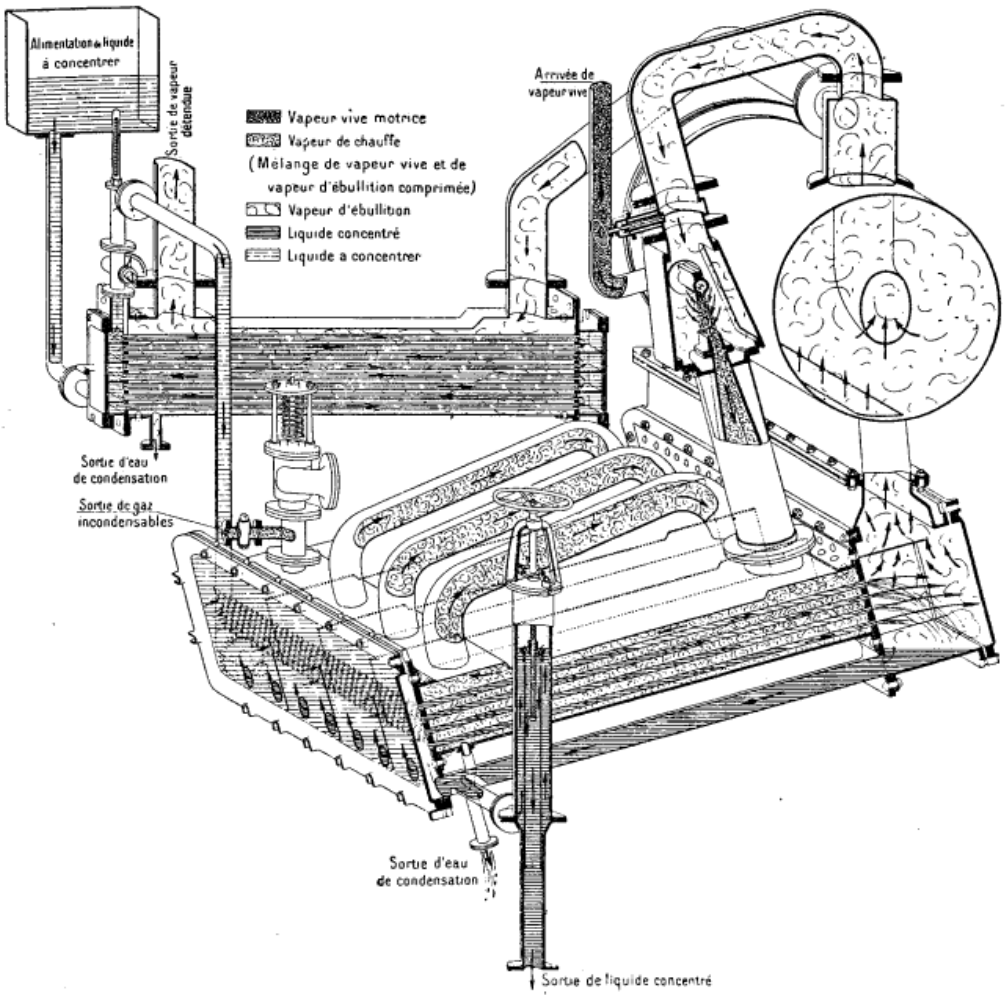


Fig. 3. — Schéma d'un évaporateur auto-condenseur à circulation thermique Prache et Bouillon (type rectangulaire).

mité, d'où l'intérêt de tubes droits et d'une circulation aussi simple que possible ;

3° du degré de viscosité du liquide en voie de concentration et de sa densité.

Vous voyez combien sont nombreuses les variables du problème et combien est grande sa complexité. Vous comprendrez qu'en pareil cas, l'expérimentation seule puisse conduire à des résultats pratiques. C'est la méthode

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

que nous avons suivie en expérimentant sur des appareils d'essai permettant l'emploi de tubes de dimensions industrielles et disposés de telle façon que nous pouvions faire varier leur inclinaison, leur degré de remplissage, leur dimension ainsi que le rapport $\frac{l}{d}$, les pressions de vapeur, la nature des liquides, etc., en un mot toutes les variables indiquées ci-dessus.

Je ne puis mieux faire, pour résumer les résultats que nous avons obtenus, que de vous montrer notre évaporateur auto-condenseur rectangulaire (fig. 3) qui groupe toutes les caractéristiques de nos évaporateurs à circulation thermique. Nous construisons ce type pour la concentration des colles, des gélatines, du lait, des extraits tannants, du jus de réglisse, des glucoses, des eaux glycérineuses de savonnerie et, en général, de tous les produits altérables à la chaleur. Il est caractérisé, en effet, par un volume de liquide en circulation extrêmement réduit, ce qui limite la durée du séjour du liquide à concentrer à quelques minutes seulement. C'est appareil qui, comme rendement, équivaut au triple effet et même au quadruple effet suivant la pression de vapeur vive, la nature du liquide, etc., est caractérisé par une circulation méthodique du liquide au fur et à mesure de sa concentration de façon à éviter les stagnations de liquide et à homogénéiser la durée de concentration de toutes les particules liquides. La circulation de la vapeur est elle-même méthodique et rapide de façon à éviter les localisations de gaz incondensables dans la chambre de chauffe et à conduire ceux-ci, après une circulation très allongée, vers une sortie de gaz incondensables.

Pour chaque liquide, il existe un niveau optimum qui donne l'évaporation maximum ; ce niveau varie entre le tiers inférieur et le tiers supérieur de la longueur des tubes, suivant la viscosité, le niveau devant être de plus en plus élevé au fur et à mesure de l'augmentation de celle-ci. Une des caractéristiques de cet évaporateur est que, dans le cas de liquides mousseux, les jets fluides qui sortent des tubes et viennent frapper la paroi de la boîte supérieure opposée à la plaque tubulaire, abattent les mousses qui tendraient à envahir cette boîte et à être entraînées à l'extérieur avec la vapeur. De larges portes de visite à ouverture rapide découvrent les deux plaques tubulaires du faisceau donnant un accès facile aux deux extrémités des tubes, facilitent le nettoyage non seulement de ceux-ci, mais aussi des tubes de retour qui sont, eux aussi, rectilignes.

Ce type rectangulaire est réservé pour les évaporations ne dépassant pas 1 000 à 1 500 kg par heure. Au-dessus de cette puissance, la construction du faisceau rectangulaire devient difficile. Nous employons alors le type à faisceaux circulaires juxtaposés tel qu'il est représenté sur la figure 4. Il se compose d'un auto-condenseur à 4 faisceaux circulaires placés au même niveau,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chaque faisceau ayant son tube de retour propre; le liquide à concentrer traverse successivement les 4 faisceaux. L'installation comporte un cinquième faisceau chauffé par vapeur vive et terminant la concentration.

Ce faisceau finisseur est placé à un niveau un peu inférieur aux autres de telle façon que le niveau du liquide dans les tubes y soit plus élevé. Nous employons ce type avec finisseur pour les liquides présentant en fin de concentration soit une très grande viscosité comme les bouillons de colle forte,

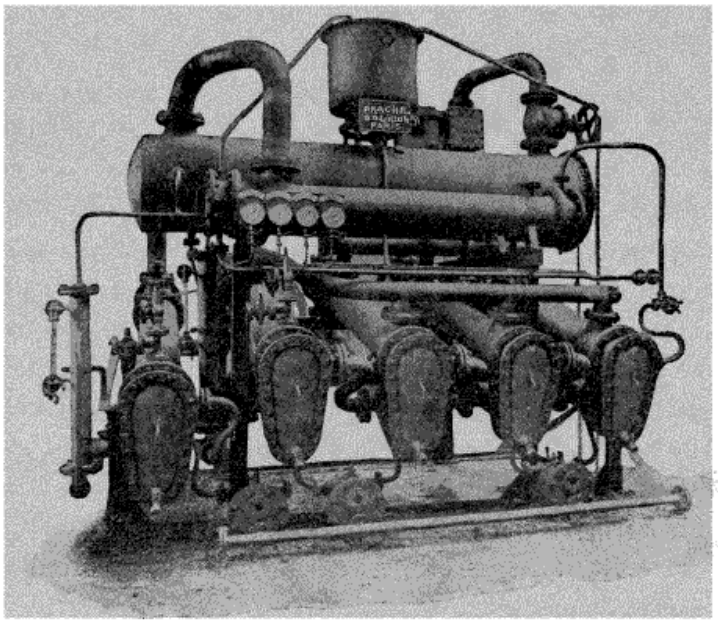


Fig. 4. — Évaporateur auto-condenseur à circulation thermique pour la concentration de bouillons de colle.

soit une densité élevée et un retard à l'ébullition important comme les solutions de soude caustique, les eaux glycérineuses de saponification. Il y a intérêt, dans ce cas, à faire seulement les 3/4 ou les 4/5 de la concentration économiquement par thermo-compresseur et à terminer à la vapeur dans un finisseur.

Enfin, pour les appareils de grande production, nous employons des évaporateurs à compartiments superposés dans une même enveloppe cylindrique.

La figure 5 représente un évaporateur de ce genre installé par nous pour la concentration de la soude de mercerisage; il comporte 4 compartiments superposés dont les tubes de retour sont placés latéralement les uns au-dessus des autres de chaque côté du corps cylindrique. Le liquide en voie de concentration circule dans chaque faisceau de la façon déjà indiquée, ramené continuellement de la partie supérieure des tubes à leur partie inférieure par les tubes de retour. Un déversoir met en communication chaque faisceau

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec celui placé immédiatement en dessous de telle sorte que le liquide faible introduit dans le faisceau supérieur sort d'une façon continue du faisceau inférieur concentré à la densité voulue. L'intérieur de la chambre de chauffe est également chicané de telle façon que la vapeur de chauffe suive un parcours allongé et conserve dans toutes les parties de l'appareil une vitesse suffisante.

Évaporateurs a circulation mécanique.

Ce type d'appareils, de création plus récente, étudié spécialement pour la concentration des liquides incrustants, a pris ces dernières années, grâce à ses qualités spéciales de non entartrage des surfaces de chauffe, un très grand développement pour la distillation de l'eau d'alimentation des chaudières à vapeur et principalement de l'eau d'appoint dans les centrales électriques.

Lorsqu'on suit de près les conditions de fonctionnement des évaporateurs de toute nature installés dans l'industrie, on est frappé de l'importance considérable qu'exerce sur leur rendement quantitatif et qualitatif l'état des surfaces de chauffe au point de vue de leur incrustation. Ce fait s'explique si l'on songe qu'une surface de chauffe prévue pour évaporer 5 ou 6 kg d'eau par mètre carré, heure et degré de chute, subira une réduction de puissance de l'ordre de 25 à 40 p. 100 si elle est garnie d'une pellicule d'incrustation d'environ 0,1 mm d'épaisseur.

Dans les concentrations de produits d'origine animale ou végétale telles que colles, gélatines, extraits de bois, glucoses, sucres, glycérines, les incrustations ne sont jamais très importantes, le traitement des solutions dans les postes de dissolution et d'épuration qui précèdent l'évaporation pouvant être conduit dans le but d'éliminer tout ou partie des sels incrustants; d'autre part, ces incrustations ne sont jamais très dures et sont par suite assez faciles à enlever par des lavages ou par des nettoyages à la brosse. Nos évaporateurs à circulation thermique, grâce à leurs portes de visite donnant accès facile aux deux extrémités du faisceau tubulaire et à leurs tubes dont la longueur ne dépasse jamais 3 m, rendent ces nettoyages faciles.

Avec la plupart des solutions salines au contraire, et principalement dans la dissolution étendue de sels multiples qui constitue l'eau de rivière, l'eau de puits ou l'eau de mer, les incrustations deviennent prohibitives à l'emploi de tout évaporateur économique.

C'est à la suite des difficultés que nous avons rencontrées nous-mêmes dans l'emploi de nos évaporateurs à circulation thermique pour la distil-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

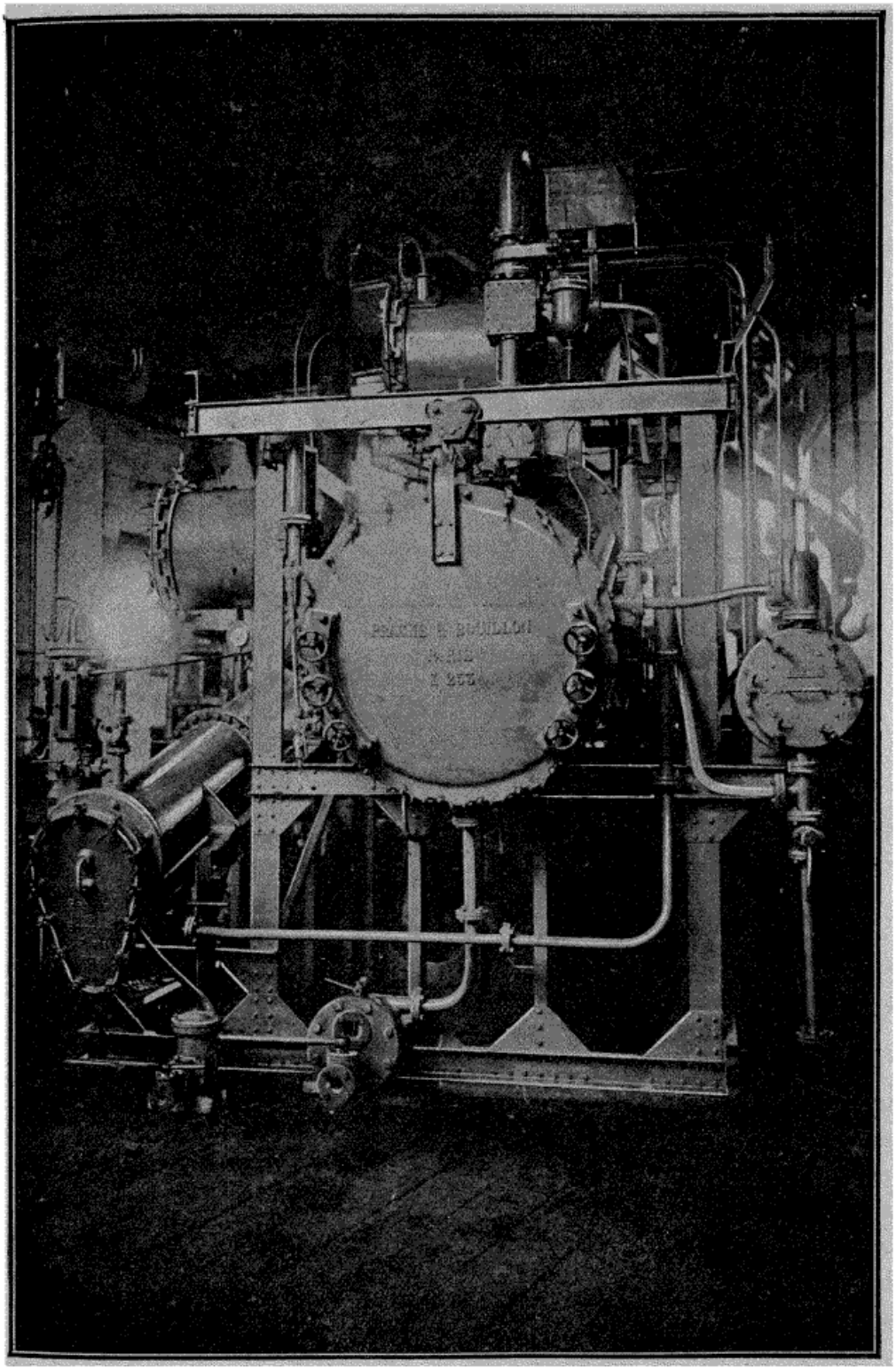


Fig. 5. — Évaporateur à circulation thermique pour la concentration de la soude de mercerisage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lation de l'eau que nous avons été amenés à étudier et à mettre au point l'évaporateur à circulation mécanique et à détartrage automatique.

Le schéma représenté sur la figure 6 fait comprendre son fonctionnement; il montre un de nos postes distillateurs d'eau avec son réchauffeur. Le mouvement de circulation est assuré dans chacun des deux appareils par un propulseur hélicoïdal mû généralement par moteur électrique. Ce

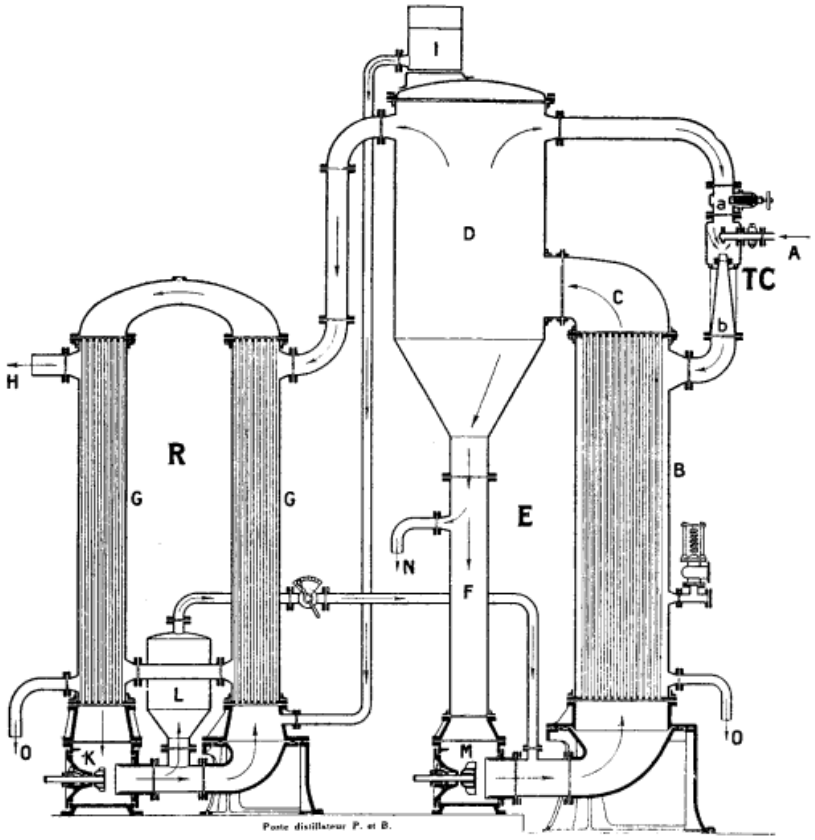


Fig. 6. — Schéma d'un évaporateur à circulation mécanique Prache et Bouillon.

TC, thermo-compresseur; — A, arrivée de vapeur vive; — *a*, aspiration; — *b*, refoulement; — E, évaporateur; — R, réchauffeur; — N, sortie du liquide concentré ou de l'eau d'extraction; — O, sortie de l'eau de condensation ou de l'eau distillée.

propulseur n'ayant à vaincre que les pertes de charge de la circulation puisque le réchauffeur fonctionne plein d'eau et puisque l'évaporateur est rempli jusqu'au niveau de la plaque tubulaire supérieure, peut assurer un très grand débit de liquide avec une dépense d'énergie relativement faible. Les faisceaux tubulaires sont verticaux; la vitesse de circulation dans les tubes est telle que l'ébullition se produit pour ainsi dire en dehors de ceux-ci.

Le détartrage automatique est assuré par la mise en suspension dans l'eau à évaporer d'une certaine quantité d'abrasif à l'état pulvérulent, généralement du sable de carrière ou mieux du silex granulé. Cette charge

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est maintenue constamment en suspension dans le courant sous l'effet de la circulation intense du liquide, et, par leur frottement sur les parois des tubes, les cristaux de sable polissent la surface interne de ceux-ci, ce qui empêche l'adhérence des incrustations calcaires qui tendraient à s'y fixer. Le même dispositif est employé dans le réchauffeur qui, sans cela, s'encras-

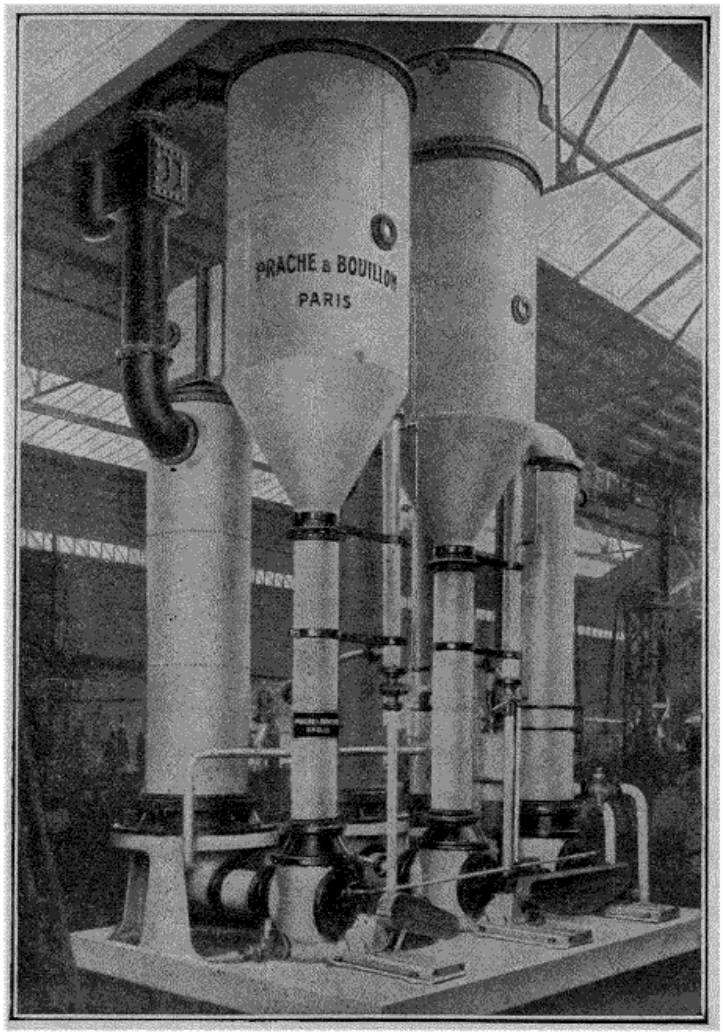


Fig. 7. — Distillateur d'eau Prache et Bouillon (auto-condenseur double).

serait au moins aussi rapidement que l'évaporateur. Des dispositifs spéciaux, non figurés sur le schéma, sont prévus pour s'opposer à la sortie de l'abrasif par la tubulure d'extraction qui évacue continuellement à l'extérieur une certaine quantité d'eau concentrée en sels et tenant en suspension fine les dépôts calcaires.

Une des principales applications de ce type d'appareil est la production d'eau de réparation dans les centrales électriques. Dans les centrales

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

modernes, les chaudières sont alimentées par l'eau distillée provenant de la condensation de la vapeur dans les condenseurs à surface. Toutefois, dans ce cycle continu de l'eau, des pertes multiples se produisent par les purges diverses, par les fuites etc. Le stock d'eau d'alimentation subit de ce fait une perte qui varie de 5 à 10 p. 100 de la valeur de l'alimentation horaire.

C'est cette eau d'appoint qu'il s'agit de restituer sous la forme la plus

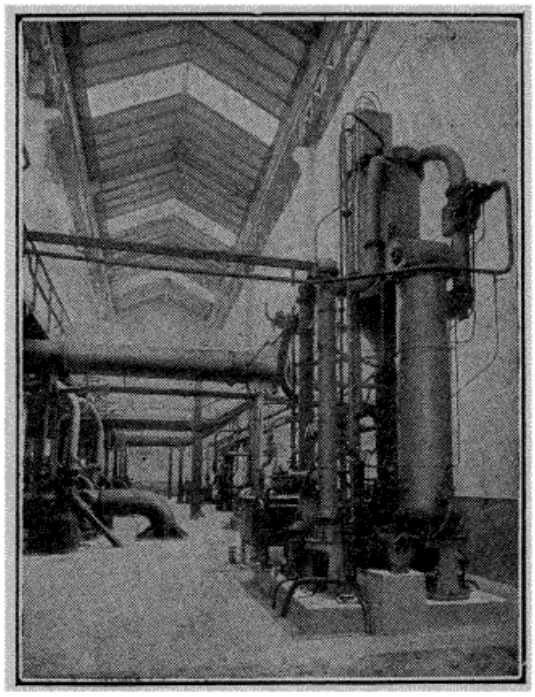


Fig. 8. — Distillateur d'eau Prache et Bouillon.

pure possible si l'on veut maintenir la batterie des chaudières exempte d'incrustations et éviter les effets nuisibles des entraînements de dépôts impalpables usant les aubes des turbines. Nous avons été les premiers à préconiser l'emploi de l'eau distillée comme eau de réparation dans les centrales et, avant la guerre, nous avions installé plusieurs distillateurs d'eau dans des centrales allemandes. Cet exemple a été suivi depuis la guerre par les grandes centrales françaises et, actuellement, l'emploi de l'eau distillée tend à se généraliser, bien que ces distillateurs constituent par eux-mêmes des appareils très importants ainsi que le montreront les photographies qui suivent. Nous construisons très couramment des postes produisant 10 t d'eau par heure et certaines centrales ont en fonctionnement simultané plusieurs éléments de cette importance.

La figure 7 se rapporte à un distillateur installé dans une grande centrale du Nord. Ce poste est un auto-condenseur double. Il se compose de deux corps identiques fonctionnant en double effet, la vapeur émise par le premier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chauffant le second; le thermo-compresseur aspire une partie de la vapeur dégagée par le second et la refoule dans la chambre de chauffe du premier. Cette disposition nous permet d'arriver au rendement d'environ 6 kg d'eau

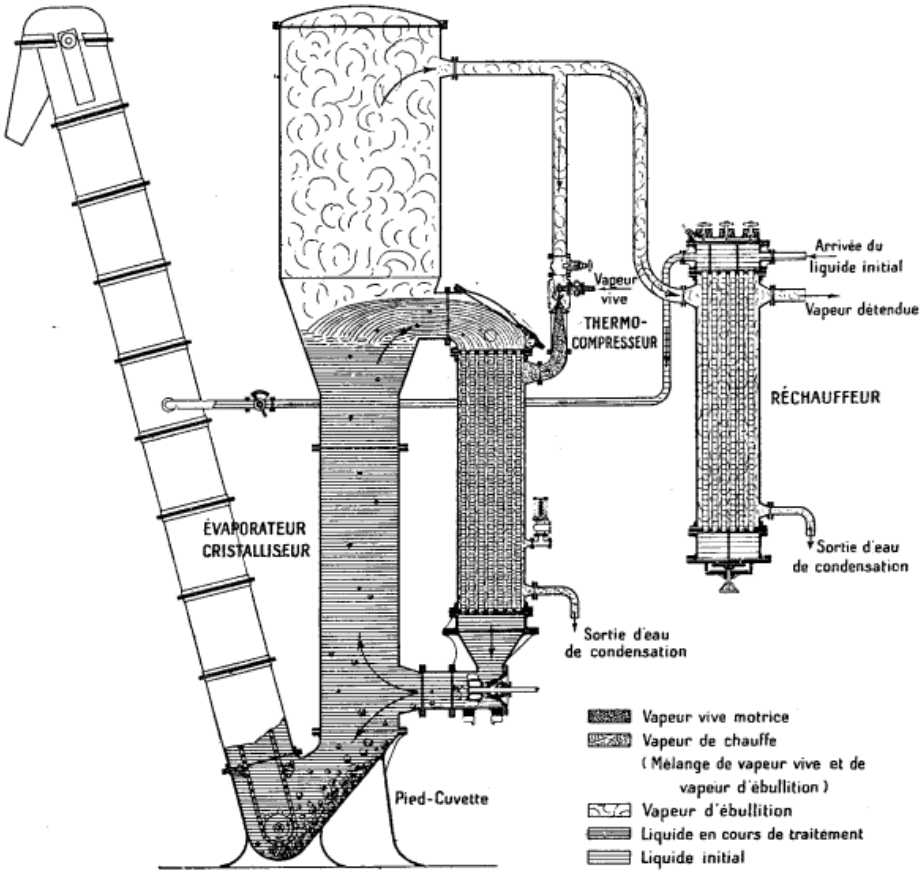


Fig. 9. — Schéma d'un évaporateur cristalliseur, système Prache et Bouillon.

évaporée par kilogramme de vapeur vive admise au thermo-compresseur, soit un rendement supérieur à celui du sextuple effet.

La figure 8 se rapporte à une installation moins importante réalisée dans une centrale de mine du centre de la France.

En dehors de la distillation de l'eau, ce type à circulation mécanique et à faisceau tubulaire vertical se prête particulièrement bien, grâce à son faible encombrement, aux installations importantes telles que celles que l'on rencontre en sucrerie ou dans la grande industrie chimique ou encore, comme je l'examinerai plus loin, à la concentration des eaux résiduaires de certaines industries.

Évaporateur cristalliseur. — Au type d'évaporateur à circulation mécanique se rattache l'évaporateur cristalliseur représenté sur la figure 9 que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

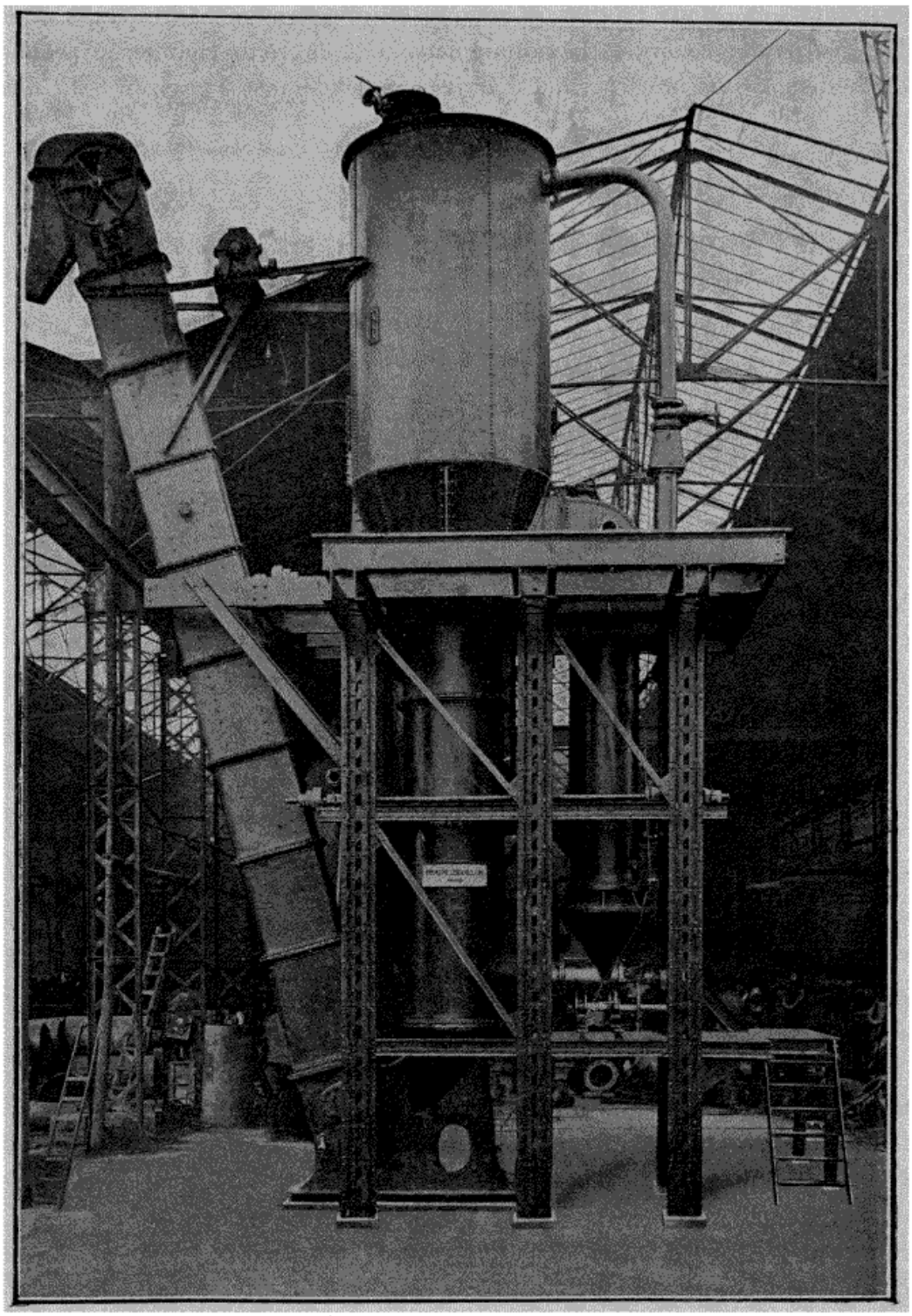


Fig. 10. — Évaporateur cristalliseur pour la concentration de sels mixtes de potasse et de soude.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nous employons pour la concentration des solutions salines qui, pendant leur concentration, laissent déposer des cristaux, telles que : solutions de soude électrolytique, de sulfate de soude, de sel marin, de lessives glycérineuses de savonnerie.

La circulation du liquide dans le faisceau tubulaire, au lieu d'être ascendante comme dans les distillateurs d'eau, est descendante de façon à éviter les dépôts de cristaux sur ces tubes. Le faisceau tubulaire joue ici le rôle de surchauffeur; la solution surchauffée à la sortie du propulseur, remonte dans le tube de retour; au fur et à mesure qu'elle s'élève et qu'elle s'approche du niveau du liquide dans le vaporisateur la pression à laquelle elle est soumise diminue et l'ébullition se produit donnant naissance aux cristaux. Ceux-ci, tant qu'ils sont fins, participent à la circulation générale et agissent comme matière abrasive pour maintenir les surfaces de chauffe exemptes de dépôts calcaires. Dès que leur poids a acquis une certaine valeur, la pesanteur les entraîne dans le pied de l'appareil d'où une chaîne à godets les retire pour les évacuer à l'extérieur.

La figure 10 représente un évaporateur de ce genre établi pour la concentration de sels mixtes de potasse et de soude.

Cet évaporateur résout le problème si complexe de la concentration économique des saumures salées en chaudières tubulaires, problème qui, comme nous l'avons vu plus haut, a servi de champ d'expérience aux premiers évaporateurs par compression de vapeur.

Évaporateurs pour produits pateux. — Enfin, voici, pour terminer, la photographie d'un type à circulation mécanique un peu spécial (fig. 11); il a été établi pour la concentration des produits pâteux et en particulier de la purée de tomates. Dans cet évaporateur, le propulseur refoule dans deux faisceaux tubulaires placés en série, le premier horizontal, le second incliné; un tube de circulation oblique ramène la masse fluide en voie de concentration de la boîte supérieure au propulseur. Cet appareil est disposé de telle façon que les deux portes de visite permettent le nettoyage facile de toutes les parties inférieures de l'évaporateur. Le concentrateur représenté ici est installé dans une fabrique italienne de conserves de tomates.

Traitement des eaux résiduaires. — La mise au point des concentrateurs très économiques que nous venons de passer en revue permet à l'heure actuelle d'envisager la possibilité de récupérer par concentration les matières contenues dans les eaux résiduaires de bien des industries.

L'un des problèmes les plus intéressants à ce point de vue est celui de la récupération des matières contenues dans les eaux de lavage des laines,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

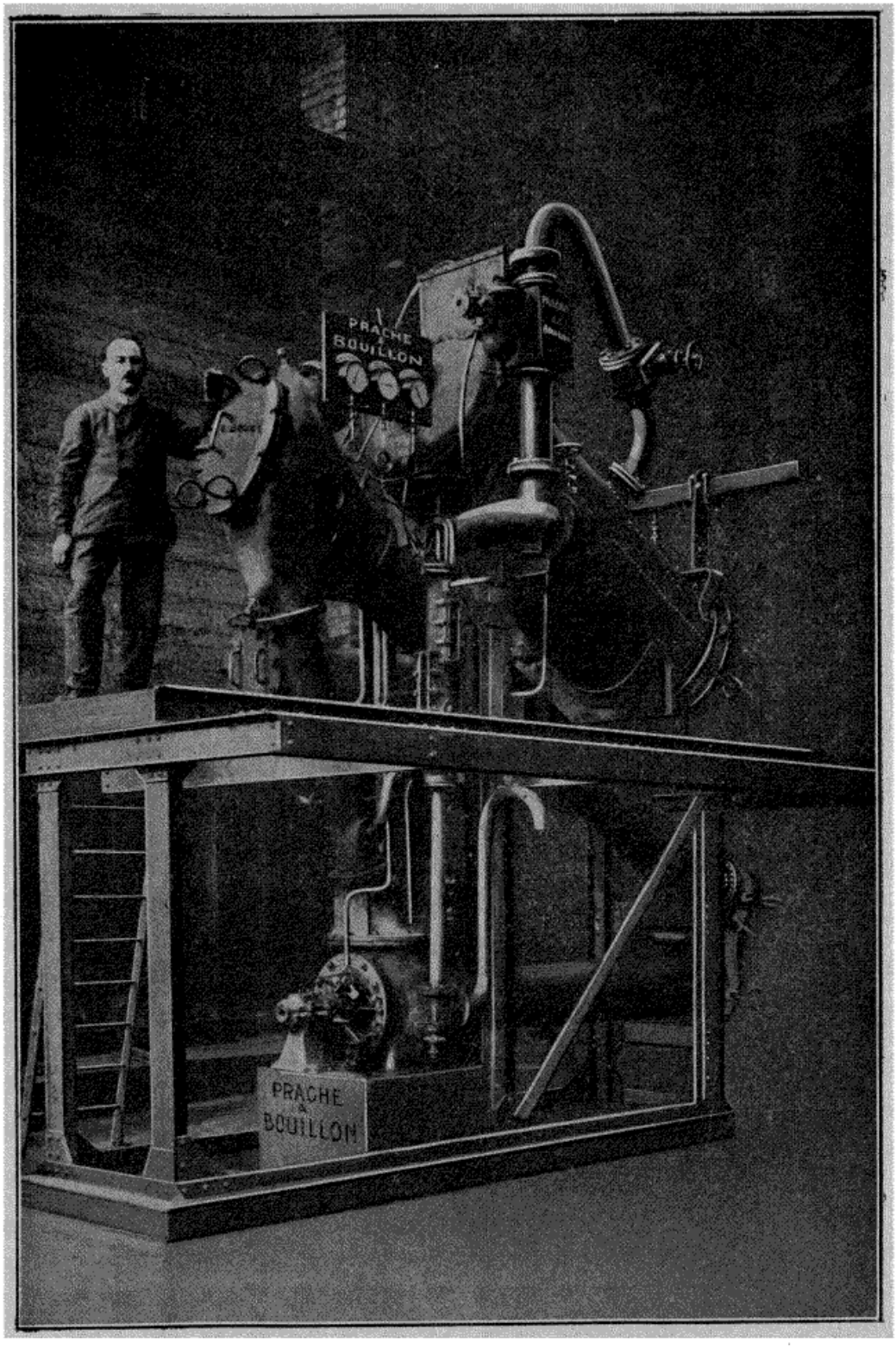


Fig. 11. — Évaporateur établi pour la fabrication de l'extrait de tomates.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matières jusqu'ici perdues en grande partie et dont le déversement dans les cours d'eau ne va pas sans de sérieuses difficultés, comme par exemple, la contamination de l'Epierre dans la région Roubaix-Tourcoing.

Nous avons réalisé un cycle complet de traitement des eaux de lavage ayant à sa base la concentration de ces eaux dans le but, d'une part, de restituer toute l'eau distillée aux appareils de lavage et, d'autre part, de récupérer, par séparation directe des eaux concentrées, la graisse suintine et l'acide oléique par décomposition des eaux savonneuses concentrées. Nous venons de mettre au point une installation de ce genre dans un grand peignage français.

*
* *

J'espère avoir fait comprendre ce que sont les procédés d'évaporation par compression de la vapeur et l'intérêt qu'ils présentent pour l'industrie en général, et qui, j'en suis convaincu, sont appelés à se développer de plus en plus, car tandis que le multiple effet ne peut se perfectionner qu'en se compliquant puisque l'augmentation du rendement ne peut s'obtenir qu'en augmentant le nombre des corps placés en série, en admettant d'ailleurs que l'échelonnement des pressions ne conduise pas à des limitations d'un autre ordre, le procédé par compression n'est limité par aucune entrave; son rendement ne dépend, en fin de compte, que de celui du compresseur. Les progrès que nous avons fait réaliser à ces appareils ont permis au procédé de passer définitivement dans la pratique industrielle puisqu'à l'heure actuelle nous avons réalisé tant en France qu'à l'étranger, plus de 200 installations évaporatoires de ce genre.

Les chaudières évaporatoires sont arrivées à un degré de perfection qui laisse peu de place pour les améliorations ; il n'en est pas de même des compresseurs pour lesquels des augmentations de rendement sont possibles. Dans cette direction, la voie reste ouverte au progrès.

CHARLES PRACHE,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE
DU 14 FÉVRIER 1925.

Présidence de M. le Lieutenant-Colonel P. RENARD, *ancien vice-président.*

La séance est ouverte à 17 h.

M. le Lieut.-Colonel Paul RENARD présente les excuses de M. Mesnager, président, empêché à la dernière minute de venir à la séance, et dit qu'en sa qualité d'ancien vice-président, il est amené à présider la séance de ce soir.

Le procès-verbal de la séance du 31 janvier 1925 est adopté.

Sont admis membres de la Société :

M. Paul GENTIEN, agriculteur au Maroc, à Paris;
Le PRÉSIDENT DE LA CHAMBRE DE COMMERCE DE STRASBOURG (Bas-Rhin),
présentés dans la dernière séance.

M. le Lieut.-Col. RENARD, *président.* — J'ai le plaisir de vous annoncer que M. LECORNU, membre de notre Conseil (Comité des Arts mécaniques), vient d'être promu commandeur de la Légion d'honneur. De même, M. HENRY GALL, membre de notre Conseil (Comité des Arts chimiques, vient d'être promu officier de la Légion d'honneur.

Au nom de notre Société tout entière et en mon nom personnel j'adresse à ces deux collègues mes très vives félicitations.

Le Comité des Arts mécaniques déclare vacant le siège occupé dans ce Comité par M. DILIGEON, démissionnaire.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Comité des Arts économiques déclare vacant le siège occupé dans ce Comité par M. Paul TOULON, décédé.

M. H. HITIER, *secrétaire général*, présente les ouvrages suivants, récemment entrés dans notre Bibliothèque :

Les gisements de phosphate du Maroc, par M. J.-M. BEL. (Extrait du Bulletin de l'Association française pour le Développement des Travaux publics, 3e trimestre 1923.) Nouvelle édition revue et complétée. 1924. Paris, Louis Arnette. (Don de l'auteur, membre du Conseil);

L'organisation scientifique des usines, par M. E. NUSBAUMER. 1924. Paris, Nouvelle Librairie nationale. (Don de l'auteur, membre de la Société);

Les œuvres sociales dans les Établissements du Centre de la Compagnie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons. Usines Saint-Jacques à Montluçon. 1924. Coulommiers, Imp. E. Dessaint (Don de la Compagnie des Forges de Châtillon, Commentry et Neuves-Maisons, membre de la Société);

Alliages R N C pour résistances électriques. Société anonyme de Commentry, Fourchambault et Decazeville. Aciéries d'Imphy (Nièvre). (Don de la Sté Ame de Commentry, Fourchambault et Decazeville, membre de la Société);

Accessoires de fonderie (*Extrait du catalogue général de la Société anonyme des Établissements Ph. Bonvillain et E. Ronceray*. (Don de la Sté Ame des Établissements Ph. Bonvillain et E. Ronceray, membre de la Société);

Le mecanicien d'automobile, par M. René BARDIN, 2e édition revue et augmentée. 1924. Paris, Desforges;

Le guide du dessinateur-mécanicien, par M. René BARDIN. 1925. Paris, Desforges.

Comment les industriels américains économisent la main-d'œuvre, par M. Jean ROUSSET. (Bibliothèque des Monographies techniques.) 1924. Paris, Desforges;

Création, organisation et direction des usines, par M. E. MATTERN. 1925. Paris, Dunod;

La pratique du graissage, par M. E.-C. THOMSEN, traduit de l'anglais par M. P. CHAILLOUS. 1925. Paris, Dunod;

La concentration en ions hydrogène et sa mesure par la méthode électrométrique, par M. Maurice VINCENT. 1924. Paris, J. Hermann;

Synthèses et catalyses industrielles. Fabrications minérales, par M. Paul PASCAL. 1925. Paris, J. Hermann;

Horlogerie et chronométrie, par M. Jules ANDRADE. (Encyclopédie de mécanique appliquée.) 1924. Paris, J.-B. Baillière et fils;

Matières plastiques, soies artificielles, par MM. CLÉMENT ET RIVIÈRE (Encyclopédie de chimie industrielle). 1924. Paris, J.-B. Baillière et fils;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Catalogue de photographies documentaires, 4e édition, Paris, J. BOYER.

Le livret de l'employé de commerce, par M. E. RACHINEL. 1924. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles;

Traité d'urbanisme, par M. Ed. JOYANT. Supplément à la première partie. Paris. Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles;

Comment éliminer dans les affaires les risques de change? But et fonctionnement de l'Office de Compensation des opérations de change à terme, par M. Louis POMMERY. Conférence faite sous le patronage de la Chambre de Commerce de Nancy et de la Région économique de l'Est, le 7 octobre 1924. Nancy, Imp. lorraine, Riget et Cie;

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. *Nivellement général de la France. Répertoire des emplacements et altitude des repères*. Réseaux de 2e, 3e et 4e ordres. Lignes comprises dans la zone X′ de 1er ordre; réseaux de 3e ordre et première partie du réseau de 4e ordre. Lignes comprises dans le polygone L′ de 1er ordre. Troisième fascicule : Maille L′ de 2e ordre.

M. Charles PRACHE, Ingénieur des Arts et Manufactures, fait une communication sur les *procédés évaporatoires par compression de vapeur système Prache et Bouillon* (1).

La séance est levée à 18 h. 15 m.

SÉANCE PUBLIQUE

DU 28 FÉVRIER 1925.

Présidence de M. A. MESNAGER, *président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 14 février 1925 est adopté.

M. MESNAGER, *président*. — La Société d'Encouragement vient de perdre en M. LIVACHE un de ses membres les plus anciens et les plus zélés. L'estime que ses collègues lui prodiguaient l'avait conduit à la vice-présidence de la Société et à la présidence du Comité des Arts chimiques. Il était membre de notre Conseil depuis 1898.

M. ACHILLE LIVACHE était Ingénieur civil des Mines et, avec un désintéressement absolu, il s'était consacré à des recherches d'ordre chimique en vue d'améliorer le sort des travailleurs. C'est ainsi qu'il tenta de donner aux

(1) Voir dans le présent *Bulletin* à la page 247, le texte *in extenso* de cette communication.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

huiles de lin les propriétés siccatives qu'elles acquièrent par la cuisson en présence d'oxydes de plomb, en les mettant en contact, à froid, avec du plomb métallique précipité; les résultats sont excellents : les huiles ne se colorent pas; mais l'action est lente et, partant, dispendieuse. Puis la connaissance qu'il avait des huiles à peintures amena M. Livache à proposer la substitution du blanc de zinc à la céruse, dans les peintures. En collaboration avec des praticiens de la Chambre syndicale, il établit les inconvénients techniques que présente l'emploi de la peinture au blanc de zinc et les procédés, tels que l'addition de siccatifs, qui permet de rendre les deux modes de peinture équivalents. Dans cet ordre d'idées, il fut un initiateur; il ne voulut pas que le Gouvernement le reconnût parce qu'il craignait de sembler avoir travaillé pour cela. Je passe d'autres études, notamment les installations relatives à la combustion des ordures ménagères qui lui valurent d'être appelé à la présidence de la Société de Médecine publique et de Génie sanitaire.

M. Livache a toujours été, jusqu'à ces dernières semaines, un des membres les plus assidus de toutes les réunions de la Société d'Encouragement, ne manquant jamais une réunion du Comité des Arts chimiques ou de la Commission du Bulletin dont il faisait partie, s'intéressant à tous les travaux de la Société, nous donnant de nombreux rapports et de précieux avis. Il cherchait, en même temps, à y intéresser les industriels, et nous ne pouvons oublier que c'est certainement celui de nos collègues qui, par ses démarches personnelles, a recruté le plus de membres à la Société.

M. H. Hitier, *secrétaire général*, présente quelques ouvrages récemment entrés dans notre Bibliothèque :

La prévision du temps en agriculture, par M. Joseph Sanson (Encyclopédie agricole). 1925. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e);

Topographie, par M. Eugène Prévot, suivi d'un appendice relatif à *la topographie expédiée*, par M. O. Roux. Livre Ier : Instruments. 2e édition. (Bibliothèque de l'Ingénieur de travaux publics). 1925. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e);

Recueil d'essais d'ajustage. Méthode d'apprentissage et progression de travaux à l'usage des écoles et cours professionnels, par M. T. Le Cozler. 1925. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e);

Physique industrielle. Études sur la chaleur, par M. Ch. Roszak. 1925. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e);

Les actualités de chimie contemporaine, publiées sous la direction de A. Haller. 3e série. 1925. Paris, G. Doin, 8, place de l'Odéon (6e);

Les applications usuelles de la chimie, par M. René Audubert, avec la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

collaboration de Mlle QUINTIN. 1924. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 3, rue Thénard (5e);

Le problème économique de l'œuf, par FRANCIS MARRE. 1925. Paris, Éditions scientifiques françaises, 25, rue Lauriston (16e);

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. OFFICE NATIONAL DU CRÉDIT AGRICOLE. *Rapport sur les opérations faites par les Caisses de Crédit agricole mutuel pendant l'année 1923 et sur l'application de la loi du 5 août 1920*, présenté au Président de la République française par le Ministre de l'Agriculture. (Extrait du *Journal officiel* du 31 décembre 1924);

Les règles d'York et d'Anvers, 1924. Textes officiels anglais et français. (Extrait du volume 8 de la *Revue de droit maritime comparé*.) Paris, Librairie de la Société anonyme du Recueil Sirey, 22, rue Soufflot (5e);

Le réchauffage de l'eau d'alimentation des chaudières-locomotives sur le réseau P.-L.-M., par M. A. PARMANTIER. (Extrait de la *Revue générale des chemins de fer*, février 1925.) Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e) (Don de la Cie des Chemins de fer P.-L.-M., membre de la Société).

M. MESNAGER *président*. — Vous allez entendre M. Cuvelette nous exposer l'immensité et les difficultés de la tâche que nos ingénieurs ont eu à accomplir pour remettre en état nos houillères du Nord et du Pas-de-Calais, et comment, grâce au dévouement et à la compétence de ces ingénieurs, elle a pu être menée à bonne fin. Il est inutile de souligner qu'ils ont dû surtout compter sur eux-mêmes et sur la plupart des anciens ouvriers empressés à retourner dans leur pays.

M. CUVELETTE, administrateur-directeur général de la Société des Mines de Lens, fait une communication sur *l'état actuel de la reconstitution des mines de Lens*.

Les mines de Lens, de Meurchin, de Courrières et de Liévin sont celles qui ont le plus souffert de la guerre, parce qu'elles se trouvent à l'est de la ligne de front qui resta à peu près invariable d'octobre 1914 à octobre 1918 et parce que, de part et d'autre de cette ligne, sur une profondeur de plus de 15 km, le terrain fut soumis, à partir de février 1917, au pilonnage par les projectiles de gros calibre. La seule armée britannique en tira plus d'un demi-milliard dans cette région.

Avant octobre 1914, l'ennemi avait déjà rendu inutilisables, à son passage dans la région, une grande partie des installations du jour.

La ligne du front s'étant à peu près fixée à l'ouest de Lens et de Liévin, les destructions et les pillages devinrent systématiques sur toute la partie située à l'est du front. L'état d'avancement de ces destructions et pillages, en février 1916, est représenté sur la carte hors texte n° 1 du document confidentiel du grand Etat-major

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

allemand que la Société d'Encouragement et le Ministère des Affaires étrangères ont publié en 1923(1).

De février 1917 à octobre 1918, les concessions de Lens, de Meurchin, de Carvin, de Courrières, de Dourges et de Drocourt ayant été soumises au bombardement par l'artillerie lourde, rien ne subsista des agglomérations et des installations du jour que des ruines et des monceaux de décombres.

Pendant la retraite allemande, en 1918, c'est-à-dire pendant un peu plus de cinq semaines, la destruction complète des installations du fond fut exécutée systématiquement et sans aucune nécessité militaire au fur et à mesure du recul des armées allemandes vers l'est, et cela sur toute l'étendue du bassin houiller occupé en octobre 1918. Le *28 novembre 1918*, le capitaine Edelmann provoquait encore, de Ludendorff, l'ordre d'inonder un puits situé sur la frontière franco-belge.

Il a fallu de deux à quatre ans, selon les concessions, pour remettre en état d'exploitation les divers charbonnages qui avaient été occupés par l'ennemi. Cette remise en état a coûté 1 milliard pour ceux du Nord, 2.800 millions pour ceux du Pas-de-Calais. Actuellement, la production houillère représente à peu près 96 p. 100 de celle de 1913; l'extraction de janvier 1925 a même été supérieure à celle de janvier 1913.

Si on excepte les destructions dues au pilonnage par les gros projectiles et qui résultent du combat, le plus grand mal a été fait, — et cela parce qu'il a été fait sur toute la partie du bassin houiller occupée par les Allemands, — pendant les cinq semaines de retraite précipitée, période pendant laquelle les Allemands ont recouru au noyage des mines. Il convient de remarquer, en effet, que quelques-unes de ces mines étaient restées en exploitation sous la surveillance des autorités allemandes jusqu'en 1918.

A partir de 100 m de profondeur, dans tout le bassin houiller du Nord, on rencontre des nappes aquifères qui sont traversées au moyen de cuvelages en bois ou en fonte. A Lens, les venues d'eau par ces nappes aquifères, représentent un débit quotidien de 50.000 m³. Au droit des nappes aquifères, les Allemands plaçaient diamétralement un madrier aux deux extrémités duquel ils faisaient éclater 100 kg d'explosif. Après l'explosion, le cuvelage présentait deux brèches opposées de 5 à 6 m de diamètre. L'opération était recommencée pour le même puits autant de fois qu'il était nécessaire (jusqu'à quatre fois pour la fosse n° 14 de Lens, cinq fois pour la fosse n° 12). Des documents allemands retrouvés prouvent qu'un sous-officier notait chaque jour la montée des eaux dans le puits. En mars 1916, l'inondation générale des mines de Lens était déjà consommée. Il a fallu pour les dénoyer, extraire 36 millions de mètres cubes d'eau, soit ce que la Seine laisse passer en 12 jours à l'étiage. Le dénoyage a commencé le 2 novembre 1920; il dure encore.

Le déblayage du fond est extrêmement pénible et dangereux car, dans les puits, on avait jeté des cadavres d'animaux, les cages, les berlines, des projectiles, des explosifs, des grenades.

La période de reconstitution qui s'étendit du 1er janvier 1919 au 2 novembre 1920 fut la plus pénible à cause des difficultés de logement, de nourriture, d'approvisionnements de toute sorte; à cause aussi des difficultés d'ordre administratif.

(1) Voir le *Bulletin* de la Société d'Encouragement de juillet-août-septembre 1923, p. 593, qui a donné une analyse et un commentaire de ce document et qui en a reproduit les cartes; celle que mentionne M. Cuvelette en fait partie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour aveugler autant que possible les brèches faites autour des puits, on recourut à la cémentation préalable du terrain environnant au moyen d'un mortier de ciment refoulé à la pression de 20 kg : cm². Chacune des 42 pompes employées peut remonter par heure 2.000 m³ à 40 m ou 175 m³ à 400 m. Les 42 pompes consomment ensemble 24.000 ch.

Les premières berlines de charbon sortirent au printemps de 1920. Les années 1921 et 1922 furent une période d'exploitation provisoire; 54 machines d'extraction furent mises successivement en service; chacune permet d'extraire 1.400 à 1.800 t de charbon par jour, c'est-à-dire par poste de 8 heures. Toutes les commandes sont électriques : une centrale de 60.000 kW fournit du courant à 15.000 V transformé en courant à 3.000 ou 200 V.

Les œuvres sociales que comportait la reconstitution ont nécessité un effort financier plus grand que la reconstitution industrielle proprement dite. L'application de la loi de 8 heures s'est traduite par une diminution de rendement de 26 p. 100; pour produire autant qu'en 1914, il faut 25.000 ouvriers au lieu de 18.500 qui suffisaient en 1914; il faut en loger les deux tiers avec leurs familles, soit construire 12.000 logements, ce qui représente une dépense de 400 millions. Actuellement 9.000 logements sont terminés; chacun d'eux comporte 400 m² de jardin.

Les cités ouvrières qui ont été construites au voisinage de chaque fosse peuvent être considérées comme des modèles. Chacune d'elles comporte des services communs et notamment une école. Les maisons ont été édifiées au goût de ceux qui les habitent et qui, en grande majorité, sont d'anciens mineurs revenus au pays, même avant d'y pouvoir trouver un foyer.

E. L.

M. Mesnager, *président*, remercie M. Cuvelette de son intéressante communication et le félicite des résultats qu'il a obtenus, lui et ses collaborateurs, résultats inespérés, car les ingénieurs allemands pensaient que jamais certaines fosses de Lens ne pourraient être remises en état d'exploitation. Il est heureux de constater l'empressement que les mineurs, chassés de la terre natale, ont mis à y revenir avant même que leurs foyers fussent reconstitués. La Société des Mines de Lens, grâce aux efforts qu'elle a faits pour rendre ces foyers aussi attrayants que possible, se les est attachés. Les succès d'ordre moral qu'elle a ainsi remportés ne sont pas moindres que ceux d'ordre technique.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

L'organisation scientifique des usines, Conférences faites aux élèves des écoles d'application de l'École polytechnique, sous les auspices du Comité Michelin, par M. E. NUSBAUMER. Ingénieur I. C. P., préface de M. H. Le Chatelier, membre de l'Institut. Un vol. (24 × 15 cm) de xv + 366 p., avec 106 fig. et XVIII planches. Paris, Nouvelle Librairie Nationale, 3, place du Panthéon (5e) 1924 (Prix : 40 f).

L'ouvrage que M. Nusbaumer vient de faire paraître est certainement l'un des plus importants qui aient été inspirés dans notre pays par les travaux de Fred. W. Taylor.

Bien avant Taylor, les hommes de science s'étaient occupés des travaux de l'industrie, avec le désir de faire profiter cette dernière des découvertes de la science, ainsi que de ses méthodes d'observation et d'analyse. Toutefois, le contact qu'ils avaient avec l'atelier était généralement insuffisant pour qu'ils pussent y parvenir d'une façon effective, et Taylor est réellement *l'homme qui a fait pénétrer la méthode scientifique dans l'atelier*; l'homme qui a montré comment il faut s'y prendre pour y arriver et tout l'intérêt qui s'y attache pour l'industriel comme pour l'ouvrier.

Cependant, depuis que M. H. Le Chatelier a attiré l'attention sur les travaux de Taylor, on a souvent regretté que les mémoires originaux, dont la traduction a été donnée en France, soient d'une lecture aussi difficile et d'une assimilation laborieuse. Tout le monde le reconnaît. Taylor n'a jamais entrepris de faire un tout homogène des différents mémoires qu'il a communiqués aux sociétés d'ingénieurs, des conférences qu'il a faites aux universités, de ses dépositions devant les grandes commissions des Chemins de fer et du Travail, des articles de revues s'adressant particulièrement au grand public. Ses écrits portent la trace d'idées qui ne sont encore qu'à l'état embryonnaire, des préoccupations du moment, du désir de répondre à une objection particulière qui n'est plus celle qui se présente à l'esprit du lecteur, de la lutte contre une opposition qui a disparu; et l'on ne cherche, maintenant, qu'à comprendre l'esprit de ses méthodes, pour en faire l'application sans difficulté.

L'ouvrage de M. Nusbaumer répond parfaitement à ce besoin. D'une lecture très facile et d'une grande clarté, il fait comprendre aux hommes d'atelier, au moyen d'exemples bien choisis, en quoi consiste la méthode scientifique; comment le chronométrage doit être fait en procédant à une analyse minutieuse du travail; comment on arrive à standardiser les opérations et à définir une tâche, préliminaires indispensables de la préparation méthodique du travail; comment on doit faire le contrôle de la qualité du travail, le règlement des salaires, et enfin, établir le prix de revient.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Indépendamment des exemples que M. Nusbaumer a pris dans son expérience personnelle, il donne de nombreuses planches relatives aux travaux de Taylor à l'Usine de Tabor, et une note très documentée sur l'organisation d'un atelier d'entretien.

L'ouvrage se termine par un excellent chapitre sur l'organisation générale des usines, dans lequel M. Nusbaumer passe en revue les différentes idées qui ont été émises sur l'organisation, en faisant à chacun la part qui lui revient, et montre ce que doit être le rôle du chef dans la formation et l'entraînement du personnel.

C'est un livre que liront avec un égal intérêt, non seulement les techniciens et les praticiens, mais aussi les économistes et les philosophes.

Ch. de FRÉMINVILLE.

Cours de technologie du bois, par J. MASVIEL, professeur technique à l'École nationale d'Arts et Métiers de Paris. 2e édition, 2 vol. (27 × 21 cm) de la **Bibliothèque de l'Enseignement technique**. Tome I : **Généralités, Assemblage, Outillage. Procédés d'exécution** de VI + 165 p. avec 338 fig. (1924). Tome II : **Travail mécanique des bois**, de 208 p. avec 286 fig. (1925). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e) (Prix : 15 f et 21 f).

Dans cet ouvrage, reflet des cours professés par l'auteur, un premier volume, formant par lui-même un tout complet, est consacré à la connaissance des bois, de leurs diverses propriétés, de leurs qualités, de leurs défauts et des traitements divers propres à en activer le séchage, puis de l'outillage manuel des artisans du bois, des principaux modes d'assemblage et de leur exécution à la main.

Le deuxième volume est consacré aux procédés divers du façonnage mécanique des bois, et à l'organisation des usines où l'on applique ces procédés.

La question des allures de travail qu'il est possible de pratiquer dans le façonnage des bois, n'y est pas très développée.

A part cela, l'ouvrage fournit une bonne énumération des ressources offertes à l'industrie par l'emploi judicieux des divers bois, et présente une étude bien ordonnée des moyens de mise en œuvre pour lesquels on peut trouver dans le commerce la machinerie et l'outillage appropriés.

M.-J. ANDROUIN.

Le tonnelier, par M. Marcel REYNAUD. Un vol. (18 × 12 cm) de la collection *Le livre de la profession*, de 242 p., avec 256 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 3, rue Thénard (5e). Prix : (10 f).

L'ouvrage de M. Reynaud appartient a la collection « Le livre de la profession » ; il s'adresse spécialement à l'artisan tonnelier.

L'auteur traite de la connaissance des matières employées en tonnellerie, de l'outillage à main, de la géométrie élémentaire appliquée à l'art du tonnelier, de l'exécution et de la réparation de tonneaux et ouvrages divers de tonnellerie.

Les manuels de cette catégorie trouvent près des bons ouvriers un succès mérité ettoujours croissant. On ne peut qu'encourager les auteurs à persévérer, et à mettre en relief dans leurs ouvrages, plus qu'ils ne l'ont fait jusqu'à présent, l'importance du facteur *temps*.

M.-J. ANDROUIN.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Synthèses et catalyses industrielles. Fabrications minérales. Leçons professées à la Faculté des Sciences de Lille, par M. Paul Pascal. Un vol. (25×16 cm), de VII + 452 p., avec 276 fig. Paris, J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne (5e), 1924. (Prix : 45 f).

Le volume de M. Pascal sur les catalyses industrielles présente un intérêt tout particulier. Ce n'est pas une compilation, comme cela arrive souvent pour les ouvrages techniques. L'auteur parle de question qu'il a étudiées personnellement et donne parfois les résultats de recherches restées inédites jusqu'ici. Pendant la guerre, il a dirigé le laboratoire et les services chimiques de la grande poudrerie d'Angoulême. Il a eu à cet occasion à organiser un ensemble d'études sur la fabrication de l'acide nitrique par oxydation de l'ammoniaque obtenue en partant de la cyanamide. Il a particulièrement recherché l'influence de la nature chimique et de la température du catalyseur employé. Pour la même fabrication, il a dû étudier les conditions les plus favorables pour la condensation des vapeurs nitreuses.

Un second problème, discuté longuement avec faits à l'appui, est celui de la régénération des acides sulfonitriques. Après la fabrication des poudres et explosifs nitrés : mélinite ou poudre sans fumée, il reste des acides étendus d'eau et incapables de servir pour une nouvelle nitration, sans une concentration préalable. M. Pascal a étudié les densités et tensions de vapeur des mélanges ternaires d'acide nitrique, d'acide sulfurique et d'eau. Il a déterminé la composition des vapeurs provenant de la distillation de ces mélanges.

Un chapitre du volume est consacré à la synthèse de l'ammoniaque. Les procédés Haber et Claude sont décrits en détail. Cette fabrication avait été étudiée également à la poudrerie d'Angoulême, mais la fabrication ne fut pas commencée avant la fin des hostilités.

Ce volume de technologie chimique présente donc le double mérite de donner des renseignements très précis sur les diverses fabrications étudiées et d'être au niveau des perfectionnements les plus récents.

Henry Le Chatelier.

Les lignites et leurs applications industrielles, par M. Edmond Marcotte, ingénieur-conseil. Un vol. (21×13 cm) de VI + 328 p., avec 70 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1925. (Prix : 20 f).

Dans un rapport, en date de juin 1919, au Comité général du Pétrole, M. Métivier estime à un million de tonnes la quantité de lignites extraite chaque année de nos bassins français, dont les 3/4 du bassin de Fuveau (Bouches-du-Rhône), alors que, pour beaucoup d'entre nous, cette quantité passe pour inaperçue ; aussi ceux qui se soucient d'acquérir des connaissances générales vont-ils s'empresser de lire l'excellent Traité des lignites, très documenté en chiffres, en renseignements et en gravures, de M. Marcotte. La France est beaucoup plus riche qu'on ne le croit d'ordinaire, en combustibles ligneux. Dans certaines parties de l'Allemagne, en Rhénanie, en Hesse, en Thuringe, en Autriche, en Hongrie, en Tchécoslovaquie, en Italie, en Serbie, en Grèce, dans les pays scandinaves, en Angleterre, partout la transformation des végétaux en combustible a ménagé dans le sous-sol des réserves carbonées considérables, et ce n'est guère que dans le bassin de Cologne que l'exploitation a pris

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une importance vraiment industrielle, puisque d'après les dernières statistiques on a extrait environ 35.000.000 t, 35 fois plus que des bassins français.

Évidemment, ce sont là de faibles contingents encore, comparativement à nos besoins de combustibles et c'est toujours, quelque aspect économique que les lignites présentent, du côté de la houille que l'on se portera, parce que, d'une façon générale, tant pour nos vêtements, que pour notre alimentation, que pour notre chauffage et notre éclairage, nous choisissons ce qui est le plus riche et nous flatte, ce qui est le plus pratique et nous évite des efforts inutiles.

Ce qui complique le problème quand on aborde l'utilisation des lignites, c'est que ceux-ci ne représentent pas une marchandise unique; la houille, quelle que soit sa teneur en cendres ou en produits volatils est toujours, pour le consommateur, du charbon de terre; mais si le produit lignifié n'est pas aussi avancé dans sa transformation, le consommateur reçoit du bois fossile, plus ou moins foncé, du bois bitumineux, brun ou noir, du lignite commun, du lignite terreux, quelquefois pyriteux, et même de la tourbe. Ces produits renferment souvent 5 p. 100 d'eau, soit cinq fois plus que la houille; ils peuvent être mouillés à 50 et même 60 p. 100.

Aucune opération dès lors n'est possible si on ne les sèche au préalable, tant pour les transformer en briquettes, que pour les carboniser ou les gazéifier.

Le séchage est une opération délicate, en ce sens que les poussières détachées sont des causes d'incendie et d'explosions (séchoirs à cascades, avec utilisation des vapeurs d'échappement, séchoirs à plateaux chauffés, séchoirs tubulaires et rotatifs, etc.).

Le briquetage, exécuté d'après les principes indiqués, suivi par le dépoussiérage, serait de nature à rendre de grands services; les Allemands n'en négligent pas l'utilisation.

Il en est de même de la gazéification, c'est-à-dire des gazogènes au lignite et qui pourrait se répandre, plus peut-être que la carbonisation à 600°; celle-ci entraîne les mêmes opérations et la récolte des mêmes produits que la carbonisation de la houille.

En présence d'une carence semblable de combustibles, quand on se préoccupe de créer des carburants que la nature nous a refusés, n'est-il pas naturel que nous fassions bon accueil au livre de M. Marcotte.

L. LINDET.

Les grandes industries modernes, par M. PAUL DE ROUSIERS. 2 vol. (19 × 12 cm). I : **L'industrie houillère. L'industrie pétrolière. L'industrie hydro-électrique**, de VI + 239 p. — II : **La métallurgie**, de 284 p. Paris, Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel (5e), 1924, 1925. (Prix 7,50 fr. et 9 fr.)

Notre collègue M. Paul de Rousiers vient de faire paraître à la Librairie Armand Colin les deux premiers volumes d'une série de quatre ouvrages qu'il se propose de consacrer aux grandes industries modernes, groupées suivant leurs bases essentielles :

les créatrices de la force (industries houillère, pétrolière et hydro-électrique);
les productrices du fer (considéré comme métal type);
les transformatrices des matières textiles et des produits chimiques;
les réalisatrices des relations maritimes internationales.

Appelé à faire connaître aux nombreux étudiants que groupe l'École des Sciences

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

politiques, le vaste ensemble de problèmes que posent le développement de la grande industrie dans le monde et les relations qu'elles doivent entretenir entre elles par delà les frontières et les mers, M. de Rousiers n'a pas voulu, avec juste raison, se contenter d'énoncer des généralités. Il s'est attaché à l'étude de quelques-unes des plus grandes industries qui ont le plus contribué à la transformation de la vie économique des peuples des deux mondes.

Aux cours de nombreux voyages d'études qui l'ont conduit dans plusieurs des principales régions industrielles de l'ancien et du nouveau monde, M. de Rousiers a été frappé de la répercussion partout évidente du progrès des techniques spéciales comme aussi des moyens de communication sur l'allure et le développement des industries.

Des aperçus généraux, qui se trouvent fréquemment sous sa plume, donnent un intérêt tout spécial à chacune de ces études. Ce ne sont pas de sèches monographies, ce sont de vastes vues d'ensemble qui font apparaître la coordination de toutes les causes qui, en moins d'un siècle, ont fait passer la production, du régime du petit patronat et des maîtrises, au régime des grandes industries reliées les unes aux autres par des ententes de travail, d'achats et de ventes.

On comprend mieux après avoir parcouru les exposés du savant professeur comment aucun pays industrialisé, et aucune industrie n'ont pu conserver leurs cadres et leurs limites anciennes, mais ont dû subir l'entraînement commun.

A juste titre, l'attention de M. de Rousiers s'est tout d'abord portée sur l'industrie houillère, dont le développement est à la base du progrès de toutes les autres industries, mais qui, elle aussi, n'a pu progresser et devenir ce qu'elle est que par l'adaptation aux difficultés de sa production de beaucoup des progrès de la science : les emprunts faits à la mécanique atténuent les fatigues de chaque groupe d'ouvriers, abatteurs, rouleurs, remblayeurs, etc.; ceux faits à la physique et à la chimie permettent au travailleur de vivre dans des galeries mieux aérées, d'avancer plus rapidement au travers des couches que des explosifs variés désorganisent avec des fatigues et des dangers sans cesse moindres.

A la modeste exploitation, alimentant quelque industrie locale, ont succédé, grâce au réseau général des chemins de fer et des canaux, les vastes houillères dont les produits, épurés et classés avec soin, se répandent au loin pour favoriser l'éclosion des grandes usines, dont l'auteur analysera les caractéristiques, au cours d'études subséquentes.

M. de Rousiers nous fait assister à la naissance et au développement de ces puissantes sociétés qui groupent, en intime association avec les houillères, quelquefois à côté d'elles, parfois très loin d'elles, des mines métalliques, des usines métallurgiques ou chimiques, enfin toute une variété d'industries qui utilisent le combustible, mais aussi fournissent à la houillère beaucoup des matières premières et des machines qui sont nécessaires à la vie quotidienne.

L'étendue des connaissances techniques qu'il a su acquérir au cours de ses voyages et de ses études, donne une particulière portée aux constatations que fait M. de Rousiers, soit qu'il parle du pétrole dont il a étudié sur place la production et le transport en Pennsylvanie, soit qu'il présente un aperçu sur la récente éclosion et le rapide développement de l'industrie hydro-électrique dont il a étudié au pied de nos montagnes les conditions de production, dont il a suivi à travers toute la France les lointains transports et dont il caractérise les multiples emplois, encore si

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pleins de promesses pour l'avenir, même pour les plus modestes exploitations agricoles.

La métallurgie joue dans le monde un tel rôle qu'on n'est pas étonné du développement consacré par M. de Rousiers à ses origines, à ses transformations techniques, à ses développements incessants dans des conditions d'emploi sans cesse nouveaux.

Reprenant et rajeunissant des études déjà anciennes, dont le palpitant intérêt avait frappé des maîtres tels que Boutmy et Cheysson, qui ont tenu à attacher au Musée social et à l'École des Sciences politiques, un modeste, qu'une existence provinciale avait tenu longtemps éloigné de la capitale, M. de Rousiers, a présenté sur la métallurgie une monographie aussi étendue qu'attachante

Les différences, comme aussi les analogies, dans tous les grands pays, des ententes économiques et commerciales qui sont à la base de la grande métallurgie, leurs évolutions constantes font bien saisir ce qu'ont été la puissance intellectuelle et les fortes qualités de décision et de persévérance de ces énergiques créateurs de la grande industrie métallurgique, et de leurs filiales si variées, qu'elles s'attachent aux problèmes de l'artillerie, de l'aéronautique, de la navigation sous-marine comme aussi de l'agriculture et des multiples industries de transformation.

Nous pourrions et voudrions nous étendre sur les questions si diverses qu'expose avec une lumineuse simplicité notre collègue et ami, mais ce que nous avons dit suffira certainement pour attirer l'attention sur les deux volumes, auxquels deux autres vont faire suite à bref délai, et pour engager beaucoup des membres de la Société d'Encouragement à lire ces études de notre collègue.

E. GRUNER.

Le domaine extérieur de la France : **Madagascar** ; — **Afrique équatoriale française** ; — Pays à mandat : **Cameroun-Togo**, par M. HONORÉ PAULIN, Ingénieur au Ministère des Colonies. 3 vol. (32 × 21 cm) de l'*Encyclopédie industrielle et commerciale*, de :

120 p., avec fig. et 6 cartes ;
101 p., avec fig. et 5 cartes ;
77 p., avec fig. et 2 cartes.

Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, éditeur, 3, rue Thénard, (Prix : 20 f, 15 f et 8 f).

M. Honoré Paulin, Ingénieur au Ministère des Colonies, a entrepris la description du domaine extérieur de la France dans une série de publications faisant partie de la vaste Encyclopédie industrielle et commerciale, bien connue de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, et qui sont éditées par la Librairie de l'Enseignement technique dirigée par M. Léon Eyrolles.

Les publications qui nous sont présentées ont pour objet l'étude des colonies de Madagascar et de l'Afrique équatoriale française, ainsi que des pays placés sous le mandat de la France : Cameroun et Togo.

Elles sont conçues sur un plan uniforme qui est le suivant :

Précis historique;

Géographie physique, comprenant l'orographie, l'hydrographie, la géologie, le climat, les races et la population ;

Géographie économique, comprenant l'agriculture, l'irrigation, les forêts, les produits du sous-sol, le cheptel et l'élevage, la pêche ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Outillage économique comprenant les routes, les chemins de fer, les ports et rades, l'éclairage des côtes, les communications postales et télégraphiques, le commerce, l'industrie, l'organisation administrative, le régime douanier, le régime des terres, le régime minier.

Le seul exposé de ce plan fait ressortir le caractère essentiel de ces ouvrages qui ont pour but de fournir aux industriels et aux commerçants des données précises et pratiques sur les ressources matérielles de notre domaine colonial, et les moyens d'action qu'ils peuvent y trouver.

Nous considérons que ce but volontairement limité est exactement rempli.

L'auteur, par la nature de ses fonctions à l'Inspection générale des Travaux publics du Ministère des Colonies, a pu utiliser largement la vaste et sûre documentation qui s'y trouve réunie, et il la présente d'une façon claire et méthodique.

De nombreuses cartes schématiques, des illustrations variées et attrayantes, une présentation typographique irréprochable, augmentent encore l'intérêt de ces ouvrages, dont la publication est particulièrement opportune à l'heure où l'opinion publique en France comprend enfin l'intérêt primordial qu'offre, pour le redressement économique de notre pays, la mise en œuvre intensive des ressources encore bien insuffisamment exploitées de notre empire colonial.

Nous estimons que les ouvrages de M. Honoré Paulin sont de nature à contribuer très efficacement à cette tâche nécessaire et que, par suite, ils méritent toute la sympathie et les encouragements de notre Société.

E. Roume.

Constructions métalliques, bâtiments et travaux publics, par M. G. Boll, Ingénieur des Arts et Métiers. Un vol. (17 × 22 cm) de 120 p., avec fig. Paris, École spéciale des Travaux publics, 1924 (Prix : 15 f).

Cet ouvrage se compose de deux parties :

1° un album des profilés courants du commerce employés dans la construction métallique;

2° un recueil de renseignements pratiques pour l'étude et la rédaction des avant-projets (moments d'inertie, dimensions et poids des accessoires, surcharges).

L'album donne un type de chacun des profilés en grandeur d'exécution, ce qui permet d'analyser la forme du profil et de tracer exactement tous les profils analogues de la même série. Les profilés recommandés par la Commission permanente de Standardisation sont signalés. Des tableaux accompagnent ces profils; ils donnent pour tous les types de la même série : les dimensions, l'aire du profil, le poids au mètre courant, et le résultat du calcul des diverses grandeurs utilisées pour connaître la résistance.

Curs metodic de chimie si mineralogie de C. J. Istrati, profesor de Chimie organica la Universitatea din Bucuresti, si G. G. Longinescu, profesor de Chimie neorganica la Universitatea din Bucuresti. Un vol. (14 × 20 cm) de 477 p. avec 235 fig. et 15 portraits, 9e édition, 1924, Bucarest, Editura « Cartea romaneasca ».

Cette neuvième édition d'un ouvrage classique en Roumanie et dont la traduction française a eu deux éditions avant la guerre, diffère des éditions précédentes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par : un remaniement complet de la partie qui traite de la chimie organique; une mise au point en ce qui concerne les découvertes les plus récentes, et par une mise en accord avec les nouveaux programmes de l'enseignement en Roumanie. Le plan et la méthode sont restés les mêmes : la méthode est inductive et expérimentale; on y indique la manière d'exécuter 328 expériences ou essais très faciles, très démonstratifs et n'exigeant qu'un matériel restreint.

Toutes les fois que l'état des connaissances précédemment acquises par l'étudiant le permet et dès que le besoin s'en fait sentir, les auteurs exposent une théorie générale ou développent un passage plus particulièrement intéressant au point de vue industriel, notamment pour des étudiants roumains. Les phénomènes physiques et naturels qu'il est indispensable de connaître sont expliqués de même. C'est ainsi que sont exposés ou décrits : les lois fondamentales de la chimie, la théorie atomique, la thermochimie, les systèmes cristallographiques, l'industrie pétrolière, la grande industrie chimique roumaine dont Diciosanmartin est le centre, la radioactivité, les éléments isotropes, l'avenir de la chimie dans la Roumanie actuelle, le rôle joué par la physique et la chimie dans les autres sciences.

Bien entendu, dans le cadre restreint d'un ouvrage destiné à l'enseignement et qui embrasse toute la chimie et toute la minéralogie, les auteurs n'ont pu étudier qu'un petit nombre d'éléments, de composés, de faits et d'applications industrielles, mais leur choix et la présentation des théories ont été conçus de telle sorte que l'étudiant peut acquérir des vues d'ensemble très exactes sur les phénomènes chimiques, en comprendre l'importance et la généralité, si bien qu'un esprit philosophique doit nécessairement s'intéresser à la chimie et y voir autre chose qu'un recueil de recettes, « un catéchisme qu'autrefois il fallait apprendre par cœur ». Ceci apparaît surtout dans la partie de l'ouvrage consacrée à la chimie organique qui y occupe 156 pages. Les auteurs y fournissent une preuve nouvelle de la vérité de cette boutade de Grimaux qu'on peut apprendre à comprendre la chimie organique en 12 leçons. L'objet des auteurs, en composant ce traité, a été ce que devrait être le but de tout enseignement : inculquer l'esprit scientifique.

L'ouvrage se termine par des considérations sur la circulation et les transformations des corps sur la terre et dans l'univers et, ceci est une autre particularité de l'ouvrage, par des notices biographiques consacrées aux grands chimistes et à leurs principaux travaux : Baeyer, Balard, Berthollet, Berthelot, Berzélius, Bunsen, Chevreul, Dalton, Davy, Dumas, Fischer, Friedel, Gay-Lussac, Hofman, Kékulé, Lavoisier « le réformateur de la chimie », Liebig, Mendéléief, Moissan, Pasteur, Ramsay, Sainte Claire Deville, Schutzenberger, Wohler, Wurtz.

Cette nouvelle édition, comme celles qui l'ont précédée, est dédiée à la mémoire de l'un des auteurs, Istrati, mort en 1918, qui, non seulement fut un grand chimiste, élève de Friedel, de Moissan, de Henry, mais joua aussi un rôle politique important dans son pays et fut un grand ami de la France. Une notice biographique lui est consacrée par son collaborateur, M. Longinescu, qui est membre de la Société d'Encouragement. E. L.

Science et industrie, par M. Henry Le Chatelier, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Paris. Un vol. (12 × 20 cm) de 283 p. de la Bibliothèque de Philosophie scientifique, 1925, Paris, Ernest Flammarion, édit. (Prix : 7,50 f).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut se faire une idée approchée de l'intérêt de cet ouvrage, dans lequel l'auteur expose des opinions qui lui sont chères, par la simple énumération des titres et de quelques sous-titres des chapitres du livre.

Définition de la science : souvenirs de guerre. observation des faits. méthode scientifique, déterminisme.

Principes généraux : table rase, hypothèses ;

Observation des faits : observations accidentelles. recherches systématiques;

Mesures expérimentales ;

Erreurs : relatives, accidentelles, systématiques ;

Raisonnement : formules algébriques, théorèmes et principes, erreurs de raisonnement ;

Lois : réalité des lois, le hasard, évolution de la science, simplicité des lois ;

Origine industrielle de la science : origines lointaines, composition de l'air, de l'eau, thermodynamique, dissociation, microbiologie, observation de la nature ;

Influence de la science sur l'industrie : origine de l'industrie moderne, science acquise, recherche scientifique, méthodes scientifiques de travail ;

Introduction de la science dans l'usine : méthode scientifique de travail, laboratoires d'usines, prix de revient ;

Découvertes et inventions : rôle des savants, classification des découvertes, inventions techniques, perfectionnements successifs ;

Enseignement scientifique : objet de l'enseignement ; formation générale, notions générales, sciences particulières ;

Enseignement technique : spécialisation, science industrielle, stages d'usines, travaux de laboratoire ;

Système Taylor : historique, recherches techniques, classification, facteur humain, bureau d'études.

En conclusion l'auteur dit que, dans son livre, il s'est « efforcé de combattre un défaut de l'esprit français ou plus exactement d'en combler une lacune : la mauvaise orientation de notre enseignement scientifique compromet la formation scientifique de nos élites et fait ainsi obstacle au développement de la richesse, de la puissance de notre pays »... « Par notre impréparation, nous avons failli perdre la guerre et nous n'arrivons pas aujourd'hui à en réparer les ruines, faute de savoir tirer parti des richesses naturelles, si largement dévolues à notre sol. La raison de cette faiblesse a été très bien résumée dans une conversation du docteur Carrel récemment rapportée par M. Daniel Berthelot : « Pour la nouveauté, la profondeur des conceptions, les Français sont supérieurs à toutes les autres nations, mais ils ne sont pas des réalisateurs ; ils sont des individualistes anarchiques.... Créer la science et la mettre en œuvre sont deux choses distinctes. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN FÉVRIER 1925.

ROUSSET (JEAN). — **Comment les Américains économisent la main-d'œuvre.** Système Taylor. Scientific management. Salaires à primes. Efficiency, etc. (Bibliothèque des monographies techniques). In 8 (22 × 14) de XII + 220 p., 48 fig. Paris, Desforges, 1924. **16859**

BARDIN (RENÉ). — **Le guide du dessinateur-mécanicien.** In-8 (24 × 16) de 109 p., 55 fig. Paris, Desforges, 1925. **16860**

BARDIN (RENÉ). — **Le mécanicien d'automobile.** 2e édition. In-8 (21 × 13) de 68 p., 37 fig. Paris, Desforges, 1924. **16861**

BOYER (JACQUES). — **Catalogue de photographies documentaires.** 4e édition. In-16 (17 × 11) de 248 p., V pl. Paris, chez l'auteur, 5 *bis*, rue Saint-Paul. (*Don de l'auteur*). **16862**

THOMSEN (T.-C.). — **La pratique du graissage.** Traduit de l'anglais, par P. CHAILLOUS. In-8 (25 × 16) de XVI + 743 p., 228 fig. Paris, Dunod, 1925. **16863**

NUSBAUMER (E.). — **L'organisation scientifique des usines.** In-8 (24 × 15) de XV + 366 p., 106 fig., XVIII pl. Paris, Nouvelle Librairie nationale, 1924. (*Don de l'auteur, membre de la Société*). **16864**

RACHINEL (E.). — **Le livret de l'employé de commerce.** 1re année d'apprentissage. (*Le livret du métier*). In-8 (23 × 14) de 240 p. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 1924. **16865**

COMPAGNIE DES FORGES DE CHATILLON, COMMENTRY ET NEUVES-MAISONS. — **Les œuvres sociales dans les Établissements du Centre de la Compagnie des Forges de Chatillon, Commentry et Neuves-Maisons. Usines Saint-Jacques à Montluçon.** In-4 (30 × 24) de 102 p., 48 fig. Coulommiers. Imp. E. Dessaint, 1924. (*Don de la Compagnie des Forges de Chatillon, Commentry et Neuves-Maisons, membre de la Société*). **16866**

PASCAL (PAUL). — **Synthèses et catalyses industrielles.** Fabrications minérales. Leçons professées à la Faculté des Sciences de Lille. In-8 (25 × 16) de VII + 452 p., 276 fig. Paris, J. Hermann, 1924. **16867**

VINCENT (MAURICE). — **La concentration en ions hydrogène et sa mesure par la méthode électrométrique.** Application aux variations de l'équilibre acide-base du sang, à l'état physiologique et à l'état pathologique. — Action des colloïdes électriques en injection intraveineuse. In-8 (25 × 16) de 103 p., 3 fig. **Bibliographie**, p. 89-101. Paris, J. Hermann, 1924. **16868**

ANDRADE (JULES). — **Horlogerie et chronométrie.** (*Encyclopédie de mécanique appliquée*). In-8 (23 × 15) de 582 p., 190 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1924. **16869**

CLÉMENT ET RIVIÈRE. — **Matières plastiques. Soies artificielles.** (*Encyclopédie de chimie industrielle*). In-8 (23 × 15) de 528 p., 98 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1924. **16870**

MATTERN (E.). — **Création, organisation et direction des usines.** In-8 (25 × 16) de VI + 306 p., 68 fig. Paris, Dunod, 1925. **16871**

JOYANT (ED.). — **Traité d'urbanisme.** Supplément à la 1re partie. In-4 (31 × 21) de 14 p. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 1924. **16610**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Nivellement général de la France.** Répertoire des emplacements et altitudes des repères. Réseaux de 2e, 3e et 4e ordres. Lignes comprises dans la zone X' de 1er ordre. — Réseau de 3e ordre et 1re partie du Réseau de 4e ordre. Lignes comprises dans le Polygone L' de 1er ordre, 3e fascicule. Nantes, Imp. du Commerce, 1924. **12905-6**

PRÉVOT (EUGÈNE). — **Topographie,** suivie d'un appendice relatif à la Topographie expédiée, par O. ROUX. (*Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics*). 2e édition. Livre I : *Instruments.* In-12 (18 × 12) de XVI + 542 p., 343 fig., I pl. **Bibliographie,** p. XV-XVI. Paris, Dunod, 1925. **16872**

Les actualités de chimie contemporaine publiées sous la direction de M. A. HALLER. 3e série. In-12 (19 × 12) de 327 p., fig. — I : **La théorie de l'affinité variable et ses applications en chimie organique,** par A. ORÉKHOFF, p. 1-72, 3 fig. — II : **Diamagnétisme et constitution chimique,** par P. PASCAL, p. 73-114, 4 fig. — III : **La signification des constantes atomiques dans les propriétés additives,** par FRÉDÉRIC SWARTS, p. 115-152. — IV : **La chimie de l'indène,** par CH. COURTOT, p. 153-197. **Bibliographie,** p. 197-201. — V : **Les essences de térébenthine.** Compositions et propriétés, par G. DUPONT, p. 203-281, 7 fig. **Bibliographie.** — VI : **Sur les dialcoyl éthinyl-carbinols et les composés qui en dérivent,** par R. LOCQUIN, p. 283-326. **Bibliographie.** Paris, G. Doin, 1925. **16873**

AUDUBERT (RENÉ) et QUINTIN (Mlle M.). — La science dans la vie moderne. **Les applications usuelles de la chimie.** (*Encyclopédie industrielle et commerciale*). In-8 (25 × 16) de IV + 183 p., 74 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 1924. **16874**

LE COZLER (T.). — **Recueil d'essais d'ajustage.** Méthode d'apprentissage et progression de travaux à l'usage des écoles et cours professionnels. In-4 (27 × 21) de VIII + 127 p., LX pl. Paris, Dunod, 1925. **16875**

ROSZAK (CH.). — Physique industrielle. **Études sur la chaleur.** In-8 (25 × 16) de XI + 303 p., 32 fig., VI pl. Paris, Dunod, 1925. **16876**

SANSON (JOSEPH). — **La prévision du temps en agriculture.** (*Encyclopédie agricole* publiée sous la direction de M. G. WERY). In-12 (18 × 12) de 320 p., 68 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **16877**

VALDEZ (JOÃO FERNANDES). — **Nouveau dictionnaire français-portugais et portugais-français.** 5e édition. In-4 (27 × 17). 2 vol. Paris, H. Garnier. **16878-9**

PATENT OFFICE LIBRARY. — **Subject list of the periodical publications.** (*Patent Office Library Series* : n° 8). In-18 (16 × 10) de XVI + 282 p. London, 1924. **16880**

***

BEL (J.-M.). — **Les gisements de phosphate du Maroc.** (*Bulletin de l'Association française pour le développement des Travaux publics*, 3e trimestre 1923). Nouvelle édition revue et complétée. In-4 (28 × 19) de 23 p., II pl. Paris L. Arnette, 1924. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration*). **Pièce 12913**

SOCIETÉ ANONYME DE COMMENTRY, FOURCHAMBAULT ET DECAZEVILLE. — ACIÉRIES D'IMPHY (Nièvre). — **Alliages RNC pour résistances électriques.** In-4 (27 × 21) de 28 p. Paris, 84, rue de Lille (7e). (*Don de la Société anonyme de Commentry, Fourchambault et Decazeville, membre de la Société*). **Pièce 12914**

POMMERY (LOUIS). — **Comment éliminer dans les affaires les risques de change?** But et fonctionnement de l'Office de compensation des opérations de change à terme. Conférence faite sous le patronage de la Chambre de Commerce de Nancy et de la Région économique de l'Est, le 7 octobre 1924. In-8 (24 × 16) de 19 p. Nancy, Imp. Rigot et Cie, 1924. **Pièce 12915**

MARRE (FRANCIS). — **Le problème économique de l'œuf.** In-16 (17 × 11) de 58 p. Paris, Éditions scientifiques françaises, 25, rue Lauriston (16e), 1925. **Pièce 12916**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — OFFICE NATIONAL DU CRÉDIT AGRICOLE. — **Rapport sur les opérations faites par les Caisses de Crédit agricole mutuel pendant l'année 1923**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et sur l'application de la loi du 5 août 1920, présenté au Président de la République francaise par le Ministre de l'Agriculture. (*Journal officiel de la République française*, du 31 décembre 1924). In-4 (31 × 23) de 36 p. Paris, Imp. des Journaux officiels, 31, quai Voltaire. **Pièce 12917**

Les règles d'York et d'Anvers 1924. Textes officiels anglais et français. (*Revue de droit maritime comparé*, vol. 8). In-8 (24 × 15) de 19 p. Paris, Librairie de la Société anonyme du Recueil Sirey. **Pièce 12918**

PARMENTIER (A.). — **Le réchauffage de l'eau d'alimentation des chaudières-locomotives sur le réseau P.-L.-M.** (*Revue générale des chemins de fer*, février 1925). In-4 (30 × 22) de 15 p., 5 fig. Paris, Dunod, 1925. (*Don de la Compagnie des Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerrannée, membre de la Société*). **Pièce 12919**

***

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS PH. BONVILLAIN ET E. RONCERAY. — **Accessoires de fonderie.** (*Extrait du Catalogue général*). 16 p., fig. — **Matériel pour la préparation des sables de fonderie.** (*Extrait du Catalogue général*), 20 p., fig. (*Don de la Société anonyme des Établissements Ph. Bonvillain et E. Ronceray, membre de la Société*). **Catalogues**

***

MINISTÈRE DE L'INTÉRIEUR. — **Situation financière des départements en 1922.** Melun, Imprimerie administrative, 1924. **Pér. 135**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Recueil de lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires concernant les services dépendant du Ministère des Travaux publics**, dressé par les soins de l'administration centrale. 2e série. Tome XXVIII (année **1920**). Paris, Imprimerie nationale, 1924. **Pér. 144**

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DU MAROC. — **Mémoires**, n° VII (1er décembre 1924) : *Études sur la végétation et la flore du Grand Atlas et du Moyen Altas marocains*, par le Dr RENÉ MAIRE. (Mission du Ministère de l'Instruction publique en 1921), 220 p., XVI pl. Rabat, Institut scientifique chérifien ; Paris, Émile Larose. **Pér. 469**

Bulletin de l'Enseignement public du Maroc, n° 63 (janvier 1925) : *L'enfant marocain.* Essai d'ethnographie scolaire, par Georges HARDY et Louis BRUSOT, 76 p. Paris, Émile Larose. **Pér. 469**

Annuaire Chaix. Les principales sociétés par actions, 1925. Paris, Imprimerie et librairie Chaix. (*Don de l'éditeur*). **Pér. 90**

GROUPE DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES, MÉCANIQUES ET CONNEXES DE LA RÉGION PARISIENNE. Année **1924**. Paris, 106, rue Lauriston (16e). **Pér. 92**

ROYAL SOCIETY OF ARTS. — **Index of the Journal** to vols. XLI-L(1892-1902); vols. LI-LX (1902-1912). London, W. C., John Street, Adelphi. **Pér. 254**

L'agent général, gérant
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

124e ANNÉE. AVRIL 1925.

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

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE SOLENNELLE
DU 28 MARS 1925.

DISTRIBUTION DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES
POUR L'ANNÉE 1924

Présidence de M. A. MESNAGER,
Président de la Société d'Encouragement.

La séance est ouverte à 17 h.

Le fauteuil présidentiel est occupé par M. A. MESNAGER, *président* de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. A ses côtés siègent M. HENRI HITIER, *secrétaire général*, MM. E. SAUVAGE, GEORGES RISLER, *vice-présidents*, et les membres du Conseil, rapporteurs des comités techniques sur la demande desquels les récompenses sont décernées.

DISCOURS DE M. A. MESNAGER, PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ.

MESSIEURS ET CHERS COLLÈGUES,

Notre assemblée générale solennelle doit être affectée principalement à la distribution des récompenses accordées à nos lauréats; mais auparavant, conformément à la tradition, je dois rappeler les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

principaux événements qui ont touché notre Société au cours de l'année écoulée.

J'ai d'abord à remplir le pieux devoir de vous rappeler les pertes qu'a faites notre Conseil d'Administration depuis l'année dernière à pareille époque. Ces pertes sont au nombre de six :

M. le Prince Roland Bonaparte, membre de notre Comité des Constructions et Beaux-Arts depuis 1898, membre de l'Institut (Académie des Sciences) depuis 1907, décédé le 14 avril 1924, s'était occupé d'histoire naturelle, d'anthropologie, de glaciologie, et avait été nommé président de l'Union géographique internationale; mais il s'était surtout adonné à la botanique. Il avait rassemblé un herbier considérable et principalement les fougères de nos colonies. Sa bibliothèque était largement ouverte aux travailleurs et il subventionnait volontiers les recherches scientifiques (voyages, observations, stations zoologiques, méridienne de l'Équateur).

Nous avons perdu, en octobre de la même année, M. Louis-Émile Bertin qui faisait partie du Conseil de notre Société depuis de longues années, qui en fut président de 1910 à 1912, et qui était, depuis fort longtemps, président de notre Comité des Arts mécaniques. Ses obsèques ont eu lieu à la Glacerie, près Cherbourg.

M. Bertin, né à Nancy en 1840, était entré à l'École polytechnique en 1858; il en était sorti dans le corps du Génie maritime. Il se distingua dès 1864, en résolvant le problème de l'assainissement des navires à vapeur par une ventilation énergique; cette ventilation s'obtenait grâce au tirage créé dans des manches d'air enveloppant les cheminées des machines. Depuis, l'emploi de son système s'est généralisé. Il étudia ensuite le mouvement des navires provoqué par les vagues de haute mer, imagina les quilles de roulis qui ont été adoptées partout. On lui doit aussi les ceintures de blindage, la tranche cellulaire (cofferdam), la méthode d'essai des navires sur modèles réduits.

Ses travaux lui avaient valu la réputation d'un précurseur; aussi, lorsque le Japon voulut construire une flotte moderne, c'est lui qui, pour cette tâche, fut désigné au Gouvernement japonais par le Gouvernement français. De 1886 à 1890, fixé au Japon, il y établit les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plans de croiseurs très puissants, et très rapides pour l'époque, qui assurèrent le succès de la flotte japonaise contre les Chinois en 1894, et qui, depuis, ont continué à faire leurs preuves. Il fonda et organisa au Japon l'arsenal de Yokosuka.

Revenu en France, il conçut le plan du *Henri-IV*, à faible vitesse, mais très protégé et fortement armé. Il a écrit une *Histoire des grandes guerres civiles du Japon* et contribué à la création de la Société franco-japonaise de Paris dont il fut président jusqu'à sa mort. Il était entré à l'Académie des Sciences en 1903 ; il en fut vice-président en 1921 et président en 1922. Il était commandeur de la Légion d'Honneur. Il a laissé, partout où il est passé, d'unanimes regrets.

M. Lavollée, qui faisait partie de notre Conseil depuis 1900 au titre de la Commission des Fonds, disparaissait également.

Il était avocat à la Cour d'Appel, s'occupant plus spécialement d'affaires industrielles pour lesquelles sa compétence était universellement reconnue. Il a fait partie du Conseil de l'Ordre des Avocats et était chevalier de la Légion d'Honneur.

M. Lavollée était d'une obligeance extrême et il a rendu de nombreux services à notre Société par les conseils qu'il nous a donnés en matière juridique. C'est une grande perte pour notre Société tout entière à laquelle il était extrêmement attaché.

En janvier 1925, nous perdions un de nos secrétaires généraux, M. Paul Toulon, qui fut, pendant vingt-quatre ans, collaborateur dévoué de notre Société.

Entré en 1872 à l'École polytechnique, M. Toulon en était sorti dans les Ponts et Chaussées. Il possédait sa licence ès lettres, sa licence ès sciences et son doctorat en droit. Marié dès l'École des Ponts et Chaussées (ce qui était une exception à cette époque), il éleva une nombreuse famille dont il était fier à juste titre.

Après avoir débuté dans sa carrière d'ingénieur à Muret et à Fécamp, il quitta le service de l'État pour rentrer au réseau de l'Ouest, où il arriva ingénieur en chef.

Nous lui devons de nombreuses et intéressantes études sur les questions de mécanique de précision et les machines à écrire, à calculer, à sténographier, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant la guerre, il s'était dévoué, avec M. le président Lindet et son collègue M. Henri Hitier, à assurer la marche de la Société malgré les vides créés par la mobilisation. Il a rempli les fonctions de secrétaire des comités techniques et de nombreuses commissions spéciales.

Quand nous avons fêté le centenaire de la déclaration d'utilité publique de la Société, il en a rédigé l'histoire. Cette histoire a eu les honneurs d'une séance solennelle, en présence du Chef de l'État, et a été publiée dans le numéro de notre *Bulletin* consacré au centenaire.

M. Achille Livache, qui fut vice-président de notre Société et président de notre Comité des Arts chimiques, est décédé en février dernier. Il était Ingénieur civil des Mines. Avec un désintéressement absolu, il s'était consacré à des recherches d'ordre chimique en vue d'améliorer le sort des travailleurs. C'est ainsi qu'il réussit à donner aux huiles de lin les propriétés siccatives qu'elles acquièrent par la cuisson en présence d'oxydes de plomb, en les mettant en contact, à froid, avec du plomb métallique précipité. Puis la connaissance qu'il avait des huiles à peinture l'amena à proposer la substitution du blanc de zinc à la céruse. En collaboration avec des praticiens, il établit des procédés qui permettent de rendre les deux modes de peinture équivalents. Dans cet ordre d'idées, il fut un initiateur; il ne voulut pas que le Gouvernement le reconnût par une distinction, tenant à avoir travaillé dans un but désintéressé.

Enfin M. Robert Carmichael, membre du Comité de Commerce depuis 1911, s'est éteint il y a huit jours, à l'âge de soixante-seize ans.

Sa vie fut surtout consacrée à l'industrie textile. Il avait donné une grande extension aux établissements de filature et de tissage de jute, fondés par son père à Ailly-sur-Somme près d'Amiens. Toujours il défendit avec sa haute intelligence, les intérêts de son industrie. C'est ainsi qu'il fonda en 1900, l'Union des Syndicats patronaux des Industries textiles de France qu'il dirigea longtemps comme président avec une grande compétence.

Mais il ne resta pas enfermé dans ce domaine : en 1919, il créait le Comité d'Études et de Défense fiscale dont il fut président. On connaît le rôle considérable joué par ce comité pour la défense des principes de justice fiscale.

Il était très attaché à tout ce qui pouvait servir l'entente entre le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

capital et le travail; c'est ainsi qu'il contribua à la création de la Caisse syndicale contre les Accidents du travail.

Très profondément patriote, il s'attacha toute sa vie à entretenir l'amitié franco-britannique à laquelle il apportait l'appui de ses importantes relations avec des personnalités de l'industrie et du commerce anglais.

Nous adressons à sa famille l'expression de nos vifs regrets et de toute notre sympathie.

A cette funèbre liste il faut ajouter encore trois membres correspondants :

M. Arnodin, correspondant du Conseil de notre Société (Comité des Constructions et des Beaux-Arts), ingénieur-constructeur, avait acquis une réputation mondiale dans la construction des ponts suspendus. Il avait introduit des éléments démontables dans les câbles pour permettre leur remplacement. Cette amélioration, qui rendait l'entretien possible, combinée avec la poutre métallique de rigidité et des haubans raidisseurs, a amené ces ouvrages à un haut degré de perfection. Tandis que les anciens ponts suspendus fléchissaient considérablement au passage des véhicules, dont on était obligé de limiter la vitesse, les nouveaux ponts suspendus peuvent sans danger donner passage aux voitures rapides.

Grâce à ces transformations, le pont suspendu a pu devenir pont transbordeur. Nous avons tous vu ces ponts à Rouen, à Nantes, à Marseille, à Bizerte.

M. Arnodin avait construit le pont suspendu Gisclard qui, par une ingénieuse combinaison de triangles formés par des câbles toujours tendus quelle que soit la position de la charge, réalise l'indéformabilité tout en conservant les avantages économiques du pont suspendu. Ce fut à l'essai d'un pont de ce type tellement indéformable qu'on avait pu lui faire supporter la voie du chemin de fer transpyrénéen à Fontpédrouze, qu'un accident, dû à un défaut des freins, faillit lui coûter la vie. Grâce à sa robuste constitution, il avait survécu à ses blessures et s'était complètement rétabli. Mais la maladie a fini par l'enlever à l'âge de soixante-dix-neuf ans.

M. Albert Scheurer, membre correspondant du Comité des Arts chimiques en 1919, était le frère cadet de Scheurer-Kestner, l'éminent chi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

miste. Ancien élève de Wurtz, il entra très jeune dans la célèbre maison d'impression sur étoffes Scheurer-Lauth et Cie, de Thann, dont il devint un des chefs. L'industrie des toiles peintes est une de celles où la science et l'ingéniosité des chimistes trouvent le mieux à s'exercer. Albert Scheurer n'a pas failli aux traditions de tous les siens. Ses travaux sont aussi variés que nombreux : études des fibres textiles et de leur transformations sous des influences diverses (blanchiment, mercerisage, vaporisage), recherches sur les matières colorantes, leurs applications en teinture et en impression, observations sur le spectre et optique physiologique.

Il était depuis quarante-sept ans président du Comité de Chimie de la Société industrielle de Mulhouse. Une aussi longue durée d'exercice dans une pareille fonction témoigne de l'estime et de la confiance que lui avaient acquises ses qualités d'esprit et de cœur.

M. Camille de Lacroix, membre correspondant de notre Conseil depuis 1919 au titre du Comité de Commerce, était encore l'un de ces grands chefs d'industrie qui ont maintenu en Alsace pendant cinquante ans le culte de la patrie absente.

Nés à la Guadeloupe entre 1840 et 1845, les deux frères de Lacroix entrèrent, l'un dans la marine, l'autre dans l'armée de terre.

Peu après, se posa pour Camille de Lacroix, l'angoissante question de l'exil loin de sa patrie d'adoption ou du retour à cette petite patrie pour y assurer la survivance de l'amour de la France; il considéra comme son devoir de quitter la Marine pour se consacrer à la direction d'un des grands établissements qui repoussaient avec horreur la pensée d'avoir à faire appel à des chefs d'au delà du Rhin.

Il consacra plus de cinquante années d'activité à la Société industrielle de Mulhouse, dont aucune œuvre ne lui fut étrangère.

*
* *

Le but de notre Société étant avant tout d'encourager l'industrie, je dois résumer en quelques mots ce que nous avons fait au cours de l'année écoulée dans ce sens. Pour ne pas abuser de vos instants je ne m'attarderai pas à vous rappeler les détails qui vous ont été donnés par notre *Bulletin*. Je me bornerai à vous citer quelques chiffres globaux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant l'année 1924, la Société d'Encouragement a dépensé ou engagé en prix, récompenses, secours, subventions, encouragements et allocations diverses, une somme de 21.640 f. Sur cette somme, 13.150 f représentent des subventions ou encouragements à des travaux ou recherches d'ordre technique, et 1.990 f, des annuités ou frais de prise de brevet.

Aider ceux qui ont trouvé et leur faciliter les moyens de faire fructifier leurs découvertes est bien, mais nous croyons non moins utile de venir en aide à ceux qui poursuivent des recherches et de mettre à leur disposition des instruments du travail; c'est ce que nous nous efforçons de faire avec notre Bibliothèque. Pour en faciliter l'usage, un catalogue méthodique sur fiches, dont la consultation est très facile et conduit rapidement à trouver les ouvrages utiles à chaque travailleur a été créé. La réfection du catalogue sur fiches, classées méthodiquement, a été commencée le 1er janvier 1921. Tous les ouvrages ou périodiques entrés depuis cette date sont classés de cette façon, et peu à peu les ouvrages qui existaient avant cette date sont catalogués de même. Ce travail, très long, ne pourra être achevé que dans quelques années.

A plusieurs reprises nous avons eu la satisfaction d'entendre dire par des personnes, qui avaient besoin de renseignements, qu'elles avaient trouvé à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale des ouvrages et des périodiques qu'elles avaient inutilement cherchés dans d'autres bibliothèques de Paris.

La Bibliothèque a été fréquentée en 1924 par 3.080 lecteurs. Ce nombre est en excédent de près de 8 p. 100 sur celui de 1923, qui était de 2.885; il représente une moyenne de 11,5 lecteurs par jour. Le jour de plus grande affluence est le samedi après-midi, grâce probablement à l'usage assez répandu de la semaine anglaise qui donne un peu de liberté à des lecteurs qui ne peuvent disposer d'aucun temps pour leurs recherches les autres jours.

La Commission spéciale qui avait été chargée de mettre notre règlement intérieur d'accord avec nos nouveaux statuts, a terminé ses travaux. Le texte de ce nouveau règlement intérieur a été approuvé par notre Conseil. Il paraîtra dans notre prochain Annuaire, actuellement sous presse, et que nos sociétaires recevront incessamment.

Nous aurions désiré voir développer le *Bulletin* de la Société qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est l'une des plus utiles manifestations de son activité. Malheureusement, l'accroissement des dépenses d'impression et des impôts qui pèsent si lourdement sur tous aujourd'hui, oblige à des restrictions que nous ne pouvons que déplorer. Néanmoins, nous pourrions encore y publier un peu plus de mémoires originaux. Comme l'année dernière, j'insiste encore auprès de nos collègues pour qu'ils s'efforcent d'en procurer à notre *Bulletin* et nous signalent les auteurs qui ont des études de valeur dans leurs cartons.

Il ne faut pas perdre de vue non plus que c'est en augmentant le nombre de nos adhérents qu'on accroîtra le plus efficacement nos ressources et nos moyens d'action. Recrutez-nous de nouveaux membres, car les adhésions nouvelles compensent à peine les démissions et les décès. Pour pouvoir vivre, il nous faut augmenter en nombre; notre avenir est entre vos mains; à vous de faire le nécessaire. Vous n'y faillirez certainement point.

*
* *

Avant de proclamer les noms de nos lauréats, je crois devoir vous transmettre les excuses de quelques-uns d'entre eux, qui ne pourront venir ce soir recevoir leur médaille. D'abord, plusieurs de nos jeunes lauréats font leur service militaire; d'autres absents sont retenus par leur travail ou bien sont trop âgés — c'est le cas pour presque tous les vieux serviteurs que nous sommes si heureux de récompenser — et ne peuvent entreprendre un voyage souvent long et trop coûteux étant données leurs faibles ressources. Avant la guerre, la plupart des chefs d'industrie de nos lauréats âgés leur accordaient quelques jours de congé et même parfois payaient les frais de leur voyage à Paris non seulement à eux mais aussi quelquefois aux membre de leur famille qui les accompagnaient. Ce cas est tout à fait exceptionnel aujourd'hui. Espérons que des temps meilleurs reviendront et que notre séance solennelle reverra l'affluence que nous lui avons connue avant la guerre. Pour atténuer l'amertume de nos regrets, je dois ajouter que plusieurs chefs d'industrie dont nous récompensons les modestes collaborateurs, ont cru devoir remplacer le voyage à Paris et la présence à notre séance solennelle par une petite fête intime, dans l'usine, à laquelle sont conviés la famille et les camarades du lauréat. Je

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tiens à remercier vivement ici ces chefs d'entreprise et à les féliciter d'une aussi heureuse initiative. J'ose espérer qu'ils trouveront de nombreux imitateurs.

***

M. A. Mesnager, *président*, proclame les noms et les titres des lauréats des grands prix et des prix spéciaux décernés en 1924.

M. Henri Hitier, *secrétaire général*, proclame ensuite les noms et les titres 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, pour des travaux remarquables de technique ou de science industrielle. Quelques-unes de ces médailles sont aussi décernées à des jeunes gens qui se sont distingués dans le cours de leurs études soit dans des écoles techniques, soit dans des ateliers comme apprentis. L'encouragement de l'apprentissage, sous toutes les formes et à tous les degrés, a toujours été une des grandes préoccupations de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

M. Henri Hitier, *secrétaire général*, 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 réservés au Cnam et à ses partenaires

LISTES DES RÉCOMPENSES DÉCERNÉES PAR LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT ANNÉE 1924

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 d'Ampère, est décernée pour 1924 par le Comité des Arts économiques, à MM. PRACHE ET BOUILLON pour leur *procédé évaporatoire par compression de vapeur*.

Rapport présenté par MM. JEAN REY, au nom du Comité des Arts économiques, sur les titres de MM. PRACHE ET BOUILLON à la grande médaille d'or à l'effigie d'Ampère.

Tout perfectionnement apporté dans les procédés évaporatoires a une importance considérable dans les industries chimiques et l'industrie en général.

Un grand nombre de substances nécessaires à l'alimentation ou aux besoins industriels ne peuvent être obtenues que par l'évaporation des liquides qui les renferment.

Aussi, dès l'origine de la grande industrie, il y a plus d'un siècle, de nombreux inventeurs ont cherché à perfectionner ces procédés pour répandre leur emploi et diminuer la dépense du combustible qu'ils consomment.

Les appareils à effets multiples, les plus connus, introduits vers 1830, pour remplacer l'évaporation à feu nu, ont réalisé un progrès considérable au point de vue de l'économie. Tandis que l'appareil à simple effet ne vaporise que 7,5 kg d'eau par kilogramme de charbon, le quadruple effet arrive à 30 kg.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais ce système séduisant, pour une foule de raisons que je ne puis développer ici, n'a trouvé son emploi que dans la sucrerie; son instabilité et sa conduite difficile n'ont pas permis son application aux industries chimiques en général.

MM. Prache et Bouillon, tous deux ingénieurs de sucreries, ont eu l'idée, dès 1904, de revenir aux procédés d'évaporation par réutilisation de la vapeur, préconisés, depuis 1835, par divers inventeurs.

La technique de l'époque était trop peu avancée pour permettre le succès du cycle à compression. On ne possédait pas, en effet, de compresseurs à jet d'un rendement acceptable.

On sait que le cycle à compression consiste à employer la vapeur produite par l'ébullition du liquide que l'on traite, pour la comprimer en élevant sa température, ce qui permet, par sa condensation dans le corps tubulaire, de la faire servir à nouveau pour évaporer une nouvelle quantité du liquide que l'on traite.

En opérant ainsi, on économise la chaleur de vaporisation qui, pour l'eau, atteint comme on le sait, à la pression atmosphérique, 536 cal., et l'on n'a plus besoin de lui communiquer qu'une fraction peu élevée d'énergie thermique, au grand bénéfice du rendement de l'opération.

Mais, pour bénéficier des avantages de ce cycle, il faut deux conditions :

1° un compresseur à jet d'un rendement élevé;

2° un appareil évaporatoire judicieusement combiné et d'une grande puissance de transmission par unité de surface.

C'est à la solution de ces deux problèmes que MM. Prache et Bouillon ont consacré plusieurs années d'un travail acharné, et ils ont eu le grand mérite, non seulement d'imaginer des formes et dispositions nouvelles, mais de mettre au point leurs appareils d'une manière complète, pour chacune des industries où ils les ont appliqués.

C'est ainsi, qu'à partir de 1907, le système s'est répandu rapidement, tout d'abord dans la sucrerie, puis dans la fabrication des colles et gélatines, dans celle des extraits tannants et tinctoriaux et des substances alimentaires : jus de viande, purées de tomates, jus de pommes, moûts de raisins, moûts de bière, lait et sérums de lait; un peu plus tard, enfin, dans la grande industrie chimique, par l'évaporation des soudes de caustification, des liqueurs de soude électrolytique, de la glycérine de saponification, du sulfate de chaux, de l'acétate de chaux, du chlorure de zinc, du sulfate d'alumine, du sulfate de soude, du bichromate de soude, du phosphate de soude, des salins de betterave, de potasse, etc.

De nombreux problèmes techniques durent être résolus pour réussir ces

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

applications. Je signale notamment la nécessité d'éviter les incrustations résultant du dépôt des sels de toute nature.

Jusqu'ici, on ne pouvait lutter contre l'incrustation qu'en arrêtant la fabrication, en ouvrant les corps tubulaires et en les grattant, ce qui est particulièrement difficile lorsqu'il s'agit de dépôts adhérents formés par le sulfate de chaux et les sels de magnésie par exemple (évaporation de l'eau de mer)

MM. Prache et Bouillon sont arrivés au détartrage automatique en communiquant au liquide à évaporer une grande vitesse de circulation, à l'aide de propulseurs hélicoïdaux mus par un moteur électrique. Dans certains cas, ils ajoutent au liquide de fines particules de corps inertes, comme du sable ou des silicates broyés, qui servent de centres d'attraction pour les dépôts salins.

Une autre difficulté, souvent très grande, est la formation des bulles et le foisonnement des liquides que l'on évapore; ce problème a été également résolu.

L'application des mêmes procédés à la production de l'eau distillée, et, notamment, de l'eau de réparation des chaudières des grandes centrales modernes, où les turbines à vapeur exigent des pressions et des températures de surchauffe élevées, a donné de remarquables résultats.

Par une judicieuse étude du cycle thermique de l'installation, MM. Prache et Bouillon sont arrivés à produire l'eau distillée nécessaire aux chaudières, avec une dépense de chaleur n'atteignant pas 1 p. 100 de l'énergie totale consommée dans les générateurs.

Enfin, ces procédés si économiques permettent la récupération des sous-produits de certaines fabrications, par l'évaporation des eaux résiduaires provenant du lavage de certaines matières, telles que la laine, les résidus de l'industrie du gaz et les sels de radium.

On arrive ainsi à récupérer des substances d'une valeur presque égale à celle du produit brut.

L'économie que procurent ces méthodes nouvelles, sur celles employées jusqu'à ce jour, varie, suivant les applications, de 34 p. 100 jusqu'à 60 p. 100.

Les nombreuses usines, non seulement en France, mais en Italie, en Belgique, en Angleterre, dans les colonies britanniques, en Espagne, en Allemagne, au Brésil, aux États-Unis, en Colombie, et, avant la guerre, en Russie, qui ont adopté les procédés Prache et Bouillon, représentent actuellement une puissance évaporatoire horaire de 500.000 kg, soit un tonnage annuel évaporé de 3.600.000 t.

L'économie de charbon sur les procédés actuels peut être facilement chiffrée. Les nouveaux appareils évaporent environ 30 kg d'eau par kilo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gramme de charbon, tandis qu'avec les autres systèmes, on ne dépasse pas une moyenne de 15 kg d'eau par kilogramme de charbon.

Ces chiffres montrent que l'économie de charbon annuelle atteint déjà 120.000 t, ce qui, au prix de 130 f la tonne, représente près de 16 millions de francs. Quant à celle de main-d'œuvre, elle représente de 30 à 40 p. 100. Et l'application de ces nouvelles méthodes n'est encore qu'à ses débuts.

Les efforts de ces deux ingénieurs ont donc permis de réaliser une économie de 50 p. 100 du charbon consommé, pour des industries où le prix du combustible représente un des facteurs les plus importants au point de vue économique.

MM. Prache et Bouillon, dans leurs travaux, n'ont employé que des appareils français, construits en France et perfectionnés, suivant leurs méthodes, par des collaborateurs tous français.

Là encore, nos techniciens ont montré que, dans un domaine où nos ennemis s'attribuaient la supériorité, nous pouvons les dépasser, aussi bien quant à la qualité qu'au prix des produits obtenus.

Le Conseil d'Administration de notre Société, approuvant le choix du Comité des Arts économiques, a décerné la grande médaille d'or annuelle de la Société d'Encouragement à MM. Prache et Bouillon.

Le Rapporteur,
JEAN REY.

*
* *

Prix Elphège Baude.

(*Matériel du génie civil et de l'architecture.*)

Les *exposants de la classe 65*, à l'Exposition universelle de 1867, sur l'initiative de M. Elphège Baude, ont donné à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale une somme de 2.315,75 f pour fonder un prix qui est décerné, tous les cinq ans, *à l'auteur des perfectionnements les plus importants au matériel et aux procédés du génie civil, des travaux publics et de l'architecture.*

Ce prix, décerné sur la proposition des Constructions et des Beaux-Arts, consiste, en 1924, en une médaille de bronze et une somme de 2.000 f. Il est décerné à M. EUGÈNE FREYSSINET pour les *travaux exceptionnels en béton armé* qu'il a exécutés(1).

Rapport présenté par M. MESNAGER, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les *travaux exceptionnels en béton armé*, exécutés par M. EUGÈNE FREYSSINET.

(1) M. E. Freyssinet a fait don à la Société d'Encouragement de la somme de 2.000 francs qui lui était décernée en prix.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Eugène Freyssinet s'est distingué surtout dans la construction des ponts notamment en béton armé. On lui doit, pour ne citer que ses œuvres les plus remarquables, les ponts du Veurdre et de Boutiron sur l'Allier, près de Vichy (qui comportent des arches très surbaissées, au 1/14 et 1/15, de 72,50 m et 65 m entre appuis), le pont de Villeneuve-sur-Lot (ouverture 95,50 m), le pont de Saint-Pierre du Vauvray (qui constitue actuellement le record du monde comme ouverture d'arche en béton armé, plus de 125 m).

Avant la guerre, il avait projeté pour un chemin de fer d'intérêt local, le viaduc du Bernand, qui devait comporter une arche centrale de 170 m d'ouverture. Les fondations étaient sorties de terre quand la mobilisation est venue interrompre les travaux. On a dû terminer le travail pendant les hostilités, par des moyens de fortune, et remplacer la grande arche prévue par une série de petites, portées sur de hautes piles. Enfin, il est chargé par le département du Finistère du pont pour route et chemin de fer d'intérêt local sur l'Elorn. Ce pont comportera d'énormes ouvertures.

Ces ouvrages ne constituent pas seulement des œuvres dépassant les proportions normales, mais les méthodes d'exécution, 1° en vue d'obtenir un béton à haute résistance; 2° des cintres économiques, notamment pour décintrer, sont nouvelles et extrêmement ingénieuses. Au lieu d'abaisser le cintre, ce qui oblige à former celui-ci de deux parties mobiles l'une par rapport à l'autre, M. E. Freyssinet soulève la voûte au-dessus du cintre en allongeant celle-ci au moyen de vérins intercalés entre les deux moitiés de la voûte à la clef. Grâce à l'action de ces vérins, on peut corriger les effets du retrait du béton et de la température; on peut même fixer le point de passage de la résultante des pressions. Après avoir soulevé la voûte sur son cintre, on réunit ses deux parties par des pièces fixes pouvant à volonté comporter ou non une articulation.

M. E. Freyssinet est l'auteur d'un type d'articulation en béton fretté remarquablement ingénieux.

Les grands hangars à ballons d'Orly, qu'il a exécutés récemment, ont une forme hardie et simple, extrêmement satisfaisante et impressionnante. Là encore, il a montré la voie du progrès en constituant cet ouvrage par une feuille de béton armé ondulée, étonnamment mince pour la portée et cependant très rigide. Le type imaginé par lui a permis d'utiliser un grand nombre de fois un cintre très léger et d'un modèle très spécial. La dépense a été par suite relativement très réduite.

Ces travaux et les moyens utilisés pour leur exécution forment actuellement l'ensemble des perfectionnements les plus importants au matériel et aux procédés du génie civil et justifient l'attribution du prix.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Conseil d'administration de notre Société, approuvant la proposition du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, a décerné le prix Elphège Baude à M. Eugène Freyssinet.

Le Rapporteur,
A. MESNAGER.

*
* *

Prix Melsens.

Mme veuve Melsens, voulant perpétuer la mémoire de son mari, a donné à la Société d'Encouragement une somme de 5.000 f, 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 500 f, est triennal. Il est décerné en 1924, à M. FÉLIX TOUPLAIN pour ses méthodes de *contrôle des eaux de sources thermo-minérales*.

Rapport, présenté par le Dr F. BORDAS, au nom du Comité des Arts économiques, sur les *méthodes de contrôle des eaux de sources thermo-minérales*, imaginées par M. FÉLIX TOUPLAIN.

Le problème de l'alimentation en eau potable des agglomérations urbaines est devenu très complexe depuis que les épidémies de fièvre typhoïde ont démontré que les sources d'eau potable n'étaient pas toujours des émergences à caractères physico-chimiques immuables.

Cette vérité paraît admise sans conteste à l'heure actuelle par tous les hygiénistes, du moins en ce qui concerne les sources d'eau potable. Il n'en est pas de même pour les sources thermo-minérales.

Ces dernières jouissent encore d'une réputation plus ou moins mystérieuse caractérisée par la constance de leur température, de leur débit, de leur composition chimique et enfin de leurs propriétés thérapeutiques.

Toutes ces assertions hypothétiques, il est à peine besoin de le dire, sont loin de représenter exactement les faits.

Les sources thermo-minérales sont très souvent sous la dépendance, et à des degrés divers, des perturbations météorologiques qui se produisent dans certaines zones plus ou moins voisines des émergences.

D'où la nécessité, comme dans le cas des sources d'eau potable, d'étudier avec beaucoup de soin les périmètres de protection de ces émergences.

Les fluctuations de la température, les changements dans la résistivité électrique, les modifications dans le débit des sources, permettent de se rendre compte assez rapidement de l'origine de toutes ces perturbations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous possédons actuellement des méthodes suffisamment précises pour suivre toutes les modifications se produisant dans une émergence thermo-minérale.

L'établissement de thermomètres enregistreurs, placés dans les griffons ou dans les bassins de captage, permet non seulement de suivre toutes les fluctuations de température des veines liquides, mais aussi de saisir jusqu'à un certain point les relations qui peuvent exister entre les chutes de pluie ou de neige observées dans une région déterminée et l'abaissement de la température de la source.

Ces renseignements, évidemment très précieux au point de vue de l'hygiène hydrologique, sont malgré tout insuffisants dans la pratique.

Il faudrait pouvoir déterminer très exactement la nature de l'eau sauvage laquelle, en pénétrant plus ou moins profondément dans la veine liquide thermo-minérale, a provoqué cette baisse thermométrique!

S'il était possible de recueillir un échantillon du liquide au moment précis où se produit la chute de température, on aurait un document capable de fournir des renseignements précieux à l'analyse physico-chimique et bactériologique.

On comprend que, dans ces conditions, il serait très simple de comparer ces résultats avec ceux qui proviennent des analyses des eaux circulant à la surface du périmètre d'alimentation ou de pollution de la source.

M. Félix Touplain, Chef des Travaux à l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie, s'est adonné à ces recherches depuis la création de l'Institut d'Hydrologie et a résolu d'une façon complète le problème que nous venons d'exposer très brièvement.

Au moyen d'un appareil simple et portatif, on peut recueillir automatiquement un échantillon de 500 cm³ d'eau par exemple à un moment précis, déterminé à l'avance.

Un contact électrique placé sur l'aiguille d'un thermomètre enregistreur déclenche, grâce à un électro-aimant, l'écoulement de l'eau contenue dans un récipient en verre.

Cette eau alimente une trompe spéciale, à très faible débit, qui aspire l'eau de la source et la fait monter dans un flacon destiné à recevoir l'échantillon de l'eau à analyser.

Tout l'appareil est disposé et calculé pour que le fonctionnement soit bien exactement dans les limites étroites fixées d'avance.

Nous avions négligé de dire que M. Félix Touplain a dû modifier, au préalable, les conditions dans lesquelles évoluent les thermomètres à tension de vapeur saturée afin de pouvoir les utiliser dans le cas de sources alcalines ou sulfurées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, pour compléter les moyens d'investigation que nous venons de signaler, M. Touplain s'est attaché à établir un appareil destiné à déterminer exactement le débit d'une source.

Nous ne pouvons entrer dans les détails; il nous suffira de dire que là encore M. F. Touplain, à l'aide d'un manomètre à double effet pour la mesure des petites et des grandes vitesses d'écoulement des liquides, a résolu le problème. Ce manomètre est à deux liquides différents non miscibles, tels le pétrole et l'eau.

M. Touplain a donc réussi à nous doter d'instruments qui permettront de mener à bien les recherches si longues, si délicates et si complexes de la détermination des périmètres d'alimentation des sources en général, et par conséquent de prévenir la pollution des émergences qui alimentent les agglomérations urbaines.

Sur la proposition du Comité des Arts économiques, notre Conseil d'Administration a donc décidé de décerner, cette année, le prix Melsens à M. Félix Touplain.

Le Rapporteur,
F. BORDAS.

*
* *

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 f qui est remis chaque année, en séance solennelle de la Société, au simple ouvrier des exposants de la classe 47 ayant le plus grand nombre d'années consécutives de service dans la même maison.

Le prix Fourcade est attribué, en 1924, à M. CHARLES JUSSY, demeurant à Robert-Espagne (Meuse), qui *fait partie du personnel ouvrier des usines de Vieux-Jean d'Heurs* (Meuse) de MM. Deschamps frères, *depuis le 30 juin 1866*, réalisant ainsi *58 années* de travail consécutives, sans aucune interruption.

Le Rapporteur,
HENRI HITIER.

*
* *

Médaille Dumas.

Cette médaille, dite médaille Dumas, a été instituée en 1897, sur l'initiative de M. Aimé Girard, en faveur des ouvriers qui, sans quitter les ateliers,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se sont peu à peu élevés jusqu'au rang de *directeur d'usine* ou de *chef d'un service* important dans un grand établissement industriel ou agricole.

Pour concourir à cette récompense, les seules conditions à remplir sont d'appartenir à la nationalité française et d'être présenté à la Société par les personnes auxquelles appartiennent les établissements dont les candidats font partie.

Le Conseil de la Société attribue, en 1924, la Médaille Dumas à M. Édouard Bandet, *un des sous-directeurs des importantes papeteries Bergès*, à Lancey (Isère).

M. E. Bandet est entré dans les usines des Papeteries Bergès en juin 1884, comme gamin de machine à papier. Avant son départ pour le régiment, il a occupé successivement les postes de second de machine, de coupeur et de bobineur. A son retour du régiment, en 1894, il a été affecté pendant deux ans à la fabrication des papiers couchés, en qualité de conducteur de fonceuse et ensuite de contremaître. Nous le trouvons en 1896 contremaître de fabrication des papiers et, en 1900, il est nommé chef de fabrication. En octobre 1913, il est élevé au rang de sous-directeur chargé de la fabrication des papiers. Mobilisé pendant la guerre, de 1914 à 1918, il est renvoyé dans ses foyers au mois de décembre. Il reprend immédiatement son ancien poste de sous-directeur qu'il occupe encore aujourd'hui.

M. Bandet a sous ses ordres 300 ouvriers et il dirige des ateliers produisant, par jour, 50 t de papiers de toutes qualités. Il est ainsi aujourd'hui à la tête des usines où il était entré comme simple gamin de machine en 1884, c'est-à-dire il y a plus de 40 ans.

M. Bandet ne s'est pas contenté de faire pour lui-même une très belle carrière, mais il a encore voulu donner une partie de son temps et de son cœur aux collaborateurs qu'il avait autour de lui. Mutualiste convaincu, il est aujourd'hui à la tête de la Société de Secours Mutuels de Villard-Bonnot dont il avait assuré pendant 20 ans les fonctions de trésorier. Il est également à la tête de la Coopérative ouvrière qui a été fondée à Lancey en 1897.

M. Bandet avait bien ainsi tous les titres que la Société d'Encouragement peut rechercher pour l'attribution de la Médaille Dumas.

Le Rapporteur,
Henri Hitier.

*
* *

Médailles d'or.

Rapport, présenté par M. Ch. de Fréminville, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le *conjoncteur-disjoncteur et les travaux* de M. Jean Fieux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le conjoncteur-disjoncteur à friction, inventé par M. Jean Fieux est un embrayage automatique pour véhicules automoteurs sur rails, qu'il nous a fait connaître dans la séance du 23 février 1924, et dont la description détaillée se trouve dans le *Bulletin* de mars 1924.

Cet appareil constitue une sorte de soupape de sûreté mécanique d'une grande sensibilité, dont le fonctionnement repose sur l'emploi combiné du frottement et de la force centrifuge simple pour assurer la bonne utilisation d'un couple moteur susceptible de faibles variations, malgré de grandes variations dans le couple résistant.

Il est intéressant de montrer comment M. J. Fieux a été conduit à concevoir son conjoncteur-disjoncteur en poursuivant les études qu'il a consacrées pendant longtemps aux systèmes gyroscopiques.

Dès les premières années de son activité d'ingénieur, M. Fieux reconnaît la possibilité de faire du gyroscope un transformateur d'énergie à haut rendement et cherche le moyen pratique de l'appliquer à la transmission de la puissance mécanique.

Son premier appareil de démonstration est réalisé sous la forme d'un jouet gyroscopique, « le Viroplane », qui lui vaut la plus haute récompense du Concours Lépine (Voir *La Nature* du 27 novembre 1909). Il en établit ensuite un autre, plus scientifique, « le Monte-Charge gyroscopique », et, passant aux applications, construit, grâce au concours de MM. Schneider et C^{ie}, son système de « Transmission gyroscopique à sélecteurs » qui est expérimenté pour la première fois en décembre 1911, sur la ligne du Hoc aux Ateliers d'Harfleur.

Une grue roulante, actionnée par un moteur à essence de 23 ch, dont la transmission aux roues ne comporte ni embrayage à friction, ni changement de vitesse à engrenages, entraîne une rame de wagon de 75 t, à la vitesse de 4 km : h, après l'avoir démarrée, sur freins serrés, dans une courbe de 100 m de rayon.

Ce premier résultat, obtenu avec un appareil tournant à 300 tours par minute, retient l'attention de MM. Schneider et C^{ie} qui décident la construction d'un appareil pour autobus devant être entraîné directement par moteur tournant à 1.000 tours environ. Mais ce deuxième appareil comporte des sélecteurs dont la mise au point présente de grandes difficultés, et, après une lutte opiniâtre de deux années, M. Fieux se rend compte que la « commutation mécanique » est pratiquement impossible au-dessus d'une certaine fréquence et pour une certaine puissance à transmettre.

Ne voulant pas abandonner le gyroscope comme organe de transmission mécanique avant d'avoir tiré parti de toutes ses propriétés, M. Fieux est conduit, pour réaliser la transmission d'un couple continu, à utiliser la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

poussée axiale du système gyroscopique proprement dit, et lui fait contrôler un embrayage à friction entraînant l'arbre récepteur. Il limite ainsi le couple résistant à une valeur convenable et évite le décrochage de l'appareil (voir le *Génie civil* du 8 décembre 1923). Il construit et expérimente avec succès ce nouveau dispositif, mais l'étude qu'il a été amené à faire du meilleur système à friction se prêtant au contrôle sous charge, lui fait concevoir le conjoncteur-disjoncteur, qui, grâce au concours harmonieux de l'inertie et du frottement, constitue, à lui seul, un appareil d'un caractère pratique indéniable, fruit des années de recherches et d'essais qu'il a consacrées à l'étude de la transmission de la puissance mécanique.

Ses études approfondies sur le gyroscope n'ont du reste pas été perdues. Elles lui ont permis d'apporter, dans un moment critique, une contribution appréciée à l'étude de la tenue des projectiles sur leurs trajectoires (voir le *Bulletin de Renseignements de l'Artillerie* de janvier 1919).

Après la guerre, il présente à la Marine un dispositif de son invention destiné à faciliter la conduite du tir à bord des navires. Il donne son concours bénévole au Service technique de l'Artillerie pour diriger l'étude et suivre la construction de ce dispositif, qui est expérimenté avec succès et qui devient la propriété exclusive de la Marine française. Il reçoit la croix de la Légion d'honneur, à titre civil, et la citation motivant cette distinction souligne bien la valeur de l'œuvre accomplie : « ... Inventeur et ingénieur doué de qualités personnelles hors de pair, a apporté à la Marine une collaboration aussi précieuse que désintéressée, par la réalisation d'un appareil du plus grand intérêt pour la conduite du tir à bord des bâtiments de combat. »

Avec toute la force de ses trente-huit ans, M. Jean Fieux poursuit actuellement la réalisation d'un programme d'application du gyroscope intéressant la navigation.

Il est membre de la Commission permanente d'Études aéronautiques constituée dernièrement sur l'initiative de M. Rateau.

Pour l'ensemble de ses travaux et plus particulièrement pour son conjoncteur-disjoncteur automatique, sur la proposition du Comité des Arts économiques, le Conseil d'Administration a décidé d'accorder une médaille d'or à M. Jean Fieux.

Le Rapporteur,
CH. DE FRÉMINVILLE.

*
* *

Rapport présenté par M. V. SABOURET, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les travaux de M. GEORGES MARIÉ sur *la stabilité du matériel des chemins de fer*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Georges Marié a publié, en 1924, un *Traité de stabilité du matériel des chemins de fer* (in-8 de 580 pages), dont il a offert un exemplaire à la Société d'Encouragement.

L'importance du sujet, l'ampleur avec laquelle il est abordé et développé, le sens pratique de l'auteur, le fait qu'aucun ouvrage comparable n'existe en France, toutes ces considérations ont déterminé le Comité des Arts mécaniques à proposer l'attribution d'une médaille d'or à M. G. Marié.

A sa sortie de l'École polytechnique, M. Marié entra au Service de la Traction de la Compagnie P.-L.-M. dont son père était alors l'éminent Ingénieur en Chef. Il dut donc, dès le début de sa carrière, s'initier à la connaissance théorique et pratique du matériel roulant d'un grand chemin de fer. Il s'y intéressa si bien qu'il n'a cessé, même après sa retraite, d'accroître le nombre des publications qu'il a consacrées à cette question très spéciale de la stabilité des véhicules circulant sur des voies réelles, c'est-à-dire, sur un guidage qui leur impose les sujétions de sa forme et de ses imperfections.

De 1905 à 1911, M. G. Marié a publié sur cette seule question 11 mémoires, soit dans les *Annales des Mines*, soit dans le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, soit dans la *Revue générale des Chemins de fer*. Il a tiré de ces mémoires l'essentiel de son livre, mais en les coordonnant et les complétant au point d'en faire un véritable traité.

On peut étudier la stabilité des véhicules de chemins de fer en attribuant une place prépondérante soit aux mathématiques, soit à l'expérience, ou, mieux, en donnant aux deux leur juste part.

Les mathématiques seules ne peuvent satisfaire que les analystes et les géomètres, qui y trouvent l'occasion de s'y livrer à leurs exercices habituels : des savants allemands, par exemple, ont pu publier sur la matière des volumes d'intégrales. Elles ne sauraient, le plus souvent, suffire aux praticiens pour la bonne raison que les données du problème sont trop compliquées pour être réduites en formules rigoureuses. Ainsi, les joints des rails et la courbure de la voie jouent un rôle essentiel dans les mouvements imprimés aux véhicules en marche; or, l'effet d'un joint ne dépend pas seulement de sa largeur très variable : il dépend plus encore de la stabilité des traverses voisines, laquelle échappe à toute définition.

Quant à la courbure réelle de la voie, elle n'a nullement la régularité qu'on est tenté de lui attribuer : le rayon d'une voie parfaitement entretenue subit des variations de plus de 50 m sur des longueurs comparables à l'empattement des véhicules.

Les exercices de hautes mathématiques appliqués à la stabilité du matériel roulant ne sont donc ordinairement abordables que si on simplifie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

considérablement les données, c'est-à-dire si on s'écarte notablement des conditions véritables de la pratique.

La méthode expérimentale seule est aussi insuffisante, parce qu'elle ne donne que des indications trop vagues au constructeur pour l'étude d'un type nouveau.

Praticien par sa profession, théoricien par ses goûts personnels, M. Marié a employé la bonne méthode, celle qui raisonne en s'aidant de formules simples et demande à l'expérience la confirmation de son raisonnement.

Il étudie successivement l'effet des dénivellations de la voie, de sa courbure et de son écartement; puis, celui de l'inertie des pièces en mouvement, suspendues ou non. Il consacre un chapitre important à l'influence des profils de bandages et de rails dans les déraillements. Dans un autre, il discute les dispositions propres à rendre les grandes voitures confortables aux très grandes vitesses. La dernière partie décrit les principales expériences faites sur les trains en marche. Enfin, dans un complément, il groupe les développements de calculs dont il n'a pas voulu alourdir ses démonstrations.

Qu'un tel traité soit utile, un simple incident, dont nous avons été témoin, suffira à le démontrer. Une compagnie française, sur des lignes secondaires, remorquait des trains légers et rapides avec des machines anciennes à 2 essieux couplés et un essieu porteur à l'avant; les cylindres et le foyer sont en porte-à-faux. Les ressorts de l'essieu porteur reçurent d'abord la même flexibilité que ceux des essieux moteurs. Comme la machine était peu stable, on crut améliorer son allure en raidissant l'essieu porteur : on l'aggrava. Mais on obtint au contraire un résultat très satisfaisant en augmentant considérablement la flexibilité originelle. On donnait ainsi complètement raison à une des théories de M. Marié.

M. Marié n'a pas manqué d'appliquer ses méthodes à l'étude de la stabilité des locomotives électriques. Heilmann avait cru qu'en remplaçant les pièces alternatives de la locomotive à vapeur par des moteurs électriques rotatifs, il supprimerait la principale cause de perturbation aux grandes vitesses. Il avait compté sans les phénomènes de résonances à certaines vitesses propres aux moteurs électriques, qui ont si bien compliqué le problème que les trois compagnies françaises qui étudient l'électrification de grandes artères n'ont pu trouver ni en Europe, ni aux États-Unis de locomotives électriques atteignant la vitesse de nos rapides à vapeur. Elles ont dû étudier et commander des machines d'essai de types divers, dont plusieurs sans doute répondront aux prévisions de leurs auteurs.

Les questions de stabilité qu'a traitées M. Marié ne sont donc pas limi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tées au perfectionnement du matériel existant : elles aideront aussi à élucider les problèmes nouveaux que nous apporte la traction électrique.

En conséquence, le Conseil d'Administration, approuvant la proposition du Comité des Arts mécaniques, a décerné une médaille d'or à M. Georges Marié.

Le Rapporteur,
V. SABOURET.

*
* *

Rapport présenté, au nom du Comité des Arts mécaniques, par M. LÉON MASSON sur l'*indicateur de puissance à lecture directe* inventé par M. HENRI GUILLOU.

L'un de nos sociétaires, M. Henri Guillou, ingénieur-constructeur, 41, rue de Bagneux, à Montrouge (Seine), a soumis à l'appréciation de la Société d'Encouragement un « indicateur de puissance à lecture directe » de son invention, qui a, de sa part, fait l'objet d'une communication en séance publique, au mois d'octobre 1923.

Le Comité d'Agriculture, — qui, sur l'initiative de notre collègue M. Maximilien Ringelmann, avait autorisé cette communication, — a estimé qu'en raison de la généralité d'application dont est susceptible l'appareil qu'elle avait en vue, il était important de demander au Comité des Arts mécaniques s'il ne croirait pas pouvoir retenir le nom de son auteur pour l'une des propositions de récompenses dont il avait à assurer la préparation. Ce Comité a donc examiné l'indicateur de puissance imaginé et construit par M. H. Guillou.

Cet appareil, dont le *Bulletin* de décembre 1924 a donné la description et la théorie avec figures explicatives à l'appui, est des plus ingénieux.

Il se rattache au type des dynamomètres rotatifs à torsion, et l'inventeur l'a notamment pourvu d'un galet à bord rond, se déplaçant, d'une part, en fonction linéaire de l'effort tangentiel exercé sur la poulie motrice de la machine en essai, et pressé, d'autre part, moyennant un ressort approprié, contre un plateau dont le mouvement angulaire de rotation est proportionnel à celui de l'arbre de cette même machine : en sorte que le cadran tout ensemble indicateur et totalisateur dont est muni le dynamomètre Guillou permet à la fois, pour un appareil opératoire déterminé, la lecture, à chaque instant, de la puissance absorbée par ledit appareil, et la totalisation des kilogrammètres-seconde que consomme son fonctionnement au cours d'un temps plus ou moins long.

Le tarage auquel il est aisé de soumettre l'indicateur Guillou est, par ailleurs, un garant de l'exactitude des constatations que l'on peut faire et des résultats que l'on peut obtenir à son aide.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ajoute que j'ai examiné, à la Station d'essais de machines du Ministère de l'Agriculture, trois des appareils en question, — respectivement gradués pour des puissances de 0 à 20 kgm par seconde, de 0 à 3 ch et de 0 à 30 ch, — et que la Direction de cet important laboratoire, dont les travaux sont bien connus de nous tous, s'applaudit des services à elle journellement rendus par les dynamomètres Guillou, qui, tout en étant précis et de construction robuste, sont d'un transport facile en raison de leurs dimensions restreintes, et s'adaptent aisément enfin aux mises en essai les plus variées.

En raison de l'ingéniosité comme de la valeur pratique et de la grande commodité d'emploi de cet indicateur dynamométrique, le Comité des Arts mécaniques a proposé d'accorder une médaille d'or à son inventeur, M. Henri Guillou : le Conseil d'Administration de notre Société a bien voulu approuver cette proposition.

Le Rapporteur,
LÉON MASSON.

***

Rapport présenté par M. GEORGES CHARPY, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les *titres et travaux* de M. CHARLES BERTHELOT, *sur les combustibles solides*.

M. Charles Berthelot, ingénieur-chimiste, s'est entièrement consacré, depuis près de vingt ans, à l'étude des questions relatives à la distillation du charbon. Il a occupé dans diverses sociétés de mines et de carbonisation, d'importantes situations industrielles qui lui ont permis d'approfondir par lui-même les innombrables problèmes de détail que soulève une exploitation pratique. Il a en outre, dans des publications suivies et dans de nombreuses conférences, signalé et discuté les différentes techniques adoptées ou proposées, tant en France qu'à l'étranger, pour le traitement rationnel des charbons, et apporté aussi une importante contribution au développement de l'étude de ces questions capitales.

Il serait trop long de citer ici, même les titres des principaux mémoires publiés par M. Ch. Berthelot, dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, dans le *Bulletin des Ingénieurs civils*, le *Bulletin de la Société technique du gaz*, dans le *Génie civil*.... Parmi les plus récents, on signalera seulement ceux qui sont relatifs au lavage des charbons par flottage et à la carbonisation à basse température, spécialement celle des lignites qui ont fait l'objet de communications à la Société d'Encouragement dans les séances du 10 novembre 1923 et du 22 novembre 1924.

Pour souligner l'intérêt de l'effort soutenu de M. Charles Berthelot, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Comité des Arts chimiques a proposé de lui attribuer une médaille d'or pour l'ensemble de ses travaux sur la distillation du charbon. Notre Conseil d'administration a approuvé cette proposition.

Le Rapporteur,
GEORGES CHARPY.

*
* *

Rapport présenté par M. A. HALLER, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les *travaux sur les couleurs et les peintures* de M. CHARLES COFFIGNIER.

La nouvelle œuvre de M. Ch. Coffignier intitulée *Couleurs et peintures* a été conçue et rédigée dans le même esprit et avec la même conscience que toutes celles qu'il a déjà publiées.

Il y manifeste le souci constant d'asseoir sur des bases scientifiques solides chacune des fabrications qu'il envisage. Il y montre à nouveau la connaissance profonde qu'il possède de chaque matière qui doit entrer dans la composition, parfois complexe, des peintures. Il y précise le rôle que cette matière peut y jouer et la forme la meilleure sous laquelle elle doit être incorporée pour réaliser le maximum d'effet et le maximum de durée.

On sent, d'un bout à l'autre de son exposition, que l'auteur écrit, non en théoricien uniquement pénétré d'idées abstraites, mais en praticien consommé qui n'ignore rien des contingences de l'industrie qu'il a pris à tâche de décrire.

Après avoir fait un rapide historique de l'emploi des couleurs et des peintures, depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours, M. Coffignier consacre la première partie de son ouvrage à la théorie, aux propriétés physiques, à la classification, etc., des couleurs.

Ces généralités sont suivies de la description des appareils en usage pour le broyage par voie sèche et par voie humide, pour le tamisage et le séchage de ces couleurs. Dans la deuxième partie intitulée « Fabrication des couleurs » il consacre d'abord un grand chapitre aux multiples laques colorées, dont les unes ont une solidité à la lumière qui ne le cède en rien à celle de nombreux pigments, tandis que d'autres, n'ont, hélas! qu'une durée éphémère.

Dans les onze chapitres suivants, M. Coffignier aborde successivement la préparation de tous les pigments en usage en peinture et commence naturellement par les couleurs blanches, pour passer aux rouges, aux bleues, aux jaunes, aux vertes, etc.

Ce qui est intéressant dans cet exposé, c'est que chaque pigment est étudié en soi, non seulement au point de vue de sa composition chimique,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des propriétés adéquates à son emploi et des avantages ou des inconvénients qu'il présente par rapport à des pigments congénères.

Le chapitre qui traite des pigments blancs est, à cet égard, particulièrement suggestif. Céruse, blanc de zinc, lithopone, blanc de titane, blanc d'antimoine, blanc de tungstène font à tour de rôle l'objet d'une véritable monographie où sont consignés rendements, degré de pureté, falsifications avec les méthodes analytiques appropriées pour s'en assurer, pouvoir couvrant, toxicité avec l'hygiène à observer pour s'en garer, lois prohibitives concernant l'emploi de la céruse, etc. L'auteur s'attache même à faire ressortir, avec expériences à l'appui, les avantages que présente, au triple point de vue de l'hygiène, de la solidité et du pouvoir couvrant, le dernier venu, le *blanc de titane*, sur la céruse, le blanc de zinc et le lithopone.

Les autres pigments sont étudiés avec le même soin et le même esprit critique. Les peintures proprement dites, c'est-à-dire les produits résultant du mélange des pigments dont nous venons de faire l'histoire, avec des fluides comme l'eau, les huiles, les vernis, etc., font l'objet de la troisième partie de l'ouvrage.

Ici encore, un chapitre étendu est consacré au broyage, c'est-à-dire à l'incorporation aussi intime que possible du pigment coloré avec son support liquide qui varie naturellement avec l'emploi auquel la peinture est destinée.

A ce chapitre succèdent ceux où sont décrites les peintures à l'huile, les peintures vernissées, les peintures à l'eau, les peintures spéciales, les enduits, mastics, encaustiques, etc.

Ce beau livre, richement documenté quant aux méthodes de fabrication des matières premières, ne l'est pas moins quant aux recettes de peintures qu'il contient.

Il sera donc utile à la fois aux fabricants de pigments et aux peintres, c'est-à-dire aux consommateurs de couleurs.

Cette publication fait honneur au savant, doublé d'un praticien, car il y a mis non seulement tout ce qui était déjà connu, mais encore sa science et son expérience personnelles.

Sur la proposition du Comité des Arts chimiques, le Conseil accorde à M. Charles Coffignier une médaille d'or.

Le Rapporteur,
A. HALLER.

*
* *

Rapport présenté par M. A. HALLER, au nom du Comité des Arts chimiques, sur l'ouvrage intitulé *Résines et Térébenthines, les industries dérivées,* de MM. M. VÈZES et G. DUPONT.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le gros volume de 696 pages dans lequel les savants professeurs de la Faculté des Sciences de Bordeaux ont consigné tout ce qui a trait à notre industrie résinière du Sud-Ouest et du Sud de la France vient à son heure. La matière de ce volume est, pour une bonne part, le fruit de plus de vingt-cinq ans d'un labeur fécond et soutenu que le fondateur de l'Institut du Pin a consacré à cette importante industrie nationale. Son jeune et ardent collaborateur, devenu son successeur à la Direction de l'établissement, y a apporté sa contribution personnelle par les très belles recherches, d'ordre à la fois théorique et pratique, qu'il poursuit depuis cinq ans sur la composition des gemmes, des essences qu'on en retire par distillation et sur la constitution des résines restant après l'élimination des carbures volatils.

On sait que grâce à l'intelligente initiative et à la tenacité de l'ingénieur Chambrelent, la culture du *Pin maritime* s'est considérablement développée dans la région marécageuse et inapte à toute autre exploitation agricole et forestière qu'est la région landaise, et que notre pays occupe actuellement le second rang dans la production mondiale des produits résineux, le premier revenant aux États-Unis. On sait aussi le rôle très étendu que jouent les essences de térébenthines, les baumes et les résines dans différents domaines de l'industrie.

Après avoir, dans une première partie, exposé des notions générales sur les diverses gemmes, sur leur mode de production, leur composition immédiate, leurs propriétés physiques et chimiques, etc., les auteurs, dans une seconde partie de l'ouvrage, étudient avec plus de détails les térébenthines, leurs variétés et leurs pays d'origine : États-Unis, France, Espagne, Portugal, Grèce, etc., et la part que chacun de ces pays prend à la production mondiale.

Un chapitre spécial de cette seconde partie est consacré au traitement de la térébenthine de Bordeaux, tel qu'il se pratique dans les usines de la région landaise et girondine.

Dans un autre, les auteurs s'occupent de la colophane et y rappellent les nombreux travaux dont cette substance a fait l'objet depuis un siècle, et l'infinie variété des espèces chimiques que l'on a cru y rencontrer; il y est montré ensuite que les multiples acides signalés se réduisent en réalité à un petit nombre d'acides distincts, mais isomères, les acides pinariques, sapiniques et abiétiques, dont l'un des auteurs, M. G. Dupont, poursuit l'étude avec un réel succès.

Un dernier chapitre sur le commerce des produits résineux termine cette deuxième partie : les marchés de Bordeaux et de Dax, ceux des États-Unis, d'Angleterre, de Hollande, etc., y sont successivement étudiés.

La troisième partie traite des industries dérivées de l'industrie résinière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

proprement dite. Celles des huiles de résine, produits de la distillation des colophanes et brais, occupent un premier chapitre. On ne manque pas de signaler les diverses modalités de leur emploi. Un dernier chapitre est enfin consacré aux savons résineux, aux résinates métalliques, aux siccatifs, lustres et couleurs de résinates et, pour terminer, aux éthers résiniques et résines durcies.

Tel est dans son ensemble, le programme réalisé par MM. Vèzes et Dupont.

Les auteurs auraient, sans doute, pu l'élargir encore, en signalant les diverses applications de l'essence de térébenthine dans la fabrication des vernis, des cirages, des encaustiques et aussi d'un certain nombre d'espèces chimiques bien définies, comme le bornéol, le camphre, la terpine, le terpinéol, etc., mais les premiers ont fait l'objet d'un magistral exposé dû à la compétence de M. Coffignier, tandis que ces derniers sont assez importants pour constituer, à eux seuls, un traité spécial.

Sous sa forme actuelle, avec la riche documentation qui l'accompagne, cet ouvrage, bien édité et contenant de nombreuses figures, rendra certainement les plus grands services, non seulement aux praticiens auxquels il est destiné, mais encore aux hommes de science qui y trouveront une excellente mise au point de la chimie du pinène et du nopinène, ainsi que des acides résiniques.

Eu égard à l'importance et à l'originalité de ce volume, ainsi qu'aux contributions que les deux savants ont, par leurs recherches personnelles, apportées à cette œuvre, le Comité des Arts chimiques a sollicité, pour chacun d'eux, une médaille d'or. Le Conseil d'administration a accepté cette proposition.

Le Rapporteur,
A. HALLER.

Rapport présenté par le général G. FERRIÉ, au nom du Comité des Arts économiques, sur les *travaux d'optique, électricité, magnétisme et télégraphie* de M. RAYMOND JOUAUST.

M. R. Jouaust, né en 1875, est un bel exemple de technicien désintéressé, dont les qualités morales atteignent le même niveau très élevé que ses connaissances scientifiques.

Licencié ès sciences et diplômé de l'École supérieure d'Électricité, il s'est spécialisé dès ses débuts dans les recherches de laboratoire relatives à l'électricité.

Ses études se portèrent d'abord sur le magnétisme, et ses remarquables

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travaux furent publiés dans le *Bulletin de la Société des Électriciens* et dans les revues techniques spéciales. Il faut citer en particulier :

Étude de l'effet de Wiedemann, torsion des fils sous l'action d'un champ magnétique;

Recherches sur les phénomènes de viscosité magnétique dans les aciers industriels et leur influence sur les instruments de mesure;

Étude des propriétés magnétiques des tôles par la méthode du wattmètre;

Propriétés magnétiques du fer aux fréquences élevées;

Recherches relatives aux mesures magnétiques.

Tous ces travaux sur le magnétisme avaient pour but de contribuer à l'amélioration de la construction des machines électriques.

Des recherches sur les matériaux isolants furent également entreprises par M. Jouaust dans le même but.

La photométrie a d'autre part retenu longuement l'attention de M. Jouaust, et ses travaux à ce sujet, faits en collaboration avec M. Laporte et réalisés pour le Laboratoire central d'Électricité et pour la Commission internationale de Photométrie, sont ainsi d'une grande valeur :

Étude sur le rapport entre les trois lampes Carcel, Hefner, Vernon-Harcourt;

Influence de la température ambiante sur l'intensité lumineuse d'une lampe électrique;

Emploi des écrans colorés en photométrie hétérochrome.

Les fonctions de M. Jouaust au Laboratoire central d'Électricité le conduisirent également à s'occuper activement des questions relatives aux unités électriques, et ses travaux à ce sujet, faits pour le Bureau international des Poids et Mesures, furent très remarqués en France et à l'étranger :

L'élément étalon au cadmium, sa force électromotrice (en collaboration avec M. Janet).

Comparaison des 10 étalons prototypes de l'ohm mercuriel.

Enfin M. Jouaust a pris une part très importante au développement de la technique des ondes hertziennes, et sa collaboration avec la Radiotélégraphie militaire pendant la guerre fut d'un très grand prix. Ses travaux les plus importants sont relatifs aux questions suivantes :

Mesure des longueurs d'onde en T. S. F.;

Réception des ondes entretenues par modulation;

Études d'amplificateurs de divers types;

Emploi du pyromètre à la mesure des résistances de haute fréquence;

Influence des traces de gaz dans les lampes à 3 électrodes;

Amplification des courants de cellules photoélectriques au moyen de lampes à 3 et 4 électrodes, et son application à l'astronomie et à la géophysique.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La télégraphie par le sol (T. P. S.) (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale* de novembre-décembre 1919, p. 408).

M. Jouaust continue avec succès ses recherches dans ces différents domaines de la science, et conserve sa précieuse collaboration aux laboratoires militaires de T. S. F.

Il est aussi chargé de cours à l'École supérieure d'Électricité et au Conservatoire national des Arts et Métiers :

Cours d'éclairage à l'École supérieure d'Électricité;

Cours sur les lampes triodes d'émission, à l'École supérieure d'Électricité;

Cours sur les lampes triodes et leur emploi, au Conservatoire national des Arts et Métiers.

Les titres de M. R. Jouaust, actuellement sous-directeur du Laboratoire central d'Électricité, à une haute récompense de la Société d'Encouragement sont donc très nombreux et très considérables. En conséquence, le Conseil d'Administration, sur la proposition du Comité des Arts économiques, lui a décerné une médaille d'or.

Le Rapporteur,
GÉNÉRAL FERRIÉ.

*
* *

Rapport présenté par M. HENRI HITIER, au nom du Comité d'Agriculture, *sur le procédé de destruction des mauvaises herbes à l'aide de solutions d'acide sulfurique*, préconisé par M. EDMOND RABATÉ, Inspecteur général de l'Agriculture.

La destruction des mauvaises herbes, pour notre agriculture, est un problème d'une importance capitale. A quoi, en effet, servirait-il de donner à la terre comme ameublissement une préparation plus soignée, d'employer des engrais en plus grande quantité si les plantes adventices, profitant, tout d'abord, des conditions meilleures de milieu ainsi réalisées, devaient se développer encore davantage et étouffer la bonne plante.

De tout temps les agriculteurs se sont préoccupés des moyens de débarrasser leurs champs des mauvaises plantes et les praticiens les plus éminents sont tous d'accord pour reconnaître que la destruction des mauvaises herbes a été pour eux l'opération la plus longue, la plus coûteuse, la plus difficile. Les seuls moyens dont ils disposaient consistaient dans le choix judicieux d'un assolement, l'emploi de la jachère, la culture des plantes sarclées. Encore ces procédés ne donnent-ils pas, à coup sûr, et dans tous les cas, les résultats cherchés, puisqu'il faut que le temps, que les saisons s'y prêtent.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aussi faut-il considérer comme un très grand progrès dans nos méthodes culturales au point de vue technique, l'utilisation de produits chimiques, soit à actions caustiques, soit à effets toxiques, en vue de la destruction des mauvaises herbes. Parmi les savants et les praticiens qui ont su le mieux mettre en lumière les avantages de ces produits et su le mieux en assurer une application raisonnée et pratique, se place au premier rang, M. Rabaté, Ingénieur-agronome, Inspecteur général de l'Agriculture.

C'est en 1907, par conséquent il y a déjà bientôt vingt ans, que M. Rabaté, directeur des services agricoles dans un département du Sud-Ouest de la France, commença ses observations et ses expériences sur l'emploi de solutions d'acide sulfurique pour la destruction des mauvaises herbes dans les champs de céréales.

Il rencontra au début de multiples résistances et beaucoup de scepticisme : comment faire manipuler dans les campagnes, à la ferme, par des gens inexpérimentés, des tonnes d'acide sulfurique? des accidents n'étaient-ils pas à craindre? ceux qui, malgré tout, tentaient des essais, voyant les tiges de blé et d'avoine après le traitement avec l'apparence en partie brûlées n'osaient continuer, etc.

M. Rabaté, avec la tenacité et l'opiniâtreté d'un apôtre, convaincu de la bonne cause qu'il défendait, ne se laissa pas abattre. Il multiplia les expériences pour préciser la meilleure époque du traitement, la meilleure concentration des solutions à utiliser suivant les époques de traitement et les plantes à détruire, il aida les constructeurs à fabriquer les pulvérisateurs convenables, etc. Aujourd'hui la cause est entendue et grâce à l'heureuse, persévérante et sagace propagande de M. Rabaté, l'emploi de l'acide sulfurique pour la destruction des mauvaises herbes dans les champs de céréales est un procédé courant.

Personnellement nous l'avons vu appliqué sur de grandes surfaces par les meilleurs praticiens de la Beauce, dans des champs envahis de coquelicots et de bleuets ; il ne restait plus une seule de ces mauvaises herbes quelques jours après le traitement. Nous l'avons vu appliqué en Bretagne, dans la Loire-Inférieure, les Côtes-du-Nord, le Finistère où des groupes d'agriculteurs se réunissent afin d'acheter en commun un pulvérisateur et traiter leurs champs de blé dont les vesces sauvages, autrement, étouffent la récolte. Dans le Centre, le Sud-Ouest, le procédé est également appliqué.

Depuis 1920, M. Rabaté a pu également signaler l'efficacité du traitement à l'acide sulfurique contre le piétin du blé et de récentes expériences confirment les premiers résultats obtenus.

Lors de ses premiers essais de traitements, M. Rabaté se servait de pulvérisateurs à dos d'homme, comme ceux employés dans les vignobles. Actuel-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement, on ne compte pas moins d'une quinzaine de modèles d'appareils à grand travail pour l'épandage de l'acide, établis par les constructeurs français.

Dans une série de brochures, de tracts, dans un excellent ouvrage enfin de la « Nouvelle Bibliothèque du Cultivateur (1) », M. Rabaté a donné aux agriculteurs tous les conseils et enseignements pratiques que ceux-ci pouvaient souhaiter, de sorte qu'aujourd'hui le procédé dont il a été l'initiateur, est vraiment à la portée de tous.

M. Rabaté a ainsi rendu à notre agriculture un très grand service, en lui apportant un progrès technique d'importance capitale, et il a en même temps rendu au pays un service non moins grand, puisque la production des céréales mise à la disposition de la masse des consommateurs s'est ainsi trouvée augmentée.

Sur la proposition du Comité d'Agriculture, notre Conseil d'Administration a décerné, à M. Rabaté, une médaille d'or pour l'ensemble de ses travaux et recherches sur la destruction des mauvaises herbes à l'aide de solutions d'acide sulfurique.

Le Rapporteur,
HENRI HITIER.

*
* *

Rapport présenté par M. GEORGES RISLER, au nom du Comité de Commerce, sur l'œuvre de M. GABRIEL SCHLUMBERGER au *Sanatorium Lalance, de Pfastatt*.

Jamais la part des industriels dans l'effort considérable qui a été accompli en faveur du progrès social n'a été mise en lumière, jusqu'à l'apparition d'un livre très remarquable édité dernièrement.

Les grands hommes de bien qui ont les premiers amélioré le logement des travailleurs, fondé des crèches et des pouponnières, créé des Sociétés coopératives de consommation, construit des salles de récréation, aménagé des stades, créé des bains-douches, des dispensaires anti-tuberculeux, et même des sanatoria, ont ajouté à leurs qualités de générosité toute la délicatesse de la modestie et n'ont peut-être pas assez fait connaître l'importance de leur effort social. Nous ne croyons pas que ce sont ceux qui parlent le plus qui ont réalisé les institutions par lesquelles la situation des travailleurs s'est, malgré tout ce qui reste encore à faire, améliorée d'une manière importante.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale l'a si bien compris, qu'à côté des récompenses qu'elle accorde chaque année aux talents et

(1) La destruction des mauvaises herbes. Librairie agricole, 26, rue Jacob, Paris.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aux qualités professionnels, elle a toujours tenu à donner des encouragements à tous ceux, grands ou petits industriels, qui se sont montrés particulièrement préoccupés de l'amélioration morale et matérielle des conditions de vie des travailleurs qu'ils emploient.

C'est l'une des plus belles créations de ce genre que notre Comité de Commerce a résolu d'exposer aujourd'hui.

Le Sanatorium Lalance pour enfants tuberculeux a été créé à Pfastatt, près Mulhouse, en 1903, par M. et Mme Auguste Lalance, et reconnu d'utilité publique par décret du 7 novembre 1903.

Dans la partie la mieux exposée de leur magnifique propriété, les fondateurs ont fait construire, en 1910, un grand bâtiment dont les éléments essentiels sont en ciment armé, mais avec une large proportion de briques blanches et vernissées, avec galeries couvertes pour la cure d'air, et grande terrasse, pour l'exposition au soleil.

On pouvait recevoir dans cette maison 48 enfants tuberculeux au premier degré.

Cette construction a coûté plus de 700.000 f qui ont été en totalité donnés par M. et Mme Lalance.

Terminé en 1912, le Sanatorium Lalance a reçu dès le 20 février, 43 enfants tuberculeux. Ils ont été placés sous la surveillance médicale de de M. le Docteur Mutterer, et tous soumis au traitement au grand air et, en plus, pour les tuberculeux chirurgicaux, au traitement héliothérapique.

Les résultats ont été excellents et, pour la première fois, on a pu se rendre compte que les modifications obtenues dans l'état de ces pauvres enfants, si elles n'étaient pas absolument similaires à celles qu'on obtient par la cure marine ou l'héliothérapie d'altitude, étaient cependant du plus haut intérêt, et conduisaient fort bien, dans des cas favorables, à la parfaite guérison.

La preuve a été faite que, même en plaine, les radiations solaires ont une réelle efficacité et permettent, conjuguées avec la cure d'air, un rétablissement complet si la maladie est prise à temps et si le traitement est l'objet de soins tout particuliers.

A la veille de la guerre, on comptait, en 1913 et en 1914, 47 enfants, et l'institution réalisait pleinement le bien qui avait été recherché. C'est alors qu'intervinrent nos ennemis.

Réquisitionné immédiatement après la déclaration de guerre, le Sanatorium resta jusqu'à la fin à la disposition du service sanitaire allemand qui, après avoir arraché les pansements des blessés français qui s'y trouvaient après la bataille de Mulhouse, y plaça ses grands blessés.

Au lendemain de l'armistice, M. et Mme Lalance qui, après avoir été

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la part des Allemands l'objet de sévices brutaux et révoltants, avaient pu gagner la Suisse, s'empressèrent de remettre leur sanatorium à la disposition des autorités françaises qui l'employèrent comme hôpital de contagieux jusqu'à la démobilisation.

Ce n'est en réalité qu'en 1920, qu'il fut possible de rendre les immeubles à leur destination primitive; mais dans quel état étaient-ils ! Les Allemands avaient tout pillé, dégradé, abîmé, par plaisir; on voyait qu'une horde de barbares avait passé.

Tous les membres du Comité, sauf deux, étaient morts, et M. Lalance, âgé à ce moment de quatre-vingt-dix ans, ne tarda pas lui-même à être rappelé. Entre temps, sentant ses forces l'abandonner et voulant à tout prix que son œuvre lui survécût, il choisit celui qui lui paraissait, pour cette tâche, le meilleur de ses compatriotes et amis, M. Gabriel Schlumberger, homme de grande valeur, essentiellement bienfaisant, industriel associé de la vieille maison Schlumberger et Steiner, de Mulhouse.

Celui-ci se mit au travail sans perdre un instant; il réunit les concours moraux et matériels nécessaires et, bientôt, le Sanatorium Lalance reprit son charmant aspect, absolument remis à neuf, et de nouveau pourvu de tous ses services admirablement agencés.

C'est un établissement modèle, et tous ceux qui désirent faire construire un établissement similaire auront le plus grand intérêt à l'aller étudier. Les services y sont toujours ordonnés de la manière à la fois la plus large et la plus pratique. Pas de dépenses de luxe, rien qui ne soit absolument utile, mais tout réalisé de la manière la plus parfaite et en même temps la plus économique et la plus agréable. Les résultats sont ceux qu'on doit obtenir lorsqu'une œuvre aussi bien conçue, est aussi admirablement dirigée.

La durée moyenne du séjour des enfants ne dépasse guère quatre mois, et la guérison clinique (disparition des symptômes morbides à l'auscultation, cicatrisation des fistules, dans le cas de tuberculose chirurgicale) s'obtient dans la proportion de 44 p. 100 des sujets en traitement. Dix fois, des augmentations de poids dépassèrent 5 kg, quatre fois 6 kg, et une fois 7 kg.

On ne donne pas de médicaments aux petits malades : la cure d'air et la cure de soleil suffisent à procurer ces magnifiques résultats.

Parmi les nombreux sanatoria de Suisse, aucun n'est supérieur à celui-ci, et nos voisins eux-mêmes le reconnaissent, comme l'a écrit, entre autres, le docteur Rollin.

En présence d'un tel succès, le Comité n'hésita pas à porter, au cours de l'année 1921-1922, le nombre des lits à 75, et l'Alsace se montre de plus en plus reconnaissante envers ceux qui sauvent un si grand nombre d'enfants.

Mme Lalance ne survécut que peu de mois à son mari auquel, pendant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

plus de cinquante ans, elle avait prodigué le plus constant et le plus admirable dévouement, et légua toute sa fortune à l'œuvre du Sanatorium Lalance.

On entreprit immédiatement la transformation du très beau chalet qui constituait, dans la propriété, son habitation particulière ; il fut transformé en preventorium pour jeunes filles anémiques de douze à seize ans.

Depuis 1922, cette création à laquelle, chaque année, on est obligé d'ajouter un certain nombre de lits, fonctionne pour le plus grand bien de celles qui en sont les bénéficiaires.

Il y a maintenant 40 lits très bien aménagés dans plusieurs dortoirs, au niveau desquels s'ouvrent de magnifiques balcons de cure offrant une vue admirable. Ce preventorium n'est encore ouvert que d'avril à octobre, parce que le traitement au grand air ne donnerait probablement pas les mêmes résultats pendant les mois d'hiver.

En 1922-1923, 180 enfants furent hospitalisés au Sanatorium Lalance, au lieu de 119 pendant l'exercice précédent. 83 cas de guérison complète furent obtenus contre 56 seulement en 1921-1922.

Au cours de ce même exercice, le préventorium a abrité 73 jeunes filles anémiées et délicates qui, après quelques semaines, ont recouvré force et santé.

L'année 1923-1924 a donné jusqu'ici les résultats les plus satisfaisants.

Il a semblé au Comité de Commerce que le Conseil estimerait que cette œuvre mérite d'être hautement honorée et récompensée.

Il n'est point utile de rappeler les ravages exercés par l'horrible tuberculose sur notre jeunesse et de montrer à quels besoins urgents répondent de semblables institutions.

M. et Mme Lalance, qui avaient été frappés dans leurs plus chères affections par cette horrible maladie, ont voulu épargner à d'autres les terribles douleurs qui leur avaient été infligées, et en réalisant une œuvre parfaite aussi éminemment utile, ils ont en même temps donné le plus admirable exemple de désintéressement et d'amour du prochain.

En accordant une médaille d'or à l'œuvre du Sanatorium Lalance et à son éminent et dévoué président, M. Gabriel Schlumberger, notre Société honore aussi la mémoire de l'un de ses plus éminents collègues, l'un de ceux qui ont augmenté le lustre de notre Société, et elle témoigne sa profonde reconnaissance à ceux qui ont voulu avec une intelligence, un dévouement et un esprit pratique, véritablement admirables, que cette belle œuvre continue à vivre et à prospérer pour le plus grand bien de nos concitoyens alsaciens.

Le Rapporteur,
GEORGES RISLER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Médailles de vermeil.

Rapport présenté, au nom du Comité des Arts économiques, par le Lieutenant-Colonel PAUL RENARD au sujet de l'attribution de médailles de vermeil à M. GEORGES LEPÈRE et à M. ÉTIENNE PITOIS.

Comme les années précédentes, notre Société, désirant encourager les progrès de l'aéronautique, a décidé de récompenser par une médaille l'auteur des travaux les plus intéressants, et a confié à la Société française de Navigation aérienne, présidée par notre éminent collègue M. Rateau, le soin d'attribuer cette médaille.

Cette Société a cru devoir proposer de partager la récompense entre deux ingénieurs : M. Georges Lepère et M. Étienne Pitois, dont je vais successivement exposer les titres.

M. GEORGES LEPÈRE.

Ingénieur des Arts et Manufactures, sorti de l'École centrale en 1907, M. Lepère commença par s'occuper de l'industrie des produits chimiques. Très vivement intéressé aux questions de navigation aérienne et en particulier aux études d'aérodynamique, M. Lepère n'hésita pas à abandonner une bonne situation, pour se faire attacher comme volontaire *sans traitement*, à l'Institut aérodynamique de l'Université de Paris récemment fondé à Saint-Cyr. Il y travailla de 1911 à 1914. Pendant cette période, il créa en collaboration avec M. Toussaint, une méthode de mesure, au moyen d'appareils enregistreurs spéciaux, pour l'essai des avions en vol. Cette méthode et ces appareils furent adoptés pendant la guerre par le Service technique aéronautique de France et rendent les plus grands services.

Les travaux de M. Lepère avaient attiré l'attention de la Faculté des Sciences de Paris dont il fut lauréat en 1912 et 1913.

Au cours de cette dernière année, il entreprit des expériences sur les vibrations des avions en vol. La même année, tout en conservant ses fonctions à Saint-Cyr, il fut désigné comme directeur du Laboratoire d'Aérodynamique et de Mécanique physique de M. le duc de Guiche et s'occupa notamment de recherches sur la répartition des pressions élementaires sur les surfaces en mouvement dans l'air et sur le frottement de l'air contre ces surfaces.

En 1914, il fut mobilisé comme lieutenant de réserve et affecté successivement au Laboratoire de Saint-Cyr, puis à la Section technique de l'Aéro-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nautique militaire; en cette qualité, il dirigea la construction et la mise au point de l'avion A-R.

En 1917, il fut demandé par le Gouvernement des États-Unis pour étudier et construire de nouveaux avions. Il déploya dans ces fonctions, indépendamment de ses hautes capacités techniques, une activité et un esprit d'organisation dont les dates suivantes peuvent donner une idée :

Le 6 janvier 1918, il commença les études d'un biplan de combat: le 6 avril suivant, on procédait aux essais statiques, le 15 mai aux essais en vol, et le 13 août à la réception définitive.

Les essais en vol avaient été tellement satisfaisants, que le gouvernement des États-Unis commandait dès le lendemain 25 appareils du type Lepère, et au mois de septembre suivant 5.500. Ces chiffres donnent une idée de la confiance que M. Lepère avait su inspirer à nos amis d'outre-mer.

L'armistice vint interrompre l'exécution des grandes commandes, mais M. Lepère resta encore quelque temps aux États-Unis, où il étudia trois autres types d'avions qui ont tous effectué leurs essais officiels; l'un d'entre eux s'est élevé à 10.000 m, le 27 février 1920, puis à 10.500 en septembre 1921, battant ainsi le record d'altitude qui ne lui fut enlevé qu'en 1923, époque où il fut ramené en France par l'aviateur Sadi-Lecointe. On peut remarquer à ce propos que, si les Américains ont détenu pendant trois ans le record d'altitude, c'est au moyen d'un appareil construit par un ingénieur français.

Revenu en France, M. Lepère étudia plusieurs types de moteurs et de voitures automobiles, et en janvier 1922, fut appelé à la Direction du Service d'Aviation des Établissements Schneider et C^{ie} (Le Creusot). Il donna à son nouveau service une impulsion considérable, notamment en réunissant une documentation très étendue, en perfectionnant les procédés de calculs de résistance des matériaux, en employant des matériaux nouveaux et des dispositions nouvelles dans la construction des avions et des moteurs. Ces différents travaux ont augmenté la solidité des différentes parties des avions ainsi que des moteurs, dont l'endurance a été notablement accrue ainsi que la sécurité de fonctionnement.

Tous les travaux de M. Lepère ayant été exécutés pour des établissements publics ou privés, il n'a pu publier *in extenso* les résultats de ses recherches, mais il a fait à ce sujet des communications assez nombreuses dans les sociétés techniques et il a publié quelques articles dans des revues spéciales. Les uns et les autres ont été vivement appréciés.

M. Lepère fait partie de la Commission scientifique de l'Aéro-Club de France et du Conseil de la Société française de Navigation aérienne; il a joué un rôle actif dans la Commission de Normalisation aéronautique constituée

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par cette Société sur l'initiative de son président M. Rateau; il fait partie de la Commission permanente du Bureau Véritas.

Tous ces titres justifient amplement la désignation de la Société française de Navigation aérienne.

M. Étienne Pitois.

M. Étienne Pitois, sorti de l'École polytechnique en 1907, dans un état de santé qui exigeait quelque ménagement, employa d'abord son temps à perfectionner ses connaissances techniques, notamment en métallurgie. Mais, dans l'année 1910, il s'intéressa particulièrement aux constructions aéronautiques et spécialement à l'usinage des bois. Au moment de la guerre, il avait acquis une compétence exceptionnelle dans cette spécialité. Il fut mobilisé dans l'Aéronautique où il rendit les plus grands services. Sa nomination de chevalier de la Légion d'Honneur fut motivée en ces termes :

« Par ses études sur les fabrications de l'aéronautique et particulièrement « sur les bois, se trouvait merveilleusement préparé aux fonctions qui lui « ont été confiées en 1918, lorsqu'il fut appelé au Service des Fabrications « de l'Aéronautique. Grâce à sa haute compétence technique et à son activité « inlassable, a réussi à donner alors aux usines d'aviation, une impulsion « qui s'est manifestée notamment par l'amélioration des constructions de « gros appareils de bombardement, lesquels furent si précieux à nos armées « pendant la seconde bataille de la Marne. Après l'armistice, a assuré la mise « au point de nombreuses transformations d'avions de bombardement en « avions de transport ou avions sanitaires. Est l'auteur d'un traité sur le « travail des bois en aviation qui fait autorité en la matière. »

M. Pitois est resté attaché comme ingénieur au Service des Fabrications de l'Aéronautique. Il trouva dans ses occupations l'occasion de poursuivre ses recherches et publia récemment un traité sur les *méthodes nouvelles d'essais*, et un autre sur l'*essai aux étincelles*. Cette dernière méthode consiste à observer au spectroscope les étincelles dégagées pendant le travail des métaux à la meule, et à en tirer des conclusions sur la constitution de ces métaux.

M. Pitois fut chargé à diverses reprises par le Sous-Secrétariat d'État de l'Aéronautique d'organiser des expositions concernant la technique des constructions d'appareils aériens. Les visiteurs des salons de l'aviation à Paris en 1921 et 1922 ont certainement conservé le souvenir de ces expositions organisées avec une méthode parfaite, permettant de se rendre compte des procédés employés dans les ateliers et des méthodes d'essais. Des tableaux graphiques, des dessins d'aspect saisissant, de nombreuses inscrip-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions et des explications données par des phonographes haut-parleurs permettaient à tous les visiteurs de se rendre compte de l'intérêt que présentaient les objets exposés. Ces expositions furent présentées à Marseille et à Bruxelles en 1921, à Gotenburg en 1923 et à Prague en 1924. Elles contribuèrent hautement à propager à l'étranger le renom de l'aéronautique française.

Mais le plus grand mérite de M. Pitois est peut-être d'avoir contribué puissamment à l'organisation rationnelle et scientifique de nos usines d'aviation. Il a en outre perfectionné les méthodes d'essais, notamment en ce qui concerne les essais à la traction et à la bille. Il a imaginé d'ingénieux appareils d'emboutissage et a contribué à perfectionner l'art de tailler les métaux.

Il a donné une base scientifique à la méthode d'essais aux étincelles; ses recherches sur le grain de l'acier et le traitement thermique des ferrures employées en aviation sont des plus intéressantes.

Tel est l'ensemble des travaux qui a attiré sur M. Pitois l'attention de la Société française de Navigation aérienne.

Le Comité des Arts économiques a proposé à notre Conseil de ratifier la décision de la Société française de Navigation aérienne, et de partager la récompense entre MM. Georges Lepère et Étienne Pitois qui, par des travaux d'un ordre très différent, ont contribué l'un et l'autre, au progrès de l'aéronautique. En conséquence, il a demandé que la médaille d'or prévue soit remplacée par deux médailles de vermeil attribuées chacune à l'un des deux lauréats.

Comme les années précédentes, M. le Sous-Secrétaire d'État de l'Aéronautique a bien voulu montrer tout l'intérêt qu'il attachait à la médaille de la Société d'Encouragement en allouant une somme de 5.000 f au titulaire; cette somme sera partagée également entre MM. Lepère et Pitois. La Société d'Encouragement renouvelle ses remerciements respectueux à M. le Sous-Secrétaire d'État.

Le Conseil de notre Société a ratifié la décision du Comité des Arts économiques et décerné une médaille de vermeil à M. Georges Lepère et à M. Étienne Pitois.

Le Rapporteur,
Lieutenant-Colonel PAUL RENARD.

*
* *

Médailles d'argent.

Rapport présenté par M. M.-J. ANDROUIN, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le *Manuel de serrurerie et fer forgé* de M. J. MOUTARDIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le manuel de M. Moutardier a été écrit dans le but de faciliter leur tâche aux débutants et à ceux qui sont chargés de les initier.

Sous une forme accessible à tous, l'auteur décrit les principaux travaux types dont la succession logique constitue l'entraînement professionnel de ses jeunes élèves.

De nombreuses figures, qui presque toutes ont été dessinées spécialement pour ce livre, contribuent largement à la clarté du texte.

En se maintenant dans le cadre de la serrurerie française traditionnelle, l'auteur signale les principales difficultés pratiques du métier; il donne, sur les diverses manières de résoudre ces difficultés, de bons renseignements dont les jeunes ouvriers serruriers et même leurs aînés, pourront faire leur profit.

Sur la proposition du Comité des Arts mécaniques, le Conseil d'Administration de notre Société a décidé d'accorder une médaille d'argent à M. J. Moutardier.

Le Rapporteur,
M.-J. ANDROUIN.

***

Sur la proposition du Comité des Arts mécaniques, une médaille d'argent est décernée à M. HENRI BONNAUD, ancien élève de l'École polytechnique qui, le 31 juillet 1924, a été *classé premier des élèves civils français de la Section de Mécanique de l'École supérieure d'Aéronautique et de Construction mécanique*, 92, rue de Clignancourt, Paris (18e).

***

Sur la demande de la Chambre de Métiers d'Alsace, et sur la proposition du Comité des Arts mécaniques, une médaille d'argent est décernée à M. ÉDOUARD ROHRER, *apprenti tonnelier*, qui a terminé avec succès sa troisième année d'apprentissage, le 31 décembre 1924, chez M. Henri Siffermann, à Mittelbergheim (Bas-Rhin).

***

Sur la proposition du Comité des Arts chimiques, une médaille d'argent est décernée à M. JOSEPH ALABARBE pour ses *brûleurs à essence « Pluton »* (Voir dans le *Bulletin* de juillet-août-septembre 1924, p. 597, le rapport présenté à ce sujet par M. CHESNEAU, au nom du Comité des Arts chimiques).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Rapport présenté par M. CHARLES FÉRY, au nom du Comité des Arts économiques, sur les *perfectionnements apportés par* M. G. DE COULONS, *dans la fabrication des plaques positives d'accumulateurs électriques.*

Le perfectionnement apporté par M. de Coulons au moule servant à la coulée des plaques positives est réel, et il n'est pas douteux qu'une plaque ainsi préparée ne présentera pas la fâcheuse tendance à se cintrer qu'ont les plaques auxquelles une dyssymétrie a été communiquée par l'arrachement du moule dont une seule face est mobile.

Au point de vue de l'intoxication, c'est surtout dans la manipulation des poudres sèches de minium et de litharge, que les ouvriers absorbent du plomb, ce métal n'étant guère volatil à la basse température de coulée des plaques.

Néanmoins, le nouveau procédé de fabrication exige moins d'efforts de l'ouvrier et réalise encore de ce fait, en plus de la correction du travail, un progrès sur ce qu'on faisait jusqu'ici.

En conséquence, sur la proposition du Comité des Arts économiques, le Conseil a décerné une médaille d'argent à M. G. de Coulons.

Le Rapporteur,
CHARLES FÉRY.

*
* *

Sur la proposition du Comité de Commerce, une médaille d'argent est décernée à M. A. MEUNIER pour ses *cartes économiques de l'Afrique occidentale française* (Voir dans le *Bulletin* de novembre 1924, p. 715, le rapport présenté à ce sujet par M. LE CESNE, au nom du Comité de Commerce). (1)

*
* *

Sur la demande de la Chambre de Métiers de l'Anjou et sur la proposition du Comité de Commerce, une médaille d'argent est décernée à M. MAURICE SOUCHU, *apprenti menuisier*, qui a terminé avec succès en 1924, son apprentissage chez M. Halope, 44, rue Saint-Laud, à Angers.

*
* *

Une médaille d'argent est décernée à M. PIERRE COCHET, *élève sortant de l'École nationale d'Arts et Métiers d'Angers* (année scolaire 1923-1924).

(1) Voir le rapport de M. J. Le Cesne sur trois nouvelles cartes de l'A. O. F. et sur une carte du Sahara occidental de M. Meunier, à la page 336 du présent *Bulletin*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Rapport présenté par M. HENRI HITIER, secrétaire général, au nom du Bureau, sur l'*organisation de l'apprentissage à la Compagnie des Chemins de fer de l'Est.*

La Compagnie des Chemins de fer de l'Est a organisé et développé ses cours d'apprentissage dans ses divers ateliers de construction et de réparation de matériel.

Ces cours sont suivis actuellement par 1.500 apprentis environ. Ils sont confiés soit à des contremaîtres particulièrement habiles et sérieux, soit à des jeunes gens sortant des écoles techniques et ayant des aptitudes pédagogiques reconnues.

La Société d'Encouragement a été heureuse de répondre au désir de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est et de reconnaître le dévouement des instructeurs et le zèle des meilleurs apprentis de cette compagnie en attribuant des récompenses aux uns et aux autres. En conséquence :

Une médaille d'argent est décernée à :

M. GEORGES MAROT, Sous-Inspecteur au Service central du Matériel et de la Traction, qui assure la direction générale des cours d'apprentissage;

M. PIERRE BETZLER, ouvrier peintre, instructeur;

M. VICTOR WERSEMAN, chef de brigade d'ouvriers ajusteurs,

en raison de leurs qualités particulières comme professeurs de ces cours d'apprentissage.

La Société d'Encouragement est heureuse d'autre part d'attribuer une allocation de 100 f au meilleur apprenti du Réseau et une allocation de 50 f à l'apprenti de chacun des quatre principaux centres d'apprentissage qui s'est classé premier par son travail et sa conduite au cours de l'année scolaire 1923-1924.

Ce sont :

M. BEAUGNON (Jean-Gustave) des Ateliers d'Épernay, classé premier des apprentis du Réseau;

M. NOBLOT (Albert-Jean-Marc), classé premier des Ateliers de Noisy;

M. PRÉVOST (Marcel-Abel), — — de Romilly;

M. Wagner (Jean-Laurent-Étienne), — — de Mohon;

M. Caillette (Georges-Edmond), — du dépôt de Chalindrey.

Le Rapporteur,
HENRI HITIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Médailles de bronze.

Sur la demande de la Chambre de Métiers d'Alsace et sur la proposition du Comité des Arts mécaniques, une médaille de bronze est décernée à M. Émile Klein, *apprenti forgeron*, qui a terminé avec succès, le 31 décembre 1924, sa troisième année d'apprentissage chez M. Jacques Klein à Bust (Bas-Rhin).

*
* *

Sur la demande du Patronage industriel des Enfants de l'Ébénisterie, 77, avenue Ledru-Rollin, Paris (12e) et sur la proposition du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, une médaille de bronze est décernée à M. Edmond Rivoal, *apprenti menuisier en sièges*, qui a terminé avec succès, le 20 décembre 1920, sa quatrième année d'apprentissage chez M. Schmitt, 20, rue Dautancourt, Paris (17e).

*
* *

Sur la demande de la Chambre de Métiers de l'Anjou et sur la proposition du Comité de Commerce, une médaille de bronze est décernée à :

M. Joseph Charron, *apprenti ajusteur-mécanicien*, qui a terminé avec succès, en 1924, son apprentissage aux Établissements Bessonneau, à Angers;

Mlle Marie-Louise Rattier, *apprentie couturière*, qui a terminé avec succès, en 1924, son apprentissage chez Mme Paslier, rue de Paris, à Angers.

*
* *

Une médaille de bronze est décernée à M. Maurice Dubout, *élève sortant de l'École nationale d'Arts et Métiers* d'Angers (année scolaire 1923-1924).

*
* *

Médailles de bronze décernées aux contremaîtres et aux ouvriers des établissements industriels et des exploitations agricoles.

C'est en 1846 que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale décida d'accorder des médailles aux contremaîtres et ouvriers. A cette époque, l'idée était nouvelle mais elle était et demeure excellente : pour assurer le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

développement de l'industrie et la paix sociale, il importe de savoir honorer et récompenser les plus modestes artisans, dont le travail persévérant, la collaboration active et le dévouement, sont la condition nécessaire de tous les progrès. Depuis soixante-dix-huit ans, la Société a poursuivi la tâche dont elle avait pris l'initiative.

Une allocation, qui a été portée à 100 f, est jointe à chaque médaille de bronze.

Les candidats à nos médailles de bronze ont été, cette année, particulièrement nombreux. C'est avec regret que nous n'avons pas pu accorder à tous ceux qui nous ont été présentés, la récompense à laquelle leurs longues années de service et leur dévouement leur permettent de prétendre, mais une sélection s'imposait et les titulaires d'aujourd'hui doivent en être d'autant plus fiers.

Nous ne pouvons passer en revue les titres de chacun de nos lauréats, mais tous se distinguent à la fois par l'ancienneté de leurs services, par leur attachement à la maison ou à l'usine dont ils font partie, par les exemples d'assiduité, de bonne conduite, de travail qu'ils n'ont cessé d'y donner. Plusieurs de ces lauréats se sont élevés, du reste, du rang de simple apprenti aux fonctions de contremaître, de chef de brigade. Quelques-uns d'entre eux se recommandent en outre par les perfectionnements qu'ils ont su apporter dans les ateliers où ils travaillent; et les lettres des patrons ou des directeurs qui les emploient, nous recommandant ces dévoués collaborateurs, montrent en quelle estime ils les tiennent. Que ce soit en agriculture ou en industrie, les uns et les autres ont apporté dans leur tâche quotidienne une persévérance et un sentiment du devoir qui leur font le plus grand honneur.

Nous tenons à signaler tout particulièrement les propositions de récompenses qui nous ont été adressées par le Comité central des Maîtres de Verreries de France : 51 propositions émanant de 29 verreries, toutes se rapportant à des candidats dignes au premier chef de la médaille de la Société; et cependant, nous n'en avons retenu que 15. Nos lauréats sont de vieux ouvriers comptant, presque tous, plus de quarante années de service, ayant eu au moins 6 enfants travaillant avec eux à la verrerie et quelques-uns 8 et 9. Dans ces familles de verriers, 7 à 12 enfants ne sont pas rares.

La Société d'Encouragement est heureuse ce soir en remettant à chacun de ces ouvriers et contremaîtres la Médaille de Bronze, de reconnaître leur très grand mérite.

Le Rapporteur,
HENRI HITIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Liste des contremaîtres et ouvriers à qui est décernée la Médaille de Bronze en 1924.

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE, 20, boulevard Diderot, Paris, (12e) :

BOIREAU (Louis), contremaître-adjoint;
CARROZ (Louis), contremaître-adjoint;
PERRIN (Claude), chef de brigade;
CHAMARD (Louis), chef de brigade;
DESCOMBES (Benoît), chef de brigade;
BERTRAND (Joseph), chef de brigade;
HUBERT (André), sous-chef de brigade.

COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DE L'EST, 21-23, rue d'Alsace, Paris (10e).

DROVIN (Joseph), chef de brigade;
KŒNIG (Auguste), ajusteur;
RIVIERRE (Fernand), chef de brigade;
MONORY (Louis), ajusteur;
LOISON (Alexandre), chef de brigade.

SOCIÉTÉ ANONYME DES TRAMWAYS DE CALAIS ET EXTENSIONS, 23, boulevard Gambetta, Calais (Pas-de-Calais) :

CARON (Louis), sous-chef d'atelier.

IMPRIMERIE CHAIX, 20, rue Bergère, Paris (9e) :

RICHARD (Edmond), chef d'atelier;
CONTANT (Alphonse), chef de service.

COMPAGNIE DES MINERAIS DE FER MAGNÉTIQUE DE MOKTA-EL-HADID, 60, rue de la Victoire, Paris (9e) :

DHIER (Paul), ouvrier.

COMPAGNIE DES FORGES DE CHATILLON, COMMENTRY ET NEUVES-MAISONS, 19, rue de La-Rochefoucauld, Paris (9e) :

TRIBOULET (Gilbert), chef contremaître;
MARCHAND (Lucien), régisseur;
NOËL (François), maître-mineur.

MAISON QUILLET FRÈRES, 24, rue de Charost, Calais (Pas-de-Calais) :

TANCRÉ (Joseph), metteur en œuvre.

MAISON VIARD FRÈRES ET PILLOT, Bar-sur-Seine (Aube) :

THOUVENIN (Édouard), verrier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VERRERIES DE CARMAUX, allées Jean-Jaurès, 29, Toulouse (Haute-Garonne) :
COURRIER (Paul), choisisseur.

VERRERIE DE L'ÉTABLISSEMENT DES EAUX MINÉRALES DE SAINT-GALMIER, Veauche (Loire) :
CHANCRIN (Louis), chef de poste.

SOCIÉTÉ ANONYME DES VERRERIES DE SAINT-ROMAIN-LE-PUY (Loire) :
HORARD (Pierre), ouvrier.

MANUFACTURES DES GLACES ET PRODUITS CHIMIQUES DE SAINT-GOBAIN, CHAUNY ET CIREY, 1 *bis*, place des Saussaies, Paris (8e) :
BANZET (Constant), ouvrier.

SOCIÉTÉ ANONYME DES VERRERIES A BOUTEILLES DU NORD, 10, rue des Saussaies, Paris (8e) :
POMMEROLLE (Édouard), ouvrier;
LEDUC (Léopold), ouvrier.

MAISON TISSIER, 204, rue du Faubourg-Saint-Denis, Paris (10e) :
MARCHAND (Jules), ouvrier verrier.

MAISON FÉLIX DENIX, Nesle-Normandeuse (Seine-Inférieure) :
BERTHEREAU (Henri), ouvrier verrier.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE VERRERIE, Souvigny (Allier) :
MEUNIER (Gilbert), ouvrier.

USINES ET MANUFACTURES D'ART DE BEZONS, 60, quai Voltaire, Bezons (Seine-et-Oise) :
ALISON (Victor), ouvrier verrier.

VERRERIES DE ROMILLY-SUR-ANDELLE (Eure) :
HACQUEBART (Octave), ouvrier.

MAISON SCOBART ET Cie, Vieux-Rouen-sur-Bresle (Seine-Inférieure) :
CARPENTIER (Evode), ouvrier verrier.

MAISON PAUL-ANNEBICQUE, Gamaches (Somme) :
QUENEUILLE-PETIT (Ernest), ouvrier verrier.

VERRERIES DE DIJON (Côte-d'Or) :
MARTIN, tiseur.

MAISON G. NIÉDRÉE FILS, 21, rue Tournefort, Paris (5e) :
CHARLUT (Daniel), contremaître tourneur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MAISON KNECHT-BOOT ET Cie, 38, rue de la Vendée, Calais (Pas-de-Calais) :
LAMOUR (Eugène), blanchisseur.

ÉTABLISSEMENTS LEFRANC, 15, rue de la Ville-l'Évêque, Paris (8e) ;
CHAPPAS (Jean), ouvrier conducteur.

MAISON CH. LORILLEUX ET Cie, 16, rue Suger, Paris (6e) :
BRICOUT (Alfred), chauffeur;
BUSSIÈRE (Jérôme), chef d'équipe;
LACAUX (Léon), tôlier;
LAVALLÉE (Victor), électricien;
PLESSIX (Jean-Baptiste), chef d'équipe.

ÉTABLISSEMENTS AGACHE FILS, 12, rue du Vieux-Faubourg Lille (Nord) :
DELEVALLÉ (Éloi), peigneron;
DEQUIREZ (Jules), tisserand.

MAISON COLIN, CROÏET ET Cie, Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais) :
SERGENT (Mme Pauline), formeuse;
LENNE (Mlle Marie), perceuse;
GLORIANT (Joseph), vernisseur.

MAISON CUGNY-QUEVAL, 9, rue des Prêtres, Calais (Pas-de-Calais) :
TIÉBOT (Jean), contremaître.

ASSOCIATION CENTRALE DES LAITERIES COOPÉRATIVES, Surgères (Charente-Inférieure) :
NAVEAU (Alcide), beurrier;
SENECHAUD (François), chauffeur.

M. LE MARQUIS DE VOGÜÉ, Domaine agricole de la Verrerie, Oizon (Cher) :
MILLET (Eugène), ouvrier agricole.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DE COMMERCE

Rapport présenté par M. J. Le Cesne, au nom du Comité de Commerce, sur *trois nouvelles cartes économiques de l'Afrique occidentale française et une carte du Sahara occidental et central*, établies par M. A. Meunier.

Le Comité de Commerce a déjà signalé les 6 cartes de l'Afrique occidentale française qu'à publiées M. A. Meunier, géographe au Ministère des Colonies. Nous rappelons que ces cartes, qui constituent un travail d'une remarquable exactitude et d'un intérêt considérable, concernent :

1° Les cultures alimentaires, fourragères et médicinales de l'Afrique occidentale;

2° les cultures industrielles;

3° les oléagineux:

4° les forêts;

5° l'élevage;

6° la faune et les poissons de mer.

Ces cartes viennent d'être complétées par 3 cartes nouvelles que M. A. Meunier a tout récemment fait paraître. Comme les précédentes ces feuilles ont été établies à l'échelle de 1/3.000.000 (1 millimètre représentant 3 km).

Ce sont :

1° *Carte physique*, avec courbes hypsométriques de 100 en 100 m, en 6 teintes différentes, chaque teinte représentant une élévation de niveau de 200 m; les cartes indiquent également : la largeur et la profondeur des cours d'eau; la vitesse du courant en milles; les chutes avec hauteur en mètres; les limites d'inondation et les marais permanents ou d'hivernage; les puits avec leur profondeur en mètres; des courbes bathymétriques donnent les profondeurs successives de la mer de 100 à 200 et à 500 m puis de 500 en 500 m.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Carte ethnographique* indiquant par teintes différentes les divers groupements linguistiques qu'on peut distinguer dans l'ensemble des colonies de l'Afrique occidentale. Elle donne non seulement les noms des langues mais aussi ceux des populations et des tribus ainsi que les emplacements des villes disparues.

3° Enfin une *carte touristique*, aussi documentée que peuvent le permettre nos connaissances de l'Arique occidentale, fournit tous renseignements sur les curiosités, les sites, les terrains de chasse, les industries et mets indigènes; elle indique également les routes automobilisables en toute saison, en saison sèche seulement ainsi que les pistes; sur ces routes, elle donne les distances kilométriques entre les principales localités traversées.

En même temps que ces 3 nouvelles cartes de l'Afrique occidentale, M. Meunier vient de publier à l'échelle de 4/000.000 une *carte du Sahara occidental et central* qui donne une quantité impressionnante de renseignements. Ainsi, par exemple, les points d'eau permanents, les points d'eau non permanents, ceux où l'eau est abondante, ceux où elle est de bonne qualité, ceux qui fournissent de l'eau chargée de sel, de magnésie, de soude, etc. On y remarque les itinéraires des différentes missions qui ont traversé le Sahara, soit à dos de chameau, soit par automobiles.

Les tombes des Européens disparus dans ces déserts de sable et de pierre où reposent le général Laperine et le père de Foucauld sont pieusement indiquées sur cette carte.

L'établissement d'un document aussi détaillé a exigé un travail extrêmement considérable.

Ces 4 feuilles sont, comme les 6 précédentes, tirées en 9 couleurs donnant 11 tons et de dimension grand aigle (1,05 × 0,65 m); leur prix est de 12 fr l'exemplaire, port et emballage en sus.

Elles sont en vente à la Librairie de l'Agence générale des Colonies, 20, Galerie d'Orléans, à Paris, ainsi que chez : MM. Blondel-La-Rougerie, 7, rue Saint-Lazare, à Paris; M. Caffin, 80, rue Saint-Lazare, à Paris; M. Defrenne, à Strasbourg, et à l'Agence du Commerce extérieur, à Bordeaux (Palais de la Bourse).

Un exemplaire de chacune de ces 4 cartes a été remis par M. A. Meu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nier à la Société d'Encouragement et versé à la Bibliothèque où elles peuvent être consultées.

Votre Comité de Commerce vous propose d'adresser à M. Meunier tous ses remerciements pour sa communication si intéressante. Il vous demande également de lui faire parvenir vos félicitations car son travail, résultat de recherches sur l'étendue et la difficulté desquelles il est à peine besoin d'insister, mérite tous les éloges.

Le Rapporteur,
J. Le Cesne.

Lu et approuvé en séance publique au Conseil, le 14 mars 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NÉCROLOGIE

ACHILLE LIVACHE

membre du Conseil et vice-président de la Société d'Encouragement.

Livache naquit à Paris, le 15 avril 1845.

Ses premières années furent attristées par des événements survenus au foyer familial, qu'il eut la sagesse d'absorber, pensant que toute confidence qu'il en aurait faite l'exposait à porter un jugement sur la conduite de ses parents.

J'ai voulu, dès le début de cette notice bibliographique, évoquer cette impression de jeunesse, parce qu'elle semble avoir pesé sur sa vie et assombri un caractère, que beaucoup d'entre nous ont remarqué, sans jamais le comprendre. Je fus son élève dévoué et affectionné, auquel il n'a cessé de s'intéresser; j'eus beau vivre en relations fréquentes avec lui, je ne l'ai jamais pénétré; d'autres camarades, dont il a également dirigé les travaux, ne l'ont pas mieux connu que moi; il restait pour nous un peu fermé, mystérieux et nous nous gardions bien de l'interroger; nous en étions retenus par le respect que nous devions à notre chef et à notre aîné; le sage ne doit pas demander ce que l'on semble éviter de lui dire, surtout quand il s'agit de faits qui ne peuvent modifier ni son existence ni son avenir. Livache nous donnait, avec une poignée de mains de bonne camaraderie, ses conseils et son amitié; nous n'avions que faire de ses confidences.

Nous entendions parfois ses réflexions, tantôt sceptiques, tantôt moqueuses, jamais méchantes; on nous disait que sa charité, à la condition qu'on l'ignorât, s'exerçait souvent vis-à-vis des misères cachées. Notre grand ami avait donc une âme sensible et plus aimante qu'il ne cherchait à la faire paraître. Quel frein empêchait donc cette âme de s'épanouir et d'émouvoir des jeunes, d'ordinaire confiants et communicatifs? Une réserve qu'il considérait comme un devoir de famille. Beaucoup auront le regret de ne pas l'avoir connu mieux et plus tôt.

D'ailleurs son existence personnelle n'était-elle pas le reflet d'une possession de soi-même et d'un impérieux désir d'isolement.

Célibataire, vivant, depuis son enfance, dans un entresol, bas et incom-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mode, d'une ancienne maison de la rue de Grenelle, qu'il avait reçue d'un de ses oncles, M. Simon, en face de meubles et de livres, quelque peu désuets et inchangés ayant appartenu à cet oncle, servi par une vieille bonne, il ne s'en était guère absenté que pour contribuer à la Défense de Paris, en 1870, au cours de laquelle il avait eu d'ailleurs, les deux jambes gelées, au plateau d'Avron, et pour accomplir, du moins, dans ses années de pleine vigueur, des voyages, soit en Europe, soit en Égypte ou aux États-Unis. Il menait là une existence très retirée, vivant surtout dans les pièces qu'il s'était réservées au quatrième étage de la maison et qui lui servaient de cabinet et de laboratoire: il y recevait ses amis; il restait pour nous le solitaire, mais un solitaire auquel les règles monastiques auraient permis d'aller, tous les soirs, fumer un cigare sur les grands boulevards, et tous les mardis, s'asseoir, fidèle abonné, dans son fauteuil du Théâtre-Français.

En 1865, Livache concourait à la fois pour trois écoles; il fut admis à l'École polytechnique, admis à l'École Centrale et à l'École préparatoire des Mines. Il opta pour cette dernière et en sortit en 1869 avec le titre d'Ingénieur civil des Mines dont il fut toujours très fier. Il fut toujours très soucieux d'apporter à l'Association des Anciens Élèves de cette École la bonhomie de sa camaraderie.

Le titre ne décide pas toujours de la carrière que le jeune homme est appelé à choisir ; sur la recommandation du père d'un ami, Livache entra au Conservatoire des Arts et Métiers, dans le laboratoire de Péligot (1871), puis, par la porte en face, dans le laboratoire d'Aimé Girard, où il fut nommé préparateur du cours de Chimie industrielle (1875), puis répétiteur du cours de Technologie agricole, que professait également Aimé Girard, à l'Institut national agronomique, alors installé dans les locaux du Conservatoire (1879).

C'est là qu'il exerça, jusqu'en 1880, sur les jeunes gens qu'Aimé Girard avait acceptés comme élèves, une direction scientifique dont aucun de nous n'a oublié la compétence attentive, ni l'amicale inflexibilité avec laquelle il faisait exécuter les ordres et les désirs du « patron ».

Jusqu'ici, Livache n'avait entrevu que la science chimique, tant soit peu imprégnée d'arrière-pensée industrielle en passant par le laboratoire d'Aimé Girard. Il avait, pour ses débuts, présenté deux notes intéressantes à l'Académie des Sciences, l'une sur les gaz contenus dans les fruits, où il montre que la somme acide carbonique et oxygène se trouve dans le même rapport avec l'azote que dans l'atmosphère (1877); l'autre sur la solubilité du pétrole dans le savon, par l'intermédiaire de la cire de Carnauba (1878).

Sans quitter le laboratoire, Livache se présenta avec succès à un concours pour la nomination d'un Inspecteur des Établissements classés comme insa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lubres, incommodes et dangereux (1880). Ces fonctions nouvelles lui montrèrent la voie dans laquelle sa nature le portait à s'engager; sa nomination comme membre du Conseil de notre Société (1898), dont il devint vice-président (1909), puis président de son Comité des Arts chimiques (1921); sa nomination comme vice-président (1904), puis comme président (1908) de la Société de Médecine publique et de Génie sanitaire l'entraînèrent à travailler vers les solutions que ceux dont il avait gagné la confiance attendaient de lui.

Ayant démissionné[1] de ses fonctions d'inspecteur (1893), il se fit construire un laboratoire dans le haut de sa maison de la rue de Grenelle, et y passa de bonnes journées de solitude et d'indépendance.

Les visites d'inspection à travers les usines classées avaient appris à Livache combien l'industrie de la cuisson au plomb des huiles siccatives et celle des vernis gras et des cuirs vernis présentaient d'inconvénients pour les ouvriers et pour les voisins, et c'est alors qu'il se demanda dans quelle mesure on pourrait obtenir la même résultat par un traitement à froid.

L'introduction au contact des huiles, de métaux divisés, c'est-à-dire précipités de leur solution par un métal plus électropositif, leur donne une siccativité analogue à celle que produit la cuisson, à haute température, de cette huile, additionnée de litharge (1880); — L'addition de manganèse accentue cette siccativité et la dissolution de l'huile manganésée dans la benzine rend la matière, devenue plus fluide, plus propre à absorber l'oxygène; l'huile oxydée reprend sa compacité après élimination du solvant (1880). — Si l'on saponifie ces huiles oxydées et si, après avoir précipité leurs savons par l'acide sulfurique, on les reprend par l'eau, on constate que plus on a prolongé l'oxydation, plus il y a d'acides gras solubles aux dépens des acides insolubles (1886); — L'oxydabilité peut se développer sur les huiles végétales et animales, considérées comme non siccatives, à la condition de faire agir un temps suffisant et une température convenables (1886-1895); — L'oxydation fournit un produit solide, désigné sous le nom de linoxine, et qui, sous l'influence de dissolvants ordinaires, disparaît en partie par solubilité, mais laisse une matière, susceptible de se gonfler dans ces mêmes réactifs, à la façon du caoutchouc dans la benzine, et rendre les mêmes services que lui (1891). (Ces notes ont paru dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

La connaissance des huiles siccatives, qui domine la question des vernis, devait amener Livache à s'occuper de ceux-ci. En 1896, il fit paraître un

(1) Cette démission a été provoquée par l'interdiction que le Préfet de Police, devant une menace d'épidémie de choléra, avait prescrit à tous les inspecteurs de reculer leurs vacances. Livache devait partir en Égypte; il déclara ne pouvoir se conformer à ces ordres. Le Secrétaire général cherchait à concilier l'arrêté avec le désir de ne pas perdre un de ses meilleurs inspecteurs. « Écrivez-nous, lui dit-il, qu'il s'agit d'un voyage d'études. » — Celui-ci, Monsieur le Secrétaire général, est un voyage de pur agrément. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

livre sur les *vernis et huiles siccatives* qui eut assez de retentissement pour être traduit en langue anglaise. Mais le livre n'était pas fermé pour lui; l'auteur se tenait au courant des progrès réalisés et au besoin il les sollicitait. En 1898, il donna à la Société d'Encouragement une étude très complète sur les siccatifs à base de résinates et d'oléates métalliques, et plus tard, il montra que l'alcool amylique est susceptible de permettre la dissolution, dans l'essence de térébenthine, des copals, même des copals durs, sans qu'il soit nécessaire de recourir à la pyrogénation (1908).

Dans la dernière partie de sa vie scientifique, Livache consacra de généreux efforts à résoudre cette question, si importante pour la santé publique, que Guyton de Morveau, en 1782, et bien d'autres après lui, avaient soulevée, celle qui permettrait de remplacer la peinture à la céruse par la peinture à l'oxyde de zinc. En 1901, il publiait à l'Institut, puis à la Société d'Encouragement, en collaboration de M. Potain, membre de la Chambre syndicale des Entrepreneurs de Peinture de Paris, un travail qui devait entraîner les plus hésitants, et montrait que la substitution est possible à la condition que la quantité d'huile totale soit dans le rapport inverse de la densité des matières solides employées, et que l'on ajoute 1 p. 100 de siccatif. Depuis, la question a été très étudiée par des chimistes, par M. Lenoble (1904), par MM. Pipereaut et Vila, qui proposèrent de remplacer l'oxyde de zinc par son sulfure, couvrant mieux (1909). Les diverses conclusions de ces auteurs se trouvent dans leurs mémoires que Livache, en les accompagnant de commentaires personnels, a présentés à notre Société.

Dès lors, les chimistes et les praticiens, à la suite d'expériences précises et de longue durée, reconnaissaient que l'on pouvait sans inconvénients, adopter la peinture au blanc de zinc; les hygiénistes constataient que son emploi supprimait une fabrication et des manipulations dangereuses pour la santé des ouvriers; le Parlement fit son devoir et décida que, dans un délai de cinq ans, l'interdiction d'employer la céruse pour les travaux tant extérieurs qu'intérieurs, serait définitive (1909). Cette mesure a été suspendue au cours des hostilités; elle est reprise aujourd'hui et est à la veille d'être générale. Livache qui avait mené ce mouvement, malgré l'opposition que lui faisaient les fabricants de céruse, eut la satisfaction de voir consacrer ses efforts par le législateur. Une occasion unique se présentait, pour lui faire obtenir ce que sa modestie avait négligé de solliciter jusqu'ici; comme président de la Société d'Encouragement, je fus lui demander s'il accepterait que je me misse à la tête d'une démarche dont je devinais d'avance le succès; il refusa « parce qu'il aurait eu l'air de n'avoir travaillé que pour cela ». Son esprit d'indépendance lui dictait ce refus.

C'est à ce point que nous pourrions nous arrêter dans l'énumération de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ses travaux, si nous ne voulions faire connaître notre collègue tout entier. Livache était d'un tempérament légèrement inquisiteur; en dehors de l'intérêt industriel qu'il puisait dans ses visites d'inspection, ses fonctions elles-mêmes ne lui déplaisaient pas; l'exercice d'un contrôle, adroitement conduit, lui permettait de rappeler les industriels à leur devoir, et en même temps, de faire connaître aux personnes qu'il était appelé à protéger, les dangers que couraient leur bien-être et leur santé.

C'est dans cet ordre d'idées qu'il entreprit de contrôler les distributions d'eaux faites par la Ville de Paris. A une époque où Paris manquait d'eau de source, il constata par des dosages hydrotimétriques des plus précis, que la Ville substituait, avec la plus grande désinvolture, et sans en prévenir le consommateur, l'eau de Seine à l'eau de source (1890), que la surveillance était d'autant plus facile que le titre hydrotimétrique, pour une même eau, et pour la même température, est identique d'un bout à l'autre de la canalisation (1891); il montra, en se reportant aux statistiques municipales, l'influence des distributions d'eau de Seine, même en mélange avec l'eau de source, sur l'épidémie de fièvre typhoïde de 1892, et conclut à la nécessité de réserver pour l'arrosage, le lavage, les water-closets, etc., l'eau de Seine à l'exclusion de l'eau de source.

Le voyage que fit notre collègue aux États-Unis en 1896, lui permit de s'intéresser aux établissements municipaux de Philadelphie et de New-York, où sont journellement traitées les ordures ménagères; c'est dans le but de voir améliorer la situation de nos usines municipales qu'il écrivit deux gros rapports à la Société d'Encouragement, qui ont été très appréciés par les ingénieurs spécialisés (1897 et 1900).

Puis, dans la même préoccupation généreuse et peut-être avec une pointe d'amertume et d'ironie vis-à-vis des fonctionnaires de la Préfecture de Police, et pour leur faire mieux apprécier le fonctionnaire si consciencieux et si compétent qu'ils avaient laissé partir, il écrivit, en collaboration de M. Porée, avocat à la Cour d'Appel, un *Traité des Établissements classés* (1887), qui serait encore le *vade mecum* de tout inspecteur et expert, si la loi de 1919 ne l'avait trop vite vieilli. En collaboration également avec M. Porée, il fit paraître une brochure relative au classement des établissements de force motrice (1891), — une autre sur la réglementation et l'inspection officielle des Établissements classés dans les différents pays, où il montra que toutes les législations se sont inspirées de la législation française et du décret de 1810, et où il regrette l'absence trop fréquente des inspecteurs en province (1889).

Enfin, je tiens à montrer qu'au cours de tous ces travaux, Livache n'oubliait pas que, si ses collègues l'avaient appelé à siéger dans leur con-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

seil d'administration, c'était principalement pour aider de sa compétence ceux qui n'avaient pas encore acquis la même expérience que lui et présenter leurs travaux. Dans le *Bulletin* de la Société, j'ai compté depuis 1897, plus de vingt rapports qui constituent en partie des observations personnelles, relatives aux questions que leurs auteurs soulèvent plutôt que le compte rendu, toujours sec, des travaux exécutés par eux.

Tant pour se rendre compte du mouvement commercial, que pour apporter à l'œuvre commune la contribution de son expérience, il acceptait volontiers d'expertiser les marchandises arrivant en douane.

Mes collègues m'excuseront si j'ai mis, dans cet article nécrologique, une note un peu trop personnelle : Livache m'a fait faire mes premiers pas dans le laboratoire de chimie d'Aimé Girard et je lui ai voué la plus fidèle reconnaissance en même temps que la plus profonde estime pour son caractère dont j'ai mieux compris l'originalité, au fur et à mesure que je prenais des années. Derrière une façade faite de certains principes dont il avait le souci de ne pas se départir, il a prouvé, dans maintes circonstances que je ne puis rappeler ici, qu'il possédait un esprit intègre et généreux, prêt à accomplir des études désintéressées et profitables aux autres, prêt à encourager les œuvres qui protègent la santé publique, prêt à aider les jeunes, quand il sentait leur avenir en jeu. Il eut vis-à-vis d'Aimé Girard, qui fut son maître et qui le fit entrer à la Société d'Encouragement, ainsi qu'à la Société elle-même qui avait recueilli ses tendances altruistes et permis à ses premières idées de prendre leur essor, une affection qui se traduisit par une assiduité à nos séances et un dévouement dont nous avons tous souvenir et dont nous étions les premiers à nous féliciter.

L. LINDET,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA SUSPENSION DES VÉHICULES AU MOYEN DE RESSORTS A AIR

Rôle et importance de la suspension. Actions et réactions du sol et des véhicules. Analyse des organes fléchissants. — C'est à la suspension élastique des véhicules qu'échoit le rôle capital de rendre possible leur roulement dans de bonnes conditions : 1° de transport de la charge; 2° de conservation des véhicules et du sol; 3° d'exploitation économique et hygiénique.

La bonne solution de la suspension des véhicules est une question très importante et de grande envergure industrielle.

Le revêtement des routes n'a pas été prévu pour l'automobile; la même remarque peut être faite pour la suspension actuelle qui est restée à peu près la même que celle des voitures à chevaux, c'est-à-dire composée de ressorts métalliques Les actions et réactions destructives réciproques du sol et des véhicules sont les causes des chocs, trépidations, balancement, variations d'adhérence, meulage du sol, poussières, bruit, dérapages, dépenses excessives d'énergie. Les chocs, les trépidations, le balancement, le bruit, la poussière ont en outre des effets physiologiques et psychologiques graves, non seulement pour les malades et les affaiblis, mais encore pour les personnes en bonne santé. Plusieurs membres connus de la Faculté de Médecine ont critiqué sévèrement ces effets nuisibles à la santé. Les dérapages ont été la cause de nombreux et graves accidents. Ces actions et réactions destructrices réciproques donnent au roulement une certaine analogie avec la forge : tour à tour, le sol et le véhicule sont marteau et enclume. La pièce forgée reste la même : c'est le groupe roues, essieux, ressorts. Si cet ensemble est très élastique, c'est-à-dire peut subir une déformation ou une flexion rapide d'une certaine importance, le sol et le véhicule ne reçoivent plus de chocs brutaux, mais seulement des compressions progressives : il n'y a plus destruction.

Les roues sont généralement munies de bandages souples (pleins, creux ou pneumatiques), mais les flexions de ces bandages sont minimes, de quelques millimètres (25 mm environ pour les pneumatiques); c'est cepen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dant une participation à l'élasticité nécessaire et qui est indispensable pour une grande vitesse de translation.

Les essieux sont pratiquement rigides, leurs flexions élémentaires ne sont que la condition de leur résistance.

Les ressorts sont, eux, les organes de grande flexion (70 à 150 mm sous cahots) et de ce fait doivent en plus satisfaire aux conditions générales de rapidité de flexion et d'apériodicité pour éviter le balancement.

Ressort métallique. Ses défauts. — Au début de l'automobile, il a été tout naturel d'appliquer aux premières voitures les ressorts métalliques qui donnaient à peu près satisfaction pour les voitures à chevaux. Mais l'augmentation de la vitesse a rendu nécessaire une modification de ces organes qui ne satisfont plus aux conditions nouvelles. En effet :

1° Le calcul des ressorts métalliques pour le maximum de charge (pratiquement assez rare et souvent connu très approximativement);

2° La grande inertie de ces ressorts (résistance à la flexion);

3° Leur constance de flexibilité quelles que soient les charges et les flexions;

4° Leurs actions limitées mathématiquement dans le temps (une flexion trop rapide amène le bris du ressort métallique);

5° Leurs nombreuses et importantes oscillations successives;

6° Leur grande capacité de rendement de travail accumulé;

7° Leur encombrement et leur poids prohibant les rechanges à bord, sont autant de défauts inéluctables, car si l'on cherche à atténuer l'un d'eux, les autres se trouvent exagérés. Ces défauts existent nécessairement et persistent quels que soient les bandages des roues, pleins, creux ou pneumatiques.

Ressort parfait. Qualités nécessaires. Déterminantes graphiques. Courbes de flexion. Inertie, flexion rapide, apériodicité. Harmonie des efforts et du temps. Oscillations. — Dans ces conditions nettement défavorables, il n'est pas inutile de rechercher un organe moins imparfait que le ressort métallique, et pour cela de poser les principes du *ressort idéal*.

La graphique nous donne un moyen simple et commode de comparaison des qualités et des défauts qui peuvent permettre un choix judicieux. Les déterminantes graphiques d'un ressort sont :

a) La courbe des flexions en fonction des charges et cahots (courbe des espaces) dont les tangentes sont les flexibilités.

b) La courbe des flexions en fonction du temps (courbe des vitesses) dont les tangentes sont les accélérations.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces courbes s'inscrivent dans l'espace laissé libre en construction entre l'essieu et le châssis, espace variable avec les ressorts métalliques pour les diverses charges et appelé course, battement ou garde.

Il faudrait :

1° Des tangentes verticales à l'origine des courbes de flexion;

2° Des flexibilités décroissantes pour des flexions croissantes;

3° Un temps de flexion très petit;

4° Une seule demi-oscillation.

En résumé il ne faudrait pas d'inertie mais une flexion très rapide apériodique. Ce sont les conditions du ressort idéal devant réaliser une combinaison harmonieuse des efforts, de l'espace et du temps. La solution pratique de la bonne suspension réside donc dans l'obtention courante, pratique et constante, de courbes de flexions de formes logiques dans toutes leurs parties : à vide, en charges réduites, au maximum de charge et dans la portion des flexions sous chocs seuls, au delà du maximum de charge.

Une remarque très importante est que le balancement, les oscillations du châssis sont uniquement dus aux ressorts métalliques, si toutefois les sections des bandages pneumatiques ne sont pas exagérées, car cette exagération pourrait aussi causer un certain balancement.

Ressort à air J. P. Historique. Transformations successives. État actuel. Principales caractéristiques. Identité constante des résultats. — Les conditions ci-dessus énoncées pour le ressort idéal semblent impossibles à obtenir avec les ressorts métalliques mais conduisent au *ressort à air* qui réalise l'inertie minimum du corps fléchissant, le réglage exact correspondant à la charge à porter, le maximum de rapidité d'action, la flexibilité décroissante par compression croissante d'une même masse d'air dans des volumes décroissants, et enfin l'amortissement de la flexion dans la demi-amplitude, par réglage exact de la pression de l'air intérieur et l'impossibilité de restitution de travail due à la forme et à la résistance du récipient déformable contenant cet air.

Remarque. — Un ballon de jeu rebondit plus ou moins suivant sa pression intérieure; si cette pression équilibre juste le poids de la matière (enveloppe et chambre) le ballon ne rebondit presque plus. C'est un système à mauvais rendement, mais agissant très vite. Le travail de chute est absorbé par la déformation, la compression, la détente, la reformation, la perte de calories car il n'y a pas échauffement. Il y a en outre l'impossibilité de restitution du travail en excès, dans quelques cas, qui se trouve compensé par une petite tension supplémentaire de l'enveloppe lorsque celle-ci a repris sa forme libre. Toute chaleur disparaît rapidement dans l'ambiance, aucune

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

élévation de température appréciable ne pouvant être constatée. Cette analyse des qualités et défauts des ressorts métalliques et des ressorts à air a permis la synthèse du ressort à air pouvant remplacer le ressort métallique dans les conditions les meilleures, car il est aujourd'hui possible de tracer au préalable les courbes harmonieuses des flexions, donnant toute satisfaction, et de construire matériellement le ressort à air donnant toujours ces courbes.

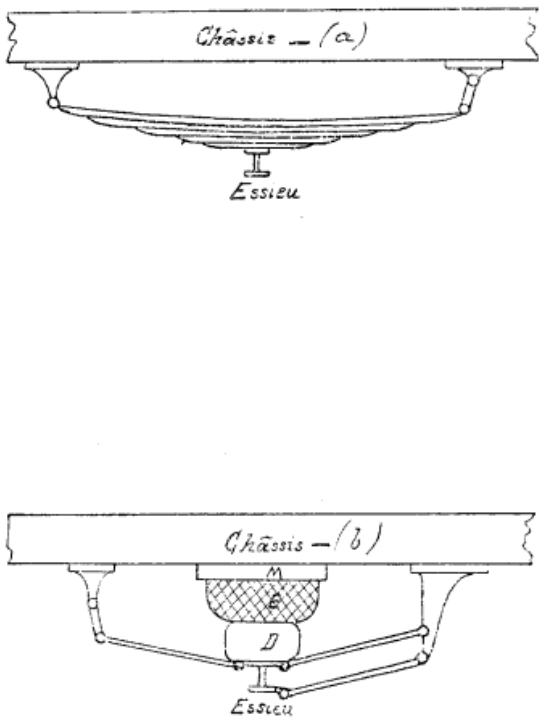


Fig. 1.

Le travail d'élaboration de ce ressort a été long, progressif et continu; les solutions successives ont toujours donné des résultats meilleurs, jusqu'à l'obtention du résultat actuel considéré comme pratiquement définitif aux points de vue technique et économique. L'idée première (1900 poursuivie en 1903, 1914, 1918) a été la combinaison en cascade du ressort métallique et du ressort à air à moyenne flexion (40 mm). Les ressorts à air furent d'abord (1900, 1903) constitués par des pistons (cuir et glycérine), des cylindres de bronze et des réservoirs d'air en tôle galvanisée; ils étaient montés en série aux bouts des ressorts métalliques dont on pouvait diminuer la flexibilité, tout en obtenant un meilleur résultat à cause de la rapidité de flexion du ressort à air. Les chocs et trépidations s'amortissaient bien dans le matelas d'air. Mais le montage était coûteux et, au bout de peu de temps, il se produisait des fuites qui changeaient peu à peu le rendement. Après 1903, les cylindres, pistons et réservoirs sont remplacés par des tores élastiques en caoutchouc (chambre valvée et enveloppe) semblables aux pneumatiques des roues, mais beaucoup plus petits et travaillant à plat par une déformation appropriée. La résistance et l'étanchéité ont été obtenues rigoureusement, et le rendement, toujours semblable à lui-même, a permis de bonnes et assez nombreuses applications sur plus de 1.000 véhicules, malgré la difficulté de faire adopter une nouveauté encore trop coûteuse.

M. Rateau a fait en 1907 à la Société d'Encouragement (1) un rapport sur

(1) Voir *Bulletin* de février 1907, p. 127 à 132.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ces ressorts à air additionnels, et concluait favorablement à leur adoption au point de vue technique. Les applications ont continué jusqu'en 1914.

De 1914 à 1918 et 1924, l'étude a été poussée pour améliorer le rendement et supprimer le balancement et les chocs et trépidations en supprimant le ressort métallique, et en construisant un ressort à air portant toute la charge et capable des flexions nécessaires. Ce ressort repose sur le patin d'essieu et le châssis s'appuie sur le ressort à air. L'essieu est relié au châssis au

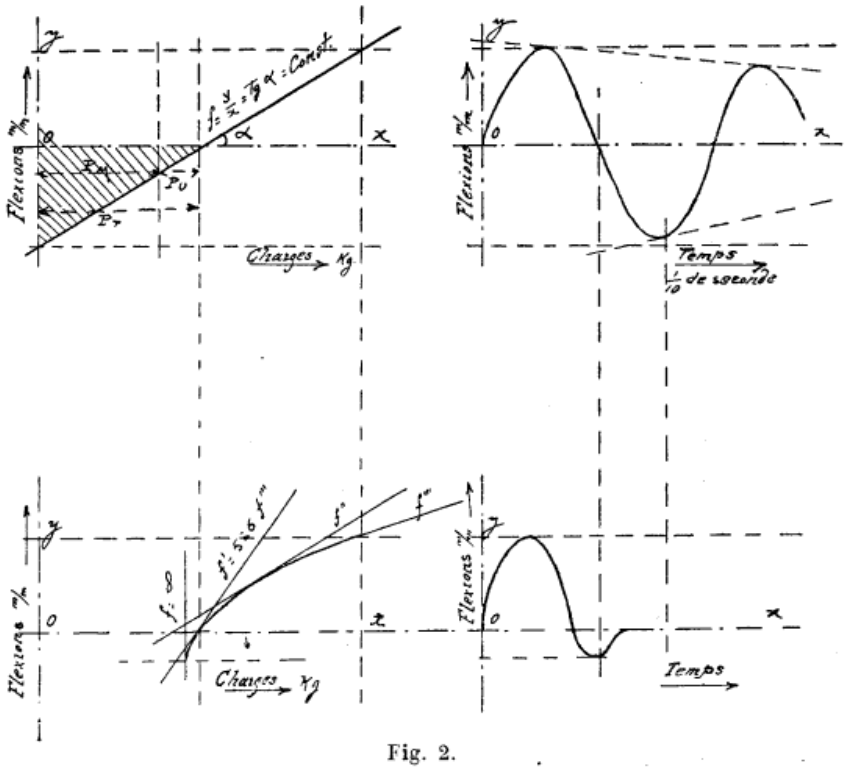


Fig. 2.

moyen de bielles assurant une liaison très solide, qui permet des déplacements parallèles lors des flexions du ressort à air. L'ensemble figuré sur les dessins ci-joints, est d'une grande simplicité, d'un prix peu élevé et donnant toute satisfaction au point de vue économique, technique et physiologique. Des essais, des applications des critiques, des analyses et des synthèses ont permis de déterminer exactement les dimensions du ressort à air donnant la meilleure courbe de flexions (établie par le raisonnement) pour satisfaire aux bonnes conditions de roulement du véhicule considéré.

Les figures superposées dont les coordonnées correspondent permettent la comparaison facile des courbes de flexions (*a*) des ressorts métalliques et (*b*) des ressorts à air, ainsi que des montages et des aspects. Le ressort à air est entièrement caché par la roue et l'esthétique générale est bonne. Dans la demi-coupe et demi-élévation de la section transversale on voit : la chambre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

valvée étanche C, l'enveloppe entoilée résistante E, le plateau de montage M (fixé au châssis par deux boulons et pouvant se monter et se démonter rapidement), le piston de déformation D (fixé au patin d'essieu) qui pénètre dans le pneumatique en le déformant d'une manière rationnelle permettant les flexions indiquées à gauche sur la courbe des flexions.

La vue en plan (à échelle réduite) montre la forme donnée au pneumatique, à son plateau de montage et au piston de pénétration; cette forme est nécessitée par le volume disponible entre l'essieu, le châssis et les diverses pièces du véhicule.

Les pressions intérieures du pneumatique (ressort à air) sont : 1 à 3 kg : cm² initialement (pour équilibrer la charge) qui deviennent 2 à 6 kg : cm² à fin de course sous le plus fort cahot. Ces pressions choisies expérimentalement, suivant les charges, donnent un très bon résultat pratique de rapidité de flexion et d'apériodicité. Les flexibilités sont initialement deux à trois fois plus grandes qu'avec les ressorts métalliques et finalement deux à trois fois plus petites; ces grandes variations de flexibilité expliquent les amortissements parfaits des chocs et trépidations tant pour le véhicule que pour le sol. La pression intérieure initiale correspond au maximum de charge, mais la flexibilité étant trois fois plus grande qu'avec le ressort métallique, les charges réduites bénéficient de cette grande souplesse. La distance du châssis au sol est constante quelle que soit la charge, ce qui facilite le chargement et le déchargement et simplifie la question des pare-boue. La durée des pneumatiques peut être évaluée d'après les antériorités à 25.000 km.

La rapidité de flexion due à la faible inertie du ressort à air, son apériodicité, résultant de sa construction même qui limite la restitution de travail emmagasiné :

1° rendent l'adhérence des roues avec le sol aussi constante que possible;

2° atténuent totalement les chocs;

3° suppriment les trépidations, le bruit, le meulage du sol, la poussière, le dérapage, le balancement qui sont précisément les défauts de la suspension actuelle.

Possibilités d'exploitation. — Il semble donc que l'exploitation normale du ressort à air J. P. puisse donner aujourd'hui des résultats pratiques, techniques et économiques, en progrès sensible sur ce qui existe, et puisse intéresser les industriels, par des qualités qui sont aussi des nécessités applicables à la foule toujours croissante des véhicules de toutes sortes : tourisme, camions, autobus, chemins de fer, tramways, trains d'atterrissage des véhicules de l'air, et aux matelas d'amortissement des trépidations et du bruit des machines et moteurs fixes ainsi qu'aux embrayages progressifs de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

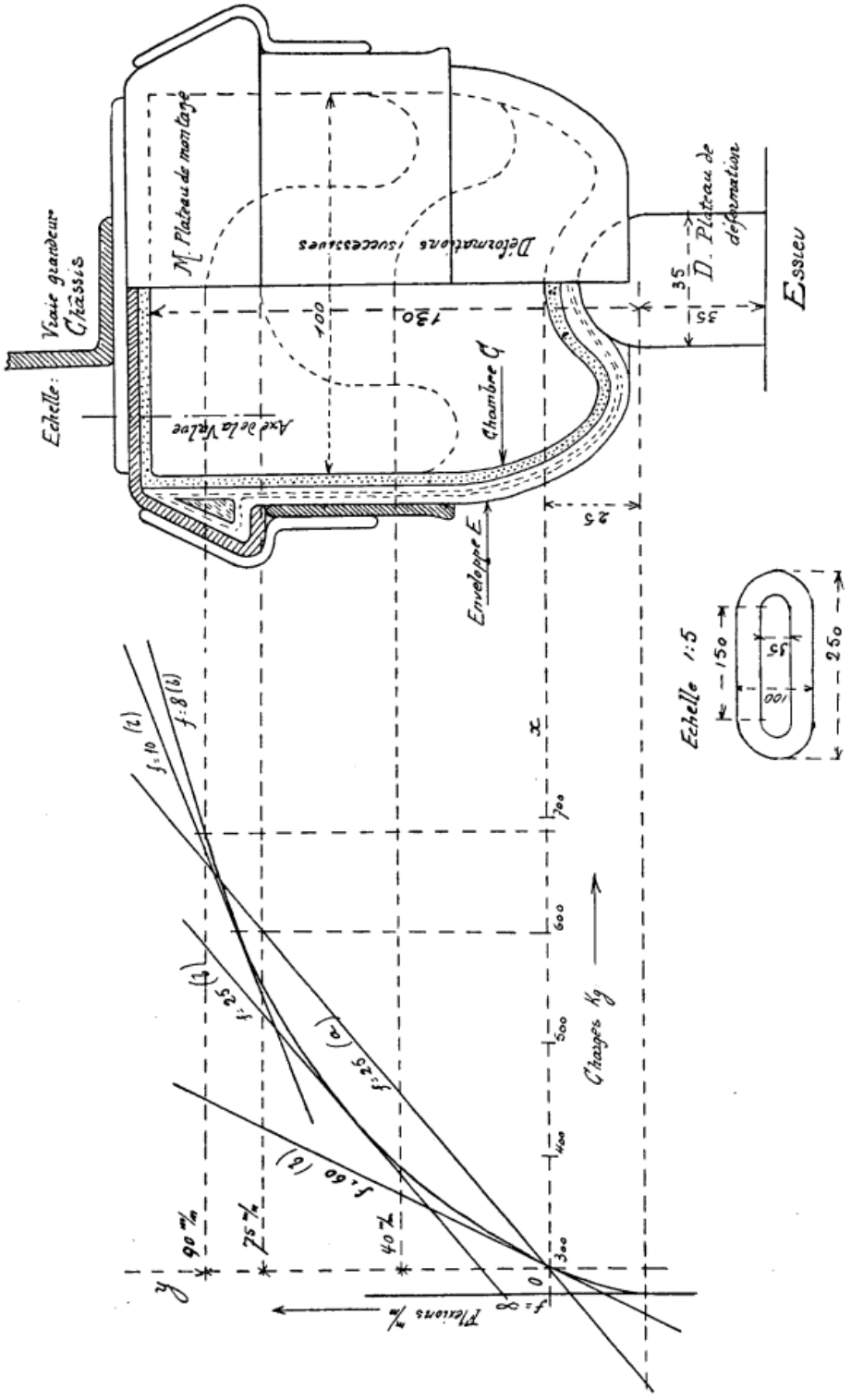


Fig. 3.

treuils, machines, moteurs, pour vaincre progressivement l'inertie des masses à soulever ou à déplacer en intercalant entre la chaîne et l'objet un ressort à air en compression.

J. PATOUREAU.

NOTE DE MÉCANIQUE

Note bibliographique sur les indicateurs.

Le *Bulletin* de la Société d'Encouragement a signalé, dans son numéro d'octobre 1923, p. 1065, une intéressante étude sur les indicateurs qui a paru dans les *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers* (n° 2 de 1923). La même publication vient de donner, dans le n° 1 de 1925, p. 1 et 9, une description détaillée d'un nouvel indicateur optique à deux miroirs, suivie du compte rendu d'essais effectués avec cet appareil et de la discussion des résultats obtenus. Les nouvelles applications du principe du manographe Hospitalier-Carpentier, décrit dans la *Revue de Mécanique* de février 1902, p. 191 (d'après la *Revue industrielle* du 1er février 1902, p. 41) sont dignes de remarque.

ED. SAUVAGE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE
DU 14 MARS 1925.

Présidence de M. E. SAUVAGE, *vice-président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 28 février 1925 est adopté.

M. SAUVAGE, *vice-président*, présente les excuses de M. MESNAGER, *président*, qui, souffrant, ne peut assister à la séance.

Sont présentés pour devenir membres de la société;

MM. R. FREUND-DESCHAMPS ET Cie (successeurs de Deschamps Frères) fabricants de couleurs d'outremer; usines à Vieux Jean d'Heurs et à Renesson (Meuse); siège social, à Paris, 251, rue Saint-Martin (3e arr.); présentés par M. A. Haller et L. Lindet.

Lecture est donnée d'un rapport, présenté par M. LE CESNE, au nom du Comité de Commerce, sur *trois nouvelles cartes de l'Afrique occidentale française et une carte du Sahara occidental et central*, établies par M A. MEUNIER (1).

Ce rapport est approuvé.

M. H. HITIER, *secrétaire général*, présente quelques ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque :

Science et Industrie, par M. Henry LE CHATELIER (Bibliothèque de Philo-

(1) Voir le texte de ce rapport à la page 336 du présent numéro.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sophie scientifique). 1925. Paris, Ernest Flammarion, 26, rue Racine (6e) (Don de l'auteur, membre du Conseil);

Aide-Mémoire du commerce et des industries du bois, par M. Paul Razous. 1924. École de sylviculture, du commerce et des industries du bois de Sainte-Maure-de-Touraine (Indre-et-Loire); et Paris, 35, avenue du Parc-de-Montsouris (14e) (Don de l'auteur, membre de la Société);

La teinture et l'impression expliquées par la chimie, par M. Albert Letellier. 1924. Paris, J. Hermann, 6, rue de la Sorbonne (6e);

Statique graphique élémentaire et notions préliminaires de résistance des matériaux, par M. Darras. 2e édition revue et corrigée 1925. Paris, Girardot et Cie, 27, quai des Grands-Augustins (6e);

Ministère des travaux publics et de l'agriculture. Service des forces hydrauliques de la région du Sud-Ouest. *Bassin de l'Adour. Bassin du Gave d'Oloron, de la Bidouze et des Nives.* Tome I, fascicule A : *Nivellements*, 1924;

Colles et mastics d'après les procédés les plus récents, par M. J. Fritsch, 1925. Paris, Girardot et Cie, 27, quai des Grands-Augustins (6e);

Assurances, par MM. Pierre Véron et Félix Pourcheiroux (Agenda Dunod, 1925). 2e édition. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e);

Étude sur les incendies de forêts, par M. Félicien Michotte (Institut de la Science du Feu, février 1925). Paris, 45, avenue Trudaine (9e);

Carte des charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais au 1/100.000e, par M. A. Rifflet. 2e édition, 1925. Amiens, chez l'auteur, 49, rue Coquerel (Don de l'auteur);

Contrôle continu du charbon dans les grandes chaufferies modernes, par M. R. Chansel (Extrait du n° de juin 1923 de *Chaleur et Industrie*). 5, rue Michel-Ange, Paris (16e).

M. Sauvage, *vice-président*. — Presque aussitôt après sa sortie de l'École Centrale, en 1907, M. Lepère s'est occupé d'aviation. Je n'insisterai pas sur sa carrière, ni sur les services qu'il a rendus pendant la guerre; je citerai seulement deux faits : le 6 janvier 1918, il commença pour le Gouvernement des États-Unis les études d'un biplan de combat; le 13 août, cet avion était reçu définitivement; 25 exemplaires de ce type lui furent commandés le lendemain des essais en vol, et 5.500 au mois de septembre suivant. C'est M. Lepère qui a conçu et fait construire l'avion entièrement métallique exposé par les Établissements Schneider et Cie au dernier Salon de l'Aéronautique.

M. Georges Lepère, Ingénieur des Arts et Manufactures, chef du service de l'aviation aux Établissements Schneider et Cie (Le Creusot), fait une com-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

munication sur *les bases théoriques et expérimentales de la construction aéronautique* (1).

M. SAUVAGE, *vice-président*, remercie M. G. Lepère de son intéressante communication, si pleine d'aperçus nouveaux qui ne manqueront pas d'intéresser ceux qui, n'ayant pu l'entendre, en liront le texte. Il espère que M. Lepère voudra bien remettre ce texte en vue de son insertion dans le *Bulletin*.

M. le Lieut-Colonel P. RENARD dit qu'il est en complet accord avec M. Lepère sur tous les faits et idées qu'il vient d'exposer. Aujourd'hui, on peut presque à coup sûr escompter les résultats qu'un avion, conçu rationnellement, donnera en vol, et cela parce qu'aucun des ingénieurs qui font ces études n'oserait se passer des essais, sur avions réduits ou sur des parties détachées en vraie grandeur, qui s'exécutent dans les laboratoires d'aérodynamique. A son avis, c'est là surtout le très grand progrès qui a été réalisé en construction aéronautique. Le moment ne paraît donc pas venu de lésiner sur les moyens d'investigation mis à notre disposition si nous voulons conserver à notre pays l'empire de l'air; les récents grands voyages aériens qui viennent d'être accomplis avec succès avec des appareils étudiés dans ces conditions, fournissent la preuve du bien-fondé de ces méthodes d'investigation.

Il lui semble que la visite, par les membres de notre Société, d'un de nos laboratoires aérodynamiques leur donnerait une idée plus exacte des services qu'ils peuvent rendre.

M. SAUVAGE, *vice-président*. — La suggestion de notre collègue me paraît fort intéressante; notre Bureau étudiera la possibilité d'une pareille visite. Nous espérons qu'elle pourra se faire assez prochainement.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

(1) Voir le texte *in extenso* de cette communication dans le *Bulletin* de mars 1925, p. 217-233.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN MARS 1925

MINISTÈRES DES TRAVAUX PUBLICS ET DE L'AGRICULTURE. — **Service des forces hydrauliques de la Région du Sud-Ouest. Bassin de l'Adour.** (Bassins du Gave d'Oloron, de la Bidouze et des Nives.) Tome I, fascicule A : Nivellements, XXIX pl. 1924. **16881**

DARRAS (M.). — **Statique graphique élémentaire et notions préliminaires de résistance des matériaux**, suivies des Tables des poutres et poutrelles en bois et en fer classées par ordre numérique de modules de section $\frac{I}{V}$. 2e édition. In-8 (23 × 14) de VIII + 397 p., 205 fig. Paris, Girardot et Cie, 1925. **16882**

LE CHATELIER (HENRY). — **Science et industrie.** (*Bibliothèque de philosophie scientifique.*) In-12 (19 × 12) de 283 p. Paris, Ernest Flammarion, 1925. (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration.*) **16883**

RAZOUS (PAUL). — **Aide-mémoire du commerce et des industries du bois.** In-8 (20 × 13) de 382 p., 35 fig. Sainte-Maure-de-Touraine (Indre-et-Loire), École de sylviculture, du commerce et des industries du bois; Paris, chez l'auteur, 35, avenue du Parc-de-Montsouris (14e), 1924. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **16884**

LETELLIER (ALBERT). — **La teinture et l'impression expliquées par la chimie.** In-8 (23 × 14) de 609 p., 80 fig., VIII planches en couleurs. Paris, J. Hermann, 1924. **16885**

VÉRON (PIERRE) et POURCHEIROUX (FÉLIX). — **Assurances.** 2e édition. (*Agendas Dunod, 1925*). In-18 (15 × 10) de LI + 484 p. Paris, Dunod, 1925. **16886**

FRITSCH (J.). — **Colles et mastics**, d'après les procédés les plus récents. In-12 (18 × 12) de VIII + 342 p. Paris, Girardot et Cie, 1925. **16887**

HALL (JOHN HOWE). — **La fonderie d'acier.** Traduit sur la 2e édition américaine par H. DROUOT. In-8 (25 × 16) de XIV + 435 p., 56 fig. Paris, Dunod, 1925. **16888**

PRÉVOT (EUGÈNE). — **Topographie**, suivi d'un appendice relatif à la Topographie expédiée, par O. ROUX. (*Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics.*) 2e édition. Livre II : **Méthodes.** In-12 (18 × 12) de XII + 739 p., 318 fig., V planches, dont 4 en couleurs, Paris, Dunod, 1925. **16889**

ROUCH (J.). — **Les méthodes de prévision du temps.** In-12 (19 × 12) de 280 p., 17 fig. Paris, Librairie Félix Alcan, 1924. **16890**

POUSSIGUE (LÉON). — **Notes historiques sur les Houillères de Ronchamp** (Haute-Saône). In-4 (28 × 19) de 64 p., II planches en couleurs. Paris, Société générale d'imprimerie, 1924. (*Don des Houillères de Ronchamp.*) **16891**

COPAUX (H.) et PERPÉROT (H.). — **Chimie minérale.** Description des éléments chimiques et de leurs propriétés. (*Collection Armand Colin, Section de chimie, nos 41, 42, 43.*) Tomes I, II et III. In-16 (17 × 11) de 214 p., 51 fig.; 186 p., 55 fig.; 202 p., 34 fig. Paris, Librairie Armand Colin, 1925. **16892-4**

CHAMPLY (RENÉ). — **Ma maison à bon marché.** In-8 (23 × 14) de 267 p., 262 fig. Paris, Girardot et Cie, 1925. **16895**

BOUTTEVILLE (R.). — **L'éclairage à Paris.** In-8 (25 × 16) de 144 p., 74 fig., I planche. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 1925. **16896**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

***

RIFFLET (A.). — **Carte des charbonnages du Nord et du Pas-de-Calais au 1/100.000e.** Sièges d'extraction. Nature des charbons. Statistiques. 2e édition. In-folio (110 × 65). Amiens, chez l'auteur, 49, rue Coquerel, 1925. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 12924**

CHANSEL (ROGER). — **Contrôle continu du charbon dans les grandes chaufferies modernes.** (*Chaleur et industrie*, juin 1923.) In-4 (27 × 21) de 4 p., 8 fig. Paris, 5, rue Michel-Ange (16e). **Pièce 12925**

MICHOTTE (FÉLICIEN). — **Étude sur les incendies de forêts.** (*Institut de la science du feu*, février 1925.) In-8 (24 × 15) de 64 p., fig. Paris, 45, avenue Trudaine (9e). **Pièce 12926**

KOPACZEWSKI (W.). — **Catalyse et ses applications.** In-4 (27 × 18) de 43 p. **Bibliographie**, p. 39-42. Paris, Vigot frères, 1925. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 12927**

VANUXEM (PAUL). — **Les monopoles vus de près.** In-12 (19 × 14) de 36 p. Paris, Imp. R. Hermieu, 12, avenue du Pont-de-Flandre (19e). (*Don de M. Henri Fayol, membre de la Société.*) **Pièce 12928**

DU CROUZET (L. M.). — Un entretien avec M. Henri Fayol. **Les développements actuels de la doctrine administrative.** (Extrait de la *Chronique sociale*, janvier 1925.) In-8 (23 × 14) de 17 p. Lyon, 16, rue du Plat. (*Don de M. Henri Fayol, membre de la Société.*) **Pièce 12929**

CARLIOZ (J.). — **Le gouvernement des entreprises. Fayolisme. Taylorisme.** (Extrait de *La science moderne*, n° 5, mai 1924.) In-4 (27 × 19) de 12 p. Paris, J.-B. Baillière et fils. (*Don de M. Henri Fayol, membre de la Société.*) **Pièce 12930**

BALLAND (A). — **En mémoire de Bayen.** (Extrait du *Journal de pharmacie et de chimie*, 16 janvier 1925.) In-8 (21 × 13) de 12 p. Paris, G. Doin. **Pièce 12931**

UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ. — **Rapport sur les essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs** organisés par l'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ avec le concours du MINISTÈRE DE LA GUERRE, de l'OFFICE NATIONAL DES RECHERCHES SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELLES ET DES INVENTIONS, de la COMMISSION TECHNIQUE DE L'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE et du LABORATOIRE CENTRAL D'ÉLECTRICITÉ (**1er-16 octobre 1924**). In-4 (27 × 22) de 50 p., 32 fig. Paris, 25, boulevard Malesherbes (8e). **Pièce 12932**

L'utilisation de la force motrice des vagues et le système Pinard-Sala. In-4 (28 × 22) de 20 p., 24 fig. Annexes : 11 p., 4 fig. (dactylographié). **Pièce 12933**

***

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS PH. BONVILLAIN ET E. RONCERAY. — **Appareils de fusion et de coulée.** (Extrait du Catalogue général.) 12 p., fig. (*Don de la Société anonyme des Établissements Ph. Bonvillain et E. Ronceray, membre de la Société.*) **Catalogue**

***

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletins techniques, n° 24** (février 1925) : *Sur un appareil mesurant les déformations des ailes en vue de l'étude de la fatigue et du vieillissement des avions. Mesure des efforts aérodynamiques supportés par la voilure d'un avion*, par E. HUGUENARD, A. MAGNAN et A. PLANIOL, 14 p., 12 fig. — **n° 25** (février 1925) : *Aérodynamique. Recherches expérimentales.* Fascicule III : *Profils d'ailes — Maquettes d'avions et d'hydravions*, 8 p., LXVII pl. Issy-les-Moulineaux (Seine), 2, rue Jeanne-d'Arc. **Pér. 117**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Recueil de lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires concernant les services dépendant du Ministère des Travaux publics,** dressé par les soins de l'administration centrale. 2e série, tome XXIX (année **1921**). Paris, Imprimerie nationale, 1924. **Pér. 144**

ÉCOLE POLYTECHNIQUE. — **Journal.** IIe série, 24e cahier. Paris, Gauthier-Villars et Cie. 1924. **Pér. 281**

Science et industrie, no **142** (décembre 1924) : *Les industries électriques*, 208 p., fig. Paris, 22, avenue Montaigne (8e). **Pér. 111**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. — **Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes de Paris et des départements tenu à Dijon en 1924.** (Section des sciences.) Paris, Imprimerie nationale, 1924. **Pér. 26**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. DIRECTION DES MINES (2e Bureau). — **Statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie pour l'année 1922,** avec un appendice concernant la Statistique minérale internationale. Paris, Imprimerie nationale, 1924. **Pér. 138**

CHAMBRE DE COMMERCE FRANÇAISE DANS LES PROVINCES RHÉNANES. — **Annuaire 1925 des maisons françaises établies en Rhénanie et répertoire des maisons allemandes recommandées.** Paris, 12, rue de La-Rochefoucauld (9e). **Pér. 148**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings.** Vol. CCXVIII, **1923-24** (part II). London, S. W. 1., Great George Street, Westminster. **Pér. 189**

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. — **Agriculture Yearbook 1923.** Washington, 1924. **Pér. 410**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers,** vol. XVIII (**1924**), nos **262** : *Comparaison of American and foreign clays as paper fillers*, by M. B. SHAW, G. W. BICKING, p. 337-380, 23 fig. **Bibliography**, p. 379-380. — **263** : *Tangent modulus and the strength of steel columns in tests*, by O. H. BASQUIN, p. 381-442, 42 fig. — Vol. XIX (**1924**), no **273** : *Performance tests of a liquid laundry soap used with textile materials*, by F. R. MCGOWAN, F. W. SMITHER, C. W. SCHOFFSTALL, p. 1-26, 13 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars** nos **169** : *Methods of calculating hosiery shipping case dimensions*, 37 p. (1924). — **165, 166, 167, 171, 172, 175, 176, 177, 179, 180, 189, 190** (1924). **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Miscellaneous Publication** no **60** : *Annual Report of Director of the Bureau of Standards for fiscal year ended June 30, 1924*, 38 p. (1924). **Pér. 61**

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Simplified practice recommandation,** nos **16** : *Lumber*, 62 p., fig. (1924). — **17** : *Forged Tools*, 8 p. (1924). **Pér. 61**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution, 1922.** Washington, 1924. **Pér. 27**

L'agent général, gérant.
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

124e ANNÉE. MAI 1925.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

L'ÉTAT ACTUEL DE LA RECONSTITUTION DES MINES DE LENS [1]

Monsieur le Président, Messieurs,

Deux de vos anciens présidents m'ont fait l'honneur de me demander, il y a deux mois environ, de venir faire à la Société d'Encouragement une communication sur l'état actuel de la reconstitution des Mines du Nord et du Pas-de-Calais.

Je n'ai pas qualité pour traiter un tel sujet; il aurait fallu, pour cela, s'adresser à M. Parent, secrétaire général du Comité central des Houillères de France ou aux Ingénieurs en Chef des Mines du Nord et du Pas-de-Calais, MM. Stouvenot et Georges. Je ne puis, en ce qui me concerne, que vous dire ce qui a été fait aux Mines de Lens; mais en faisant auparavant un exposé succinct de la destruction et de la reconstitution des Mines du Nord et du Pas-de-Calais, sans sortir de mon cadre, je répondrai partiellement au désir qui m'a été exprimé.

Je fais pour cela projeter devant vous un document qui appartient à la grande histoire (fig. 1, planche hors texte, page 374 *bis*). C'est la carte du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais, émanant de l'État-Major allemand, qu'après plus d'un an de demandes et de démarches, nous avons fini par obtenir en octobre 1919.

Vous distinguez sur cette carte trois régions différentes; la première, entièrement teintée, couvre les concessions de Lens et de Liévin où la

(1) Conférence faite par l'auteur, en séance publique, le 28 février 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

destruction de toutes les installations du jour a été absolument complète. Contiguë à celle-ci, à droite, une région qui comprend les mines de Meurchin, Carvin, Courrières et Drocourt et partiellement celles de Dourges et d'Ostricourt; pendant les deux dernières années de la guerre, cette région a été sous le feu de l'artillerie à longue portée et, selon la légende même du document allemand, les bandes striées qui la couvrent indiquent une destruction partielle des constructions de la surface, conséquence des combats. Au delà, jusqu'à la frontière belge, s'étend toute la région du bassin que l'ennemi a évacuée en octobre 1918.

Vous voyez, sur la carte, figurés les emplacements de tous les puits de ces trois régions. La teinte verte indique un puits dynamité; complète, c'est que le cuvelage a été fortement endommagé et que des venues d'eau ont été constatées; partielle seulement, c'est que le résultat des explosions n'a pas été net : le cuvelage est indiqué comme vraisemblablement endommagé. Une teinte rouge autour de l'emplacement du puits signifie que les installations du jour ont été dynamitées.

La carte montre que, dans son repli, dans l'espace de moins d'un mois, l'armée allemande a systématiquement détruit toutes les installations du jour qui restaient debout, chevalements, machines, chaudières; elle a même dynamité deux puits de l'Escarpelle et, vers la fin d'octobre, un puits d'Anzin, la fosse Thiers.

Selon les documents qui ont été recueillis immédiatement après l'armistice, on peut dire que ces mines de la troisième région, capables de produire 8 millions de tonnes, étaient intactes au début d'octobre; mais quand l'armée allemande, qui dut évacuer la ville de Lens le 4 octobre 1918, eut acquis la certitude qu'elle ne pouvait plus tenir sur ses positions, la destruction des installations, intactes jusque-là, fut ordonnée.

L'exécution commença par Aniche. Avant tout combat, le 1er octobre, l'extraction étant arrêtée de la veille, trois équipes de 75 pionniers y commencèrent les dévastations préparées depuis plusieurs jours; le 7 octobre, elles étaient presque complètes : 13 sièges d'extraction, les laveries, les fours à coke, les voies ferrées, les ponts, tout avait été détruit.

A Flines-lez-Raches, les installations des fosses 1 et 2 furent dynamitées le 7 octobre. A Carvin, toutes les installations du jour, tout l'outillage furent détruits le 4 octobre à coups d'explosifs. Mêmes destructions complètes à Anzin et à Douchy, du 5 au 19 octobre.

Il y a plus, l'ordre Hindenburg du 15 octobre, rendu à la suite de l'ultimatum du Gouvernement des États-Unis, qui interdisait les destructions sans utilité militaire, n'arrêta même pas la dévastation systématique des houillères du Nord.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La mine de Crespin, à la frontière belge, resta intacte jusqu'au 28 octobre, alors que la dévastation d'Aniche et d'Anzin était achevée depuis quelques jours; le 28, un bataillon de pionniers y arriva pour procédér à la destruction totale des machines d'extraction, des chevalements, des chaudières, des turbines, des fours à coke.

Le capitaine allemand chargé de la surveillance des mines, Capitaine Edelmann, probablement inquiet de sa responsabilité personnelle depuis l'ultimatum américain, avait exigé et obtenu de Ludendorf lui-même, l'ordre écrit de poursuivre les destructions.

Et voici ce que l'armée allemande laissa en se retirant :

220 fosses rendues inutilisables pendant plusieurs années;

toutes les installations du jour intégralement détruites;

une production de plus de 20 millions de tonnes, soit 50 p. 100 de la production nationale, annihilée;

100.000 ouvriers livrés au chômage et leurs familles à la misère.

* * *

La réparation des mines sinistrées commença immédiatement après l'armistice avec la plus grande activité. Les compagnies qui disposaient de toutes leurs maisons et de certaines installations réparables, commencèrent le travail les premières. Celles qui sont situées plus à l'ouest et d'où le personnel avait dû être évacué, Aniche et l'Escarpelle, vinrent après et enfin celles des deux premières régions qui devaient refaire toutes leurs installations et consacrer la plus grande partie de leurs premiers efforts au logement de leur personnel.

Voilà cinq ans que ce travail est en cours. Le résultat est le suivant : en 1924, les mines sinistrées du Nord ont atteint leur production d'avant guerre, 6.800.000 t environ, et les mines du Pas-de-Calais ont produit 18.000.000 t contre 20.800.000 t en 1913. En janvier 1925, la production moyenne journalière des deux bassins a atteint 92.000 t, contre 91.500 en 1913.

2 millions de tonnes environ sont encore à récupérer par l'effort des compagnies les plus sinistrées, Lens et Liévin en particulier, dont la production reste inférieure d'autant à son niveau d'avant guerre.

Pour permettre d'apprécier ce qu'a coûté cet effort de reconstitution, il suffit de donner les chiffres des dépenses actuellement faites, 850 millions pour le Nord, 2.685 millions pour le Pas-de-Calais.

J'ai dit en commençant que ce document allemand me paraissait appartenir à la grande histoire. Si en effet l'histoire a pour mission de rassembler les leçons du passé, si elle a pour but de les rappeler aux générations

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

actuelles comme un legs de celles qui ont disparu, en effet un tel document lui appartient.

Arrêtons-nous-y encore un moment. Le grand tragédien grec Eschyle a dit quelque part ce mot profond : « Un jour viendra où les cités ne seront plus défendues que par la poitrine des hommes. » Cette prédiction s'est réalisée, nous en avons vu l'avènement. Déjà, après les guerres napoléoniennes et surtout après celles du XIX^{e} siècle, au corset de pierre, à la levée de terre dont s'entourait soigneusement chaque ville menacée, avait dû s'adjoindre la couronne des forts extérieurs; mais, lors de la grande guerre, ce cadre de résistance déjà élargi fut entièrement brisé et c'est sur l'immense ligne de front, sur près de 800 km, que les armées des deux pays s'opposèrent homme à homme, poitrine à poitrine, séparées seulement par quelques mètres de « no man's land ».

Mais pour que ces soldats aient pu remplir leur mission, il a fallu que le pays d'arrière mette en œuvre toutes les ressources de son sol, tous les produits de son sous-sol, tous les outils de ses ateliers et que, sans compter, sans cesser, il envoie au front toutes les fabrications de son industrie. Ainsi s'est établie, puis affirmée tout au long de la guerre, cette leçon que l'industrie d'un pays ne fait pas seulement partie de son armature économique, mais qu'elle constitue l'un des plus essentiels moyens de sa défense. Cette leçon, nous ne devons pas l'oublier, car l'armée allemande nous l'a apprise et les leçons de Mars sont rudes. En moins d'un mois, elle a ravagé tout ce qui restait de notre industrie minière du Nord et du Pas-de-Calais, sachant bien que la houille étant à l'origine de toute industrie, tout ce qui diminue les moyens de la produire affecte la puissance industrielle d'un pays et aussi sa défense; elle l'a fait avec une volonté implacable, appliquée jusqu'au bout. Cette carte que nous avons sous les yeux nous le rappelle; regardons-la de temps en temps et souvenons-nous.

* * *

Je reviens maintenant à la partie de cette carte qui se rapporte aux concessions de Lens et Liévin. Vous y voyez que tous les puits de Lens ont été dynamités, à l'exception de la fosse 14 *bis* dont le fonçage était en cours en 1914.

Je refais avec vous rapidement notre chemin de croix de la guerre. L'invasion de Lens, 4 octobre 1914; la prise de possession immédiate de nos fosses; la destruction, qui suivit immédiatement, de toutes nos installations d'extraction, machines, câbles, cages; la volonté nettement affirmée, dès cette époque, de détruire notre industrie; les fosses placées dès l'hiver 1914 sur la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ligne de bataille ; le pillage méthodiquement organisé dès cette époque de tous nos approvisionnements ; la pression de l'ennemi devenant plus dure au prin-

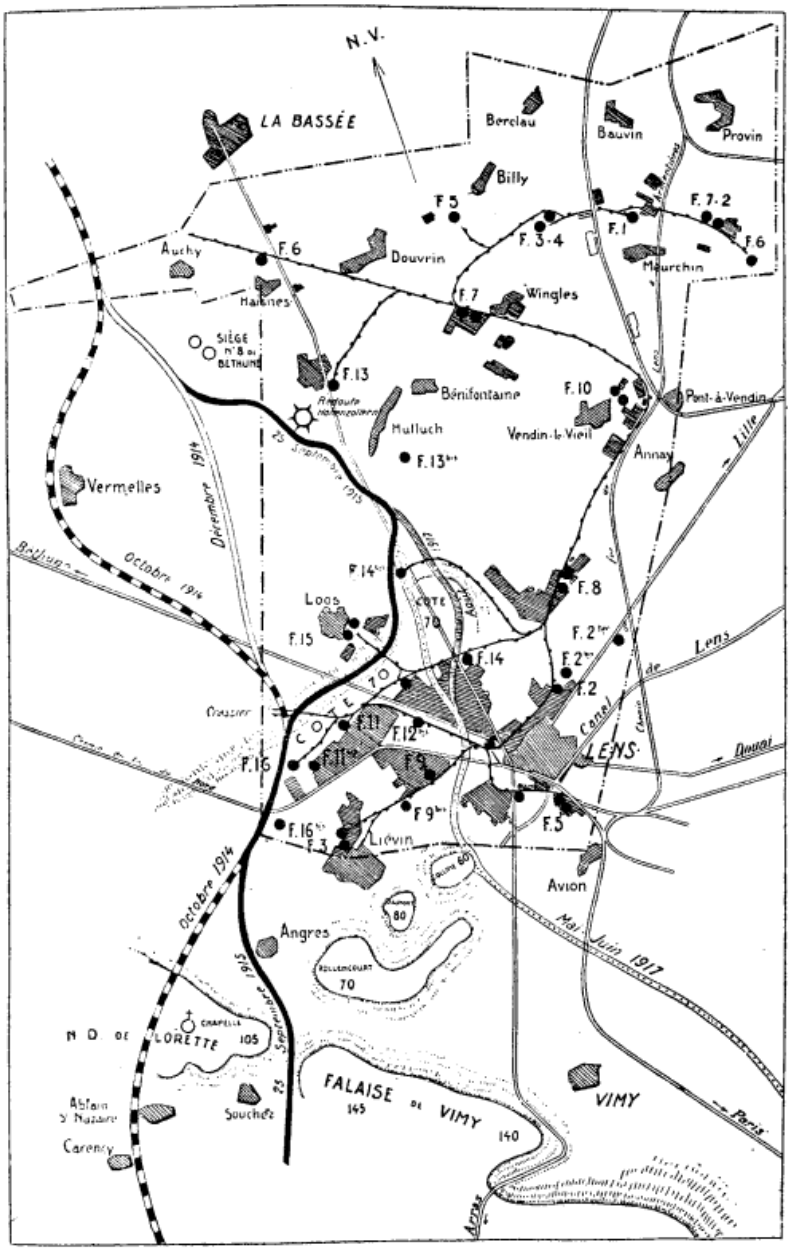


Fig. 2. — Carte de la Concession de Lens montrant les différents fronts de 1914 à 1917.

temps de 1915, après les combats de Carency et de Souchez ; la prise de notre fosse 15 par l'armée britannique le 25 septembre 1915 ; la décision qui suivit de détruire les cuvelages de nos fosses pour provoquer l'inondation totale de nos travaux souterrains et toutes nos installations du jour que les combats avaient laissées debout.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pendant 18 mois environ, d'octobre 1915 jusqu'au printemps 1917, la ligne du front resta à peu près inchangée, selon le tracé que je vous montre (fig. 2); en avril 1917, la grande attaque britannique sur la côte de Vimy avança le front, surtout dans la région du sud de notre concession, jusqu'aux faubourgs de Lens; depuis cette date jusqu'à l'automne 1918, stagnation presque complète des lignes.

Ce fut alors la lutte des artilleries qui avaient atteint leur maximum de puissance, le pilonnage méthodique fait mètre carré par mètre carré, suivant le flux et le reflux des attaques, de sorte que tout ce qui subsistait encore s'anéantit peu à peu, entièrement pulvérisé.

Enfin, le 4 octobre 1918, évacuation de Lens par l'armée allemande.

De cette longue série d'épreuves, je ne veux m'appesantir ici que sur deux points particulièrement graves par leurs conséquences : le dynamitage des cuvelages; la destruction des installations du jour.

Dynamitage des culevages. — Le terrain houiller se trouve chez nous vers la profondeur de 150 m. Sur les 100 premiers mètres, au-dessus d'un banc puissant d'argile, le puits traverse les étages du crétacé supérieur, le turonien et le sénonien, le second, éminemment aquifère.

Pour retenir les eaux de ce niveau, il faut ceinturer le puits d'un revêtement, bois ou fonte, lequel, sauf qu'il est vertical au lieu d'être horizontal, est exactement l'équivalent de celui que l'on traverse dans le Nord-Sud à la Concorde ou dans le Métropolitain à la Cité. Il suffit de détruire ce revêtement — que nous nommons cuvelage — pour faire pénétrer les eaux en abondance dans les travaux du fond. Et comme lors du fonçage de certains puits, les venues avaient été de l'ordre de 2.000 m³ à l'heure, 50.000 m³ par jour, il suffisait de faire sauter quelques-uns des cuvelages pour noyer rapidement nos mines.

Le travail fut ainsi pratiqué.

Sur la coupe des terrains traversés (fig. 3), vous voyez le cuvelage garnissant le puits au droit de craies blanches, éminemment aquifères, et des craies bleues. Les Allemands avaient trouvé dans nos bureaux la coupe de nos puits, nos journaux de fonçage; ils savaient donc à quels endroits se trouvaient les points dangereux des cuvelages. Au-dessus de ces points, ils détruisirent d'abord tout ce qui se trouvait dans la colonne du puits pour la circulation des cages, puis ils firent descendre, au moyen de câbles, une forte poutre qui avait à peu près comme longueur le diamètre du puits et aux deux extrémités de laquelle ils avaient assujetti solidement une charge d'une centaine de kilos d'explosifs. Quand la poutre était arrivée à la profondeur voulue, celle indiquée par les experts, on la rendait horizontale, les deux

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

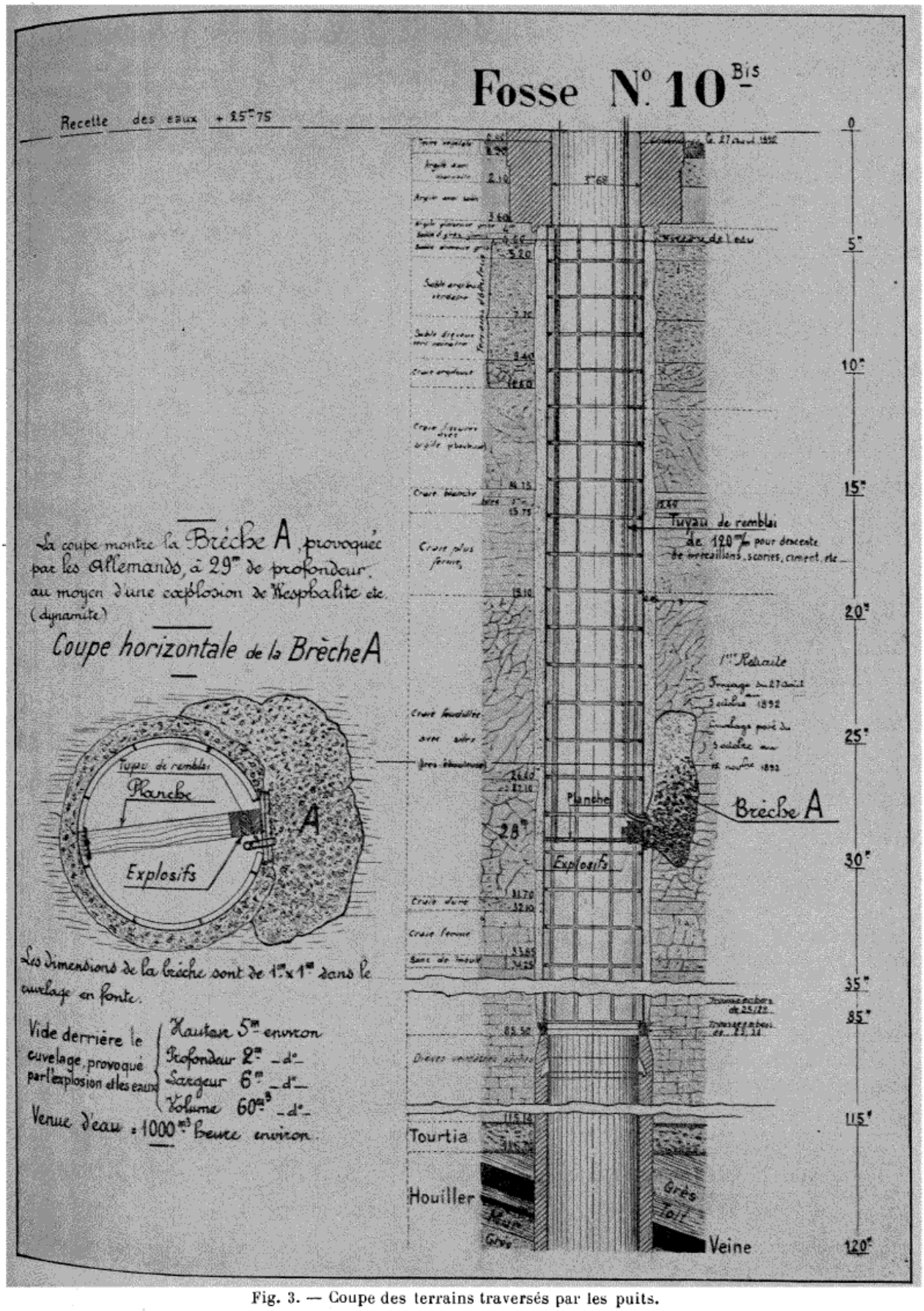


Fig. 3. — Coupe des terrains traversés par les puits.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

charges d'explosifs se trouvaient ainsi placées contre la paroi du puits; on en provoquait la détonation qui créait une brèche formidable dans le cuvelage.

Voici (fig. 4) la photographie d'une de ces brèches, non la plus importante, car nous en avons trouvé qui avaient jusqu'à 35 m² de surface et plusieurs mètres de profondeur; la vue de la figure 4 a été prise à la fosse n° 12; comme échelle de grandeur, vous voyez un mineur au milieu de la brèche; tout autour sont les segments du cuvelage en partie broyés.

On faisait donc sauter le puits; l'officier chargé du travail de destruction venait, après l'explosion, se rendre compte du résultat obtenu; s'il ne percevait qu'une faible venue d'eau, si l'opération ne paraissait pas avoir réussi, il la recommençait deux, trois et quatre fois. Tous les puits de Lens ont été dynamités; certains l'ont été quatre et cinq fois.

Et admirez comme la méthode allemande se retrouve en tout. On installait sur les puits endommagés un petit flotteur relié à la surface et on notait chaque jour les progrès de la montée des eaux; un tableau de ces relevés journaliers a été retrouvé dans les décombres de notre fosse n° 9 *bis*. Je vais vous en donner la projection (fig. 5) :

au 8 novembre 1915, date des destructions, l'eau était à 321 m de profondeur;

au 19 novembre 1915, elle était à 318 m;

le 20 février suivant, à 250,25 m,

et quand, après l'offensive du printemps 1918, on put aborder les puits de la cote 70, on constata que les eaux y atteignaient le niveau de la nappe aquifère; l'inondation totale de nos travaux souterrains était consommée.

Nos travaux communiquent avec ceux des mines voisines de Carvin et Liévin; d'après les supputations faites avant de commencer la restauration de nos mines et d'après les constatations auxquelles nous avons procédé depuis, nous savons que cet ensemble de travaux communiquants renfermait 60 millions de mètres cubes d'eau; et pour que ce chiffre ait pour vous une signification, je vous dirai que 60 millions de mètres cubes, c'est ce qu'à l'étiage, à Paris, la Seine débite en 15 jours.

Destruction des installations du jour. — Pour les intallations du jour, un document trouvé à la fosse n° 10 de Courrières (fig. 6) affirme la même résolution de destruction systématique et la même méthode. Tout est prévu : explosion des bâtiments, des chevalements, des machines, des chaudières, du puits... et l'approvisionnement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 4. — Brèche dans le cuvelage à la fosse Edouard Bollaert (n° 12).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

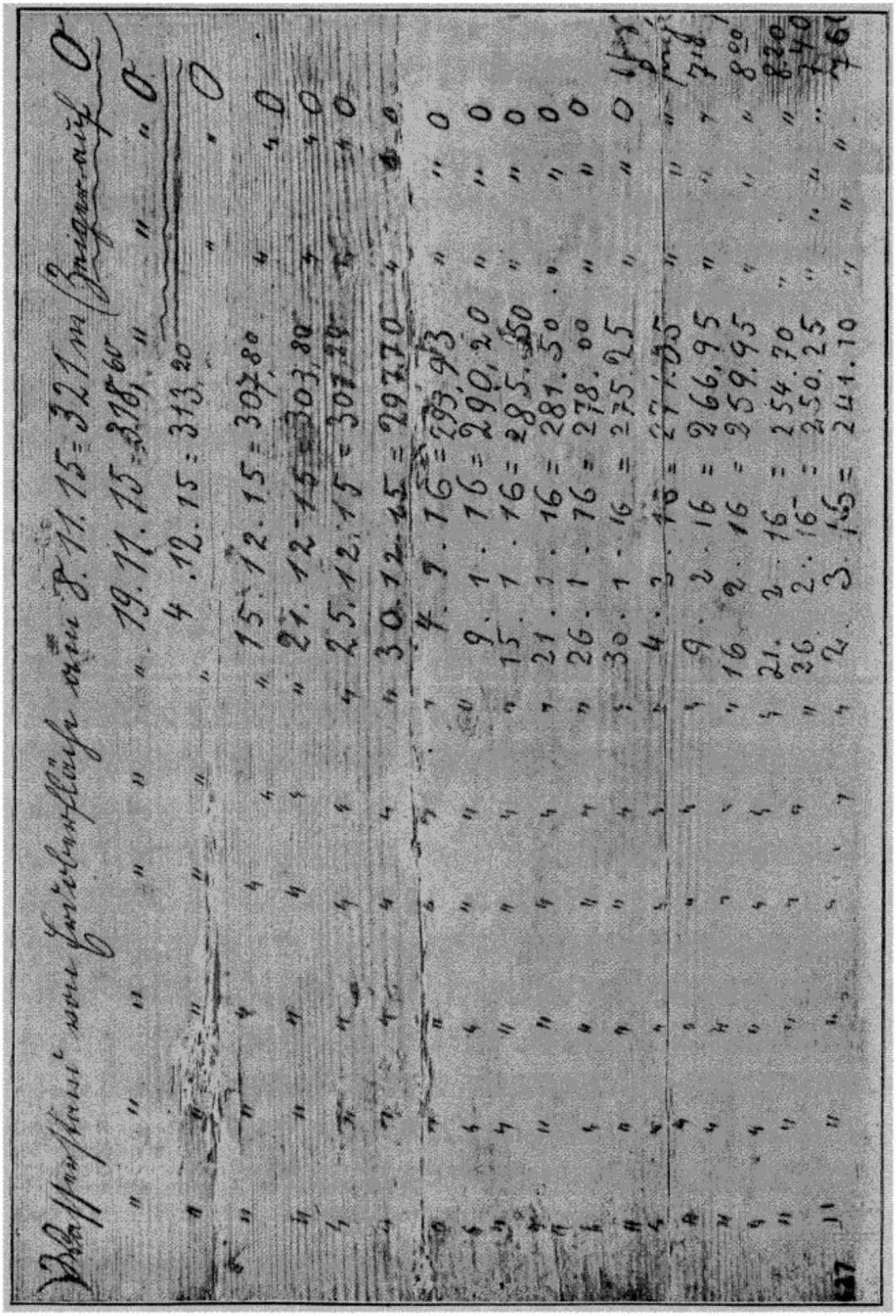
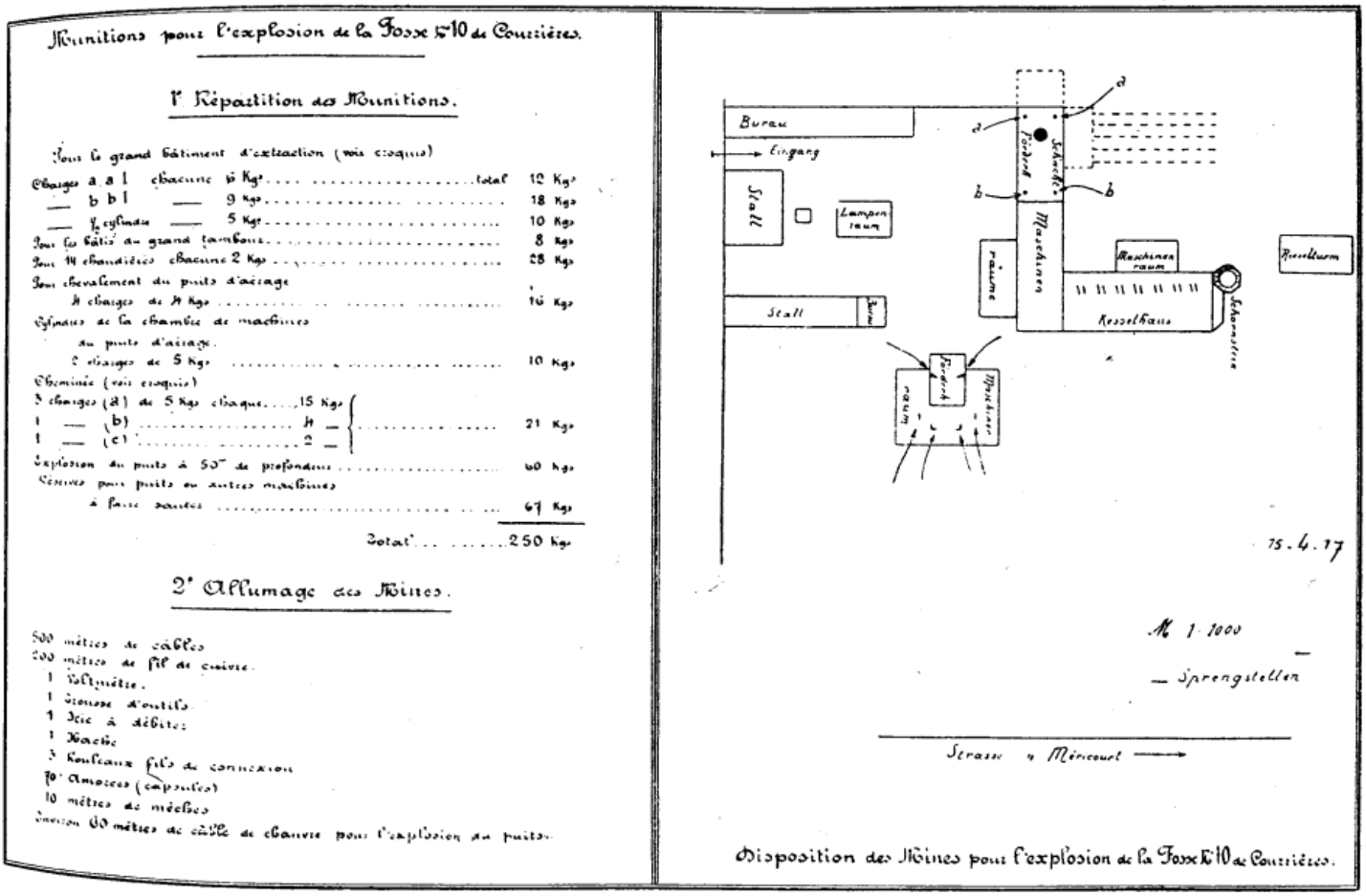


Fig. 5. — Photographie d'un document allemand (relevé de la montée des eaux).

d'explosifs comprend une réserve, constituée pour « puits ou autres machines à faire sauter ».

Il est facile de comprendre que la région de Lens, livrée pendant 4 ans au vandalisme ennemi et où pendant quatre ans la bataille fit rage, ne devait plus, à l'armistice, être qu'un immense champ de ruines; et en effet,


Munitions pour l'explosion de la Fosse N°10 de Courrières.

1° Répartition des Munitions.

Pour le grand bâtiment d'extraction (voir croquis)

Charges a a l	chacune 6 Kgs	total 12 Kgs
— b b l	— 9 Kgs	18 Kgs
— ½ cylindre	— 5 Kgs	10 Kgs
Pour le bâtis du grand tambour		8 Kgs
Pour 14 chaudières	chacune 2 Kgs	28 Kgs
Pour chevalement du puits d'aérage		
11 charges de 11 Kgs		16 Kgs
Cylindre de la chambre de machines au puits d'aérage.		
2 charges de 5 Kgs		10 Kgs
Cheminée (voir croquis)		
3 charges (a) de 5 Kgs chaque	15 Kgs	
1 — (b)	11 —	21 Kgs
1 — (c)	2 —	
Explosion du puits à 50m de profondeur		60 Kgs
Réserve pour puits ou autres machines à faire sauter		67 Kgs
Total		250 Kgs

2° Allumage des Mines.

500 mètres de câbles
200 mètres de fil de cuivre.
1 Voltmètre.
1 Trousse d'outils.
1 Scie à débiter.
1 Hache.
3 Rouleaux fils de connexion
70 Amorces (capsules)
10 mètres de mèches
Environ 60 mètres de câble de chanvre pour l'explosion au puits.

Disposition des Mines pour l'explosion de la Fosse N°10 de Courrières.

Fig. 6. — Traduction d'un document allemand donnant des instructions pour la destruction des puits de charbonnages.

sur toute notre concession, comme d'ailleurs sur la concession voisine de Liévin, tout était détruit et la terre, partout labourée par les obus; dans les faubourgs de la ville et aux abords des fosses de la cote 70, où les combats furent particulièrement acharnés, les trous d'obus se touchaient.

Si quelques images peuvent en restituer l'aspect tragique, je vais faire passer sous vos yeux trois vues caractéristiques de nos ruines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici d'abord en 1914 la fosse n° 4 (fig. 7), à la porte même de Lens. Elle fut disputée entre Canadiens et ennemis, de mai 1917 à octobre 1918; la voilà après guerre (fig. 8).

Et maintenant la fosse n° 14, sur la cote 70 (fig. 9 et 10). L'armée britannique l'atteignit, le 25 septembre 1915, après la prise de Loos; elle y resta accrochée pendant trois ans. La cour de la fosse était un invraisemblable

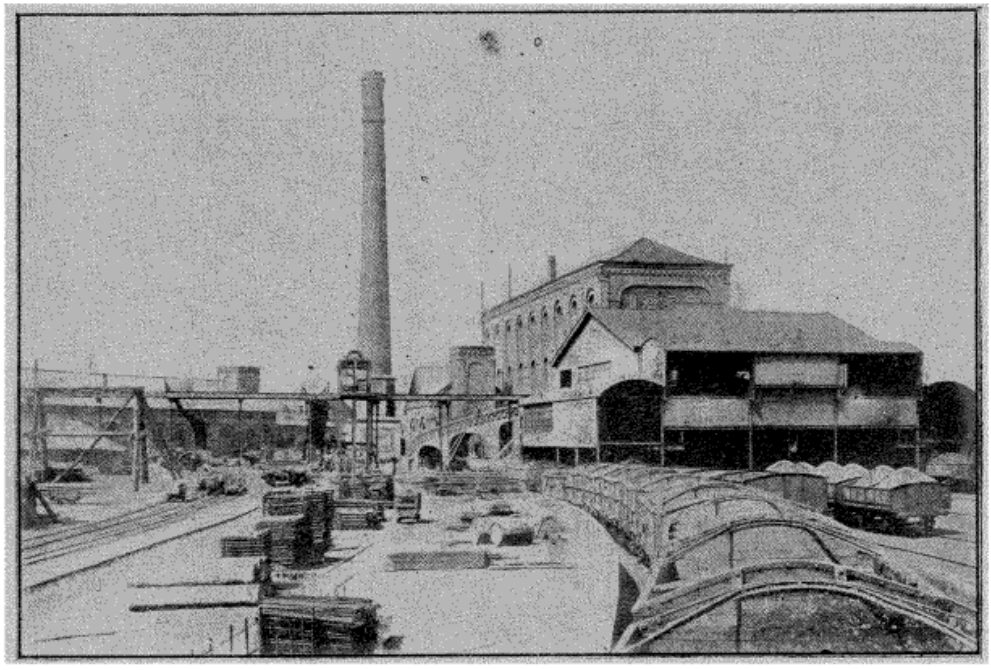


Fig. 7. — Mines de Lens : Fosse n° 4 avant la guerre.

dédale de tranchées et de trous d'obus: les constructions métalliques, hachées par la mitraille, n'étaient plus qu'une véritable écumoire.

Et enfin, nos bureaux centraux en 1914 (fig. 11) et en 1918 (fig. 12).

Et quant au bilan de ce qui était à refaire, il tient en quelques chiffres, mais combien expressifs :

tous les puits dynamités;
23 sièges d'extraction entièrement détruits;
plus de routes, plus de chemins de fer;
8.000 maisons à déblayer et à reconstruire;
40 millions de mètres cubes d'eau à épuiser;
600 km de voies souterraines à rétablir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

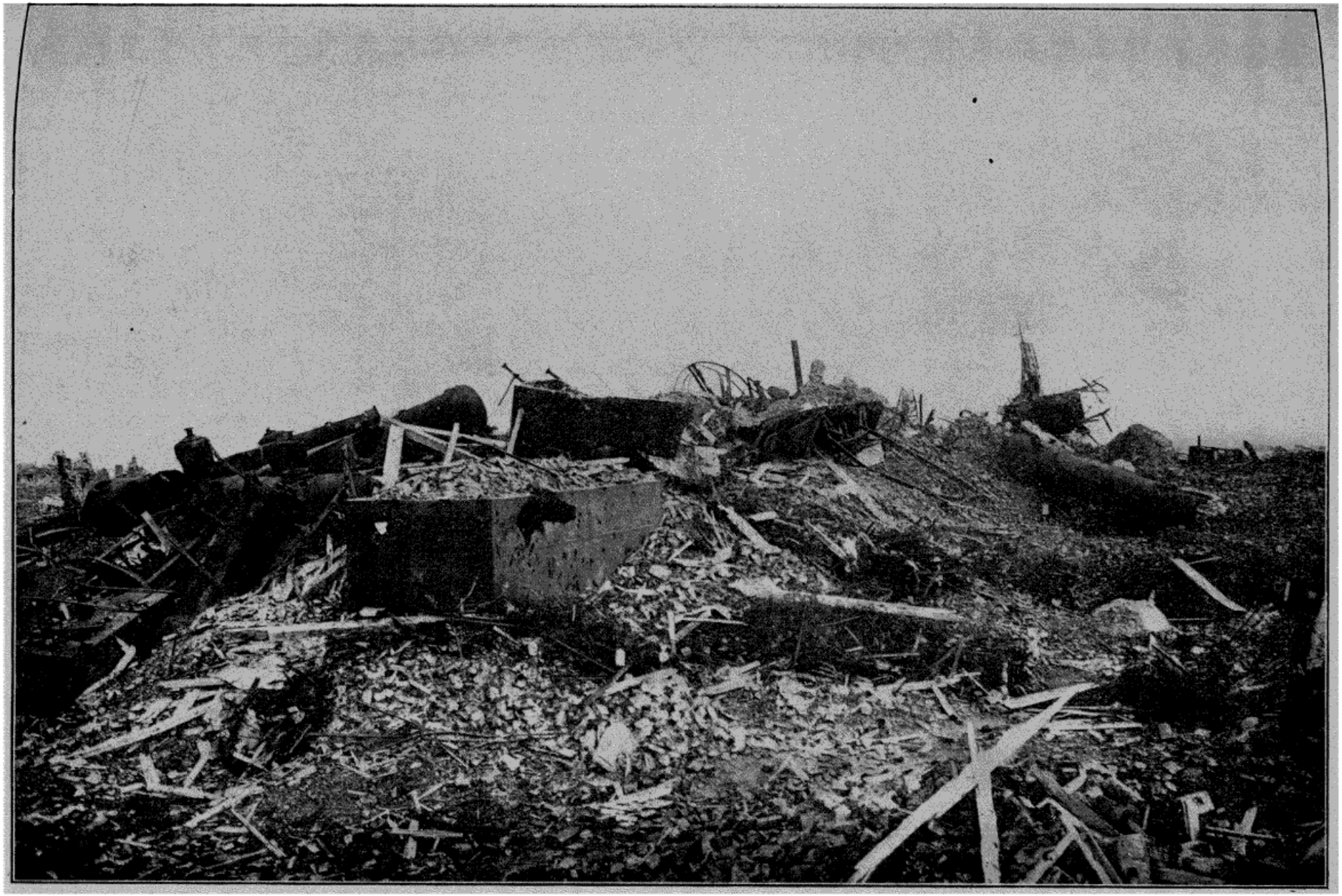


Fig. 8. — Mines de Lens : Fosse n° 4 en 1919.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

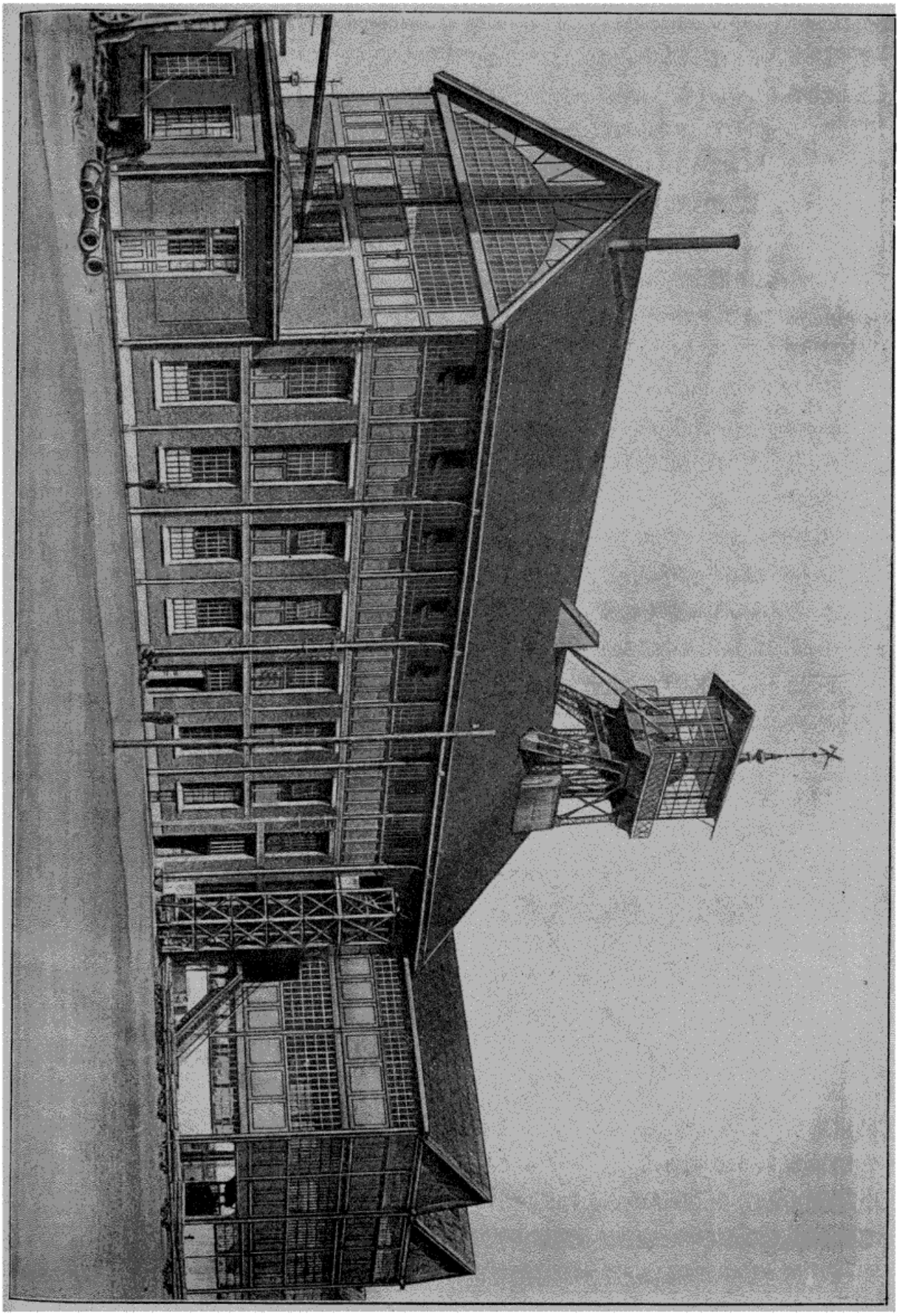


Fig. 9. — Mines de Lens : Fosse n° 14 avant la guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

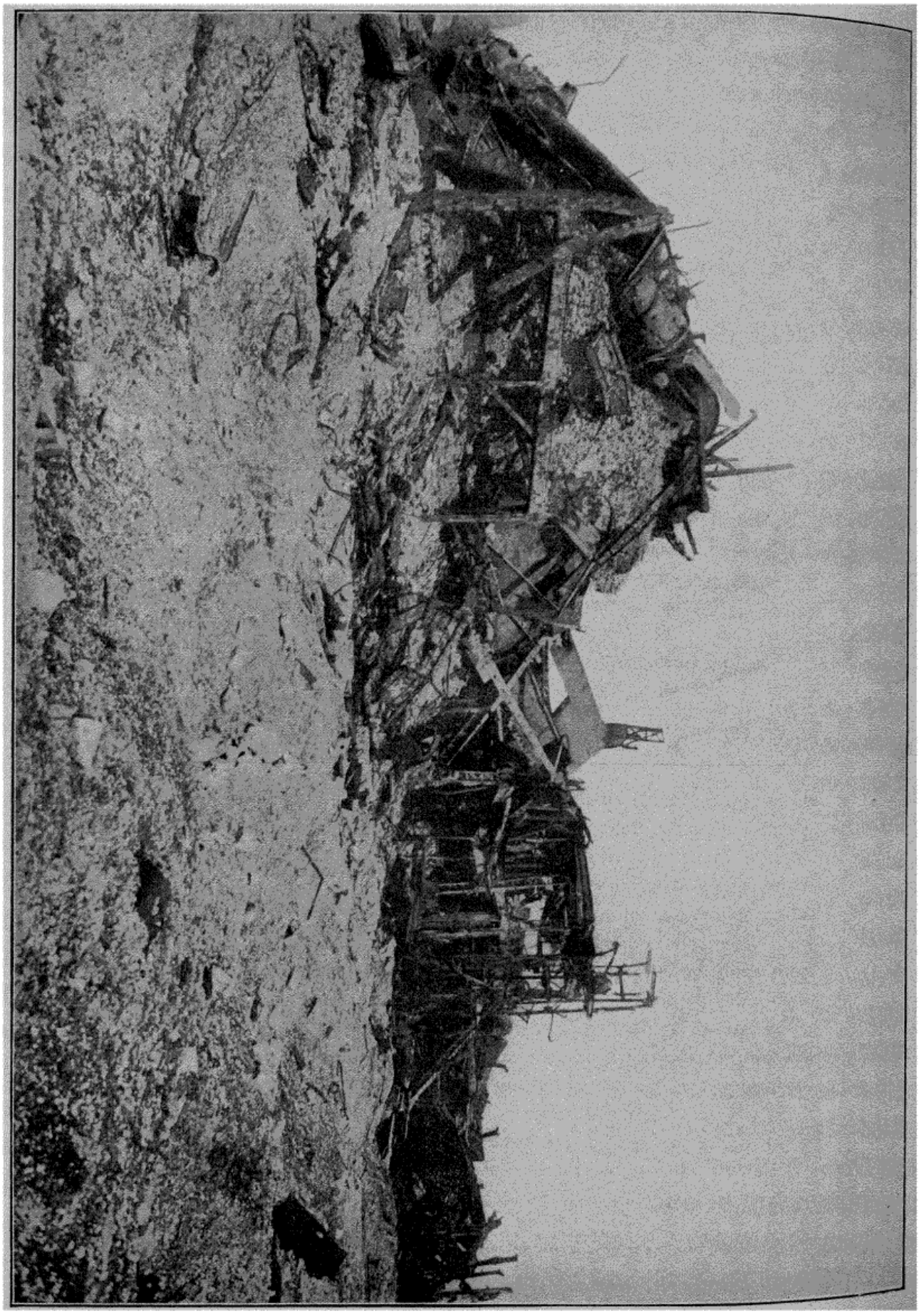


Fig. 10. — Mines de Lens : Fosse n° 14 en 1919.]

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

J'ai passé rapidement en revue les stations de notre calvaire ; je vais faire de même pour les premières étapes de notre reconstitution.

Au début, une période de deux ans consacrée entièrement à l'élaboration des programmes et à la réunion des moyens de travail. Période ingrate, de la vie en cave et du gourbi; période d'approvisionnements difficiles marquée par des difficultés incessantes avec l'administration qui détenait les matières premières; période d'efforts sans grand résultat, mais période marquée tout de même par des faits encourageants, par quelques dates heureuses.

Tout d'abord, le retour en grand nombre d'un personnel resté fidèle à son sol natal, à sa profession, à sa mine; en mai 1919, l'ouverture à l'exploitation du chemin de fer de Lens à Violaines, artère centrale de notre concession; juillet suivant, le commencement du déblaiement confié à de puissantes entreprises; l'établissement d'un considérable réseau de transport de force,

---

TRADUCTION DU TEXTE ALLEMAND DE LA FIGURE 1 (PLANCHE HORS TEXTE, PAGE 374 *bis*)

1° En haut et à gauche de la planche.

Carte du bassin houiller du Nord de la France, départements du Nord et du Pas-de-Calais.

2° En haut et à droite :

La concession de Lens. Hauts fourneaux, aciéries et laminoirs de Wingles.

3° En bas et à gauche :

SIGNES CONVENTIONNELS

Installations du jour et cuvelages sautés.
Installation du jour sautée.
Cuvelage sauté.
Cuvelage vraisemblablement endommagé.
Installations du jour détruites par l'ennemi.
Installations du jour détruites en partie par l'ennemi

4° En bas et à droite :

SIGNES CONVENTIONNELS

Routes, chemins.
Canaux, rivières, ruisseaux.
Chemins de fer, raccordements par voie ferrée.
Frontière franco-belge.
Limite de départements.
Front en janvier 1916.
Fosse en exploitation : charbon gras.
Fosse en exploitation : charbon maigre.
Fosse en préparation : charbon gras.
Fosse en préparation : charbon maigre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

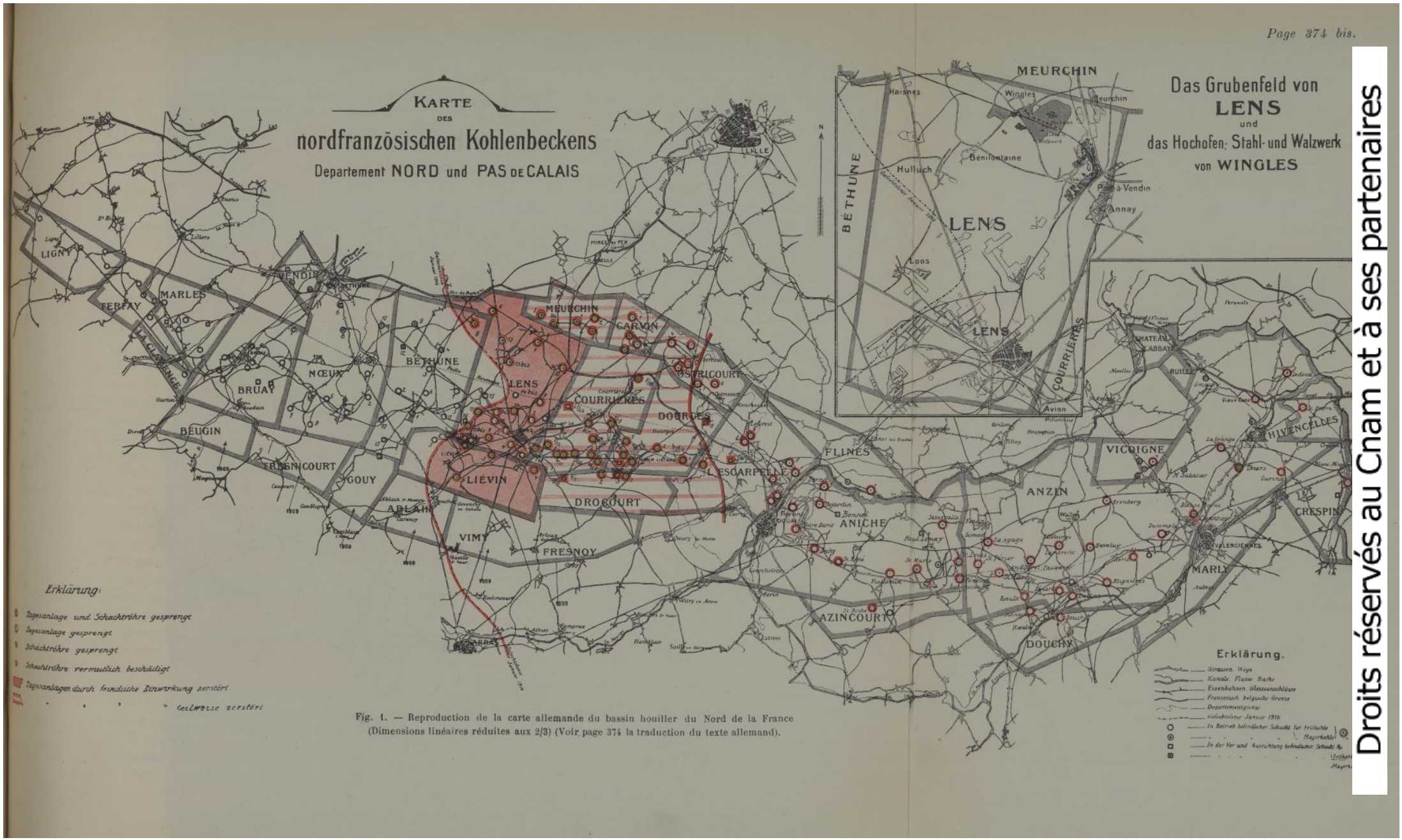


Fig. 1. — Reproduction de la carte allemande du bassin houiller du Nord de la France (Dimensions linéaires réduites aux 2/3) (Voir page 374 la traduction du texte allemand).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

véritable toile d'araignée de notre renaissance; l'érection, sur l'emplacement des anciens puits, de chevalements provisoires en bois donnant, sauf les ruines, à notre région de Lens l'aspect d'un champ pétrolifère; et enfin, 2 novembre 1920, le commencement du pompage.

Je m'arrête sur ce point en raison de son importance et de la préparation qu'il a exigée.

Pompage. — Je vous ai dit avec quelle intention de rendre la reprise de nos puits quasi impossible, les Allemands en avaient dynamité les cuvelages. Il fallait cependant les reprendre : le creusement d'autres puits n'aurait pas supprimé les communications existantes entre les niveaux aquifères et les travaux souterrains. Mais comme il eût été impossible de vaincre les venues d'eau d'un aussi grand nombre de puits, il fallait commencer par aveugler, au moins sommairement, les brèches de leurs cuvelages. On eut recours pour cela au procédé de la *cimentation des terrains*, dont je vais vous donner un exposé sommaire.

Autour du puits, sur une circonférence de 25 m de diamètre, on fait une première série de sondages qui sont poussés jusqu'aux terrains imperméables, à 100 m de profondeur, puis une seconde sur un cercle plus petit, on termine par quelques sondages de contrôle. Chacun de ces sondages est effectué par passes; on l'approfondit de quelques mètres, puis, au moyen de pompes, on fait entrer dans le terrain un lait de ciment; il y pénètre par les mêmes ouvertures qui donnent l'eau dans le fonçage; le ciment s'accroche aux parois des cassures qu'il bouche peu à peu. Quand ce premier résultat est obtenu, on force la pression des pompes, de façon à gagner d'autres cassures que le sondage n'a pas atteintes et fermer plus complètement les premières; on continue ainsi par passes d'approfondissement plus ou moins importantes jusqu'à ce qu'on ait atteint les terrains étanches.

13 de nos puits, ceux où, d'après les renseignements de l'armée allemande, les destructions avaient été les plus importantes, ont été ainsi cimentés préalablement au dénoyage; 205 sondages ont été creusés et 8.300 t de ciment injectées dans les terrains.

La photographie de la figure 13 montre le travail de cimentation en cours à notre fosse n° 11 en 1920; le déblaiement en était terminé, les tuyauteries d'injection de lait de ciment sont visibles sur la figure; on voit à gauche, en cours, l'approfondissement d'un des sondages.

C'est donc le 2 novembre 1920, deux ans après l'armistice, que nous avons commencé notre dénoyage. Outre le déblaiement et la cimentation préalables, il avait fallu préparer tout l'attirail considérable d'une installation d'épuisement répétée à un grand nombre d'exemplaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 11. — Mines de Lens. Bureaux centraux avant la guerre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

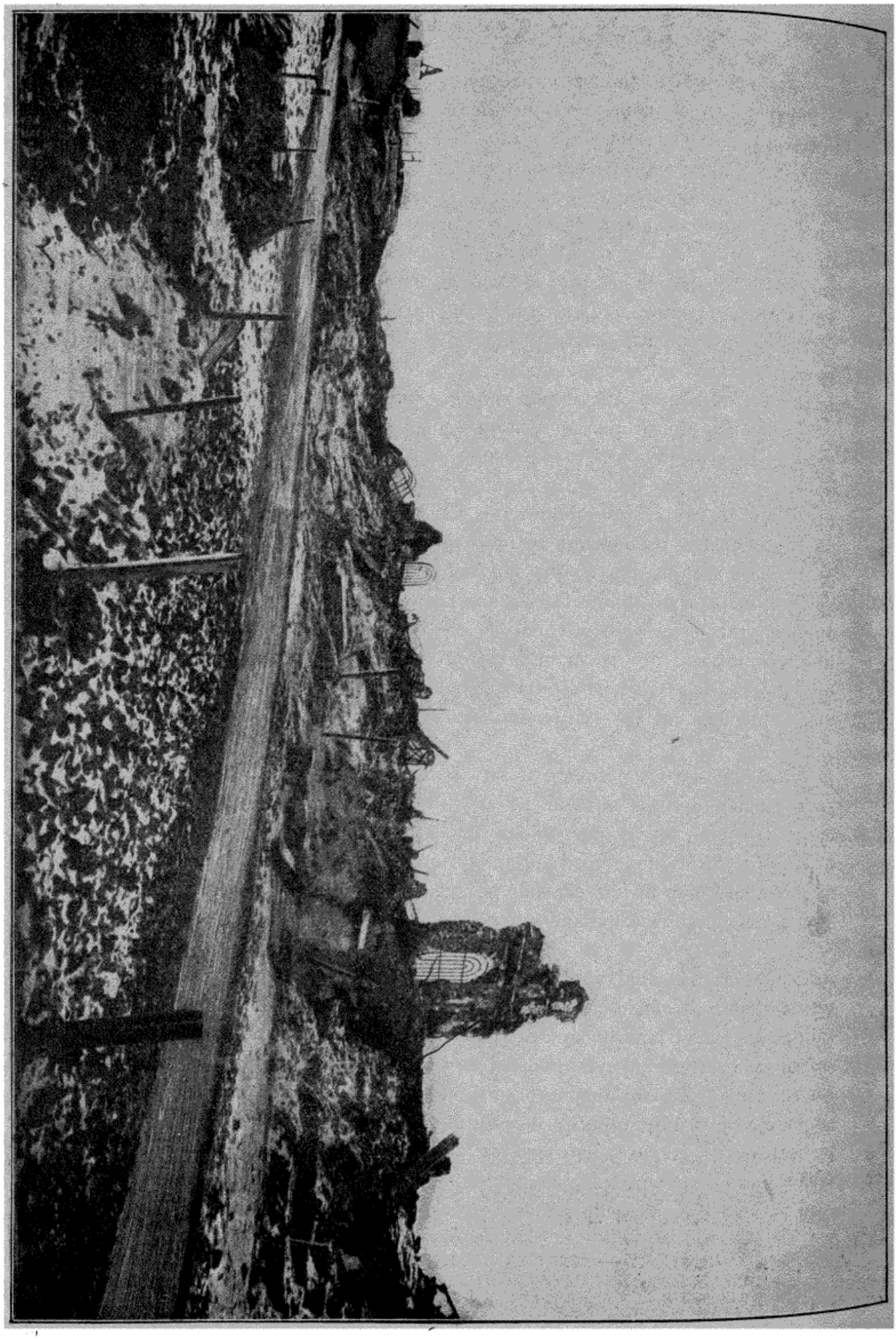


Fig. 12. — Mines de Lens : Bureaux centraux en 1919.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le problème général du dénoyage des mines du Pas-de-Calais s'est présenté à nous comme un problème technique jamais abordé. Je pensais à cela tout à l'heure en entrant dans cette salle et en y voyant le portrait de M. Haton de la Goupillière, qui fut professeur d'exploitation à l'École nationale supérieure des Mines et qui en était directeur lorsque j'étais sur ses bancs. Je me souvenais de l'impression profonde que lui avait causée le travail d'un fonçage à niveau vide, selon le terme technique, quand les venues à battre étaient importantes. Qu'aurait-il pensé du dénoyage de tout un bassin minier dont les colonnes de puits, éventrées par les explosions, livraient l'eau à torrents?

Aussi les moyens réunis étaient-ils d'une puissance vraiment extraordinaire; 42 pompes centrifuges, suspendues dans les puits à dénoyer, capables de lever par heure de 2.000 m³ à la plus faible profondeur jusqu'à 175 m³ à 300 m, actionnées par moteurs triphasés sous 3.000 V, de 400 à 640 ch de puissance. Si toutes avaient été mises en marche simultanément, elles auraient débité plus d'eau que les rivières et canaux de la région n'auraient pu en évacuer!

Pendant son fonctionnement, la pompe (fig. 14) est suspendue aux poutres d'un chevalement, chevalement provisoire en bois, chevalement définitif en béton suivant le cas, au moyen d'un câble qui s'enroule sur un cabestan à moteur. Un second cabestan, à main, enroule ou déroule le câble armé qui conduit le courant au moteur de la pompe. La tuyauterie de refoulement est portée par la pompe elle-même : des colliers serrants la relient de distance en distance aux deux brins du câble de suspension.

Un treuil de service permet aux ouvriers de suivre l'avancemeut du dénoyage, de remonter tout ce qui encombre la colonne des puits, débris de guidage, câbles, cages, berlines, munitions souvent non explosées, et de faire la réparation des cuvelages au fur et à mesure de la descente des eaux.

La photographie suivante (fig. 15) vous montre une pompe prête à entrer en action. Vous jugerez facilement de ses dimensions; un ouvrier, sur la plate-forme inférieure, surveille la crépine d'aspiration; un second, sur la plate-forme supérieure, manœuvre les appareils de commande et la vanne de refoulement. L'engin a 12 m de hauteur; le câble de suspension passe sur une poulie fixée au cadre de la pompe, portée ainsi par les deux brins du câble. Le tout descend dans un puits de 4 à 5 m de diamètre, sans être tenu par rien autre que le câble, avec sa colonne de refoulement, le câble d'amenée de courant à la pompe.... l'ensemble pèse jusqu'à 62.000 kg.

Je passe sur les détails techniques, pourtant spéciaux et fort intéressants de ces installations de dénoyage. J'emprunte seulement à M. F. Honoré dans l'article de l'*Illustration* qu'il a consacré aux mines et cités de Lens, la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

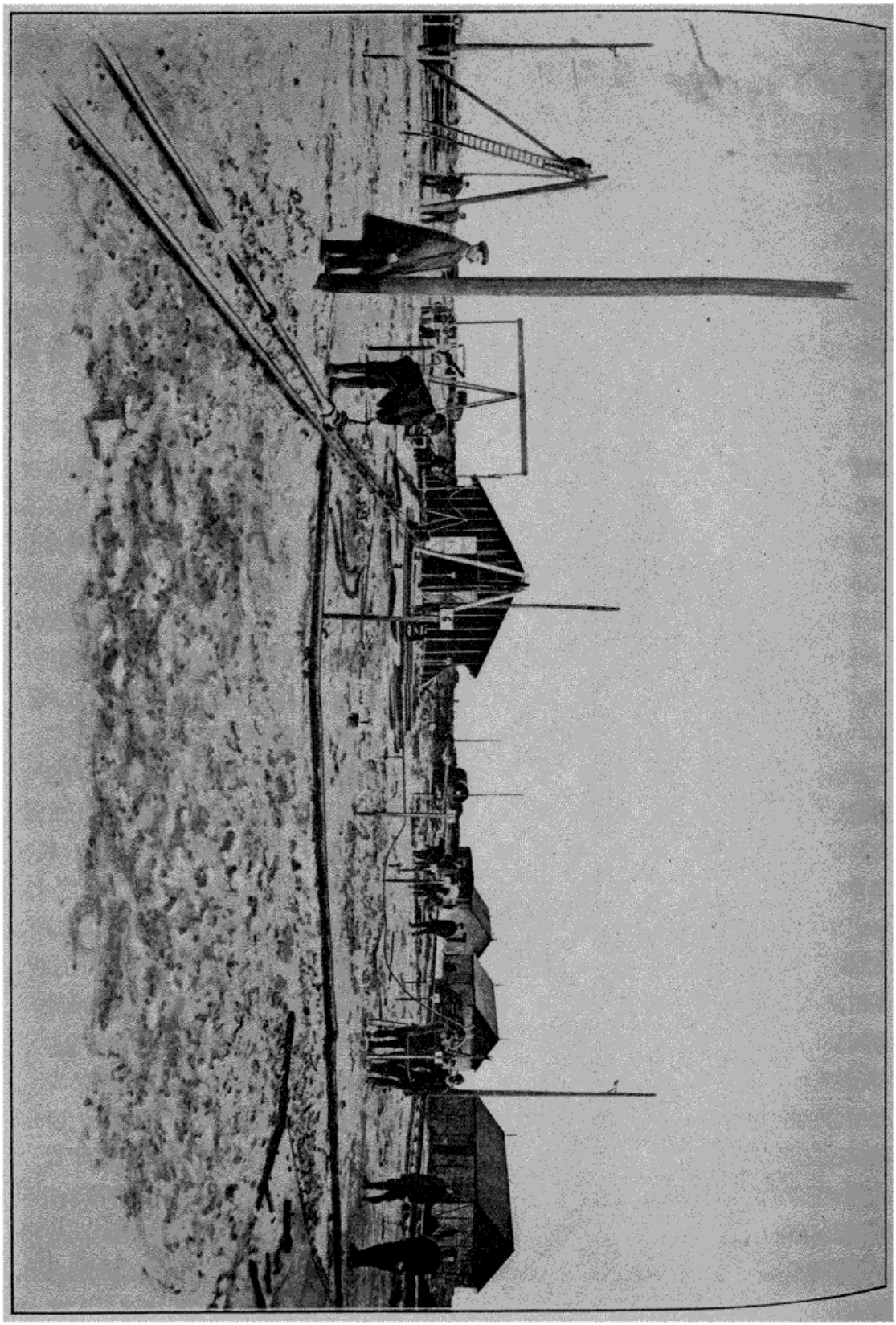


Fig. 13. — Mines de Lens : Fosse nº 11 : Bâtiments provisoires et tuyaux de sondage pour la cimentation (1920).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

suggestive description qu'il a donnée du travail de déblaiement des puits et de dénoyage :

« Malgré la perfection de cet appareillage, le déblaiement du fond exigea, de la part des ouvriers et des ingénieurs, une endurance, une prudence, un dévouement au-dessus de tout éloge. La plupart des puits s'étaient effon-

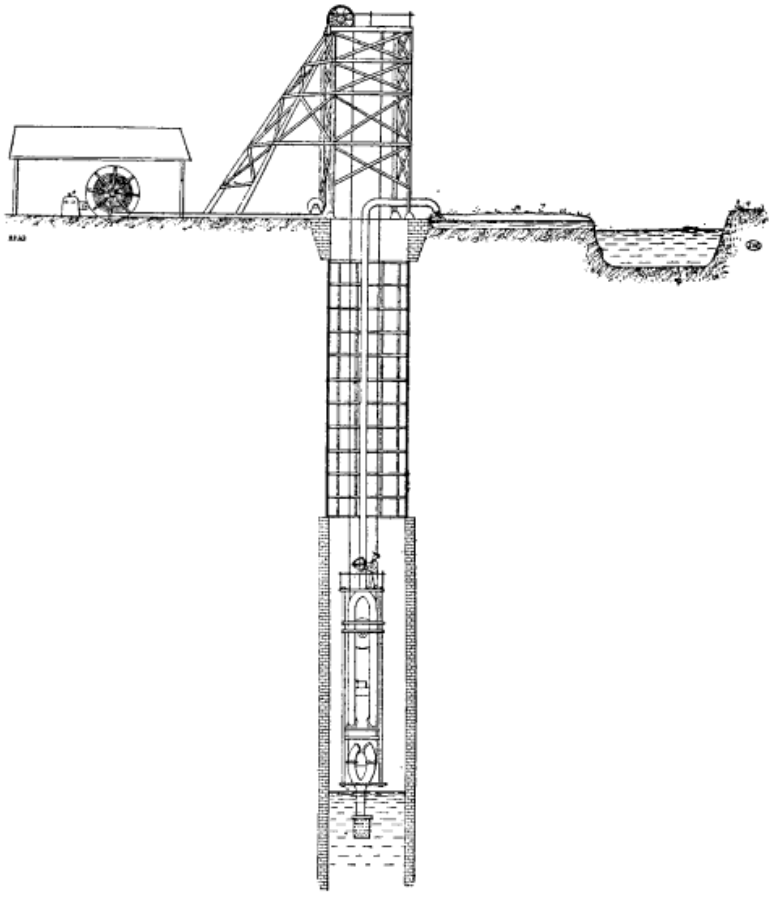


Fig. 14. — Schéma d'une installation de dénoyage.

drés; à des hauteurs variables, ils étaient bloqués par des débris de cuvelage, par la ferraille des cages, des berlines, des chevalements que les Allemands y avaient précipités. Au fond de l'un s'amoncelaient 40 wagonnets; au fond d'un autre, on trouva 5.000 obus de gros calibres chargés; dans la plupart, des milliers de grenades non éclatées.

« Les ouvriers découpaient le métal au chalumeau, accrochés à l'étroit plancher de la pompe, à quelques centimètres au-dessus d'une eau tiède, souvent rendue sulfureuse par la décomposition des pyrites et dont les vapeurs suffocantes se mêlaient aux émanations pestilentielles dégagées par les cadavres des chevaux et les détritus de toute sorte. On devait retrouver,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

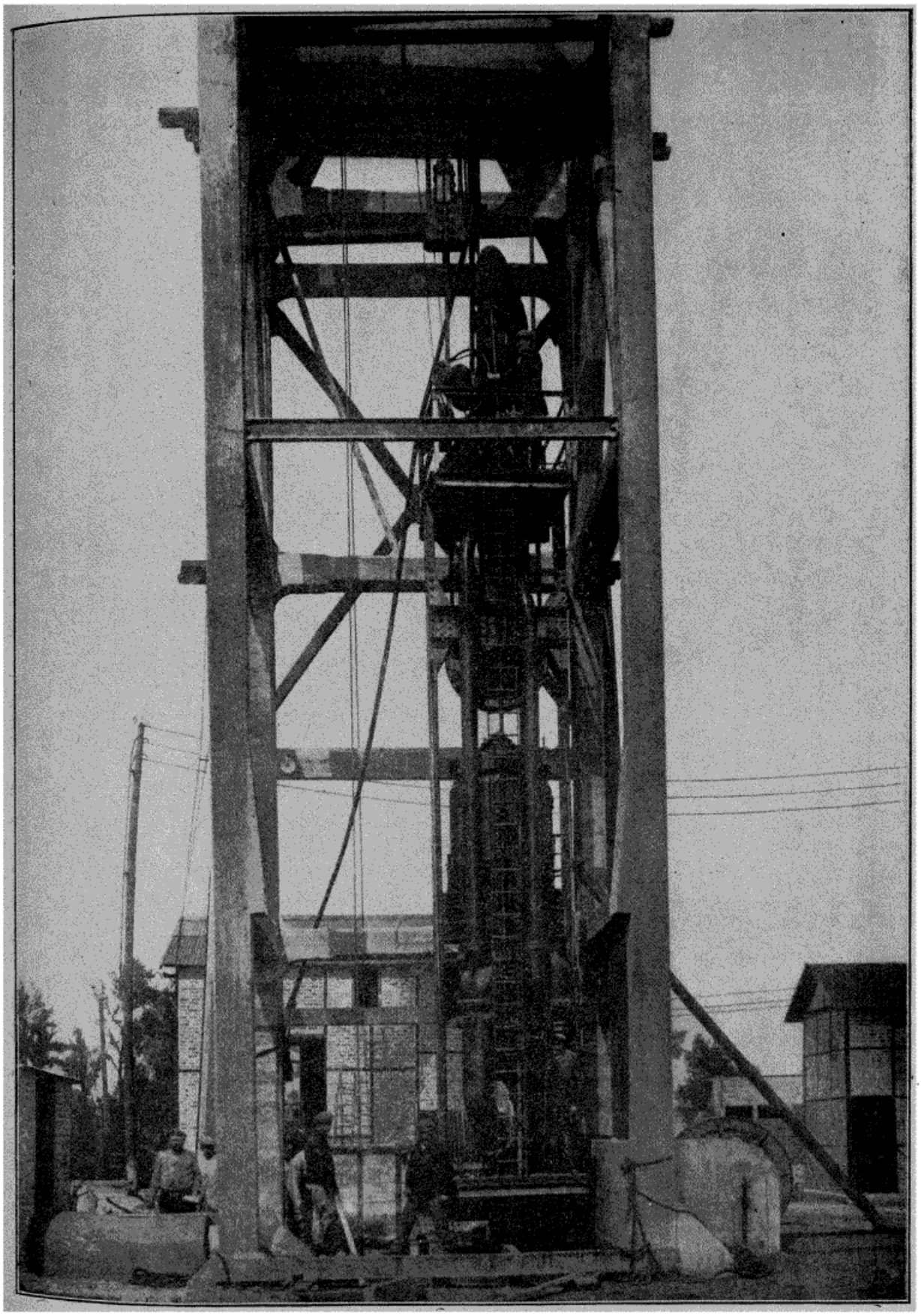


Fig. 15. — Pompe Boving de 680 ch.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 46. — Mines de Lens. Fosse n° 16. Installation provisoire pour une extraction de 500 t (1922).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[Fig. 17. — Mines de Lens : Fosse n° 16 : Installation provisoire pour une extraction de 500 t (1922).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

totalement dépouillés de leur chair, les squelettes de plusieurs centaines de chevaux, morts de faim, comme l'attestaient les auges en bois et les bat-flanc presque entièrement rongés. C'est dans cette atmosphère que « se débrouillaient » les ouvriers, assourdis par le rugissement ininterrompu de la pompe, vaguement éclairés par quelques lampes de mineur, à la lueur desquelles ils recueillaient les débris. Plus d'une fois, pour permettre à la pompe de continuer sa descente, on dut faire intervenir des scaphandriers.

« Et cependant, tous les cuvelages furent mis à découvert et réparés en moins de cent jours. »

C'est en effet en 120 jours environ que fut franchie la périlleuse passe

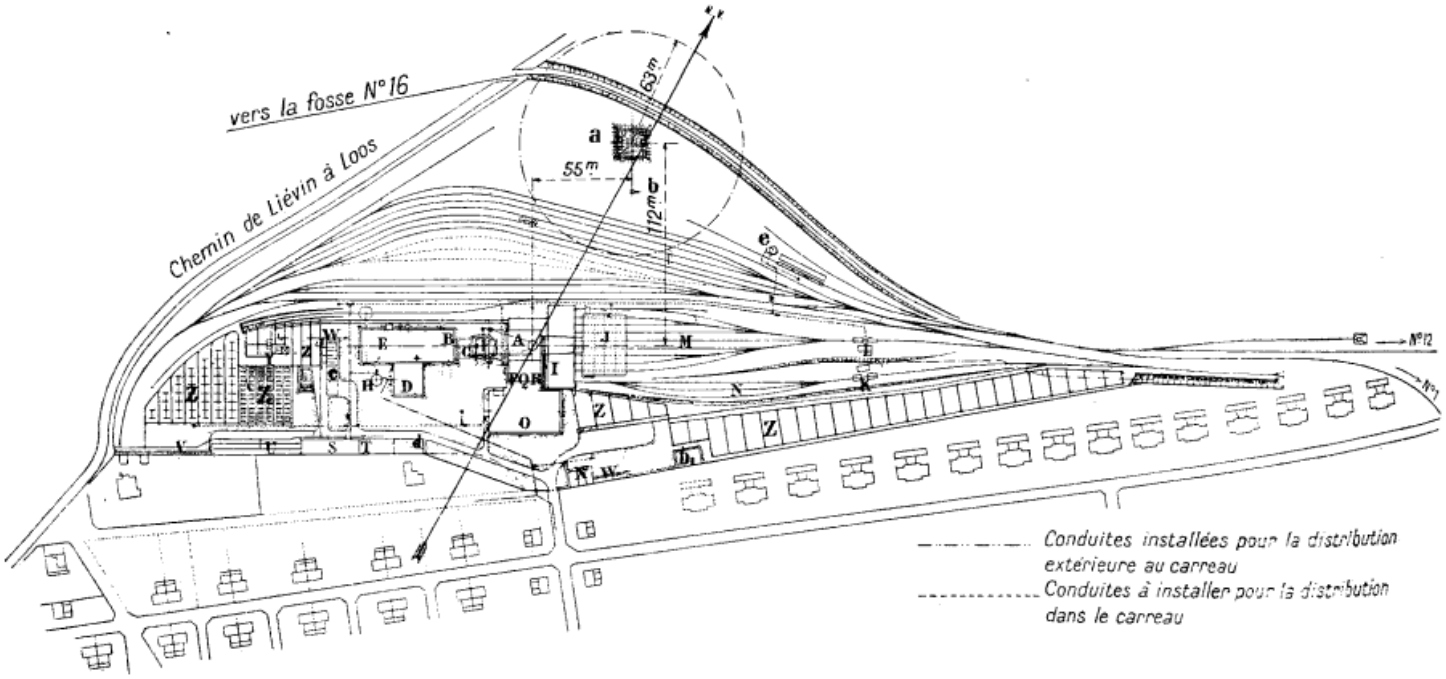


Fig. 18. — Mines de Lens : Plan d'ensemble du carreau de la fosse n° 11.

A, Bâtiment d'extraction; — B, Machine d'extraction définitive; — C, Treuil provisoire de 430 ch; — D, Poste de transformation; — D_1, Poste de coupure; — E, Salle des machines; — F, Dépôt de benzine; — H, Château d'eau; — I, Transbordeur; — J, Triage mécanique; — K, Bascule des wagons vides; — L, Bascule des wagons pleins; — M, Garage des wagons pleins; — N, Garage des wagons vides; — O, Bains-douches; — P, Baraque; — Q, Lampisterie; — R, Bureaux; — S, Atelier de forge; — T, Magasin; — U, Appentis; — V, Vieux bois; — W, Water-closets; — X, Maison de concierge; — Y, Scie et manège à mortier; — Z, Dépôt de bois; — *a*, Dépôts d'explosifs; — *b*, Local de distribution; — *c*, Ecurie, paille, remise, etc.; — *d*, Salle de paiement; — *e*, Epurateur. — +, Puits alimentaires existants.

des cuvelages; le reste n'exigeait plus que patience et longueur de temps et aussi puissance de moyens. Et dès le printemps de 1921, nous rentrions dans les premiers accrochages des puits détruits, nous en sortions les berlines de charbon qui y étaient restées depuis l'invasion, nous reprenions contact avec le gisement. Et ce ne fut pas une mince satisfaction pour nous que ce

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

résultat eût été obtenu d'abord à la fosse n° 14, celle dont je vous ai donné l'émouvante photographie de 1918 et celle aussi dont une commission d'ingénieurs allemands, qui l'avaient visitée fin 1919, avait déclaré la reprise impossible.

*
* *

Les cuvelages réparés, les premiers étages de travaux souterrains atteints, commença la phase des installations provisoires. Les photographies (fig. 16 et 17) de notre fosse n° 16 en 1922 peuvent en donner une idée. Les mêmes chevalements en bois et machines qui avaient servi à la remise en état des cuvelages furent utilisés pour l'ouverture et la réparation de nouvelles

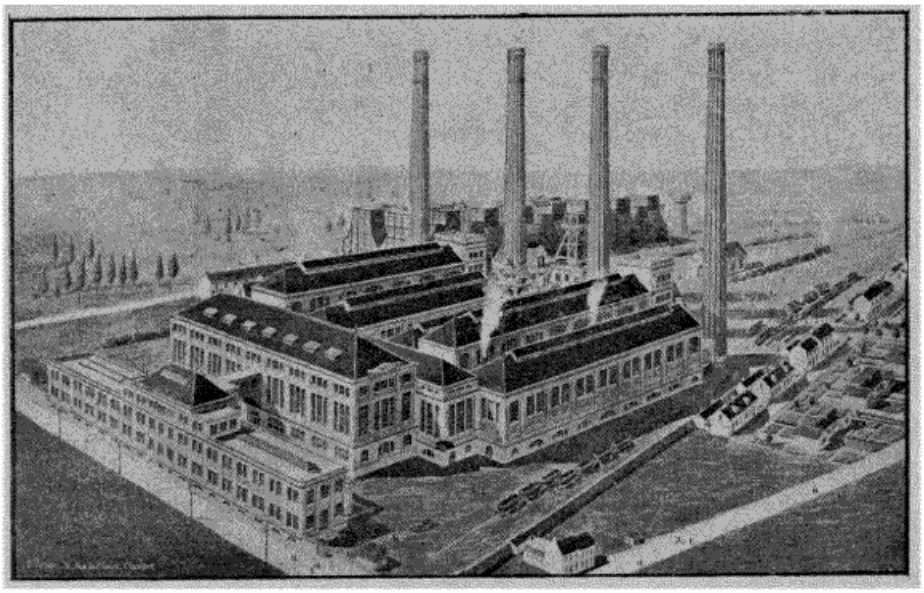


Fig. 19. — Mines de Lens : Centrale électrique de Pont-a-Vendin et fosse n° 10.

galeries et pour l'extraction du charbon. Il a suffi d'y ajouter un triage et les bâtiments pour le service d'un personnel déjà nombreux. Ces installations, avec leur treuil de manœuvre de 430 ch, se sont montrées à l'usage, singulièrement puissantes. Par cette seule fosse n° 16 que je viens de projeter, a été faite, en 1923, une extraction de 360.000 t, et certains jours la production y a dépassé 1.600 t.

Pendant que se poursuivait le dénoyage — ce travail dure chez nous depuis quatre ans et il ne sera pas entièrement terminé avant quelques années, — pendant qu'à certaines fosses, avec les moyens provisoires dont je vous ai parlé, se faisaient les premières extractions, sur d'autres fosses se montaient les installations définitives; mais sur nombre de puits, les trois opérations ont dû être menées simultanément.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

C'est de notre reconstitution définitive qu'il me reste à vous parler; elle était même l'objet essentiel de ma conférence; mais j'ai pensé que pour vous la faire mieux connaître, il fallait d'abord rappeler ce qui avait dû la précéder. Le sujet est d'ailleurs fort vaste; je le réduirai à ses lignes essentielles, en vous décrivant sommairement ce qui constitue notre cellule, notre

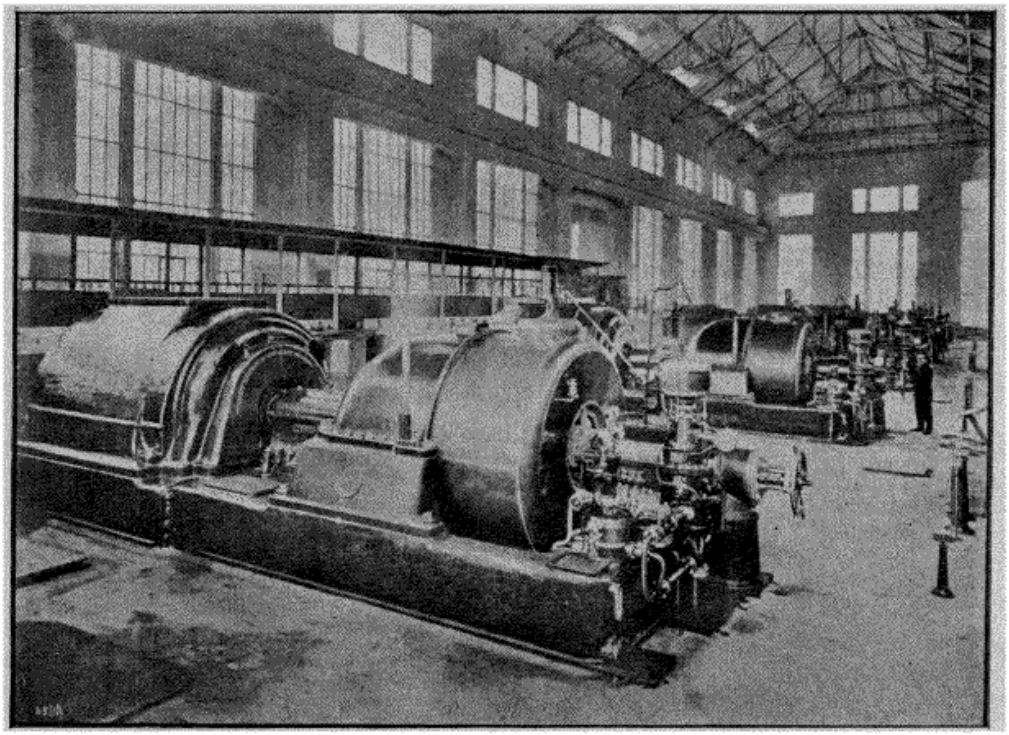


Fig. 20. — Mines de Lens : Centrale électrique de Pont-à-Vendin : Salle des turbines.

unité industrielle, un siège d'extraction et la cité ouvrière qui l'entoure.

Voici le plan d'ensemble d'une de nos fosses (fig. 18), la fosse n° 11. Vous voyez en D_1 le poste de coupure où aboutissent les câbles qui transportent l'énergie électrique nécessaire aux services d'extraction. Cette énergie est produite dans une centrale installée à Vendin-le-Vieil, que représentent les vues que je fais projeter devant vous (fig. 19, 20 et 21); 6 turbines de 8 000-10.000 kW y sont installées; le courant à 3.000 V y est élevé à 15.000 V et transporté à cette tension, dans toute la concession, par un réseau artériel de câbles souterrains, d'un développement total de 211 km. A leur arrivée au poste de coupure, les câbles sont connectés à un double jeu de barres d'où part la double ligne souterraine de la fosse. Tout est en double, en effet, si pas même en triple, dans les moyens d'alimentation du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

siège d'extraction; la sécurité du personnel dépend, en effet, de la permanence du courant utilisé.

Le courant à 15.000 V est abaissé à 3.000 ou 200 V dans le poste de transformation que vous voyez en D. La capacité de ce poste est de 3.000 à 4.000 kVA, correspondant à la puissance accumulée des machines installées; partout, la règle générale de la double alimentation en courant des machines

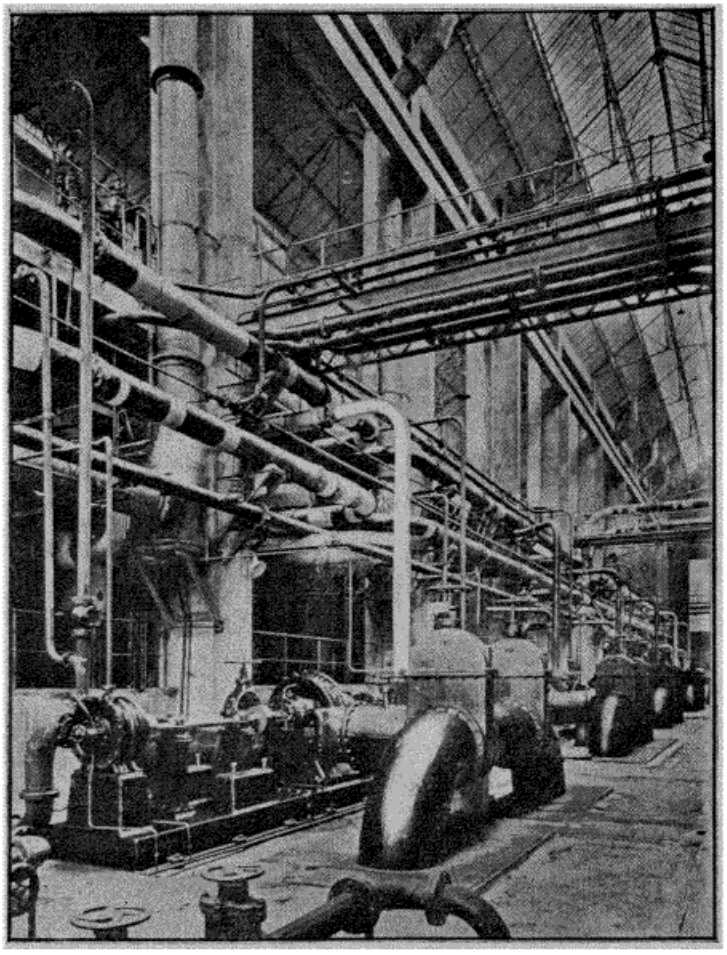


Fig. 21. — Mines de Lens : Centrale électrique de Pont-à-Vendin : Salle des pompes.

essentielles, moteur d'extraction, compresseurs, ventilateurs, est observée.

La machine d'extraction (fig. 22), du système Ward-Léonard, est à courant continu, provenant d'un groupe moteur-générateur à excitation réglée par le mécanicien. Le voltage du courant continu produit, règle la vitesse de la machine. La variation de vitesse, rapide et facilement réglable, est en effet l'une des nécessités primordiales du moteur d'extraction qui, dans le cours d'une minute environ, doit imprimer à tout l'attirail mobile, tambours, cages, câbles, etc. une vitesse qui croît jusqu'à 12 ou 15 m : s, se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

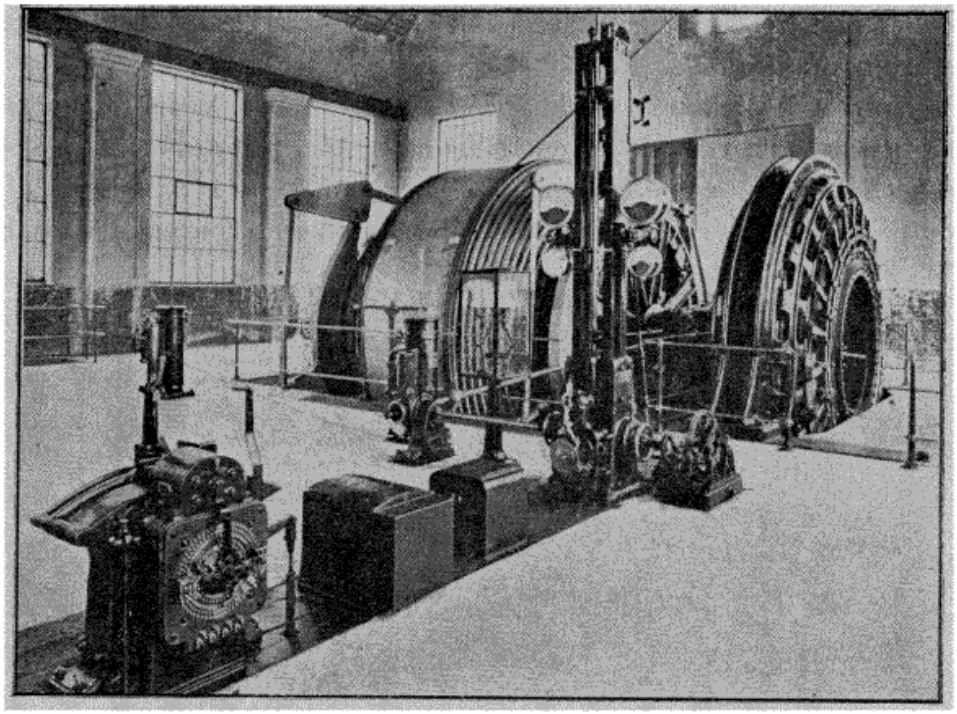


Fig. 22. — Mines de Lens : Fosse n° 11 : Machine d'extraction système Ward-Léonard.

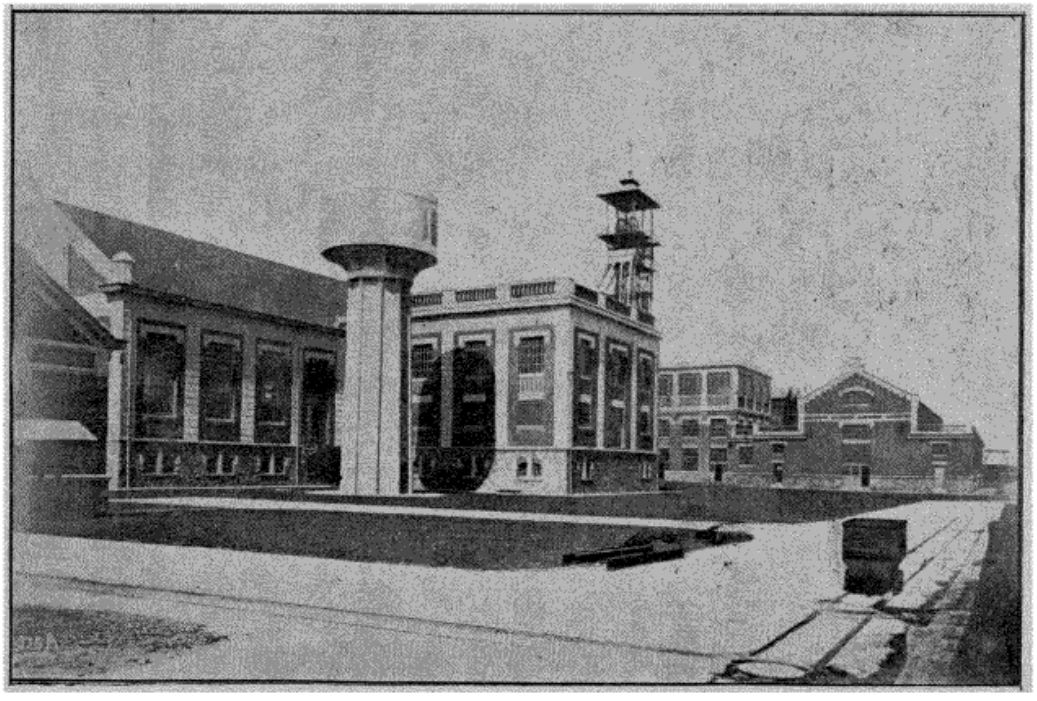


Fig. 23. — Mines de Lens : Fosse n° 11 : Bâtiment des machines.

maintient à ce chiffre pendant la plus grande partie du « trait » ou circulation des cages dans le puits, puis s'amortit jusqu'à l'arrêt complet qui doit

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

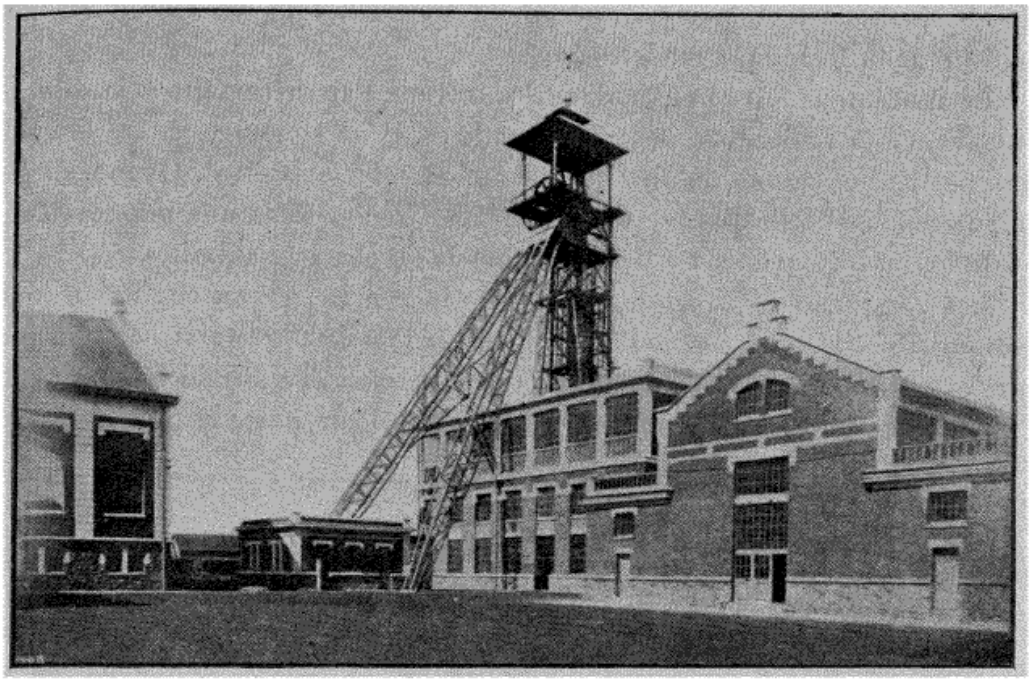


Fig. 24. — Mines de Lens : Fosse n° 11 : Bains-douches, chevalement et bâtiment d'extraction.

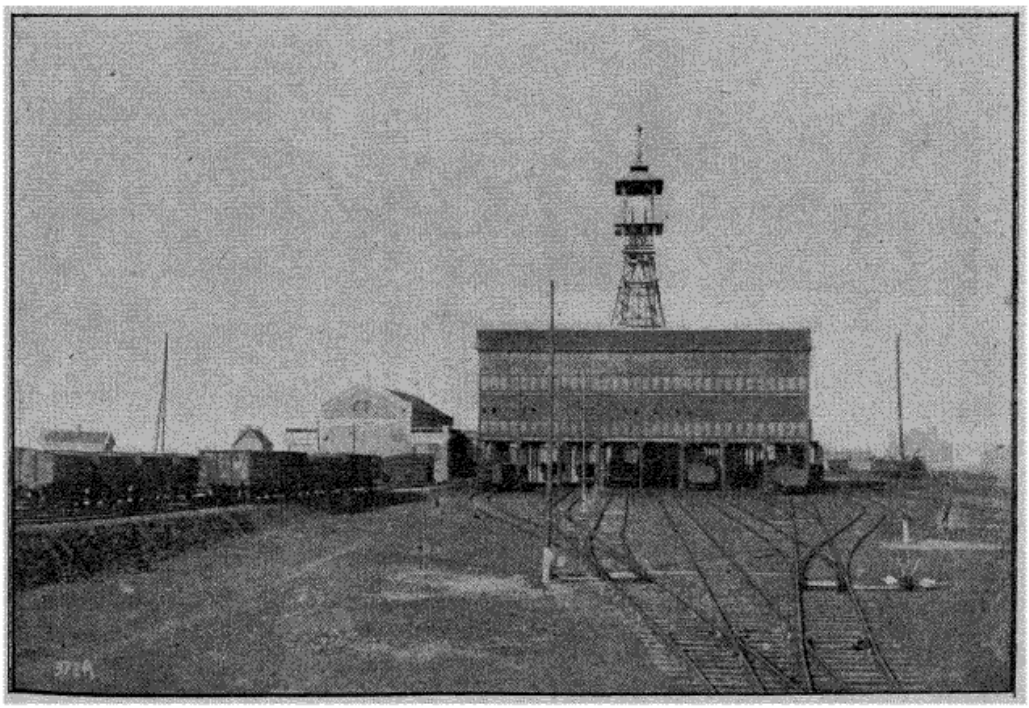


Fig. 25. — Mines de Lens : Fosse n° 11 : Triage.

se produire aux recettes.... Constamment lancée puis retenue, la machine d'extraction constitue, avec tous les dispositifs qui doivent assurer la sécu-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rité du personnel et la conservation du matériel, l'un des engins les plus délicats de la technique moderne.

Le ventilateur fait circuler dans les travaux l'air nécessaire à la dilution du grisou et à l'assainissement des chantiers. Il ne comporte guère de mention particulière autre qu'un rapprochement assez saisissant. Quand on calcule le poids de l'air que le ventilateur fait circuler dans une mine de combustible, on trouve de six à dix fois le poids du charbon extrait.

Les compresseurs fournissent la puissance motrice aux engins du fond, perforatrices, treuils, pompes, ventilateurs; je ne m'arrêterai pas non plus sur la technique de ces machines; je me bornerai, pour bien faire sentir l'importance de ce service, à dire qu'en général, au poste le plus chargé, la

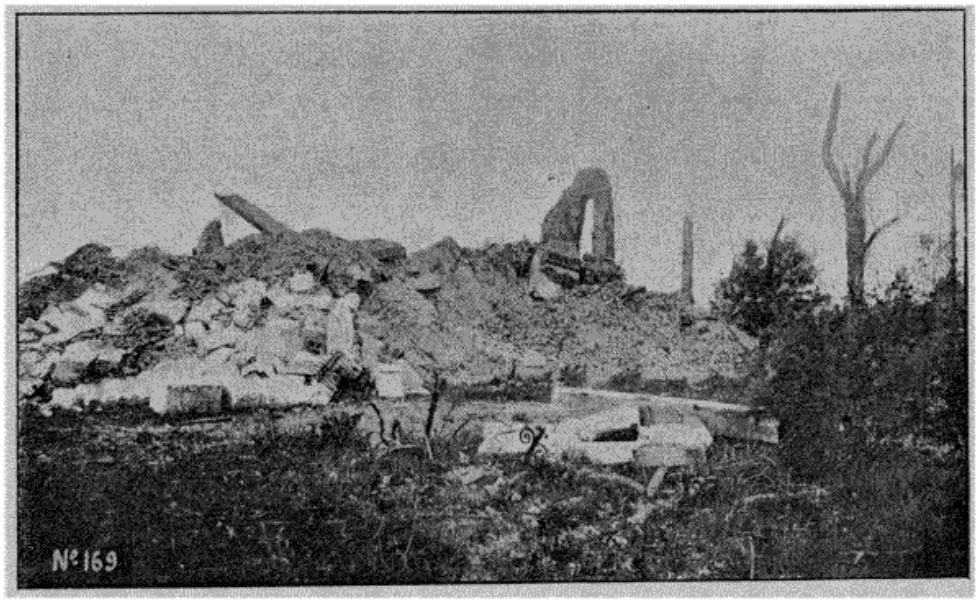


Fig. 26. — Mines de Lens : Cité du Moulin en 1919.

puissance en air comprimé produit représente 1 cheval par ouvrier descendu, et souvent plus.

Le bâtiment d'extraction est figuré en A. A côté, les bains-douches — avec leurs annexes, — la lampisterie, les bureaux, la salle des coffres à outils sont affectés aux services du personnel.

Le bâtiment d'extraction proprement dit comprend à l'étage le moulinage ou recette à charbon, avec l'avant-carré où circulent les cages. Celles-ci sont à deux étages, de quatre berlines de 500 kg chacune. Chaque « cordée », ou voyage des cages, amène donc au jour 4 t de charbon; le nombre en est de 50 à 60 par heure; l'extraction horaire est donc de 200 à 250 t.

Avant son chargement en wagon, le produit extrait est épierré, classé en

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

catégories. La puissance des installations s'y caractérise par un seul chiffre. Dans une durée de 8 heures, dont 2 consacrées à la circulation des ouvriers, au « briquet », ou repos, à la remonte des terres, etc., la fosse doit moyen-

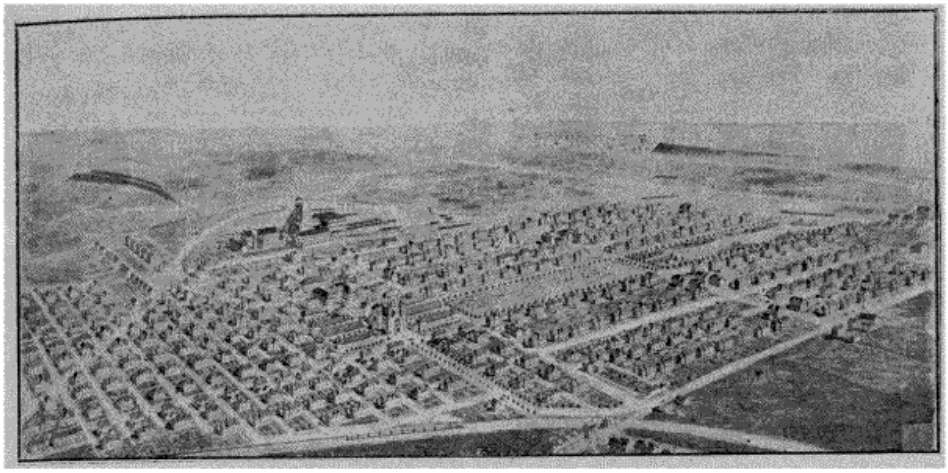


Fig. 27. — Mines de Lens : Fosse nº 11 : Cité Saint-Pierre et groupe scolaire.

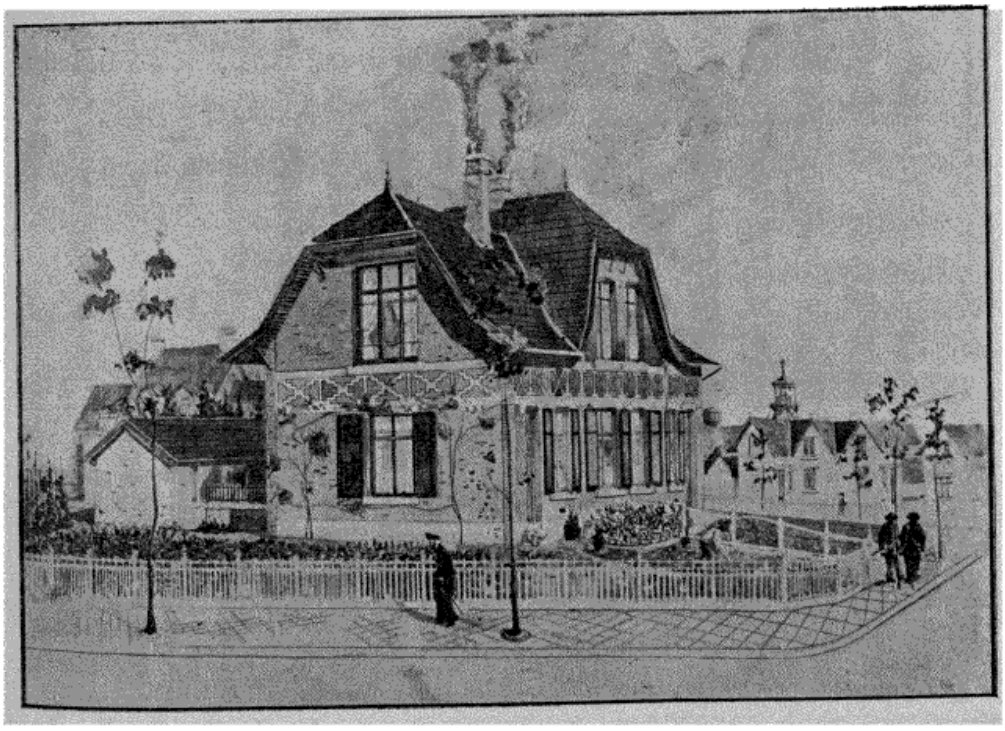


Fig. 28. — Mines de Lens : Cités ouvrières : Type de pavillon.

nement livrer et le triage, classer et charger 1.200 t de charbon, soit 120 wagons de 10 t. Aucun chiffre ne peut mieux rappeler le caractère particulier de l'industrie extractive qui est éminemment, avec la métallurgie, une industrie lourde, la Schwerindustrie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les photographies que je fais projeter représentent : figure 23, l'ensemble de la fosse; figure 24, le bâtiment d'extraction et le chevalement; figure 25, le triage.

* * *

A côté de la fosse, se trouve la cité ouvrière qui abrite la plus grande partie de son personnel. Comme nos installations industrielles, nos cités ont été entièrement détruites au cours de l'occupation allemande et des batailles

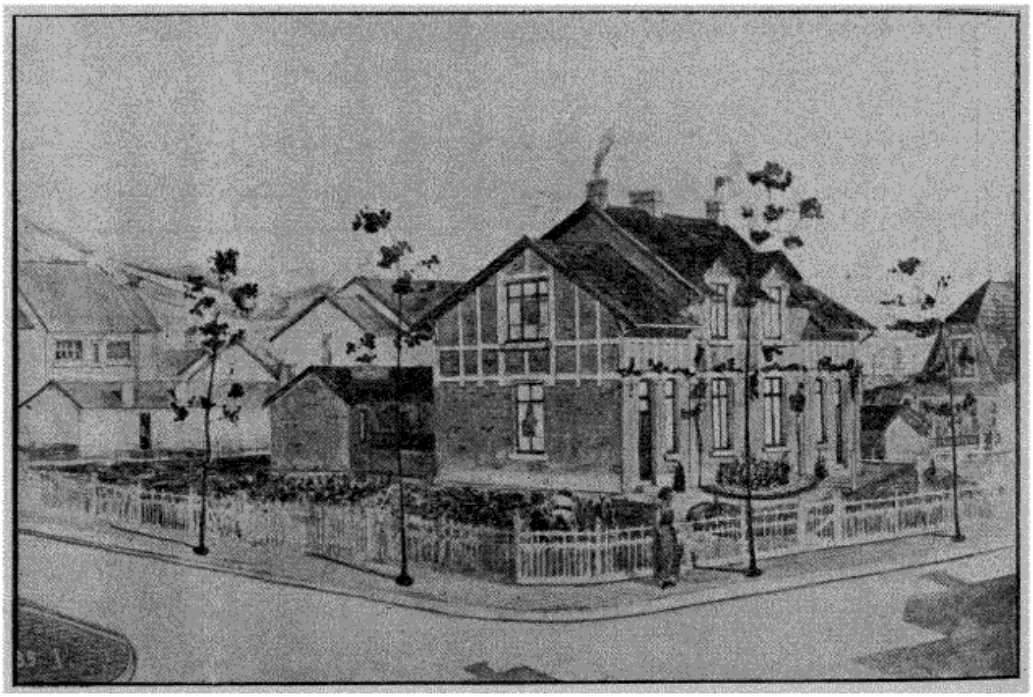


Fig. 29. — Mines de Lens : Cités ouvrières : Type de pavillon.

livrées pour la reprise de Lens. Sur plus de 8.000 logements, seulement 38 ont pu être réparés.

La photographie de la cité du Moulin (fig. 26) peut vous donner une idée de l'état de destruction de ces cités; la photographie ci-après (fig. 27) représente la cité Saint-Pierre entièrement reconstruite. Cette cité comprend 850 logements environ; le nombre des logements actuellement réédifiés correspond à plus de 10 cités d'égale importance; et le nombre de logements à construire pour recouvrer notre puissance de production de 1914 serait encore de plus de 3.000! 12.000 logements, pouvant recevoir 16.000 à 17.000 ouvriers, abritant 50.000 personnes environ, voilà ce que représente, avec l'effet utile réduit de la loi de 8 heures, la charge du logement ouvrier

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qui nous incombe; la dépense correspondante s'élèvera à 400 millions environ.

Je reviens à la cité Saint-Pierre. Vous en voyez la disposition en damier (fig. 27), correspondant aux idées qui régnaient de 1890 à 1900, époque de sa construction. Actuellement la mode serait aux cités-jardins, disposées selon les vues rationnelles et plus plaisantes des urbanistes, et c'est ainsi qu'avaient été conçues et que nous avons réédifié — puisque partout les fondations anciennes ont été réutilisées — les cités construites au cours des années qui avaient précédé la guerre.

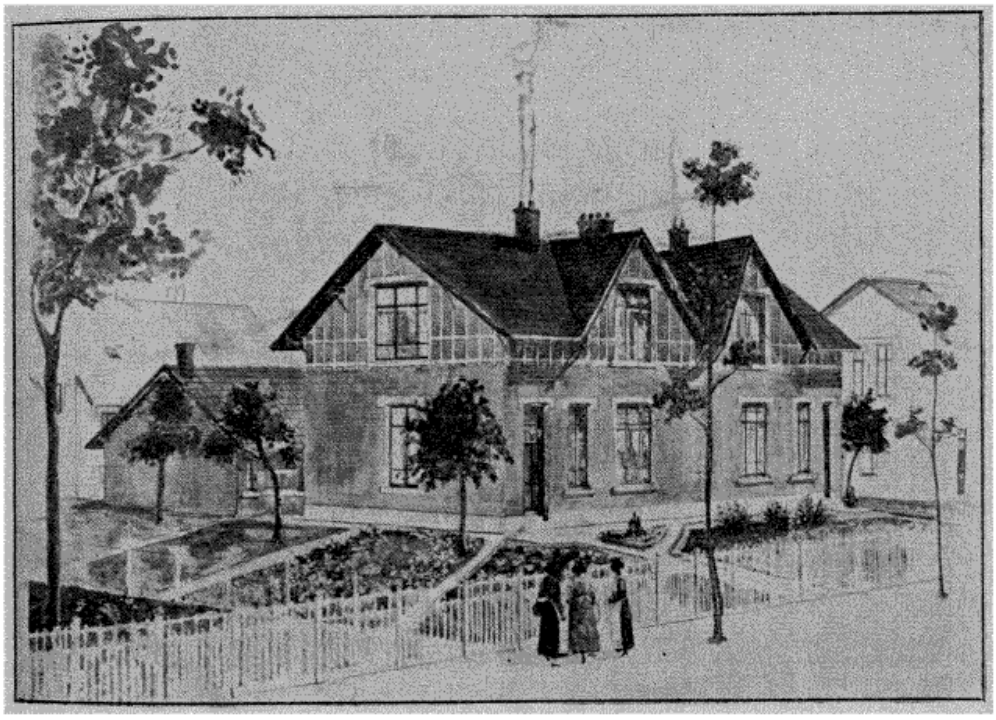


Fig. 30. — Mines de Lens : Cités ouvrières : Type de pavillon.

Tout a été mis en œuvre pour éviter la monotonie d'aspect qui eût résulté de constructions nombreuses, régulièrement réparties et uniformes : nombre des types, 40 environ; variété des matériaux employés — briques, agglomérés en béton, meulière; — disposition des façades et des toitures. Chaque pavillon, de deux ou trois logements (fig. 28, 29 et 30), est entouré de jardins, d'une surface moyenne de 370 m² par famille. Les maisons sont bâties sur cave, ont un grenier et des annexes spacieuses mettant à la disposition de la famille ce qui lui est nécessaire pour les soins de son ménage (buanderie, clapier, remise, volière, etc.). L'eau et l'électricité sont dans chaque maison.

Je m'arrête un instant sur la question du jardin ouvrier. Le régime de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

travail de l'ouvrier mineur est assez spécial. Descendant à partir de 5 h., il doit être remonté pour 13 h., et a ainsi à sa disposition son après-midi. Le

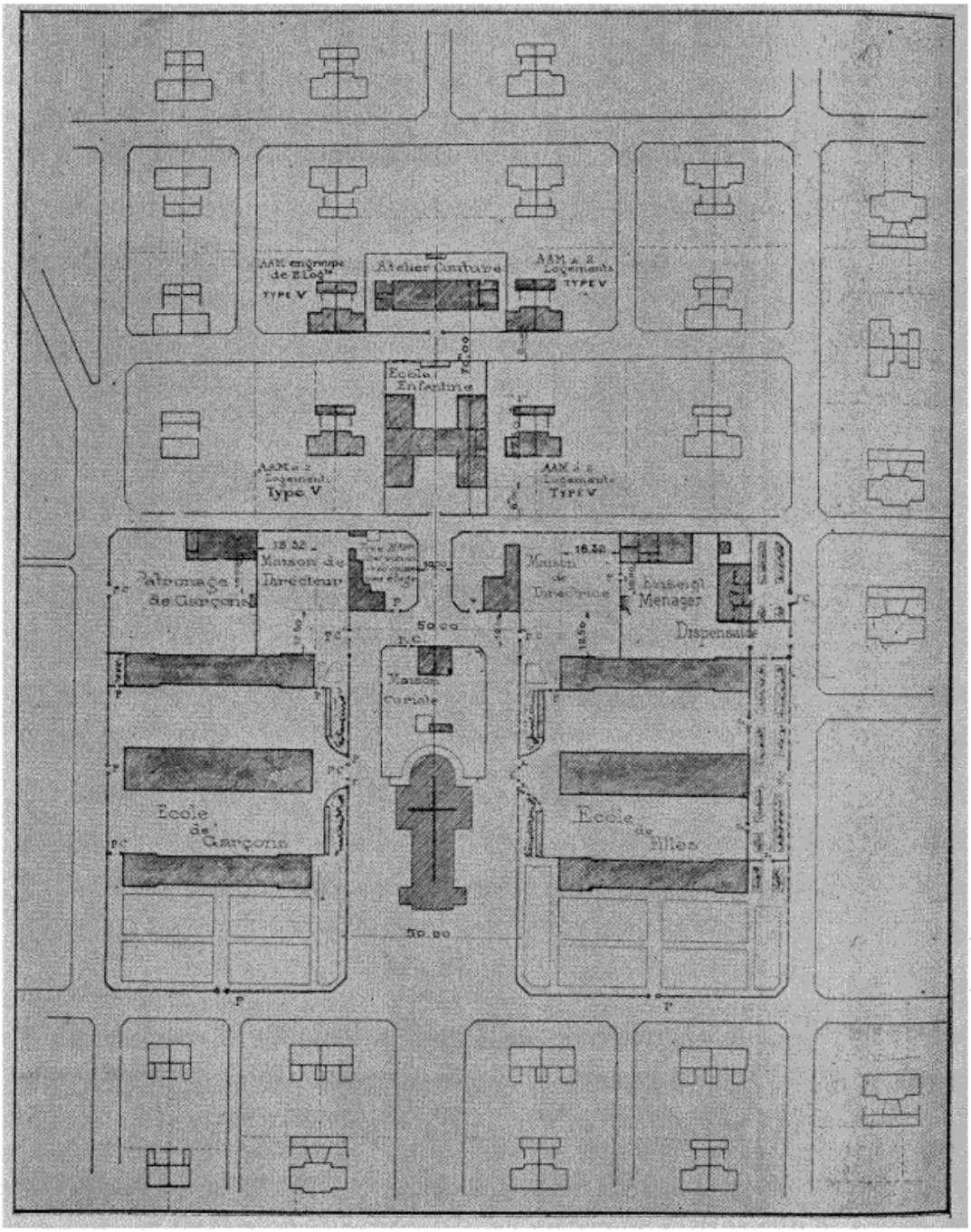


Fig. 31. — Mines de Lens : Plan du groupe social de la Cité Saint-Pierre.

jardin de sa maison lui offre une occupation agréable, qui le retient au foyer et lui procure un produit appréciable — légumes, fruits, fleurs — pouvant être évalué à 1.200 fr par an.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Société des Mines de Lens — comme les autres sociétés minières — a fait tout ce qui était en son pouvoir pour développer et favoriser le goût du jardinage chez ses ouvriers. L'enseignement du jardinage est donné à l'école, de façon très complète et suivie, par le livre et la pratique; il est continué à la fosse par les affiches apposées, calendrier mensuel des semis et plantations, disposition rationnelle du jardin, soins des arbustes, etc.; il est stimulé par les concours organisés entre ouvriers d'une même cité, concours dotés de nombreux prix avec banquet offert aux lauréats.

Le chef des jardins et plantations de la Société, M. Choquet, aide nos ouvriers des conseils qu'il leur donne. Il a écrit à leur usage un manuel du mineur-jardinier et un admirable petit ouvrage, *Le jardin du mineur*, plein de sens pratique, tout empreint d'une sympathie profonde pour l'ouvrier.

Au centre de la cité (fig. 31) se trouvent l'église, les écoles, les classes enfantines, l'atelier de couture, le dispensaire, et à proximité, autant que les conditions locales le permettent, les terrains de jeux. Mes prédécesseurs, M. Bollaert d'abord, M. Reumaux ensuite, n'avaient pas voulu que chaque cité fût seulement un ensemble de logements qu'un heureux hasard géologique avait fait se grouper sur un sol sans passé. Ils avaient voulu faire naître et développer, entre ceux qui l'habitent, ces liens que, dans le plus modeste village, dans le plus humble hameau, ont déposés les générations qui s'y sont succédé, ces liens qui sont dans les souvenirs communs et dans les habitudes communes, ces liens enfin qui, selon le mot profond de Renan, constituent le principe spirituel de tout groupement, de la petite cité comme de la grande patrie.

Et pour cela, MM. Bollaert et Reumaux avaient développé, dans nos agglomérations, tout ce qui contribue à donner une âme à la cité ouvrière, l'église, l'école, les réunions sportives, les sociétés musicales. Je me suis inspiré de leurs leçons, j'ai suivi leur exemple.

De toutes ces œuvres sociales, je ne vous parlerai que de l'école ménagère, ouverte aux filles des ouvriers et employés. Elle représente, pour le ménage ouvrier, l'équivalent de l'enseignement du jardinage donné aux garçons. Une maison bien disposée, spacieuse, où se plaise l'ouvrier, un jardin à l'entour qui l'occupe et le retienne, sont deux éléments du bonheur familial; mais il faut de plus que la femme sache tenir convenablement son intérieur et ménage le budget familial.

Voici comment est conçu et pratiqué l'enseignement ménager, annexé dès 1874 à toutes les écoles de filles créées par la Société.

L'école ménagère comprend une salle de couture et de réunion, communément appelée ouvroir, une salle à manger-cuisine, une relaverie-buanderie, un jardin-école complété par un poulailler et un clapier modèles. Elle est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ouverte tous les jours de l'année scolaire de 15 à 19 h. et le jeudi de 9 h. à 12 h.; les filles des employés et ouvriers de la Société y sont admises sur simple demande. Elles n'y viennent pas pour recevoir un enseignement professionnel, mais pour se préparer à leur futur rôle de ménagère.

Dans les ouvroirs, on enseigne aux jeunes filles les multiples travaux à l'aiguille et on leur donne des notions de coupe. Un jour par semaine est consacré à l'entretien du linge; les élèves apportent de chez elles le linge à réparer et travaillent sous la surveillance de la maîtresse de couture. Les autres jours sont réservés à la confection du linge neuf et des vêtements simples.

Tout ce qui est confectionné à l'ouvroir devient la propriété de la jeune fille : la Société des Mines de Lens donne gratuitement toutes les fournitures. Elle accorde en outre à chaque élève, à titre d'encouragement, des prix, linge de table ou de toilette, linge de cuisine, qui constitueront pour son trousseau un complément très apprécié.

L'enseignement culinaire est donné sous la direction de deux maîtresses. Deux cours par semaine sont consacrés aux exercices pratiques de cuisine; ils consistent en la préparation d'un déjeuner ou d'un dîner, précédée d'une leçon théorique d'une demi-heure environ. Les jeunes filles, par groupes de quatre ou cinq, confectionnent ce repas; elles préparent les légumes, accommodent les viandes après les avoir pesées, choisissent la batterie de cuisine, mettent au feu, assaisonnent, surveillent la cuisson, etc.

Le coût et le poids de toutes les substances entrant dans la composition des plats sont inscrits au carnet des dépenses établi par les autres jeunes filles qui suivent la leçon; elles apprennent ainsi à apprécier le prix des choses et à se rendre compte que la nourriture la plus économique peut être aussi la plus substantielle.

Les exercices culinaires sont coupés de quelques séances consacrées aux autres travaux d'intérieur ou au jardinage; à tour de rôle et suivant un roulement établi, toutes les élèves blanchissent et repassent du linge, dégraissent des vêtements sous la surveillance d'une maîtresse qui indique les meilleures façons de procéder.

Au jardin-école, la jeune fille apprend les principes des travaux auxquels se livrent son père ou ses frères dans leur jardin et la façon dont elle peut et doit s'y associer; c'est en effet la ménagère qui connaît les besoins de la table, rappelle l'époque des semailles et du repiquage des plants, soigne le sarclage, les arrosages et fait la cueillette des légumes; c'est elle aussi qui s'occupe de la culture des fleurs.

Les exercices pratiques sont accompagnés de commentaires théoriques et de cours sur l'hygiène, l'économie domestique et la comptabilité du ménage.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Je termine en faisant repasser sous vos yeux 5 vues; la fosse n° 11 avant guerre (fig. 32), la même fosse en 1918 (fig. 33) les ruines déblayées en 1920 et l'opération de cimentation en cours (fig. 13), les installations d'extraction provisoires (1922) (fig. 16 et 17) et enfin (1924) la fosse définitive reconstruite et remise en exploitation (fig. 23, 24 et 25). Ces 5 vues résument toute notre histoire depuis dix ans.

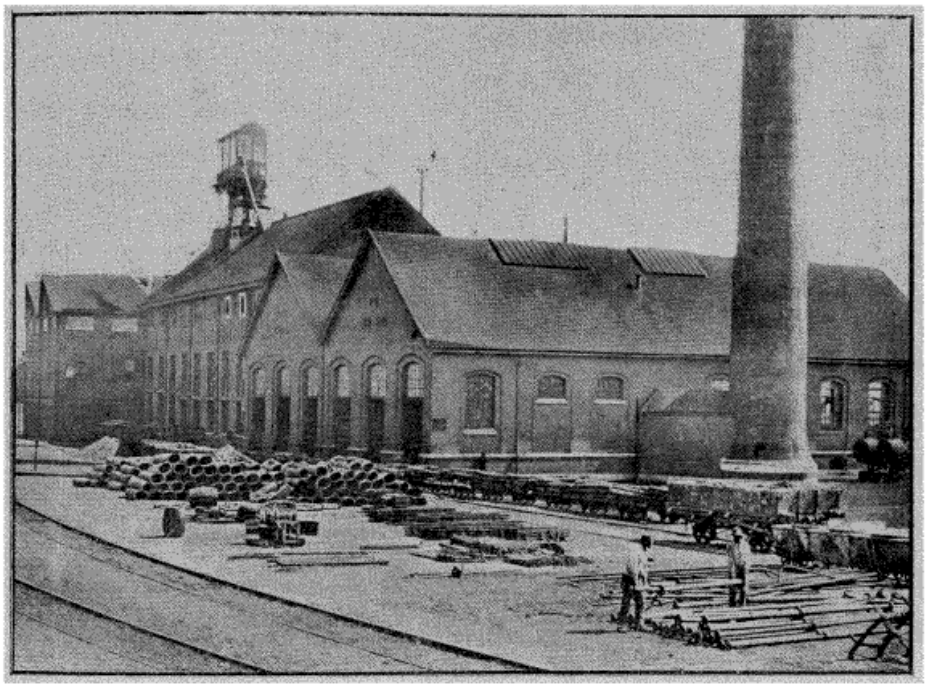


Fig. 32. — Mines de Lens : Fosse n° 11 en 1914.

Et voici où nous en sommes. Peu à peu les fosses définitives s'achèvent; en fin 1925, il n'en restera plus que 5 sur 23 à terminer. Les logements ouvriers, en nombre supérieur à ce qui existait avant guerre — 9.000 environ — ont été reconstruits; n'était la réduction du rendement, notre tâche, sur ce point, serait terminée. Notre extraction — un peu plus de 9.000 t par jour — est à 70 p. 100 de son taux d'avant guerre; malgré l'effort intense donné, la reconstitution de nos 600 km de voies du fond est en effet loin d'être achevée et, de notre personnel du fond, un quart environ travaille encore à cette reconstitution. Plus de deux ans nous seront encore nécessaires pour que le nombre des chantiers d'abatage ouverts permette la production de 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec nos voisins de Liévin, nous arriverons donc les derniers dans la reconstitution industrielle du pays; nous arriverons les derniers, mais nous sommes partis de bien bas. Et je ne saurais cacher qu'à certains moments, en raison de l'immensité du travail à faire et des faibles moyens dont nous disposions, un peu de découragement nous a pris; mais l'amour du sol natal a vaincu et avec lui la ténacité de nos populations du Nord et leur ardeur au travail.

Nous arriverons les derniers, mais fiers tout de même d'avoir apporté notre part à cette reconstitution industrielle qui permettra à notre France

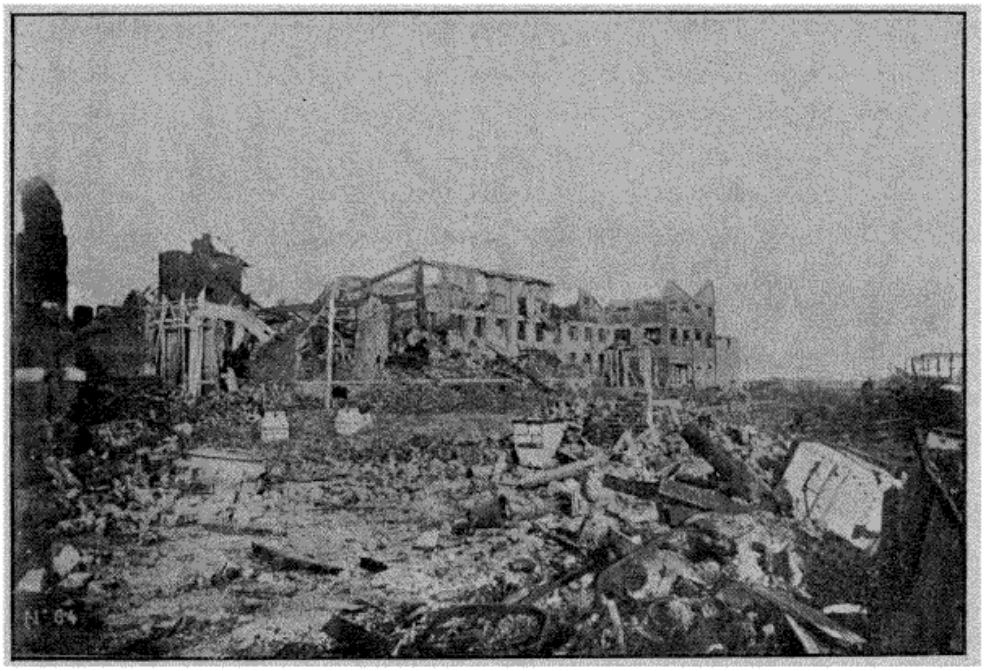


Fig. 33. — Mines de Lens : Fosse n° 11 en 1918.

de poursuivre le cours de sa destinée avec son indépendance économique retrouvée, et qui lui permettrait aussi, si ce qu'à Dieu ne plaise, les jours de danger revenaient — et nous savons, nous les gens du Nord, ce que ce danger représente! — de trouver en soi ce qui lui serait nécessaire pour défendre son sol et ses foyers.

ERNEST CUVELETTE,
Administrateur-directeur général de la Société des Mines de Lens.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'AGGLOMÉRATION DES SCIURES DE BOIS ET DES COPEAUX D'USINAGE

ORIGINES DE LA QUESTION. — La scie est tellement ancienne que la légende en attribue la création à un personnage mythologique; l'industrie du bois elle-même, dans la manière dont elle était encore exercée il y a quelques dizaines d'années, date des temps les plus reculés; mais le problème de l'agglomération des sciures et déchets est moderne.

A l'époque de la Renaissance encore, on produisait surtout des copeaux et jusqu'au XVIII[e] siècle inclus, les marchands de bois ne se faisaient livrer par les « moulins à scier » que des bois carrés qu'ils imposaient aux charpentiers. La supériorité des charpentes légères en bois de section réduite, orientée « sur champ » et présentant un grand moment d'inertie, était démontrée depuis Philibert de Lorme, mais le charpentier sans machines trouvait plus avantageux de monter la pièce équarrie, telle qu'il l'avait reçue, que de la refendre. En un mot, il gaspillait le bois sans produire de sciure.

La progression du machinisme nous a fait tomber dans l'excès contraire. *La plus grande partie du bois passe maintenant en sciures et en copeaux.* Peu d'industries livrent à la consommation la moitié du volume du bois de la grume; beaucoup n'en fournissent que 25 p. 100; dans certains cas, le déchet total, depuis la grume jusqu'à l'objet menu du commerce, est de 85 p. 100.

Le souci de l'agglomération, dérivé des procédés et des exigences de l'industrie moderne, est peu connu du public; il commence cependant, par ses manifestations extérieures, à attirer l'attention de l'observateur. Si le géographe ignore les collines de sciures, le touriste en a déjà rencontré. Des champs sont épandus de ce déchet; des rivières et des canaux en débarrassent leurs riverains; des incendies organisés en détruisent d'énormes quantités. Au total, on peut, en France seulement, évaluer la perte annuelle à plus de six millions de tonnes.

Malgré son acuité, le problème a été traité de manière distante ou superficielle par les auteurs sérieux, comme s'ils avaient eu peur d'éveiller un sujet trop délicat. Les autres l'ont piétiné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Examen de quelques méthodes connues. — Il existait cependant, avant la méthode dont il va être question, plusieurs procédés d'agglomération, sinon des copeaux, au moins des sciures. Certains par trop rudimentaires — l'addition de 40 p. 100 d'argile par exemple, — ne méritent une mention que comme mémoire, mais d'autres, quoique non généralisés à cause de leur prix de revient ou pour d'autres raisons, valent d'être cités; ce sont par exemple : l'agglomération par température sans agglutinant; l'agglomération par pression, encore sans agglutinant; celui enfin qui utilise comme liant des résidus industriels.

La première méthode, par *température*, facile à appliquer au laboratoire, exige un matériel très coûteux : appareils à vapeur, transporteurs chauffés, distributeurs, tables et presses également chauffés à la vapeur. Une telle installation coûte plus cher que tout le matériel réuni d'une importante scierie. Le principe repose sur une torréfaction des sciures jusqu'à la température d'évacuation du goudron; en comprimant dans cette situation, on utilise un agglutinant fourni par l'agglomérable lui-même. Le bois ainsi aggloméré a perdu une notable partie de son pouvoir calorifique. En effet, même en admettant que les matières volatiles plus légères que le goudron et chassées au cours de l'opération, présentent un faible pouvoir calorifique, la perte est sensible, car l'expérience prouve que dans la combustion d'un aggloméré rationnel, ces produits volatils légers jouent un rôle très efficace qui se manifeste par la suppression des fumées et l'augmentation du pouvoir rayonnant.

L'*agglomération par simple pression* ne manque pas au premier abord d'être séduisante, mais son effet n'est que temporaire. La chaleur d'un foyer, les éléments atmosphériques, etc., défont ce qu'a fait la presse seule.

Parmi les procédés consistant à utiliser comme liant un *résidu industriel*, celui au bisulfite de chaux est le plus en vue. Une telle méthode exige, pour rester industrielle, d'être pratiquée dans le voisinage immédiat d'une fabrique de papier, dispensatrice du précieux produit. Mais alors, nous nous écartons de l'impérieuse règle d'agglomérer dans la scierie elle-même, en vue de réduire le volume du déchet avant toute manutention. Le procédé, d'ailleurs, ne répond pas à toutes les conditions citées plus loin.

Ce rapprochement de divers systèmes nous montre que les intéressés ont été, dans leurs recherches, hypnotisés par l'unique question de l'agglutinant. Ils ont voulu, ou s'en passer, ou n'utiliser qu'un résidu industriel afin de pouvoir l'introduire à haute dose. Mais un résidu amené à pied d'œuvre n'est pas forcément bon marché et, même quand on a la bonne fortune d'en trouver un local, il faut pouvoir l'utiliser à faible dose.

Si importante que soit la question de l'agglutinant, elle est dépassée par plusieurs autres, comme nous allons le voir.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

QUALITÉS EXIGÉES DU COMBUSTIBLE. — Un problème ne saurait être résolu, si l'on n'en énumère d'abord toutes les inconnues. Ce sont ici les exigences posées dans le cas le plus général en matière d'utilisation d'un déchet comme la sciure : son emploi comme combustible. Il faut :

1° ne pas sensiblement augmenter le poids du produit, afin de ne pas le grever de frais de manutention, de transport et d'encombrement;

2° ne pas réduire les qualités du combustible libre en l'agglomérant, sous peine de réduire sa valeur marchande rapportée au pouvoir calorifique;

3° que la teneur en cendres reste la même ou diminue;

4° pouvoir employer sous un faible pourcentage des agglutinants variés, de manière à tirer parti chaque fois que possible des ressources locales en matières premières ou en résidus et, au besoin, se servir d'une colle riche, même d'un prix relativement élevé;

5° obtenir un aggloméré facilement imperméabilisable;

6° se contenter d'un matériel dont l'amortissement soit assuré rapidement par une exploitation continue, ou dont l'importance soit à la portée des petites scieries, très nombreuses;

7° obtenir des agglomérés définitifs, sans séchage prolongé ni artificiel;

8° utiliser des produits sans danger (incendie, explosion, etc.) et tels que l'aggloméré soit exempt de toute nocivité dans la consommation ménagère;

9° une cohésion suffisante et permanente, même sous l'effet du feu, s'améliorant même avec l'âge du produit;

10° un prix de revient général assez bas pour qu'à pouvoir calorifique égal, le combustible puisse rivaliser avec tout autre, non pas, bien entendu, dans le voisinage d'une mine, mais à conditions commerciales égales.

11° enfin, il est absolument indispensable de pouvoir, par le même procédé, agglomérer les copeaux d'usinage, la mouture de menus déchets passés au broyeur, les résidus ramassés sous les machines à traiter la fibre d'emballage, les poussières de bois, etc.

A première vue, une telle énumération serait bien faite pour décourager l'amateur qui s'attellerait à la question. Mais, méthodiquement en face des inconnues du problème, il faut poser ses données. On les trouve dans les propriétés de la cellulose en général et du bois en particulier.

Les ouvrages traitant de la cellulose du coton, voisine de celle du bois, ne cessent de signaler au lecteur l'influence de l'eau sur cette cellulose. D'autre part, les propriétés hygrométriques de la sciure sont tellement manifestes qu'on est amené en premier lieu à les examiner de plus près.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Du titre hygrométrique. — La sciure libre absorbe et perd l'eau atmosphérique avec une facilité remarquable. Étendu dans un milieu humide, un lot de sciures peut doubler son poids en une heure. Dans une grande masse exposée à la pluie, la partie centrale conserve l'humidité et fermente. On peut y constater une très sensible augmentation de température.

Le bois étant un hydrate de carbone, comprend de l'eau de constitution. Mais un bois considéré comme pratiquement sec — puisqu'il réabsorbe l'eau atmosphérique quand il est desséché au-dessous de cette limite — contient encore 20 p. 100 environ d'eau libre ou hygrométrique. C'est ce que, dans les questions de résistances mécaniques dans lesquelles M. Monnin a fait de remarquables études, on appelle maintenant « l'eau d'imbibition ». Un kilogramme de sciure de ce bois sec contient donc 200 g d'eau libre (S_1). Placé dans une atmosphère humide, il pèsera une heure plus tard par exemple, 2 kg (S_2), dont 1.200 g seront de l'eau libre.

Inversement, un kilogramme de sciure S_3 d'un bois vert, étendu dans un lieu sec ne pèsera plus que 700 g par exemple après un temps court (S_4).

Les lots S_1 et S_4 sont généralement plus avides d'eau que S_2 et S_3. Si on les mélange à une simple colle ou empois, on constate que S_1 et S_4 s'agglomèrent mieux que S_2 et S_3. L'excès d'eau est donc contraire à une bonne agglomération.

Or, l'agglomération hydraulique devant sans conteste rester la plus économique et l'éventualité d'un mortier se trouvant écartée, il faut :

a) pouvoir limiter la quantité d'eau à introduire;

b) déterminer cette quantité.

En raison de son avidité, la sciure absorberait au premier contact et localiserait, soit une colle liquide, soit l'eau d'un mélange et la répartition de l'agglomérant serait impossible. Pour résister à cette tendance, on a eu recours aux oxydes alcalins (soude, potasse) qui ont la propriété de retenir très énergiquement l'eau d'une combinaison ou d'un simple mélange. L'agglutinant sodé ne se divise pas : il se répartit dans la masse en conservant ses propriétés. Si l'on a la curiosité de lui ajouter à très faible dose une couleur, on constate que le mélange de sciure se teinte uniformément. Sans avoir la prétention, à ce point des recherches, de réaliser un aggloméré parfait, j'avais déjà la possibilité de procéder à une longue série de tâtonnements, en vue de déterminer quel titre d'eau convient le mieux à une sciure déterminée. On verra d'ailleurs plus loin que les oxydes alcalins jouent un autre rôle dans l'agglomération, mais j'en ai retenu les qualités dès le dépôt du premier brevet concernant le procédé.

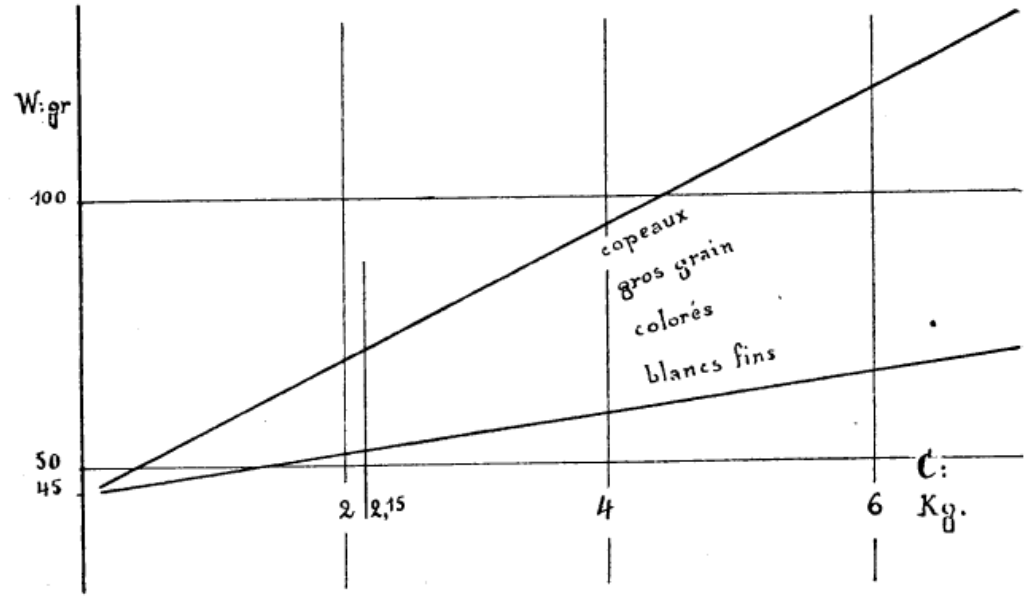
Bien entendu, le titre d'eau à introduire doit être déterminé en raison de la quantité d'eau libre déjà contenue. Mais au lieu de procéder à une mesure

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de cette dernière, il était plus simple d'évaluer le pouvoir absorbant de l'échantillon proposé.

L'échantillon étant pesé, mis au filtre et saturé par immersion dans vingt fois son poids d'eau, on procède après égouttage à une seconde pesée. La différence des pesées, rapportée au poids initial de la sciure, sera la *capacité absorbante* C. La grandeur de C varie le plus souvent entre 2 et 6 kg d'eau pour 1 kg de sciure.

La quantité d'eau à introduire pour l'agglomération W, est fonction de la capacité absorbante C. Cette fonction serait facile à représenter graphiquement si les sciures se présentaient toujours sous le même aspect. Mais la scie circulaire et le ruban ne donnent pas sur un bois donné, le même grain de



sciure; le produit du sciage en long est très différent de celui de la coupe à travers fil; la vitesse d'amenage et son rapport avec la denture sont cause de variations dans la sciure produite; le sciage alternatif se manifeste sous une autre forme, etc., etc.

Il est toutefois possible de donner un aperçu graphique des titres imposés par l'expérience. Si l'on porte en abscisses la capacité absorbante C, exprimée en kilogrammes, et en ordonnées les grandeurs correspondantes du titre W, exprimé en grammes d'eau par kilogramme de sciure, tous les points obtenus sont situés dans l'angle formé par deux droites convergentes à la cote $W = 45$ sur l'axe des y.

La droite inférieure de l'angle correspond à

$$y = 45 + 3{,}60\,x$$

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et la droite supérieure à :

$$y = 45 + 12{,}5\,x.$$

Dans cet angle, on pourrait approximativement situer ainsi les divers genres de sciures : zone inférieure, grains fins; zone moyenne, gros grains; zone supérieure, copeaux, fibres, etc. En outre, les bois blancs seraient placés au-dessous des bois colorés.

La courbe d'ailleurs n'est pas utilisable dès son origine. Pour un poids P de sciures, la capacité absorbante C doit être au moins égale à 2,15 P. Quoique le cas soit assez rare, il arrive que des sciures même considérées comme sèches n'ont pas la capacité absorbante minimum indiquée, tandis que des sciures de bois vert, en apparence humides, se trouvent dans des conditions favorables à l'agglomération.

Lorsque la sciure proposée n'aura pas la capacité absorbante indiquée, il faudra la laisser sécher sur une aire durant quelques heures. Industriellement, même sans que cette précaution soit indispensable, on aura intérêt à étendre la production d'une journée sur une aire sèche, pour ne l'agglomérer que le lendemain. L'encombrement sera encore beaucoup moindre que celui des sciures amoncelées de toute une année. Cette réserve d'ailleurs ne s'appliquera généralement qu'aux sciages de bois en grumes. Il va sans dire que les sciures produites dans un atelier de menuiserie par exemple, se trouvent automatiquement dans les conditions requises pour une bonne agglomération et peuvent être accumulées en vrac, sans précaution particulière, en vue d'une agglomération hebdomadaire.

Le titre d'eau utile à l'agglomération, généralement déterminé entre 5 et 10 p. 100 en poids de la sciure, étant connu, il servira de base à la constitution de l'agglutinant.

Choix d'un agglutinant. — Il est convenu que l'agglomération sera hydraulique, qu'une quantité déterminée d'eau entrera en jeu et que cette eau sera retenue aussi fortement que possible dans l'agglutinant qu'elle aura servi à former. On procédera en deux temps. On constitue d'abord un support semi-solide ou pâteux dans lequel entre, comme il a déjà été dit, un oxyde alcalin de préférence et contenant la quantité d'eau fixée. Sur ce support, on dispose les matières agglutinantes choisies.

La chimie offre de nombreux moyens de formation d'une gelée, pâte, coagulum, précipité, etc., capables de servir de support. On peut par exemple faire prendre la chaux en pâte, coaguler l'amidon par la chaleur seulement, partir de l'alun ou d'une lessive d'argile, former un savon, gélifier une solution d'albumine, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un nombre considérable d'essais de toute nature ne pouvait laisser l'opérateur sans préférences : elles se sont portées sur les solutions de matières féculentes, amylacées ou albumineuses ou sur un mélange de ces produits, soit sous la forme commerciale, soit sous forme de résidus industriels. La solution est précipitée au moyen de la soude caustique par exemple. On comprendra la préférence donnée à ces produits car ils offrent déjà par eux-mêmes un pouvoir adhésif assez grand, avant toute addition, de sorte qu'ils économisent les matières agglutinantes de charge.

La gelée ou coagulum étant constituée, on ajoute l'une des nombreuses matières connues pour leurs qualités agglutinantes. Presque toutes, solides, liquides ou pâteuses, sont utilisables. Dans certains cas, on trouvera préférable de délayer cet agglutinant dans l'eau du support, avant de coaguler. C'est le cas des colles comme la dextrine par exemple. Mais cette dernière elle-même peut être ajoutée après la coagulation, de même que le goudron et un grand nombre d'autres produits. Des colles solides peuvent, si besoin est, se préparer séparément par dissolution dans l'alcool, la térébenthine, etc, voire même dans un hydrocarbure comme le pétrole ou la benzine, puis être ajoutées soit avant soit après la coagulation, suivant leurs propriétés particulières.

La gelée ainsi chargée est prête à l'usage. On détermine la quantité à en prélever pour un poids de sciures donné, de copeaux ou d'un autre déchet, *en se basant sur la quantité d'eau qu'elle doit offrir à l'agglomérable* et qui doit, nous l'avons vu, être de 5 à 10 p. 100 environ. Voici, à titre d'exemple, un type d'agglutinant facile à composer, rapporté au poids de la sciure :

eau	de 5 à 10 p. 100,
fécule et amidon .	1 p. 100 environ,
soude aqueuse . .	0,5 p. 100 environ,
colle, goudron, etc.	de 0,3 à 1 p. 100.

UTILISATION DES PROPRIÉTÉS DE L'AGGLOMÉRABLE. — L'importance de l'eau en quantité étant précisée, rappelons que l'affinité de la cellulose n'a pas qu'une résultante mécanique. Physiquement, la cellulose est modifiée par l'eau, et les meilleurs auteurs ayant étudié celle du coton, reconnaissent qu'une cellulose hydratée ne reprend jamais sa forme première, même quand on la ramène rigoureusement à son hygrométrie primitive. Mais si le titre d'eau a contribué à rendre la sciure facilement compressible, il ne faut pas perdre de vue que la rétractilité sous la presse est due en grande partie à la *caustification* produite par l'introduction de la soude. On sait que le mercerisage du coton, destiné à le rendre soyeux, est produit par voie de caustification. Son créateur, Mercer, et d'autres après lui, ont constaté que cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

opération ferme le canal central de la fibre. Le même phénomène se produit dans la caustification même légère du bois, ce qui explique la réduction considérable de volume obtenue.

Le bois a d'autres propriétés qui lui sont particulières. Sa cellulose, dite « lignocellulose », comprend une partie insoluble dans le réactif cupro-ammoniacal de Schweitzer, qui est la *vasculose* ou cellulose des vaisseaux. Il est reconnu que la vasculose est éminemment oxydable. Or les sciures fraîches ou anciennes se présentent dans un état d'oxydation fort variable. Si l'on considère des bois non tannifères (pour rester indépendant des effets du sulfate de fer sur le tannin), on constate que, sous l'effet d'une solution de ce sel, ils font jaunir le sulfate ferreux ou verdir le ferrique avec une intensité et une rapidité très différentes suivant la sciure. Les chimistes possèdent tout un arsenal et des méthodes pour déceler l'oxydation, mais ce procédé au sulfate, tout barbare qu'il soit, est largement suffisant pour quelqu'un d'entraîné à la question.

Des centaines et d'autres centaines d'épreuves ont montré que la meilleure agglomération du bois est obtenue pour un degré moyen d'oxydation. Donc, quand la sciure est en retard, on active son oxydation, à l'ammoniaque par exemple; quand elle est en avance, on ajoute au coagulum une faible quantité d'un réducteur, aldéhyde ou autre. Une objection se présente : étant donné l'effet des oxydants et des réducteurs sur les colles, il est probable que cette addition modifie l'agglutinant et n'a pas d'effet sur la sciure. Cependant, si l'on renverse les agents et que l'on ajoute un réducteur là où il faut un oxydant, le résultat n'est plus le même. Un bois blanc pourra dans certains cas ne pas réagir, mais si l'on choisit un bois riche, colonial par exemple, la réaction sous la presse au lieu d'être *rétractile* devient nettement *extensive*.

Là ne s'arrêtent pas les propriétés du bois. Il en est d'autres dont on peut tirer parti. Les bois coloniaux doivent être traités avec circonspection, mais nous pouvons citer un exemple de bois de pays très typique, celui du chêne, du châtaignier, etc., qui contiennent du tannin. La gélatine, même en solution très diluée, étant coagulée par le tannin, il suffit d'ajouter dans l'eau de la gelée destinée à un bois de ce genre, une quantité de gélatine correspondant à un millième du poids de la sciure à agglomérer pour obtenir une certaine augmentation de densité, sous la même pression.

Un industriel désirant agglomérer ses déchets pour en faire du combustible pourrait objecter qu'un laboratoire devrait s'imposer. Il n'en est rien. Une analyse de ses sciures moyennes permet de lui indiquer une composition d'agglutinant « tout-venant » tenant compte des ressources locales. Il va sans dire que pour fabriquer des carreaux de cloison par exemple, la composition demanderait à être mise au point d'une façon plus précise.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DENSITÉ DU PRODUIT AGGLOMÉRÉ. — C'est évidemment aux foyers, domestiques ou industriels, qu'iront presque tous les agglomérés. Leur qualité permettra de les classer parmi les meilleurs combustibles solides. En effet, la méthode décrite confère au bois une grande densité. Avec une pression restant de l'ordre de 30 kg : cm², les densités suivantes sont réalisées :

en bois légers, le double de celle du bois d'origine;

en légers de couleur, densité moitié plus grande;

en bois lourds, la densité de l'aggloméré est de 20 à 40 p. 100 plus grande que celle du bois massif.

On tend ainsi vers la constante : *densité absolue*, qui est de 1,5 environ.

La cohésion de l'aggloméré lui permet, au surplus, de conserver sa forme et ses dimensions dans le foyer, jusqu'à combustion avancée; la chaleur du foyer provoque ainsi sur chaque aggloméré, considéré individuellement, une distillation des matières volatiles du bois, qui brûlent à *l'état gazeux*, absorbent les fumées et augmentent de ce fait le pouvoir rayonnant. On verra dans cette curieuse propriété une probabilité en faveur de l'utilisation des comprimés aux gazogènes.

Quoiqu'un aggloméré, de quelque nature qu'il soit, demande à être conservé de préférence à l'abri, il peut arriver que l'on soit contraint, pour un besoin industriel déterminé, de laisser des briquettes à la pluie. L'aggloméré de bois peut répondre à cette condition si on a soin de l'imperméabiliser, chose facile, au moyen d'un savon de résine peu coûteux, rendu insoluble. Par ailleurs, les agglomérés mis à l'abri immédiat de la pluie sont très peu hygrométriques et ne se délitent, dans une atmosphère très chargée d'humidité, qu'à la longue et superficiellement. Dans un milieu à humidité moyenne, ils ne subissent aucune altération.

EXTENSION DU PROCÉDÉ. — Il en a été de cette méthode comme de tout procédé nouveau. Entre le laboratoire et l'usine une nouvelle étape est à franchir, qui n'est pas toujours la plus facile. Ceci explique un silence qui s'imposait bien que la mise au point fût complète. Il convient en effet de ne pas perdre par les frais de main-d'œuvre ce qui a été gagné dans l'économie générale du système. Ces frais doivent rester dans la mesure de ceux qui sont nécessités par l'agglomération proprement dite. L'auteur est convaincu que le matériel actuellement en cours de réalisation et au sujet duquel il a récemment complété ses brevets, répondra en tous points au but visé depuis plusieurs années.

On aura ainsi la preuve que les véritables facteurs d'une bonne agglomération du bois : titre hygrométrique, qualités de l'agglomérable, ont été méconnus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet agglomérable d'ailleurs peut être autre que des copeaux et des sciures de bois. Le mode d'investigation qui a permis de réaliser le procédé décrit peut s'appliquer à d'autres produits, et des résultats très satisfaisants ont déjà été enregistrés, notamment sur l'une des matières les plus difficilement agglomérables, le charbon de bois.

JULIEN PETITPAS,
Ingénieur des Arts et Métiers.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'EXPOSITION ET LE CONGRÈS DU BOIS ET DU CHARBON DE BOIS UTILISÉS COMME CARBURANT

(Blois, 24-26 avril 1925.)

Cette importante manifestation, organisée par le Comité de la Forêt du Loir-et-Cher et par la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, avait pour but la recherche des moyens susceptibles de développer la production et l'utilisation comme carburants du bois et du charbon de bois. Elle a comporté :

1° des démonstrations de véhicules routiers, de tracteurs agricoles, de véhicules remorquant des cylindres compresseurs pour chaussées empierrées, et de fours à carboniser;

2° une conférence de M. Goutal, chef des Travaux chimiques à l'École nationale supérieure des Mines de Paris sur l'utilisation des déchets de bois et du charbon de bois pour l'alimentation des gazogènes;

3° un congrès tenu sous la présidence de M. Pierre Berger, sénateur, président du Comité de la Forêt de Loir-et-Cher.

Nous allons indiquer ci-après les points saillants des démonstrations faites et des idées exposées.

Démonstrations pratiques. — Le premier jour eut lieu le circuit Blois-Vendôme-Blois des voitures légères suivies des poids lourds, et le deuxième jour le circuit Blois-Romorantin-Blois pour ces mêmes voitures.

Les véhicules à gazogène qui étaient exposés et qui prirent part aux circuits sont, par ordre alphabétique :

BARBIER, camionnette Berliet, 18 ch;

BERLIET, voiture de tourisme, 12 ch;

ETIA, camion;

PANHARD ET LEVASSOR, camion;

TRACTOR, conduite intérieure Delahaye, 13 ch;

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE VIERZON, camion.

Le MINISTÈRE DE LA GUERRE avait envoyé quatre de ses camions.

En outre, des gazogènes à usages spéciaux étaient exposés :

le gazogène AUTOGAZ, adapté à un compresseur de l'Administration des Ponts et Chaussées, ainsi qu'à un tracteur agricole SCEMIA;

le gazogène BARBIER, adapté à un tracteur routier;

le gazogène C. P. A. adapté à un tracteur;

le gazogène MALBAY, sur chenille Citroën Kégresse;

le gazogène de la SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE VIERZON, sur une charrue à trois socs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Trois appareils mobiles à carboniser : les appareils BARBIER-AUBÉ, DELHOMMEAU et LAURENT ont aussi fonctionné.

Un groupe électrogène MALBAY était alimenté par un gazogène dont le charbon de bois était fabriqué sur place par la carbonisation de petits morceaux de sarments de vigne et de ramilles.

Enfin des fabriques d'agglomérés et des usines de distillation du bois avaient pris part à l'Exposition. C'étaient les suivantes :

LA CARBONITE et la SOCIÉTÉ DES HYDROCARBURES SOLIDIFIÉS qui avaient exposé des agglomérés de charbon de bois ;

La maison LAMBIOTTE ET Cie, avec ses échantillons de charbon de bois et de produits chimiques dérivés du bois ;

La SOCIÉTÉ DE CARBONISATION DU BOIS, avec ses échantillons de charbon de bois et des produits de la distillation ;

L'UNION SYNDICALE DES USINES DE CARBONISATION DE BOIS DE FRANCE, qui avait envoyé des échantillons de ses divers produits ;

M. DE VINZELLES, avec ses échantillons de charbon de bois et de braisettes.

Des médailles ont été remises à tous les exposants.

Ajoutons que les tracteurs agricoles ont fait l'objet d'expériences intéressantes sur le terrain de la Maison de Santé départementale.

Conférence sur l'utilisation des déchets de bois et de charbon de bois pour l'alimentation des gazogènes. — M. GOUTAL, après avoir montré que la consommation mondiale du pétrole suit une progression plus rapide que celle d'un capital qui serait placé à intérêts composés au taux de 7 p. 100, et qu'à une pareille allure les réserves mondiales, évaluées à 10 milliards de tonnes, seraient épuisées en trente années, a rappelé qu'il fallait ménager l'essence en la remplaçant par un carburant national. Comme carburant national le mélange d'alcool et d'essence ne peut constituer qu'un faible appoint en temps de paix ; d'ailleurs, il pourrait nous faire défaut en temps de guerre, soit à cause des autres emplois de l'alcool, soit par impossibilité de se procurer l'essence.

La décomposition de la houille en vase clos, sous l'influence de la chaleur, fournit en même temps que le coke et le gaz riche une certaine quantité de goudrons et d'hydrocarbures légers. Mais nous n'obtenons ainsi que 60.000 t de carburants. Il est facile de calculer que, même en assurant une carbonisation totale de son charbon de terre, notre pays ne pourrait, par ce procédé, produire que le tiers des carburants nécessaires.

Le traitement de nos lignites et de nos tourbes est encore moins encourageant. Les hydrocarbures tirés des lignites sont très souvent chargés de soufre, et les cokes de lignite et de tourbe sont d'un placement difficile. Seules, des centrales électriques établies sur place semblent pouvoir utiliser avantageusement ces combustibles.

Les procédés divers d'hydrogénation et de catalyse en partant des huiles végétales ou animales, des goudrons de houille, des huiles de schistes ou des résidus pétrolifères permettent d'obtenir des carburants légers, mais le prix de revient très élevé de la matière première, notamment des huiles, est un grave inconvénient.

Aussi, M. Goutal arrive-t-il, après cette élimination partielle, à la conception déjà réalisée du charbon de bois comme carburant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Goutal a envisagé notamment deux questions principales :

1° l'utilisation des gazogènes à charbon de bois pour actionner les camions automobiles et aussi les voitures de tourisme ;

2° la production du charbon de bois et la fabrication des agglomérés de charbon de bois, lesquels présentent de nombreux avantages pour l'alimentation des gazogènes.

Le conférencier a fait défiler, devant la nombreuse assistance, les vues et les croquis schématiques des gazogènes à charbon de bois qui avaient pris part aux concours de gazogènes transportables institués en 1922 et en 1923 sur l'initiative de l'Office des Inventions et avec la collaboration de l'Automobile Club, ainsi que d'autres gazogènes plus récents et dont quelques types avaient pris part aux démonstrations organisées le jour même et la veille par le Comité de la Forêt de Blois et par la Compagnie d'Orléans. Il montra les dispositions particulières du gazogène construit par la Société des Anciens Établissements Panhard et Levassor, gazogène à combustion renversée fonctionnant sans injection de vapeur et épurant le gaz par décantation des poussières et simple filtration sur de la tournure métallique sèche. Il indiqua les caractéristiques :

du gazogène de la Société Française de Matériel agricole et industriel de Vierzon qui utilise, comme combustible, un mélange de bois et de charbon de bois en proportions variables, mais telles que le bois fournisse la quantité de vapeur d'eau nécessaire pour la production d'un gaz suffisamment riche en hydrogène ;

du gazogène Umbert, étudié d'abord aux Établissements Dietrich et Reichoffen et adopté par la maison Berliet ;

du gazogène Renault, qui comporte la combinaison des divers procédés d'épuration du gaz sortant du gazogène, c'est-à-dire la filtration à sec, la filtration sur corps humidifiés d'huile, le brassage des gaz avec de l'eau pulvérisée dans un ventilateur ;

du gazogène Etia, qui utilise comme le gazogène Renault, outre l'oxyde de carbone produit par le passage de l'air à travers la couche incandescente de charbon de bois, l'hydrogène produit par la dissociation de la vapeur d'eau passant à travers cette couche incandescente ;

du gazogène G. P. A. (Gaz pauvre dans ses Applications) dont la forme extérieure a été étudiée en vue de faciliter son montage sur les camions ;

du gazogène Autogaz, dans lequel le foyer est enfermé dans une caisse rectangulaire protégée dans sa partie basse par un garnissage réfractaire et qui comporte une épuration du gaz par des lavages successifs à l'eau et à l'huile.

Cependant l'emploi du charbon de bois brut dans les gazogènes présente quelques inconvénients définis, comme suit, par M. Goutal :

1° la faible densité du charbon de bois se traduit par un volume d'encombrement qui représente à équivalence motrice, le quintuple volume de l'essence ;

2° sa porosité l'expose à absorber de l'eau en quantité très variable ;

3° sa fragilité occasionne des déchets très importants au concassage et dans les transports.

La fabrication récente d'agglomérés de charbon de bois par la société « La Carbonite » permet d'éviter tous ces inconvénients.

Ces agglomérés s'allument et brûlent avec facilité ; ils possèdent un pouvoir calorifique supérieur de 200 à 500 cal à celui du charbon de bois utilisé comme matière

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

première; ils développent une force motrice égale à celle du charbon de bois, avec une consommation réduite de 12 à 20 p. 100. Ils sont de forme régulière, absorbent l'eau difficilement, résistent aux intempéries, et ne présentent aucune fragilité. Leur densité apparente, voisine de 0,9, est telle que, sous forme de boulets ovoïdes, ou de petits cylindres, ils ne représentent plus que une fois et demie le volume de l'essence pour une même puissance motrice; on obtient même l'égalité de volume sous la forme de prismes réguliers.

Pour obtenir ces comprimés, on ajoute au charbon de bois, quelles qu'en soient l'origine et les dimensions, des agglutinants obtenus avec les goudrons recueillis dans la carbonisation même du bois en vase clos. Toutefois, il faut éviter que ces goudrons ne subissent une pyrogénation qui leur enlèverait leurs propriétés. M. Goutal a fait défiler les vues d'une installation de carbonisation des bois et d'une fabrique d'agglomérés de charbon de bois réalisées par « La Carbonite ». Cette société avait exposé des agglomérés de diverses dimensions, les plus petits destinés à l'alimentation du gazogène à charbon de bois et les autres aux usages métallurgiques. La collecte des goudrons produits par les cornues de carbonisation, verticales ou horizontales, se fait grâce à des perforations de paniers métalliques disposés dans la partie centrale des cornues et permettant de recueillir ces goudrons par condensation. Le matériel d'agglomération a la plus grande analogie avec celui qui est utilisé pour la confection des boulets ovoïdes obtenus avec la houille et le brai. M. Goutal considère que les agglomérés de charbon de bois permettent l'utilisation commode et très économique du charbon de bois comme carburant et par conséquent fournissent la possibilité de remplacer ainsi l'essence par un carburant extrait de nos forêts et constamment renouvelé par la croissance de nos taillis.

COMMUNICATIONS FAITES AU CONGRÈS. — Voici maintenant l'analyse des communications faites au Congrès.

Ressources du pays en bois et charbon de bois utilisables comme carburant. — M. DEMORLAINE, *conservateur des Eaux et Forêts*, a traité des ressources de la France en bois et charbon de bois utilisable. On peut, a-t-il dit, affirmer que la France peut disposer chaque année de 20 millions de mètres cubes de bois dont un tiers de bois d'œuvre, en nombre rond, 6 millions, et deux tiers de bois de feu, soit 14 millions. Sur les 14 millions de mètres cubes de bois de feu, il y a la moitié, soit 7 millions de mètres cubes de charbonnette, c'est-à-dire de bois utilisable pour la fabrication du charbon de bois. Les 7 millions de mètres cubes de charbonnette correspondent à environ 10 millions et demi de stères. Comme un stère de charbonnette donne par la carbonisation en meules, 3 hl de charbon de bois pesant 22 kg chacun, et par la carbonisation en vase clos, 4 hl, soit 84 kg, on peut donner comme chiffre minimum de la production possible de charbon de bois, 6 millions et demi de quintaux.

Mais il y a une autre source de charbon de bois dans l'utilisation actuellement possible avec certains appareils, des ramilles abandonnées souvent sur le parterre des coupes, des copeaux d'abatage et de tous les déchets de coupes, qu'on appelle les remanents.

L'Inspecteur des Eaux et Forêts, Magnin, évalue la production de ces remanents en charbon de bois à 500.000 qu.

La consommation annuelle d'essence étant évaluée actuellement à 6 millions

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'hectolitres, comme dans l'utilisation du charbon de bois comme carburant on admet que 15 l d'essence peuvent être remplacés par 20 kg de charbon de bois, la substitution totale de l'essence au charbon de bois nécessiterait 8 millions de quintaux de charbon de bois.

Après avoir défalqué de la production métropolitaine en charbon de bois, les 2 millions de quintaux qui sont vendus actuellement pour le chauffage et la désinfection, M. Demorlaine estime qu'il reste pour l'utilisation comme carburant, 4.800.000 qu, quantité qui permettrait une économie très importante d'essence.

Commerce du charbon de bois et ses débouchés. — M. Bonnichon, président de l'Union syndicale des Marchands de Bois du Loir-et-Cher, a fait une communication sur le commerce du charbon de bois, les centres commerciaux et les débouchés. On en fabriquerait actuellement, par an, 250.000 t par le procédé des meules en forêt, et 50.000 t par la carbonisation en vase clos.

Le commerce du charbon de bois comprend le charbon vendu pour les usages domestiques, ainsi qu'une quantité d'ailleurs assez faible pour la cémentation, le puddlage, la plomberie.

Pendant longtemps c'était Paris qui était le marché le plus important. Mais la consommation, qui était à Paris, il y a une cinquantaine d'années, de 5 millions d'hectolitres, était tombée en 1914 à 1 million.

Les régions de France les plus productrices sont : d'abord, la région du centre (Nièvre, Cher, Yonne, Côte d'Or), puis la région de l'Est (Ardennes, Doubs, Haute-Savoie.) Dans la région de l'Ouest, on a l'Orne et les Côtes-du-Nord, puis le Massif Central et le Périgord, les Pyrénées, etc.

M. Bonnichon exposa que, pour remédier à la consommation décroissante du charbon de bois, on a cherché de nouveaux débouchés par l'exportation et que, de ce fait, il a été exporté 52.000 t en 1923. Mais la concurrence du Palatinat, de la Yougoslavie, de la Tchéco-Slovaquie ne permet pas d'accroître ces débouchés extérieurs. Aussi les exploitants forestiers attendent-ils de sérieux débouchés par la généralisation de l'emploi du charbon de bois dans les gazogènes.

Appareils modernes fixes et mobiles pour la carbonisation des bois et la récupération des sous-produits. — M. Paul Razous, membre de la Société des Ingénieurs civils, et de la Société d'Encouragement, fondateur de l'École de Sylviculture, du Commerce et des Industries du Bois de Sainte-Maure-de-Touraine, après avoir résumé les procédés ordinaires de la carbonisation, a développé les conditions respectives d'utilisation pour la fabrication du charbon de bois des usines fixes de carbonisation situées au centre de grandes régions forestières, des appareils transportables et de certaines installations participant à la fois des types fixes et mobiles et qu'on pourrait classer dans une catégorie spéciale d'installations demi-fixes.

Les usines fixes de carbonisation, a dit M. Razous, ont considéré pendant longtemps le charbon de bois comme un sous-produit, car le but principal de leur fabrication était l'alcool méthylique et les acétates.

Il est fort possible que d'ici plus ou moins de temps, cette situation change et que le charbon de bois devienne un des produits les plus rémunérateurs de ces usines, sauf toutefois lorsqu'il s'agit de la carbonisation et de la distillation des résineux, dans laquelle les goudrons, l'essence et l'huile de pin ont une réelle valeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cet état de choses proviendra de plusieurs causes économiques et techniques parmi lesquelles il convient de signaler en première ligne les débouchés de plus en plus grands du charbon de bois.

En ce qui concerne les produits de la distillation autres que les goudrons et les essences des résineux, on doit craindre une concurrence plus ou moins prochaine des produits synthétiques. On sait en effet que l'acide acétique peut s'obtenir en partant de l'acétylène et que la fabrication de l'acétone s'oriente aussi vers les procédés de fermentation (procédés Fernbach, Weissmann et similaires).

De plus, la Badische Anilin und Soda Fabrik met au point la fabrication de l'alcool méthylique synthétique en partant de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène, avec un matériel assez analogue à celui qui sert à la fabrication de l'ammoniaque synthétique; d'ailleurs, les dernières communications de M. Patart et de M. Audibert laissent prévoir les possibilités de production en France de l'alcool méthylique synthétique en partant du gaz à l'eau au moyen de catalyseurs et d'appareils appropriés. Ajoutons que dans la fabrication de la pâte à papier, on est sur le point d'arriver à une solution pratique de l'utilisation des lessives résiduaires et qu'en particulier le procédé Rinmann utilise la récupération de la soude pour la production d'alcool méthylique, d'acétone et de carburants pour moteur. Ces considérations, applicables aux usines fixes traitant notamment les bois feuillus, conservent leur valeur lorsqu'il s'agit d'appareils transportables, pour lesquels il faut s'ingénier à rechercher la mobilité plutôt que la complication des appareils de récupération de quelques-uns des produits chimiques du bois. Néanmoins, on peut concevoir la possibilité de créer dans des régions boisées montagneuses des usines demi-fixes effectuant la récupération des sous-produits et pouvant rester une année et même plus au même endroit.

Les conditions générales à remplir par un carbonisateur transportable sont les suivantes :

1° produire un charbon de bonne qualité, et éviter notamment, grâce à une répartition uniforme des températures, la formation de fumerons au centre des appareils;

2° être facilement déplaçable, car si l'on considère des appareils pouvant traiter 20 stères par jour et des taillis donnant 80 stères à l'hectare, il faudra, pour des coupes de 10 ha d'un seul tenant, déplacer l'appareil tous les 40 à 50 jours;

3° ne nécessiter pour le chargement, la cuisson et le défournement, que des manutentions peu onéreuses, compatibles avec l'emploi d'un personnel réduit;

4° avoir une durée suffisante pour que les dépenses d'amortissement et l'intérêt des sommes engagées, n'entraînent pas des frais généraux incompatibles avec les prix de vente du charbon.

M. Paul Razous a donné ensuite les caractéristiques principales de quelques types de carbonisateurs proposés ou essayés et notamment de trois types expérimentés à l'Exposition du Bois et du Charbon de Bois.

Four Delhommeau. — Le four Delhommeau, qui ressemble extérieurement à une grande lessiveuse, est coiffé d'un couvercle qui porte une ouverture au centre et six plus petites sur son pourtour. C'est dans les récipients mêmes que sont placés les bois. Comme pour les meules en forêt, il est ménagé par l'ouverture centrale du couvercle une cheminée; c'est dans cette cheminée que l'on introduit des brindilles enflammées pour mettre le feu. La marche de la carbonisation est réglée par les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ouvertures du pourtour du couvercle et par une quinzaine d'évents disposés à la partie inférieure de la paroi latérale du récipient.

L'appareil de 7 stères, permettant d'obtenir une carbonisation complète (chargement, cuisson, refroidissement et ensachage du charbon) en soixante heures, on peut, en un mois, soit 600 heures, faire une dizaine d'opérations par appareil, à condition toutefois que trois ou quatre appareils fonctionnent simultanément.

Chaque opération fournissant avec de la charbonnette ordinaire non écorcée environ $7 \times 80 = 560$ kg, le four de 7 stères donne par mois : $560 \times 10 = 5.600$ kg de charbon de bois.

Deux personnes (un homme et une femme par exemple) peuvent faire marcher trois ou quatre appareils de 7 stères.

L'appareil Delhommeau ne fournit que le charbon de bois. Les autres produits de la distillation, et en particulier les goudrons, ne sont pas récupérés ; M. Delhommeau estime que cette récupération ne serait intéressante qu'avec des bois résineux et qu'une grande quantité d'eau deviendrait nécessaire.

On peut carboniser dans ces fours toutes les essences de bois et des débris de toutes dimensions, jusqu'à 8 cm.

Appareil Barbier-Aubé. — L'appareil Barbier-Aubé, qui présente quelque analogie avec les cornues verticales des usines fixes, récupère les goudrons et utilise les gaz dégoudronnés pour le chauffage des récipients contenant le bois à carboniser.

Les récipients peuvent contenir chacun 25 stères de bois. Ces récipients sont constitués à leur base par un demi-cylindre de 2,10 m de longueur surmontés d'un parallélipède rectangle de même longueur.

Le four peut contenir deux de ces récipients. Mais si l'on remarque qu'il faut en moyenne 8 heures pour carboniser le bois d'un récipient et qu'il faut 4 heures pour l'étouffage, c'est-à-dire pour le refroidissement, on voit que, par période de 24 heures, on peut, avec des récipients de chacun 2,5 stères de bois, carboniser et laisser refroidir un volume de 15 stères. Sur les 4 récipients, il y en a deux en cours de cuisson dans le four, un en refroidissement et l'autre en attente. Toutes les 4 heures, un récipient frais remplace un récipient dont la cuisson est terminée ; celui-ci, posé à terre, se refroidit pendant 4 heures, puis est culbuté pour être vidé et aussitôt rempli de bois frais.

Appareil Laurent. — L'appareil Laurent est à marche continue. A cet effet, des couloirs verticaux qui reçoivent le bois à carboniser sont contigus à des couloirs où les gaz provenant de la combustion font un long parcours grâce à des chicanes superposées. Ces gaz, provenant de la carbonisation ou d'un foyer à bois ou à sciure, ont une température de 425° à leur point de départ et d'environ 125° à la partie supérieure des couloirs. Le bois, partant de cette température, subit une dessiccation préalable et arrive ainsi graduellement à la température maxima fixée pour la carbonisation.

Les goudrons s'échappent par des ouvertures percées sur l'une des parois. Le charbon de bois est recueilli à la partie inférieure des couloirs grâce à un distributeur à palettes qui le déverse dans l'étouffoir. L'appareil est divisible en éléments ne pesant pas plus de 85 kg, ce qui permet leur transport à dos de mulet.

Appareil Malbay. — Bien qu'envisagé pour alimenter un gazogène fixe avec moteur et dynamo, le carbonisateur Malbay comporte l'application d'intéressantes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

idées, notamment le chauffage du cylindre vertical contenant le bois à carboniser par les gaz qui sortent du gazogène et l'utilisation des gaz d'échappement du moteur pour la réalisation de la carbonisation.

M. Paul Razous a signalé d'autres appareils de carbonisation transportables ou demi-fixes et notamment : l'appareil Frey, l'appareil Deperrois et le matériel mobile de carbonisation de la maison Barbet.

En ce qui concerne la récupération des sous-produits, ou plutôt la fabrication des produits chimiques réalisée dans les usines fixes, pour les appareils très mobiles, c'est-à-dire devant être déplacés tous les 2 ou 3 mois, il n'y a pas lieu d'envisager cette récupération, sauf celle de goudron dans le cas des bois résineux. Mais l'on peut concevoir des installations demi-fixes récupérant les sous-produits dont le prix est forcément élevé et qui pourront peut-être amortir les frais de premier établissement pendant les quelques années encore où le bois sera la principale source d'acide acétique et d'alcool méthylique. On pourrait d'ailleurs ne rectifier ces flegmes méthyliques que dans une centrale peu éloignée.

M. Paul Razous a terminé sa communication par des considérations d'ordre économique permettant de calculer le prix de revient avec les divers systèmes. L'inconnu, a-t-il dit, pour les appareils nouveaux transportables ou demi-fixes, est la durée de ces appareils, car selon cette durée, tel appareil sera avantageux ou non.

Production du gaz pauvre au moyen du bois et du charbon de bois. — M. Barbier a développé les questions du gazogène à charbon de bois et de ses accessoires, ainsi que des rendements thermiques et mécanique des gaz obtenus. Cette question ayant été traitée avec ampleur dans la communication faite le 10 janvier 1925 par M. Koenigs, membre du Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale (1), nous nous bornerons à indiquer ici le triple vœu formulé par M. Barbier :

1° que la carbonisation des déchets soit obligatoire ;

2° qu'au transport par voie de fer qui grève lourdement le charbon des forêts, on applique le tarif des denrées les plus favorisées ;

3° que le moteur qui se passe d'essence, perdant 25 p. 100 des chevaux pour lesquels il est largement imposé, soit dégrevé d'autant.

Application des gazogènes aux moteurs fixes. — M. Malbay a montré les avantages du charbon de bois pour les moteurs fixes ; ce constructeur avait d'ailleurs exposé un appareil dont il a été parlé plus haut en traitant des carbonisateurs. L'auteur de la communication considère d'ailleurs que le moteur fixe avec gazogène à charbon de bois pourra, dans plusieurs circonstances, faciliter le développement de l'électrification rurale.

Application du gazogène aux tracteurs agricoles. — M. Goulet, directeur technique de la Société française du Matériel agricole et industriel de Vierzon, a donné quelques développements sur les résultats de l'utilisation des deux types de gazogènes qu'il construit : le gazogène alimenté uniquement avec du bois et le gazogène utilisant ensemble le bois et le charbon de bois pour les camions et pour les tracteurs agricoles.

(1) Voir le *Bulletin* de mars 1925, pages 201 à 216.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Application aux chantiers de travaux publics. — M. TARNIER, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées du Loir-et-Cher, a fait une communication sur l'essai du gazogène à charbon de bois que l'Administration des Ponts et Chaussées du Loir-et-Cher a utilisé pour le cylindrage des routes. M. Tarnier fit adopter un gazogène à un rouleau compresseur et depuis novembre 1923, ce rouleau fonctionne régulièrement à raison de 200 jours par an, n'occasionnant qu'une dépense de 1,04 fr par kilomètre avec le gaz au charbon de bois, alors que la traction avec de l'essence coûte 3,15 fr par kilomètre.

Propagande en vue de l'utilisation du charbon de bois comme carburant. — Une dernière communication fut faite par MM. TESTE et BARATTE, Ingénieurs-agronomes attachés aux Services commerciaux de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, sur la propagande faite et à faire, en vue de l'utilisation du bois et du charbon de bois comme carburants.

On vient de voir par ce qui précède, le puissant intérêt de l'Exposition et du Congrès de Blois brillamment réussis et dont on ne saurait trop louer les organisateurs : M. Jagerschmidt, Inspecteur des Eaux et Forêts; M. Poher, Ingénieur des services commerciaux de la Compagnie d'Orléans, et Larguier, administrateur du journal *l'Écho Forestier*.

PAUL RAZOUS.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PERFECTIONNEMENT INDUSTRIEL

L'École supérieure de Perfectionnement industriel, dont le siège se trouve à Paris, 92, rue de Clignancourt (18e), a été créée en 1921 [1] sur l'initiative d'un professeur distingué de l'Université, M. Jean Villey, à qui les circonstances exceptionnelles de la guerre ont fourni l'occasion de s'intéresser activement à l'industrie, à ses ressources et à ses besoins. Le lieutenant-colonel Roche la dirige en même temps que l'École supérieure d'Aéronautique et de Construction mécanique, qui est son œuvre propre.

Cette institution a pour objet de donner aux jeunes ingénieurs sortant des écoles d'application, les moyens de parfaire leur éducation scientifique et technique par un stage d'entraînement à la recherche expérimentale personnelle et active Voici le principe de l'organisation originale qui a été adoptée.

Les élèves doivent en principe justifier d'un diplôme d'ingénieur antérieurement acquis dans une école technique française; un comité de direction scientifique, présidé par le lieutenant-colonel Roche, se charge de les répartir entre les divers laboratoires scientifiques ou industriels qui veulent bien les accueillir. Dans chacun de ces laboratoires, chaque élève est placé sous le contrôle permanent d'un directeur d'étude qui le guide dans ses recherches. Celles-ci portent sur un sujet choisi par l'élève lui-même, mais soumis à l'agrément du comité de direction scientifique. Elles aboutissent à la présentation d'un mémoire, constituant une sorte de petite thèse, qui doit être soutenue devant un jury pris au sein du comité. D'autre part, les élèves suivent en commun une série de conférences données, sur des sujets variés, au siège de l'École et prennent part eux-mêmes à des exercices éducatifs comportant des exposés et des comptes rendus des recherches qui leur sont confiées. La durée des études est fixée à un minimum de huit mois.

La période de quatre années, à peine écoulée depuis la fondation, a donné les résultats que voici.

55 élèves ont été inscrits, savoir :

Provenance.	Nombre.
École centrale des Arts et Manufactures	4
École des Ponts et Chaussées	2
École supérieure d'Électricité	4
École de physique et chimie	5
Instituts universitaires de mécanique et électrotechnique	9
Instituts universitaires de chimie	6
Écoles des arts et métiers	8
Licenciés ès sciences	10
Divers (étrangers ou références industrielles)	7
Total	55

(1) Voir la note parue à ce sujet dans le *Bulletin* de mars 1922, p. 240.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

16 de ces élèves ont mérité le diplôme;
10 ont obtenu seulement le certificat de scolarité;
2 ont eu une scolarité prématurément interrompue;
6 sont en train de terminer leur mémoire;
21 sont encore en cours de scolarité;

Abstraction faite des 2 élèves qui ont abandonné l'école, les 53 autres ont été répartis de la façon suivante :

18 au laboratoire de physique et de mécanique du Service technique de l'Aéronautique;
3 dans les laboratoires aérodynamiques du Service technique de l'Aéronautique;
5 au laboratoire d'optique et de photographie du Service technique de l'Aéronautique;
9 au laboratoire d'essais de métaux du Service technique de l'Aéronautique;
10 au laboratoire de chimie du Service technique de l'Aéronautique;
1 au laboratoire de l'École des Ponts et Chaussées;
4 au laboratoire des recherches physiques de la Faculté des Sciences de Paris;
3 au laboratoire de chimie minérale du Collège de France;

Donnons encore la liste des sujets traités par les élèves parvenus au diplôme :

Étude physico-chimique de pétroles roumains,
Recherches sur la fatigue des métaux due à la vibration prolongée;
Étude sur les carbures d'hydrogène et leur inflammation adiabatique;
Identification physico-chimique des lubrifiants;
Analyse spectrale des alliages légers;
Études expérimentales sur l'appareillage électrique des avions;
Recherches sur les cupro-aluminiums;
Études sur les barographes et les altimètres;
Expériences sur les volants chronographiques;
Dilatation des alliages de magnésium;
Tensions dans les modèles de barrages étudiées par la biréfringence;
Interactions aérodynamiques dans les modèles d'avions;
Analyse thermique d'alliages ternaires au magnésium;
Études expérimentales sur les tachymètres;
Influence des traitements thermiques sur la corrosion des duralumins;
Mesure des faibles résistances électriques;

On voit à quel point les sujets sont variés.

Grâce au contrôle actif exercé en permanence par le directeur d'études, ces études, qui visent avant tout à la formation expérimentale de l'ingénieur-élève, constituent en même temps de véritables recherches scientifiques capables de fournir des résultats utiles. On ne saurait donner de meilleure référence sur ceux que l'École à déjà pu obtenir dans cette voie, que la subvention de 100.000 francs qui lui a été récemment attribuée par l'Académie des Sciences sur les fonds de la journée Pasteur.

Cette subvention, exclusivement destinée à couvrir les frais matériels de recherches scientifiques effectuées par des ingénieurs-élèves de l'École, va permettre à celle-ci de multiplier les concours de laboratoires purement scientifiques qu'elle a déjà commencé à utiliser, et de développer ainsi des contacts intéressants pour l'avenir.

Il appartient, d'autre part, aux milieux industriels d'assurer le recrutement des jeunes ingénieurs appelés à bénéficier de ces moyens exceptionnellement intéres-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sants. Ils le peuvent faire avec double bénéfice : un accroissement considérable du rendement ultérieur du personnel, et des résultats expérimentaux immédiatement utilisables si les sujets ont été bien choisis.

Les deux formes les plus logiques de ce recrutement sont les suivantes.

L'une, applicable surtout à quelques sujets d'élite choisis parmi les premiers classés des diverses écoles techniques, comporte l'attribution de bourses par des syndicats industriels, des associations d'anciens élèves, des sociétés scientifiques ou techniques; elle permet aux bénéficiaires d'apporter, dans l'orientation de leurs recherches, les initiatives personnelles dont ils se sont déjà montrés capables. Une difficulté assez sérieuse se présente dans cette voie : c'est, à côté des frais de scolarité modestes, les dépenses élevées à couvrir pour assurer la subsistance des boursiers. Diverses solutions peuvent néanmoins intervenir : le règlement de l'École autorise en effet les élèves à ne consacrer que la moitié de leur temps au laboratoire, et leur permet par conséquent de combiner leur scolarité avec des occupations rétribuées. Il y a lieu de signaler aussi que, grâce à un accord entre l'École de Perfectionnement et le Service technique de l'Aéronautique — qui a encouragé et aidé sa création — plusieurs jeunes ingénieurs ont déjà pu obtenir le diplôme en utilisant des travaux qu'ils poursuivaient, pendant leur service militaire, dans les laboratoires de recherches de ce service.

Le recrutement le plus normal, et susceptible d'une très grande extension, incombe aux industriels, qui peuvent permettre à leurs jeunes ingénieurs de passer leur première année d'apprentissage, moitié à l'usine, moitié au laboratoire, au lieu de la faire exclusivement à l'usine. Loin de nécessiter un sacrifice immédiat en vue d'un bénéfice à longue échéance, cette procédure assure à l'industriel qui l'applique, la collaboration indirecte des directeurs d'études aux recherches expérimentales dont il a besoin.

L. LECORNU,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Traité pratique sur le fonctionnement du moteur à explosions. — Moteurs à quatre temps et à deux temps. — Principe. — Fonctionnement. — Réglage. — Entretien. — Pannes, par M. RENÉ BARDIN, ingénieur électricien (E. S. M. E.), diplômé de l'École supérieure d'Aéronautique. Un vol. (25 × 16 cm) de 132 p. avec 74 fig. Paris, Desforges, 29, quai des Grands-Augustins (6e), 1924 (Prix : 18 f).

Le carburateur. — Fonctionnement. Divers types. Réglage. Pannes, par M. RENÉ BARDIN, ingénieur électricien (E. S. M. E.), 4e édition revue et augmentée. Un vol. (21 × 13 cm) de 104 p., avec 48 fig. Paris, Desforges, 29, quai des Grands-Augustins (6e), 1924 (Prix : 5,40 f).

L'auteur, dans la préface du volume concernant les carburateurs, nous avertit que cet ouvrage ne poursuit aucun but scientifique. La même observation serait applicable au *Traité pratique*... L'un et l'autre sont clairement rédigés et permettent au lecteur de s'assimiler rapidement ce qu'il est nécessaire de connaître pour comprendre le fonctionnement d'un moteur à explosion, pour l'entretenir, pour éviter autant que possible les pannes. La question du carburateur n'est pas omise dans le *Traité pratique*, mais M. Bardin a pensé avec raison qu'elle est assez délicate pour mériter les développements donnés dans le volume spécialement consacré à cet appareil. Ajoutons que ce volume a déjà atteint sa 4e édition, preuve évidente de son utilité.

L. LECORNU.

L'éclairage public à Paris, par M. R. BOUTTEVILLE, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Un vol. (26 × 16 cm) de 144 p. avec 74 fig. et 1 planche, Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 3 rue Thénard, 1925 (Prix 20 f).

Ce petit livre est le développement d'une conférence faite le 10 avril 1923 à la Société des Ingénieurs des Travaux Publics de la Ville de Paris.

Il se divise en deux parties, d'importance à peu près égale, la première historique, la seconde technique.

L'auteur trace d'abord un tableau de l'éclairage public à Paris durant le Moyen âge, puis sous Louis XIV et au XVIIIe siècle, pour arriver au XIXe siècle, qui débute par le gaz et finit par l'électricité. Cette partie du livre ne présente, à vrai dire, rien de bien nouveau, de telles descriptions se trouvant déjà données dans les dictionnaires, tels que la *Grande Encyclopédie* aux articles *Éclairage* et analogues.

La seconde partie du livre fournit à l'auteur l'occasion de manifester sa compé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tence technique. On y trouvera d'utiles renseignements sur les procédés modernes de photométrie, sur les modes d'éclairage divisionnaire ou intensif, sur l'éclairage au gaz surpressé, sur l'éclairage par lampes à incandescence à atmosphère gazeuse, ainsi que sur les prix de revient de ces divers procédés.

Un graphique intéressant montre que les dépenses du service de l'éclairage à Paris qui, de 1872 à 1877, étaient voisines annuellement de 3.350.000 f, étaient montées peu à peu dans la période de 1908 à 1912 vers 7.000.000 f, pour descendre brusquement durant la période de guerre, de 1915 à 1917, vers 3.000.000 f. Depuis, elles se sont relevées d'une manière rapide en raison surtout de la dépréciation du franc et pour 1922 ont dépassé 29.000.000 f, c'est-à-dire le quadruple de la dépense correspondant à la période d'avant guerre.

DANIEL BERTHELOT.

Fours électriques et chimie, publié sous la direction de M. PAUL LEBEAU, professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris, avec la collaboration de MM. C. BEDEL, préparateur à la Faculté de Pharmacie de Paris; A. DAMIENS, professeur agrégé à la Faculté de Pharmacie de Paris; P. FLEURY, agrégé, préparateur à l'École normale supérieure; P. JOLIBOIS, professeur à l'École nationale supérieure des Mines; M. PICON, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté de Pharmacie de Paris; G. RIBAUD, professeur à l'Institut de Physique de la Faculté des Sciences de Strasbourg; H. WEISS, docteur ès sciences, préparateur à la Faculté des Sciences de Paris. (Fondation Edmond de Rothschild pour le développement de la recherche scientifique.) Un vol. (24 × 16 cm) de XII-584 p., avec fig. Paris, Les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel, 1924.

« Les périodes les plus fécondes de l'histoire des sciences expérimentales sont toujours en relation avec l'apparition de nouveaux moyens d'investigation. » Cette phrase, par laquelle débute l'ouvrage de M. Lebeau, est la meilleure définition qui pût être donnée à l'ère ouverte par Henri Moissan qui, à partir de 1892, devait apporter à la chimie une contribution éclatante et a maintenu à notre pays, dans cette science, la place que lui avaient conquise Gay-Lussac, Dumas, Thénard, Sainte-Claire-Deville, Berthelot, etc.

D'autres avant Moissan, et notamment Siemens, avaient appelé l'attention sur la valeur du four électrique pour l'obtention des hautes températures, mais nul n'avait encore su observer les réactions qu'il allait permettre de provoquer et c'est l'honneur de ce grand savant d'avoir, dans une série de communications de premier ordre, enrichi nos connaissances et permis d'aborder des problèmes non effleurés jusqu'ici.

Mais depuis les blocs en pierre de Courson dans lesquels Moissan fit apparaître à nos yeux éblouis la chimie des hautes températures, chimistes et physiciens se sont mis à l'œuvre et le « chauffage électrique » a introduit dans les laboratoires et dans l'industrie, une technique nouvelle qui, après trente années de recherches, est appelée à de grands progrès encore et c'est une bonne fortune pour la science et l'industrie que de trouver décrit sous une forme claire et méthodique, l'état actuel des artifices nombreux et variés à l'étude desquels, chimistes et physiciens se sont ingéniés à trouver des dispositifs appropriés aux problèmes à résoudre.

Grâce au Comité de la Fondation Edmond de Rothschild, dont l'auteur doit être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

hautement remercié pour l'aide donnée ainsi à la science, une documentation « électrothermique » a été réunie et fait l'objet de la publication actuelle. Successivement, M. P. Fleury traite des fours électriques à résistance métallique. M. G. Ribaud étudie les fours électriques à résistance de carbone, M. M. Picon les fours électriques à vide sous pression.

Les fours électriques à induction à basse et haute fréquence sont l'objet d'un autre travail de M. Ribaud.

Les fours électriques à arc par M. Damiens et les fours à étincelles et à gaz par M. Jolibois résument l'état de nos connaissances à ce sujet. Enfin, M. H. Weiss a fait un exposé des principales méthodes actuellement utilisées en pyrométrie, et celui-ci est utilement complété par des tableaux dus à M. C. Bedel qui a groupé ainsi les constantes physiques faites à l'aide du four électrique.

M. Lebeau lui-même, s'il n'a figuré spécialement que comme auteur de la description des « fours d'essai de la Faculté des Sciences de Grenoble », est l'âme de ce travail. Tous ceux qui ont connu son rôle, aussi dévoué que modeste, savent la grande part qui lui revient dans la mise au jour des réactions nouvelles à haute température dont nous parlions plus haut et il rend un nouveau service à l'œuvre qu'il a poursuivie pendant toute son existence, en mettant à la disposition de ceux qui sont appelés à utiliser le four électrique, une documentation aussi riche, qui ne peut que faciliter à la technique industrielle une extension de ses moyens d'action.

C'est ainsi, par exemple, que nos ingénieurs ont à créer le four à vide *industriel* qu'attend l'application des réactions intéressantes comme celle de MM. Hackspill et Staehling pour la préparation des métaux alcalins par la réduction des chlorures par le carbone ou même la purification des métaux par distillation.

L'ouvrage de M. Lebeau est donc tout à fait digne de la pensée de l'auteur de la fondation : il développera la recherche scientifique et il aura, ce qui importe ici, une influence heureuse sur l'industrie nationale.

H. Gall.

Traité de la fraude dans la vente des marchandises, par M. J.-A. Roux, professeur de droit criminel à l'Université de Strasbourg. Un vol. (23 × 14 cm) de VIII + 923 p. Paris, Librairie de la Société anonyme du Recueil Sirey, Léon Tenin, directeur, 22, rue Soufflot (5e), 1925 (Prix : 30 fr).

Quand une loi a derrière elle vingt ans d'application (c'est le cas de la loi du 1er août 1905), quand elle a provoqué des milliers de décisions judiciaires, dont un grand nombre émanant de la Cour de Cassation, le commentaire qui en est apporté a une autre valeur que ceux qui ont été rédigés hâtivement au lendemain même de la promulgation de la loi et où sont simplement paraphrasés les travaux préparatoires (rapports et discussions); c'est la loi *appliquée*, ayant subi l'épreuve du contact avec les faits, ayant révélé à ce contact son efficacité et aussi ses imperfections et ses lacunes, qui se trouve étudiée dans des conditions autrement favorables à une appréciation raisonnée.

M. Roux était tout particulièrement qualifié pour donner un commentaire, à la fois scientifique et pratique, de la loi du 1er août 1905.

D'abord (et il nous est très agréable d'en apporter ici le témoignage) il est un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des criminalistes les plus justement estimés de l'école française. En second lieu, il est au *Recueil du Sirey* l'arrêtiste qualifié des décisions intéressant le droit criminel et, à ce titre, il a eu l'occasion de suivre de très près le développement de la jurisprudence concernant l'application de la loi de 1905.

M. Roux représente donc éminemment l'homme informé des choses dont il parle, condition trop rare pour ne pas être relevée.

Il ne nous est pas possible de suivre M. Roux dans une analyse détaillée des neuf cents pages de son traité. Nous ne pouvons qu'indiquer l'ordre suivi dans les développements et, à cette occasion, montrer combien toutes les notions sont fouillées.

D'abord (et c'est l'ordre logique), la définition du délit de tromperie dans la vente des marchandises avec l'analyse des éléments matériels du délit, ce qui, du même coup, permet de saisir les formes essentiellement variées que la fraude peut revêtir pour essayer de se dissimuler.

Quand on constate avec M. Roux qu'il peut y avoir tromperie sur la nature, sur les qualités substantielles, sur la composition et la teneur, sur l'espèce et l'origine, sur la quantité de la chose vendue, enfin sur l'identité de la chose livrée, on se rend mieux compte des difficultés auxquelles se heurte le législateur aux prises avec l'ingéniosité toujours en éveil des fraudeurs.

Ensuite l'étude du délit de *falsification*. La falsification est une tromperie mais qui, en s'incorporant à la chose mise en vente pour la truquer, aggrave la tromperie et la rend plus perfide parce que plus difficile à dépister.

Viennent enfin l'étude des pénalités et l'étude des questions de procédure avec l'expertise et le rôle des *agents du service des recherches*.

Tout cela c'est le commentaire des textes conduit d'une plume sûre par un homme qui est maître de sa matière, capable en outre, du fait de la maîtrise acquise, de mettre en relief la philosophie qui se dégage de l'étude en apparence aride des textes.

Cette philosophie ou, si l'on préfère, cet enseignement, M. Roux n'a eu garde de le négliger, il l'a au contraire souligné.

La France a trop souvent cédé à la tentation de croire qu'elle pouvait faire litière des institutions du passé et instaurer un ordre nouveau en matière politique, économique et social. Cet état d'esprit a été au premier chef celui des hommes de la Révolution.

C'est ainsi qu'ils ont biffé d'un trait de plume comme empreint d'un esprit désuet, tout l'appareil de réglementation étroite où Colbert et ses successeurs avaient enfermé les anciennes corporations quant aux conditions de fabrication des produits par elles livrés, sans s'apercevoir que ces gênes imposées aux producteurs constituaient en même temps une garantie pour le public (nous dirions aujourd'hui pour le consommateur); quant à la qualité des produits offerts, c'était la porte ouverte à tous les abus. Un siècle plus tard, devant l'impunité assurée aux fraudeurs, il a fallu réagir contre le scandale et la loi de 1905 est l'expression de cette réaction.

Ainsi (et cela dépasse de beaucoup l'analyse des textes) la loi de 1905 nous apporte une leçon de respect à l'endroit des enseignements du passé. M. Roux doit être remercié pour nous avoir invité à faire notre profit d'une pareille leçon.

JOSEPH HITIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Traité d'urbanisme, par M. Ed. Joyant, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. 2 vol. (31 × 21 cm.) de l'*Encyclopédie industrielle et commerciale*. 1re partie : 192 p., avec 316 fig. formant XCVIII pl. et un supplément de 14 p.; 2e partie : 112 p., avec 84 fig. formant LXXVI pl. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, éditeur, 3, rue Thénard (5e), 1923 (Prix : 60 f et 40 f).

Sous le titre *Traité d'Urbanisme*, M. Ed. Joyant, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et professeur à l'École spéciale des Travaux Publics, a présenté dans l'Encyclopédie industrielle et commerciale, fondée par M. Léon Eyrolles, un ouvrage considérable qui lui fait grand honneur, mais diffère entièrement de l'enseignement donné aux Écoles des Beaux-Arts et particulièrement à celle des Beaux-Arts de Paris, d'où est sortie une remarquable pléiade d'artistes, dont la valeur s'est affirmée dans tous les grands concours internationaux.

Ce haut enseignement, dit très justement M. Joyant, ne touche qu'une élite.

Or il y a un nombre considérable de techniciens — fonctionnaires ou magistrats municipaux — qui sont appelés à résoudre eux-mêmes des questions d'urbanisme souvent complexes et délicates, pour lesquelles ils ne sont aucunement préparés. C'est une constatation qui a conduit l'auteur à écrire son livre, dans le simple but de réunir, sous une forme condensée, une série de règles, d'exemples et de documents, destinés à constituer un manuel ou un aide-mémoire, pour ceux qui les connaissent et à donner une première initiation aux débutants.

Ce livre s'adresse tout particulièrement aux architectes et agents-voyers des villes, aux ingénieurs des travaux publics de l'État, à ceux des chemins de fer, des ports et de la navigation intérieure, aux officiers du génie, aux administrateurs coloniaux, qui tous y trouvent leur profit.

Divisé en deux parties, l'ouvrage comprend, dans la première, les *éléments de l'urbanisme*, voies publiques, îlots de maisons, places, squares, parcs et jardins, le *caractère* des divers quartiers, les *problèmes* de la circulation et des transports, les *proportions et relations numériques* entre la superficie des villes, le développement des rues, les espaces libres, les surfaces construites, la population ; puis la *législation* et les diverses opérations nécessaires pour établir un plan d'aménagement urbain.

La seconde contient des *exemples* de plans de villes ou de quartiers, de *projets d'aménagement et d'extension*, de *constructions urbaines*, de *cités-jardins*, de *lotissements*, de *servitudes*, etc.

De l'étude de l'évolution des villes, qui lui ont servi d'exemple, l'auteur dégage des *conclusions* concernant l'art de l'*urbanisme en France* et dans quelques-unes de nos *colonies marocaines*, qu'il a eu la bonne fortune de voir grandir et se modifier rapidement, au fur et à mesure de la transformation à laquelle il a lui-même grandement participé, sous l'impulsion de notre grand animateur, le maréchal Lyautey.

Laissant de côté l'*art antique*, parvenu à un haut degré de civilisation chez les *Grecs et les Romains*, et qui s'est étendu, avec César et les Empereurs, sur la *Gaule tout entière*, il ne remonte, sous une forme raisonnée et systématique, qu'au temps de la *Renaissance* et au cours des XVIe et XVIIIe siècles. Les villes nouvelles, telles que Nancy ou Vitry-le-François, entourées d'une ceinture de remparts, sont presque toujours sous la dépendance étroite de la fortification : l'urbaniste est alors un ingénieur militaire, qui ne connaît que les tracés géométriques, limités par l'enceinte bastionnée de petite étendue. Aussi se soucie-t-il assez peu du réseau de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

circulation intérieure ainsi que de l'hygiène urbaine : son idéal est de créer des monuments à la gloire du Roi et de faire alors œuvre d'architecte, tel Mansard ou Soufflot.

C'est seulement à la fin du XVIII^e^ siècle et au début du XIX^e^ que les besoins de la circulation commencent à préoccuper les urbanistes et que l'on voit apparaître les premiers projets d'aménagement et les percées radicales au travers des parties anciennes des villes.

Mais une période toute différente s'ouvre vers 1850, avec la construction des premiers chemins de fer, le commencement de l'expansion industrielle moderne, l'ère du rail et du charbon. Dans toutes les villes grandes et moyennes, la population s'accroît avec rapidité, la circulation devient de plus en plus exigeante, l'hygiène s'impose. C'est l'époque des grands percements, des dégagements de rues, places et carrefours, des plantations et de l'aménagement des promenades, que suivent bientôt les *canalisations d'eau* et les *égouts*, qui forment les réseaux artériel et veineux des principales villes, amenant l'eau pure à chaque logement et préparant l'évacuation des eaux usées.

Dans les dernières années du XIX^e^ siècle, toute une transformation s'accomplit : la population ne s'augmente plus guère dans les villes moyennes, mais se poursuit dans les plus grandes, qui tendent à devenir d'énormes agglomérations, où tous les problèmes de la circulation et de l'hygiène s'imposent avec une ampleur jusqu'alors inconnue. Bientôt une autre transformation se produit : la traction animale disparaît et laisse la place aux voitures à moteurs extra-rapides, qui permettent de circuler presque entièrement tout le jour dans la période des affaires et de rentrer le soir dans les quartiers d'habitation et de repos.

De là est née une *législation nouvelle*, une *spécialisation intensive*, qui ont nécessité des fonctions multiples, réparties entre de nombreux ingénieurs, architectes et juristes, appelés à coordonner l'organisation urbaine, à constituer le plan d'ensemble et la composition des divers éléments de la Cité, pour former un tout harmonieux, qui est le rôle essentiel de l'urbaniste moderne.

Mais l'auteur ne s'est pas contenté du texte très condensé qu'il a réglé avec un soin minutieux, afin de constituer un enseignement complet pour les techniciens municipaux.

Il a voulu animer ce texte, dont la lecture pourrait leur paraître aride, et y a magnifiquement réussi, en joignant à chacun de ses deux volumes un *ensemble de dessins*, qui ne comporte pas moins de *315 figures*, pour le premier volume, et de *84 plans de villes*, de grand format, pour le second.

Les *figures* constituent des *types de rues*, droites ou incurvées, d'*avenues*, *routes*, *boulevards*, *promenades*, *perspectives*, *passages*, *places*, *carrefours*, *squares*, *quartiers*, *constructions isolées* ou *groupées*, *types de maisons*, *aménagements divers*, *lotissements*, *halles*, *marchés*, *théâtres*, *jardins*, *parcs*, *terrains de jeux*, *de football*, *pistes*, *statues et monuments divers*, *cours*, *ponts*, *modes de locomotion*, *voies de transport*, etc.... *règlements de voirie*, *modes de circulation*, *hauteurs des façades*, *plans de villes françaises et étrangères*, *voies rayonnantes*, *circulaires*, *terminus*, *cités-jardins*, etc.

Les *plans* représentent PARIS, avec ses enceintes fortifiées du XII^e^ au XVII^e^ siècle, puis du XIX^e^ au XX^e^, ses graphiques de *population* à travers les âges, ses *extensions modernes*... LYON à diverses époques, LILLE de même, ainsi que STRASBOURG, REIMS,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Laon, Malabry, Stains, Tergnier, Plessis-Robinson, et autres... puis les villes du Maroc anciennes et nouvelles, Casablanca, Rabat, Salé, Kénitra, Fès, Meknès, Marrakech, avec leurs développements rapides et leurs transformations en perspective, etc.

Cette magnifique illustration donne à l'ouvrage un relief tout particulier, qui lui fait le plus grand honneur et ne manquera certes pas de lecteurs assidus et reconnaissants. G. Bechmann.

Notes historiques sur les Houillères de Ronchamp (Haute-Saône), par M. Léon Poussigue, Ingénieur civil des Mines, ex-directeur de la Société des Houillères de Ronchamp. Un vol. (28 × 19 cm) de 64 p., avec carte en couleurs. Paris, Société générale d'Imprimerie, 1924.

M. Léon Poussigue, Ingénieur civil des Mines, utilisant les documents et notes que lui et ses prédécesseurs avaient réunis alors qu'ils dirigeaient les houillères de Ronchamp, présente, en une brochure d'une soixantaine de pages, dont il vient de faire hommage à la Société d'Encouragement, un historique intéressant de la découverte de la houille en Franche-Comté, des tentatives de mise en exploitation sous l'ancien Régime, de l'organisation progressive des travaux dans ce gisement relativement limité, et de l'évolution de la Société qui, d'exclusivement minière, en est arrivée à être essentiellement productrice d'électricité.

Les affleurements de houille étaient rares dans la région de Ronchamp, et disparaissaient presque partout sous le grès rouge qui constitue le massif des Vosges; ils avaient pourtant attiré l'attention de quelques habitants du pays. La consommation considérable de bois que nécessitait le traitement des eaux salées provenant des salines du voisinage, préoccupait les habitants et donna un emploi au charbon minéral extrait des affleurements et un but aux recherches sur les prolongements en profondeur des couches qui plongent sous un angle très aigu.

Les premières concessions, instituées vers 1750, portaient sur des périmètres mal définis; aussi surgit-il de suite des contestations entre les moines de l'Abbaye de Lure et différents seigneurs qui avaient les uns et les autres, bénéficié de certaines permissions de recherches et d'exploitation.

L'arrêt du Conseil du 1er mars 1763 institua une concession unique de Ronchamp et Champagney par fusion des deux concessions antérieurement instituées. Mais, lui aussi, il laissa indéterminés le périmètre et les limites de la concession. Il ne tarda pas à en résulter la reproduction des difficultés avec le prince de Beaufremont qui avait obtenu en 1765 une concession sur partie du même gisement.

Biens nationaux sous la Révolution, les Concessions subirent le sort désastreux qu'entraîne toute nationalisation, et il fallut le rétablissement d'un régime normal pour que les exploitations fussent reprises en 1801, partie par les anciennes familles nobles réintégrées dans les droits et propriétés qui n'avaient pas été aliénés, partie par l'État qui en dota la Légion d'Honneur.

Ces deux groupes de propriétaires s'entendirent pour traiter avec un seul et même amodiataire qui tenta la reprise des travaux.

Entre temps, avaient été promulguées les lois des mines de 1791, puis celle de 1810.

La première ne fut jamais appliquée aux concessions si mal définies de l'époque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

royale. Aussi, fallut-il attendre jusqu'au 3 mai 1830 pour que les limites de la concession de Ronchamp et Champagney fussent fixées.

Cette situation provisoire n'empêcha pas la constitution, en 1812, d'une société d'Audlau, Dollfus-Mieg et Cie, qui prit en mains l'exploitation de l'ensemble de la concession après rachat des droits des anciens propriétaires et de ceux de l'État (Légion d'Honneur et Caisse d'Amortissement).

De 1763 à 1820, en près de soixante ans, il ne fut pas extrait, semble-t-il, plus de 300.000 à 320.000 t.

Après une période d'activité où la production atteignit 36.000 t en 1825, les travaux subirent de nouveau des temps d'arrêt, de sorte qu'en 1842, la production retombait au-dessous de 3.000 t par an.

Il fallut la création des voies ferrées pour enfin donner quelque possibilité au placement des excellentes houilles, à pouvoir calorifique exceptionnellement élevé, qui étaient extraites des couches recoupées en profondeur.

Entre 1865 et 1875, la production de houille de la concession de Ronchamp atteignait et dépassait même 190.000 t par an ; et pendant la même période, une concession, celle d'Éboulet, accordée au Sud, donnait une production de 40.000 à 50.000 t.

Mais l'importance de la production ne devait pas se maintenir, car les deux seules couches recoupées qui avaient présenté près de la surface jusqu'à 4 et 6 m d'épaisseur, se sont amincies aussi bien en profondeur que vers l'Ouest et vers l'Est ; et en même temps les couches de houille étaient appauvries par interposition de lits stériles de plus en plus nombreux au fur et à mesure de l'approfondissement jusqu'au delà de 1.000 m.

Cette modification profonde dans les quantités et la pureté des houilles produites parut un moment devoir compromettre la prospérité et même l'avenir de ces exploitations houillères ; mais les industriels mulhousois, hommes particulièrement avertis des progrès de la science, qui faisaient partie du Conseil et prenaient une part active à la direction de cette affaire, ont su très habilement, et en temps voulu, utiliser à la fois les progrès de l'emploi des combustibles de qualité inférieure et l'invention du transport électrique de la force à grande distance, pour éviter les charges résultant du transport des matières stériles de plus en plus abondamment mêlées au charbon, employer sur place à la production de l'électricité les charbons impurs, et transporter à grande distance l'électricité à haute tension pour aller la distribuer dans les centres industriels de la région vosgienne. En cela, les administrateurs de la compagnie de Ronchamp ont été des précurseurs auxquels il convient de rendre hommage.

Par des mesures prises en temps voulu, ils ont intelligemment sauvegardé l'avenir d'une affaire qui avait paru un moment, sérieusement compromise.

Actuellement, cette société, primitivement houillère, exploite plus de 500 km de lignes de transport de force, à 55.000, 30.000 et 5.000 V, avec distribution secondaire à basse tension.

Ses bénéfices, très réduits pendant une longue période, permettent de rémunérer de nouveau et à un taux intéressant le capital porté à 9 millions de francs, et aussi d'envisager des installations mécaniques puissantes qui serviront à dénoyer et à explorer les parties profondes du gîte partiellement connues, mais qui avaient dû être abandonnées faute de ressources et aussi par suite des dépenses considérables qu'entraînait l'épuisement de quantités considérables d'eau vers 1.000 m de profon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

deur. L'utilisation du surplus, incomplètement utilisé, de courant électrique, au moyen de pompes perfectionnées à fort rendement, permet d'entrevoir un renouveau de production houillère.

Il nous a paru intéressant de signaler cette heureuse association d'une difficile exploitation houillère et d'une utilisation rationnelle du courant électrique transporté à grande distance vers différents centres industriels privés de combustibles minéraux, association qui a permis de relever la prospérité d'une affaire minière qu'écrasaient les charges résultant de l'exploitation à grande profondeur d'un gîte partiellement appauvri.

E. GRUNER.

Des conditions de résidence à Paris de l'étudiant. Autrefois et aujourd'hui, par M. EMM. HARRACA. Un vol. (23 × 15 cm) de 111 p., avec une Bibliographie p. 109-111. Paris, les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel, 1925 (Prix 7,50 fr).

Les 83 premières pages du volume retracent les mesures prises autrefois pour assurer aux étudiants parisiens des conditions d'existence acceptables.

Les 28 dernières pages contiennent ce que l'auteur appelle « le vide contemporain » en ce qui concerne ces mesures.

Dès le XII^e^ siècle, une ordonnance royale avait institué, en faveur des maîtres et écoliers résidant à Paris, une taxation sur les maisons susceptibles de les loger. Contre la résistance des logeurs, des sanctions étaient prévues.

Plus tard, ce privilège tombe en désuétude. Mais alors survient la création des « collèges », maisons destinées à abriter et entretenir les étudiants pauvres, et qui reçoivent en outre des étudiants payants. A la fin du XIV^e^ siècle, une cinquantaine de ces collèges existaient déjà, beaucoup d'entre eux établis et dirigés par des religieux; leur rôle grandit peu à peu, par l'instauration de classes d'enseignement. Une organisation analogue est à la base des universités modernes anglaises et américaines.

Mais en France, à notre époque, comme le constate M. Harraca, c'est la pénurie absolue de toute organisation, et c'est la grande misère, matérielle et morale, de la vie d'étudiant pauvre à Paris. M. Harraca termine par des mots d'espérance en exposant la création toute récente de la Cité universitaire, largement dotée à ses débuts par la fondation Deutsch de la Meurthe et dont le programme est très vaste. D'autres bienfaisantes initiatives ont surgi aussi, parmi lesquelles je citerai l'effort de M. Léon Guillet, directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures, pour assurer à ses élèves, avec un haut enseignement, une vie matérielle et morale satisfaisante.

L'ouvrage de M. Harraca, surtout historique, contient très peu de renseignements sur les solutions données actuellement à l'étranger au problème du logement des étudiants. Mais, de style alerte, encore que volontairement archaïque, cet ouvrage est de lecture intéressante. Il montre surtout que, dès le moyen âge et jusqu'au XVIII^e^ siècle, les chefs civils et religieux de l'Université de Paris prenaient grandement à cœur la misère des étudiants et savaient y porter remède.

ÉDOUARD JULHIET.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Tables de calculs des dalles et poutres en béton armé, par M. C. BAUDART, Ingénieur des Arts et Manufactures, Ingénieur en chef des Services municipaux de Bangkok. Un vol. (16 × 25 cm), de 120 p., avec fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, 3, rue Thénard (5e), 1924 (Prix : 10 f).

L'auteur présente des méthodes pratiques de calcul, connues depuis longtemps, qui sont la généralisation et la mise au point de formules simples proposées en Amérique à l'époque où était mise en vigueur en France, la circulaire de 1906. Dans ces formules on admet :

1° que la résistance du béton à la traction est nulle;

2° qu'il n'y a pas de traction ni de compression initiales dans le béton et l'acier;

3° que les pièces ont été constituées de telle sorte que les efforts secondaires ne dépassent pas les limites permises, c'est-à-dire qu'elles ont été convenablement armées contre ces efforts.

Ces formules, que l'auteur justifie ainsi que le mode d'établissement de ses tables, sont extrêmement simples; avec ces formules et les tables données, on peut résoudre immédiatement et presque sans calculs la plupart des problèmes de la pratique courante. Chaque table, correspondant à une pièce de type donné, est précédée d'un modèle de calcul. Une expérience de vingt années de travaux exécutés tant en France qu'en Angleterre justifierait cette méthode.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE
EN AVRIL 1925

ASSOCIATION INTERNATIONALE PERMANENTE DES CONGRÈS DE LA ROUTE. — **IIe Congrès, Bruxelles 1910.** Rapports (1re Section). Rapports (2e Section); Communications (1re et 2e Sections). — Compte rendu des travaux du Congrès. — Rapports des délégués français sur les travaux du Congrès. — **IIIe Congrès, Londres 1913.** Rapports (1re Section). — Rapports (2e Section). — Communications (1re et 2e Sections). — Compte rendu des travaux du Congrès. Paris, 1, avenue d'Iéna (*Don de M. Mesnager, président de la Société*). **16901-8**

CURIE (MAURICE). — **Le radium et les radio-éléments** (*Encyclopédie minière et métallurgique*). In-8 (23×15) de VII+354 p., 98 fig. **Bibliographie,** p. 349-350. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **16909**

BACHELLERY (ANDRÉ). — **Chemins de fer électriques** (*Encyclopédie d'électricité industrielle*). In-8 (23 × 15) de VII + 445 p., 224 fig. **Bibliographie,** p. 429-437. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **16910**

PARMENTIER (PAUL). — **Leçons de botanique appliquée à l'horticulture** et notions d'horticulture pratique. In-12 (19 × 13) de XII + 392 p., 291 fig. Paris, Vigot frères, 1924. **16911**

MARCOTTE (ED.). — **La lumière intensive. Phares et projecteurs** (*Collection Payot, n° 38*). In-18 (16 × 10) de 175 p., 25 fig. Paris, Payot, 1925. **16912**

MALPUECH (U.). — **Le Laos économique.** In-12 (19 × 14) de 160 p., XX pl., 1 carte en couleurs. Hanoï, 1924 (*Don du Gouvernement général de l'Indochine (Agence économique), 20 rue La Boëtie, Paris*). **16913**

HARRACA (EMM.). — **Des conditions de résidence à Paris de l'étudiant. Autrefois et aujourd'hui.** In-8 (23 × 14) de 111 p. **Bibliographie,** p. 109-111. Paris, Les Presses universitaires de France, 1925. **16914**

BRUNET (R.). — **Manuel de tonnellerie** (*Bibliothèque professionnelle*). In-8 (16 × 14 de 284 p., 99 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **16915**

ROYAUME DE BELGIQUE. — MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL. — OFFICE DU TRAVAIL. — **Lois et règlements concernant le travail et le régime des établissements classés.** In-8 (21 × 14) de 441 p. Bruxelles, Albert Dewit, 1923. **16916**

GRANJON (R.), ROSEMBERG (P.) et DESGRANGES (A.). — **J'installe la soudure autogène.** In-12 (18 × 12) de 80 p., fig. — **J'apprends la soudure autogène.** In-12 (18 × 12) de 144 p., 176 fig. Paris, Office central de l'acétylène et de la soudure autogène, 104, boulevard de Clichy (18e), 1925. **16917-8**

MIRON (FRANÇOIS). — **Photographie.** 2e édition refondue et complétée par A. PROMIO (*Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics*). In-12 (18 × 12) de VIII + 584 p., 152 fig. Paris, Dunod, 1925. **16919**

L'industrie du gaz en France, 1824-1924, édité à l'occasion du Centenaire de l'Industrie du gaz en France et du Cinquantenaire de la Société technique de l'Industrie du gaz. In-4 (27 × 21) de 169 p., fig., VI pl. Paris, 12, rue de Clichy. **16920**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DUCLAUX (J.). — **Les colloïdes.** 3e édition (*Actualités scientifiques*). In-12 (19 × 12) de VIII + 290 p., 8 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924 (*Don de l'auteur*). **16921**

MOREUX (L'Abbé Th.). — **Météorologie pratique. Comment prévoir le temps.** 2e édition. In-8 (21 × 13) de 266 p., 48 fig. Paris, Dunod, 1925. **16922**

Dictionnaires techniques illustrés en six langues : Français, Allemand, Anglais, Russe, Italien, Espagnol, édités par ALFRED SCHLOMANN. Tome XII : **Hydraulique, Pneumatique, Technique du froid**, de VIII + 1959 p., 2075 fig. et formules. — Tome XIII : **Constructions au-dessus et au-dessous du sol**, de V + 1030 p., 2527 fig. et formules. — Tome XIV : **Les matières textiles**, de VIII + 500 p., 434 fig. — Tome XV : **La filature et les filés**, de VIII + 951 p., 1 200 fig. Paris, Dunod. **16923-6**

∴

MAGER (HENRI). — **La genèse des atomes.** In-8 (21 × 13) de 32 p. Paris, Albert Blanchard, 1925 (*Don de l'auteur*). **Pièce 12936**

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL (BELGIQUE). — OFFICE DE L'ASSURANCE ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALES. — **Les Sociétés coopératives en Belgique**, 1873-1922. In-8 (22 × 14) de 37 p. Bruxelles, Établissements généraux d'imprimerie, 1924. **Pièce 12937**

CUCHEROUSSET (HENRI). — **Le chemin de fer de Tan Ap à Thakhek et le déblocquement du Laos.** In-4 (27 × 18) de 64 p., fig., 1 carte en couleurs. Hanoï, Edition de l'Éveil économique, 1924 (*Don du Gouvernement général de l'Indochine* (*Agence économique*), *20, rue La Boëtie, Paris*). **Pièce 12938**

Une politique gouvernementale de natalité. Étude présentée, sur sa demande, à M. le Président du Conseil des Ministres par l'Alliance nationale pour l'accroissement de la population française. Rapporteur : FERNAND BOVERAT. In-4 (29 × 23) de 47 p. Paris, Éditions de l'Alliance nationale, 26, rue du Quatre-Septembre, 1924. **Pièce 12939**

PATART (GEORGES). — **La production industrielle de l'alcool méthylique de synthèse par catalyse sous pression** (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, février 1925). In-4 (27 × 22) p. 141-173, 9 fig. Paris, 44, rue de Rennes (6e). **Pièce 12930**

∴

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Recueil de lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires concernant les services dépendant du Ministère des Travaux publics**, dressé par les soins de l'administration centrale. 2e série. Tome XXXII, année **1924** (4e trimestre). Paris, Imp. nationale, 1924. **Pér. 144**

SOCIÉTÉ DE SECOURS DES AMIS DES SCIENCES. — **Compte rendu du soixante-septième exercice** (*61e séance publique annuelle, tenue le 5 juin 1924, à l'Institut Pasteur*). Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924. **Pér. 151**

ASSOCIATION DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'AÉRONAUTIQUE ET DE CONSTRUCTION MÉCANIQUE. — **Annuaire 1924.** Paris, 92, rue Clignancourt (18e). **Pér. 92**

SYNDICAT DES MÉCANICIENS, CHAUDRONNIERS ET FONDEURS DE FRANCE. — **Annuaire 1925.** Paris, 94, rue d'Amsterdam (9e). **Pér. 431**

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS D'AUTOMOBILES. — **Annuaire 1924-1925.** Paris, 59, avenue Hoche (8e). **Pér. 493**

MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'HYGIÈNE, DE L'ASSISTANCE ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALES. — DIRECTION DU TRAVAIL. — **Statistique des grèves survenues pendant les années 1921 et 1922.** Paris, Imp. nationale, 1924. **Pér. 205**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES. — **Bulletin** (Section des Sciences économiques et sociales). *Congrès des Sociétés savantes tenu à Paris en 1921 et à Marseille en 1922*. Paris, Imp. nationale; Ernest Leroux, 1923. **Pér. 26**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE. — **Annuaire de 1925**. Paris, 19, rue Blanche (9e). **Pér. 313**

Mémorial des Poudres, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. — Tome XXI (3e fascicule). Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924. **Pér. 223**

ROYAUME DE BELGIQUE. — MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL. — INSPECTION DU TRAVAIL ET DES ÉTABLISSEMENTS DANGEREUX, INSALUBRES OU INCOMMODES. — **Rapports annuels de l'Inspection du Travail**. 24e année, **1923**. Bruxelles, J. Lebègue et Cie; Albert Dewit, 1924. **Pér. 277**

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. — **Report for the year 1924**. London, 1925. **Pér. 62**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, Vol. XIX (**1924**), nos **493** : *Ultra-violet reflecting power of some metals and sulphides*, by W. W. COBLENTZ, C. W. HUGUES, p. 577-585, 6 fig. — **494** : *Aberrations of long focus anastigmatic photographic objectives*, by A. H. BENNETT, p. 587-640, 52 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers**, Vol. XVIII (**1924**), nos **264** : *Development of the standard numbered cotton duck specification. Study of methods of test and tolerances*, by C. W. SCHOFFSTALL, R. T. FISHER, p. 443-464, 10 fig. — **265** : *Theory and performance of rectifiers*, by H. D. HOLLER, J. P. SCHRODT, p. 465-527, 72 fig. — *A study of silk waste used for cartridge-bag cloth, with an appendix on the general classification of waste silk*, by F. R. MCGOWAN, C. W. SCHOFFSTALL, A. A. MERCIER, p. 567-594, 18 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars**, nos **19** (6th edition) : *Standard density and volumetric tables*, 72 p. (1924). — **192** : *United States Government master specification for asphalt prepared roofing*, 5 p. (1924). **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Miscellaneous Publications**, no **58** : *Technical conference of state utility Commission engineers, march 2 and 3, 1923*, 80 p. (1924). **Pér. 61**

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Simplified practice recommandation** no **14** : *Roofing slate*, 8 p. (1924). **Pér. 61**

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Limitation of variety recommendation**, no **1** : *Paints and varnishes*, 8 p. (1924). **Pér. 61**

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. — **Department Bulletin** no **1323** : *Citrus pectin*, by H. D. POORE, 19 p., **Bibliography**, p. 16-19. Washington, 1925. **Pér. 410**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Report on the progress and condition of the United States National Museum for the year ended june 30, 1924**. Washington, 1924. **Pér. 27**

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

COMITÉ DES ARTS CHIMIQUES

Rapport présenté par M. Henri Hitier, *secrétaire général*, au nom du Comité des Arts chimiques, sur la *répartition des revenus des fondations de secours attribuées à ce Comité.*

Le Comité des Arts chimiques dispose, cette année, des revenus provenant de différentes fondations.

Cela lui permet de distribuer à des ouvriers particulièrement méritants, par suite de leurs longues années de service et par suite de la manière dont plusieurs d'entre eux ont élevé une nombreuse famille, des subventions allant de 100 à 500 f et formant un total de 3.600 f, se décomposant de la façon suivante :

Fondation Fauler, pour l'*Industrie des Cuirs*, 1.000 f.
Fondation Legrand, pour l'*Industrie de la Savonnerie*, 2.000 f.
Fondation Menier, pour l'*Industrie des Arts chimiques*, 300 f.
Fondation de Baccarat, pour l'*Industrie de la Cristallerie*, 300 f.

Fondation Fauler.

M. Gauthier, cordonnier, a eu 11 enfants dont 8 sont morts, a fait toute la guerre et, pour maladies contractées au service, a été réformé à 40 p. 100 d'invalidité. Employé par plusieurs maisons qui ne

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'ont congédié que pour cause de fermeture de l'établissement ou de défaut d'ouvrage, il travaille maintenant à son compte dans son pauvre logis, véritable taudis, qui vient seulement d'être nettoyé et remis à peu près en état sur l'ordre du Service de la Salubrité. Il lui est alloué 250 f.

M. Dubois (Alfred), ouvrier vernisseur, a été employé pendant cinquante et un ans chez M. Perrin (actuellement Jossier et Cie), fabrique de cuirs vernis, à Montreuil-sous-Bois; il vient d'être obligé de cesser son travail par suite de maladie. Il lui est alloué 250 f.

M. Ménard (Adolphe) est ouvrier corroyeur, à Paris, depuis 1904. En suiffant des cuirs, il a contracté, en août 1921, une pneumonie qui a dégénéré en bronchite chronique puis en emphysème. A 2 fillettes de 12 et 8 ans. Il lui est alloué 250 f.

M. Berdigat (Antoine), âgé de quatre-vingt-cinq ans, a été employé soixante-deux ans dans l'industrie dont trente-deux années consécutives dans la Maison Leven; paralysé de la main droite. Il lui est alloué 250 f.

Fondation Legrand.

M. Roux (Fortuné), ouvrier à la Compagnie générale des Pétroles, à Marseille, depuis le 6 février 1866. Il lui est alloué 500 f.

M. Simon (François), ouvrier à la Société des Pétroles Jupiter, Usine de Saint-Loubès (Gironde), depuis le 4 octobre 1881; père de 5 enfants dont un est décédé. Il lui est alloué une somme de 200 f.

M. Dubeaix (Alphonse), ouvrier, depuis le 1er mars 1880, aux Fabriques de Produits chimiques organiques de Laire, à Issy-les-Moulineaux, dont il est un collaborateur dévoué et méritant. Il lui est alloué 200 f.

M. Rouquette (César-Louis), manœuvre retraité de la Compagnie des Produits chimiques et électrométallurgiques Alais, Froges et Camargue, a été employé pendant cinquante-cinq années consécutives à l'Usine de Salindres (Gard) où il a toujours donné toute satisfaction. Cet ouvrier a, en outre, le mérite d'avoir élevé ses quatre petits-enfants, orphelins de père et de mère. Il lui est attribué 500 f.

M. Bapeaume (Léon), ouvrier retraité de l'Huilerie Bréard, du Havre, appartenant à MM. Desmarais Frères, a été employé soixante-deux années consécutives dans cette Maison; a élevé deux enfants. Il lui est alloué 300 f.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Bergeret (Jean), contremaître au dépôt d'Ivry de MM. Desmarais Frères, où il était entré le 10 juillet 1876; père de 2 enfants, un troisième a été tué à la guerre. Il lui est alloué 300 f.

Fondation Menier.

M. Hermet (Jules), ouvrier, depuis le 12 avril 1883, à l'usine de Billancourt des Fabriques de Produits chimiques Billault; il s'est toujours distingué par son dévouement, son zèle et sa ponctualité. Il lui est alloué 300 f.

Fondation Baccarat.

M. Lourdin (Nicolas), ouvrier retraité des Verreries de Folembray (Aisne), compte quarante-sept années de service ininterrompu dans ces établissements, dont trente-huit années comme verrier. Il a beaucoup souffert pendant l'occupation ennemie des multiples vexations allemandes. A élevé 3 enfants. Il lui est alloué 100 f.

M. Sartiaux (Jules), verrier depuis quarante-quatre ans aux Verreries de Fourmies (Nord); père de 11 enfants dont 8 vivants (une fille est infirme). Il est resté en pays occupé pendant la guerre et a eu bien de la peine à nourrir sa famille. Il lui est alloué 200 f.

*
* *

La Société d'Encouragement n'a qu'un regret c'est de ne pouvoir récompenser, comme ils le mériteraient, un plus grand nombre d'ouvriers de ces industries, qui, par l'ancienneté de leurs services dans les mêmes maisons, se sont montrés les plus précieux collaborateurs de leurs patrons. C'est le cas notamment pour les ouvriers de la verrerie et de la cristallerie; pour ceux-ci, la Société a reçu un très grand nombre de propositions auxquelles il ne lui a pas été possible de donner satisfaction eu égard aux revenus relativement faibles de la fondation Baccarat. Par contre, la Société n'a reçu aucune proposition pour la fondation de Milly (industrie de la stéarinerie) qui dispose de revenus importants.

Le Rapporteur,
HENRI HITIER.

Lu et approuvé en séance publique du Conseil, le 2 mai 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LOUIS ÉMILE BERTIN

La mort de Louis Émile Bertin, survenue le 22 octobre 1924, a causé de vifs regrets aux membres de la Société d'Encouragement, qui le voyaient assidu aux séances quelques semaines auparavant. Membre de la Société depuis 1905, Bertin en a été président pendant les années 1910 à 1912; depuis 1917, il présidait le Comité des Arts mécaniques.

Les grandes lignes de sa belle carrière ont été retracées dans les discours prononcés à Cherbourg le 28 octobre 1924, jour de ses obsèques.

Ont pris la parole lors de cette cérémonie :

Au nom du Génie maritime de Cherbourg, M. l'Ingénieur général Bailly, directeur des Constructions navales;

Au nom des ingénieurs généraux du Génie maritime et au nom de l'Association technique maritime et aéronautique, M. Doyère, président de cette association;

Au nom de la Ligue française et de la Société des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg, M. Corbière;

Au nom de la Société franco-japonaise de Paris, le commandant Martinie, capitaine de frégate de réserve;

Au nom de l'Ambassade japonaise, M. Yokoyama, secrétaire de cette ambassade;

Au nom de M. le Ministre de la Marine, M. le vice-amiral de Marguerie, préfet maritime de Cherbourg.

Ces discours doivent être imprimés dans le bulletin de l'Association technique maritime et aéronautique pour 1925.

A l'Institut, M. G. Bigourdan a donné une analyse des travaux de Bertin, en annonçant sa mort, et dans une allocution à la séance publique du 22 décembre 1924 (1).

Dans la *Revue de la Ligue française* (n° du 25 novembre 1924), M. le lieutenant-colonel Paul Renard a retracé la carrière de Bertin.

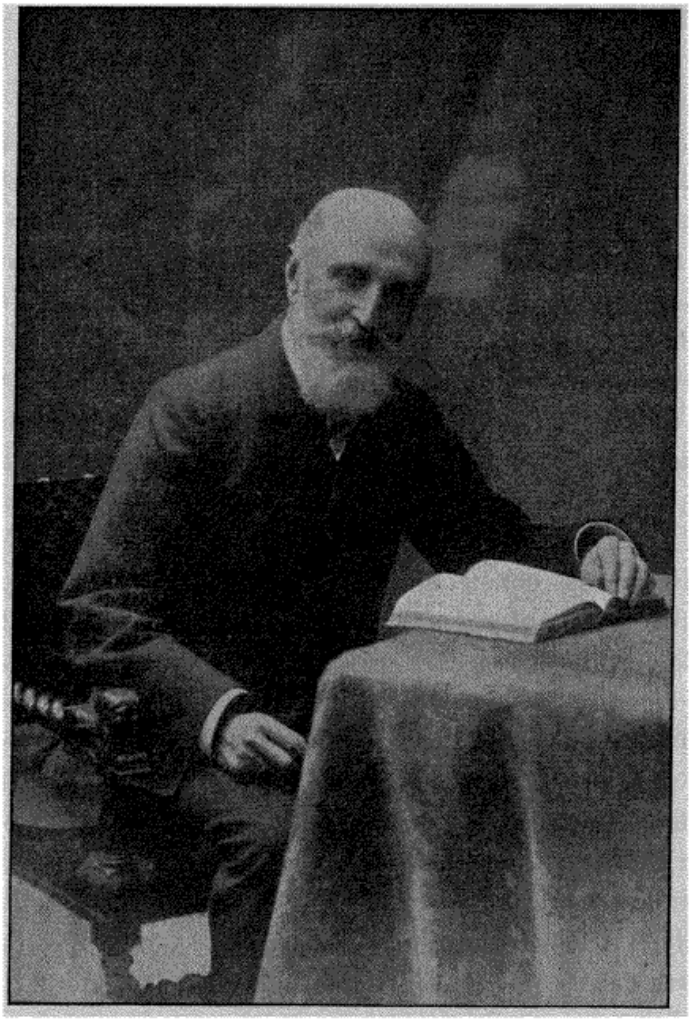
La Nature, dans le supplément au n° du 22 novembre 1924, lui a consacré quelques lignes, accompagnées d'un portrait.

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. CLXXIX, p. 793 et 1457.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Edgar de Geoffroy a publié, dans le *Larousse mensuel illustré* de février 1925, une importante notice sur Bertin, où se trouvent exposés, d'une manière très claire, ses recherches sur l'agitation de la mer et la stabilité des navires, et les grands progrès qu'il a fait faire aux constructions navales.

Les renseignements extraits de ces discours et ces notices ont été com-



Louis Émile Bertin (1840-1924).

plétés, dans la présente biographie, par les détails qu'ont bien voulu me donner les enfants de Bertin, et quelques-unes des personnes qui l'avaient approché, notamment M. l'Ingénieur général Bailly, et M. Lacoin, Ingénieur du Génie maritime, Ingénieur en chef de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans.

Dans la recherche des publications de Bertin, j'ai été aidé avec une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grande complaisance par MM. Demay, R. Grelet, Lévy, Dehérain, bibliothécaires de l'École supérieure des Mines, de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, du Conservatoire des Arts et Métiers, de l'Institut.

Louis Émile Bertin est né à Nancy le 23 mars 1840. Après des études au lycée de cette ville, il fut reçu à l'École polytechnique en 1858. A sa sortie, classé dans le Génie maritime, il suivit les cours de l'École d'Application de ce corps.

Ingénieur en 1863, il fut affecté au port de Cherbourg, où il resta jusqu'en 1881, avec quelques interruptions dues à son embarquement sur des cuirassés de la flotte, et à une mission d'étude en Angleterre en 1879. Ses travaux techniques, pendant ce séjour à Cherbourg, sont fort importants, et constituent la préparation de l'œuvre qu'il accomplit pendant le reste de sa carrière. Ces travaux, de 1863 à 1885, ont été analysés d'une manière fort intéressante dans une notice publiée par Bertin (2).

Il débuta par l'analyse des mouvements de la mer et de leur effet sur les navires. Cette étude fit cesser le désaccord complet des anciennes théories et des enseignements de la pratique. Pour cette analyse, il imagina et construisit un appareil composé de deux pendules, dénommé oscillographe double.

Il eut à diriger la construction des transports-hôpitaux *Annamite* et *Mytho*, des garde-côtes *Fulminant* et *Vauban*, de l'aviso *Crocodile*.

C'est à cette période de sa carrière que se rattache une étude, simple en principe, mais remarquable par les excellents effets qu'elle a produits, de la ventilation des navires.

Devant les progrès de l'artillerie, les cuirasses, quelque épaisseur qu'on pût leur donner, devenaient insuffisantes pour protéger les navires; Bertin imagina la disposition géniale de tranches cellulaires à la flottaison, qui limitent les avaries et les entrées d'eau dues aux projectiles. Dès 1876, il établit les plans d'un croiseur ainsi protégé, et dont toute l'artillerie, au lieu d'être répartie entre des tourelles latérales, était contenue dans des tourelles placées dans l'axe du bâtiment, et pouvait par suite tirer sur les deux bords. On doit également à Bertin les plans du croiseur à grande vitesse *Milan*, qui fut construit et réalisa une vitesse de 18 nœuds en 1882, record du monde à cette époque. Cette vitesse exigeait des machines et des chaudières de grande puissance, celles-ci fonctionnant à la pression, alors extraordinaire, de 18 kg : cm².

En 1881, il fut envoyé à Brest, où il eut à diriger diverses constructions

(2) Cette notice existe à la bibliothèque du Conservatoire des Arts et Métiers, sous la cote 4° B 65.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de navires, et notamment celle du *Sfax*, premier croiseur protégé par tranches cellulaires, exécuté en France.

Les travaux de Bertin lui valurent une brillante réputation, qui dépassa nos frontières, si bien que le gouvernement japonais le demanda comme conseiller technique. Il saisit cette occasion d'appliquer librement ses idées, et se rendit, avec sa famille, au Japon, où il résida de novembre 1885 à mars 1890.

Les travaux de Bertin au Japon se résument comme il suit :

Création des arsenaux de Kuré et de Sasebo, et développement de l'arsenal de Yokosuka, fondé une vingtaine d'années auparavant par les Ingénieurs du Génie maritime Verny et Thibaudier (3);

Établissement d'une école de Génie maritime, où il fit des cours et des conférences;

Plans de navires pour la marine japonaise, construits les uns au Japon, les autres en France : croiseurs protégés à forte artillerie *Matsushima*, *Itsukushima*, croiseur rapide *Yayéyama*, dont la vitesse de 21 nœuds fut un record. Un modèle de ce dernier croiseur figure au musée du Louvre. Pour ces navires, Bertin étudia des canons de 320 mm, avec une longueur de 40 calibres, innovation qui fut qualifiée d'aventureuse (4).

Il convient de remarquer que ces navires durent être exécutés avec des ressources pécuniaires limitées : aussi leurs dimensions sont modérées, et leur déplacement ne dépasse pas de beaucoup 4 000 t. Le succès de la marine japonaise sur la marine chinoise à la bataille de Yalou, en 1894, a prouvé la justesse des plans de Bertin, et aussi la bonne organisation qu'il avait inspirée.

Dans ces constructions, Bertin put appliquer le système de protection par cloisonnement cellulaire, qu'il préconisait depuis longtemps, système qui donne une grande réduction du poids exigé pour les blindages. Il fait remarquer que des bâtiments de 4.300 t, cuirassés à l'ancienne mode, n'auraient guère pu perdre de vue les montagnes du Japon; protégés avec des cloisons et du charbon, ils sont allés croiser sur les côtes de l'ennemi.

On lira avec intérêt la lettre que l'amiral Ito écrivit à Bertin après la bataille navale de Yalou :

A bord du Matsushima, le 23 décembre 1894.

Cher Monsieur Bertin,

« Au moment où nous sortons victorieux, il n'y a pas longtemps, d'un terrible combat naval, il est tout naturel que je pense à vous, et je tiens à vous exprimer,

(3) Quelques photographies d'ateliers de construction maritime au Japon accompagnent un article de Bertin dans *La Nature*, 1918, 2e sem., p. 97.

(4) Ces canons sont décrits dans le *Génie civil*, n° du 12 décembre 1891, p. 89.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avec une véritable effusion de cœur, quel prix j'attache aux éclatants succès que vos œuvres viennent de réaliser.

« Comme ami sincère du Japon, où vous avez laissé tant de bons souvenirs, je ne doute pas que vous ne pouviez rester indifférent à notre guerre actuelle, et que vous ne receviez les nouvelles de nos gloires avec transport, surtout celles qui appartiennent à la marine.

« Pour mon pays et pour vous, je suis heureux de vous confirmer que tous ces beaux navires, qui ont été construits d'après vos plans, ont glorieusement rempli leur rôle sur le champ d'actif combat, et ils se sont montrés les machines de guerre les plus perfectionnées et les plus terribles.

« Les trois garde-côtes se sont conduits admirablement, et cette combinaison des petits et des gros canons a été excellente. En ce moment, ils constituent les éléments formidables de notre flotte, et, grâce à leur puissante disposition et aux savantes conceptions consacrées à leur construction, nous avons pu gagner une brillante victoire contre les cuirassés chinois.

« Le *Matsushima* porte mon pavillon, et c'est le navire qui a couru les plus grands périls dans la bataille de Yalou. Mais la solidité de sa construction et le soin donné pour rencontrer toute éventualité lui ont permis de supporter à merveille les terribles effets des projectiles les plus épouvantables.

« Le *Yayéyama*, unique dans son genre, nous est indispensable, et depuis le commencement de la difficulté fait son service spécial d'aviso et d'éclaireur d'une manière exceptionnellement satisfaisante. En un mot, tous ces bateaux et tant d'autres, qui sont les produits de votre remarquable talent et de votre infatigable travail, ont rempli nos plus rigoureuses espérances et je n'hésite pas à vous présenter mes plus respectueux hommages d'admiration et d'estime.

« La guerre n'est pas encore terminée, mais je ne pense pas qu'il y ait sur mer une nouvelle bataille aussi importante que celle de Yalou.

. . . . . .

« Veuillez agréer, cher monsieur Bertin,

. . . . . .

Y. Ito.

Pour reconnaître les services de Bertin, le gouvernement japonais lui conféra la plus haute distinction honorifique dont il disposât, la grande croix de l'ordre du Soleil levant.

La situation de Bertin au Japon fut tout à fait exceptionnelle pour un étranger : à sa grande autorité en ce qui concerne la marine, se joignaient d'excellentes relations personnelles avec la société japonaise, relations dues en grande partie à Mme Bertin, qui ne le quitta point et sut organiser des réunions fort recherchées. Dans ses conversations, d'ailleurs, Bertin prévoyait le développement du Japon et l'influence prépondérante qu'il devait prendre dans le Pacifique. Il s'intéressait beaucoup à ce pays, dont il étudia la langue et l'histoire avec soin. Revenu en France, il conserva ses relations avec le Japon, et peu de Japonais de distinction venaient à Paris sans être

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reçus par Bertin. Pendant son séjour au Japon, il rassembla une magnifique collection d'objets d'art et notamment de *netské* (5).

Il est bien remarquable qu'au milieu de ses grands travaux techniques, il ait pu trouver le temps de recueillir les matériaux d'un ouvrage aussi important que son *Histoire des grandes guerres civiles du Japon*. On comprend d'ailleurs que l'intérêt évident qu'il portait aux questions japonaises l'ait rendu populaire et ait pu contribuer à faire accepter son autorité.

En 1890, il rentre au service de l'État comme ingénieur de 1re classe à Toulon, puis, en 1892, en qualité d'ingénieur général, directeur des constructions navales à Rochefort. En 1893 et 1894, il fut placé à la tête de l'École d'Application du Génie maritime, où, toujours actif, il ajouta aux fonctions de directeur celles de professeur. Enfin l'année 1895 le voit directeur du Matériel et chef de la Section technique au Ministère de la Marine, fonctions qu'il exerça jusqu'à ce qu'en 1905 la limite d'âge vint l'enlever au service actif. Il fut retraité comme commandeur de la Légion d'honneur, mais sans avoir été nommé au grade le plus élevé de son corps, particularité qu'il partage avec un autre illustre ingénieur, Dupuy de Lôme (6).

Pendant cette dernière période de sa carrière active, il put enfin faire adopter largement, pour la Marine française, le système de protection des navires par tranches cellulaires, système qu'il préconisait depuis longtemps.

Les navires étudiés et construits sous sa direction sont les suivants :

Le cuirassé *Jeanne d'Arc*, dont la vitesse de 23 nœuds fut, en 1897, un record;

Le cuirassé garde-côtes *Henri IV*;

Les six cuirassés de 14.800 t *Patrie*, *République*, *Liberté*, *Démocratie*, *Justice*, *Vérité*;

Le croiseur de 5.700 t *Jurien de la Gravière*;

Les croiseurs de 7.700 t *Dupleix*, *Desaix*, *Kléber*;

(5) Le *netské* ou *netsuké* sert à suspendre à la ceinture la pipe et la poche à tabac; c'est le plus souvent une statuette fort originale. Voir l'*histoire du netské*, par Bertin, pièce 12772 de la bibliothèque de la Société d'Encouragement.

(6) Bertin a été retraité en 1905 avec le titre de directeur du génie maritime; le grade supérieur, d'inspecteur général, n'était pas vacant, et c'est évidemment la raison pour laquelle il ne l'a pas obtenu. Sous-ingénieur au début de sa carrière, il est devenu officier supérieur avec le titre d'ingénieur de 2e classe, le 10 février 1880, et directeur des constructions navales (titre ultérieurement changé en directeur du Génie maritime) le 4 janvier 1892.

La hiérarchie actuelle du Génie maritime comprend les grades suivants :

Ingénieur de 3e classe
— de 2e —
— de 1e —
Ingénieur principal
Ingénieur en chef de 2e classe
— — de 1e —
Ingénieur général de 2e classe
— — de 1e —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les croiseurs de 9.500 t *Montcalm*, *Gueydon*, *Dupetit-Thouars*;

Les croiseurs de 10.000 t *Sully*, *Gloire*, *Condé*, *Marseillaise*, *Amiral-Aube*;

Les croiseurs de 12.500 t *Léon-Gambetta*, *Jules-Ferry*, *Victor-Hugo*, *Infernet*;

Le croiseur de 13.500 t *Ernest-Renan*.

Il étudia en outre des plans et des programmes de sous-marins, la protection des navires contre les torpilles; il exécuta des expériences sur modèles, pour démontrer la stabilité des navires atteints d'avaries de combat et convaincre ceux qui ne pouvaient ou ne voulaient suivre ses calculs.

Il fut en outre chargé de nouvelles missions, en Angleterre et aux États-Unis.

Malgré l'énorme travail qu'il exécuta dans ses fonctions officielles, il n'hésita pas à prêter son concours à diverses sociétés : c'est ainsi que, dès 1869, il accepta le poste de secrétaire de la Société des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. Plus tard, il présida l'Association technique maritime. La Ligue française, fondée le 30 mars 1914, le choisit comme président le 12 janvier 1916. En cette qualité, il prit fréquemment la parole dans les séances de la Ligue, tant à Paris qu'en province, notamment à Carcassonne, en 1917, et à Bayeux, en 1918. Après plusieurs années de présidence active, il fut porté à la présidence d'honneur de la Ligue. Il présida également la Société franco-japonaise de Paris, fondée vers 1900.

En 1903, l'Académie des Sciences l'élut membre de la Section de Géographie et de Navigation. Vice-président de l'Académie en 1921, il en fut président en 1922.

En 1907, il organisa l'Exposition maritime de Bordeaux, en qualité de commissaire général.

N'oublions pas de mentionner, pour montrer l'étendue de ses connaissances, que Bertin était docteur en droit depuis 1877.

La tâche de Bertin fut facilitée par le concours constant que lui donna Mme Bertin, en s'occupant de toutes ses affaires privées : il pouvait ainsi se livrer à ses travaux, sans en être distrait par d'autres occupations : ainsi, en France comme au Japon, Mme Bertin donna une aide précieuse à son mari.

C'est dans sa propriété de Val-Joli, près de Cherbourg, que la mort vint le surprendre, le 22 octobre 1924, après une journée d'affaiblissement et une journée de lit. Quelques jours avant sa mort, il se récréait par la lecture de *Montaigne* et de l'*Histoire de France*.

De nombreuses publications de cet éminent ingénieur font connaître son œuvre. La liste en est donnée plus loin. Ces publications peuvent se ranger dans les catégories suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Études sur les vagues de la mer et sur les mouvements qu'elles impriment aux navires, sujet d'importance capitale et cependant rarement traité avant Bertin;

Études sur les constructions navales;

Enseignement : cours professés à l'École d'Application du Génie maritime;

Guerre navale;

Études sur le Japon; rapports à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; discours académiques; sujets divers.

Bertin indique, comme il suit, pourquoi il est nécessaire d'étudier les mouvements de la mer :

« La connaissance exacte du phénomène de la houle, si intéressante par elle-même, est d'une importance majeure au point de vue de l'architecture navale: elle est la base indispensable du calcul des forces qui sollicitent les navires et qui produisent ou modèrent le roulis. »

Une conférence, faite en 1906 sous les auspices de la *Revue scientifique* et de la *Revue bleue*, résume, sous une forme simple et à la portée de tous les lecteurs, la théorie des vagues. Les lois de la houle ont été indiquées en 1804 par F. von Gerstner, à Prague, mais le mémoire de Gerstner est resté longtemps ignoré. Bertin a repris, complété et vérifié les lois indiquées par Gerstner.

Le préambule de la conférence de 1906 fait allusion à ces lois, en rappelant comment l'antiquité décrivait le mouvement des vagues :

« Les vagues de la mer sont du domaine de la géographie, ou plutôt de la géodésie, puisqu'elles constituent toutes les montagnes et les vallées de notre planète sur les deux tiers de sa surface. C'est une orographie un peu fugitive, il est vrai, mais sa mobilité même fait l'imprévu du paysage, et a, de longue date, inspiré la poésie. Quand, sur la surface blanchissante d'écume, les anciens voyaient les troupeaux du vieux Protée venus du fond des abîmes pour respirer l'air marin, leurs images présentaient plus de grâce que de précision, mais leur langage révèle une conception singulièrement exacte et claire du mouvement de l'eau, quand ils décrivent la mer *roulant ses grandes orbes*. »

Plus loin, Bertin explique que :

« La houle est produite par un mouvement orbitaire des molécules liquides décrivant toutes un cercle, d'un mouvement uniforme, autour d'un centre fixe. Toutes les molécules dont les centres d'oscillation sont sur une même verticale occupent simultanément les mêmes positions angulaires sur leurs orbites.

« Entre les molécules ayant leurs centres sur deux verticales différentes, il existe à chaque instant une différence de position angulaire proportionnelle à la distance entre les deux verticales. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le rayon des orbites décroît, à mesure qu'on s'enfonce en profondeur suivant une verticale. Une loi simple relie la longueur de la houle, c'est-à-dire la distance entre deux vagues parallèles voisines, et sa période, durée qui s'écoule entre les passages au même point de deux vagues successives. En appelant 2L cette longueur et 2T cette période,

$$L = \frac{g}{\pi} T^2 \qquad \text{ou} \qquad L = 3{,}15 T^2$$

L étant mesuré en mètres et T en secondes.

Ces lois, qui supposent une mer très profonde, sont modifiées pour les faibles profondeurs.

L'observation précise de la longueur 2L, comme aussi de la hauteur des vagues, présente quelques difficultés sur les navires en marche, et il en est souvent résulté des appréciations fortement erronées (7). Bertin indique les méthodes exemptes d'erreurs. Les périodes 2T les plus fréquentes sont de 6 à 8 s, qui correspondent à des longueurs de 56 à 100 m.

La hauteur des vagues dépasse rarement 10 m. La valeur la plus grande que cite Bertin, comme donnée par une observation offrant des garanties, est de 13 m. Il s'agit des houles régulières et non des vagues qui déferlent contre des obstacles.

Pour observer l'inclinaison d'un navire lors du roulis et du tangage, Bertin créa l'*oscillographe double*, mentionné plus haut, combinaison de deux pendules, l'un à très longue, l'autre à très courte période d'oscillation. Le dessin et la description de cet appareil se trouvent dans des notes de Bertin, publiées dans les *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences* (t. XXII, n° 8 et t. XXVI, 1879, n° 5). Il est également décrit dans un rapport de Dupuy de Lôme (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXXII, p. 549).

En Angleterre, M. Froude avait construit, indépendamment de Bertin, un appareil analogue. Mais, dans une lettre du 18 juillet 1872, où il en donne la description, et fait connaître qu'il s'en est servi pour relever le « roulis relatif » des navires, il reconnaît loyalement l'antériorité de Bertin (8).

Bertin remarque que la durée de l'oscillation d'un navire, due au roulis, est une constante qui le caractérise et permet de le reconnaître dès qu'on aperçoit l'extrémité de sa mâture à l'horizon.

Il propose le nom d'*ecclisité*, pour définir l'amplitude la plus grande du

(7) « Nous dirons que des marins également dignes de confiance ont donné, pour la plus grande hauteur des vagues, les uns 5 m, les autres 33 m » (ARAGO, *Instructions et rapports sur les voyages scientifiques*, chap. VI, § 7).

(8) « In this respect, you have been in advance of me. »

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

roulis d'un navire, atteinte seulement hors du synchronisme de la houle et du roulis. L'*agitation* caractérise les roulis à fréquence excessive.

Plusieurs mémoires sur la houle et son action sur les navires, présentés par Bertin à l'Académie des Sciences, ont été l'objet de rapports de Dupuy de Lôme (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LXXVI, p. 1122; t. LXXXIV, p. 635), et d'insertions dans le recueil des *Mémoires présentés par divers savants*). L'Académie a décerné un prix à leur auteur (*Comptes rendus*.... t. XCVI, p. 885).

L'étude des vagues était nécessaire pour celle des mouvements et de la stabilité des navires. Déjà l'emploi de la vapeur, en supprimant l'appui de la voilure, augmentait d'une manière inquiétante l'amplitude du roulis. Pour la marine de guerre, le problème de la stabilité se complique du fait de l'invasion possible de l'eau dans certaines parties du navire par suite de perforation des parois par des projectiles : il ne faut pas qu'un seul coup puisse paralyser complètement le navire ou même le faire chavirer. Cette question de stabilité est une de celles que Bertin a le plus étudiées : il a préconisé l'emploi de tranches cellulaires de protection, qu'il a fait adopter pour notre marine. Son ouvrage sur *l'évolution de la puissance défensive des navires de guerre* est d'un haut intérêt à cet égard. On y trouve résumée l'histoire de la protection des navires.

Remontant aux origines, Bertin expose que l'application de la cuirasse est principalement l'œuvre de Dupuy de Lôme en Europe et d'Ericsson en Amérique. Il caractérise comme il suit l'œuvre de ces deux ingénieurs :

« Dupuy de Lôme, partant de l'excellent navire à hélice qu'il avait créé, trouva le poids nécessaire à son armure dans la suppression de sa batterie haute, murailles et artillerie, et dans la réduction de sa mâture. Les frégates cuirassées, dont la première fut la *Gloire*, portaient une cuirasse complète, nécessaire pour les protéger, à la flottaison contre les voies d'eau, dans les hauts contre l'incendie. Elles ont été de bons navires de guerre, aptes à croiser comme à combattre, en même temps que des merveilles de simplicité.

« Ericsson créa son *Monitor* tout d'une pièce, en donnant au problème de l'allégement sa solution radicale, par la suppression complète des hauts des navires. Insoucieux du service de haute mer, il élimina franchement tout ce qui assure la marche mer debout et ce qui sert seulement à la vie du bord, au logement des hommes et à leur respiration en cours de route, ou autres futilités du même ordre. »

La nécessité d'accroître l'épaisseur des cuirasses obligea à en restreindre l'étendue : on dut se contenter de protéger la partie centrale du navire par deux murailles verticales reliées par un pont blindé. Placé d'abord à la partie supérieure, ce pont fut, avec grand avantage, transporté à la base des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

murailles, où il protégeait les œuvres vitales du bâtiment contre les effets d'un projectile ayant traversé la muraille.

C'est alors qu'intervint la protection par tranches cellulaires, préconisée par Bertin et qu'il finit, grâce à sa persévérance, par faire adopter. En plaçant contre la muraille et sur le pont blindé une série de caissons étanches, on limite la quantité d'eau qui peut pénétrer dans le navire en cas de perforation de la cuirasse. En outre, ces caissons sont remplis de charbon et autres approvisionnements, qui réduisent la quantité d'eau pouvant les envahir.

Dans son *évolution de la puissance défensive des navires de guerre*, Bertin donne l'indication suivante :

« Une précaution accessoire contre l'envahissement de la mer, précaution souvent reproduite plus tard en France et ailleurs, fut, dès 1872, l'établissement à l'intérieur de la muraille d'un chapelet de petites cellules, dont le bourrage à l'aide de substances donnant à peu près l'étanchéité, représente, sur les navires en fer, l'équivalent du tamponnage des trous de boulets à l'aide de tapes chassées à coups de maillet dans les anciennes murailles en bois. Ce chapelet de cellules, qui doit le nom de *cofferdam* à son adoption partielle et presque contemporaine en Angleterre, a pour complément nécessaire un tuyautage d'épuisement d'eau desservant une seconde file de cellules contiguë qui forme corridor. »

Il était, en effet, devenu impossible de munir les navires de cuirasses pouvant résister aux projectiles les plus puissants.

Bertin résume comme il suit la lutte entre la puissance offensive de l'artillerie et la puissance défensive de la cuirasse, dans sa *notice sur la marine à vapeur depuis son origine jusqu'en 1874* :

« Dans toutes les marines, on se propose, en général, un double but : adopter une cuirasse impénétrable aux canons de l'adversaire, fabriquer des canons en état de percer les cuirasses usitées à l'étranger. Il est évident que la solution simultanée, dans deux pays rivaux, du problème ainsi posé, renferme une contradiction. Le cuirassement ne veut pas de demi-mesures, une cuirasse traversée par un boulet n'a servi qu'à rendre le trou dans la muraille plus grand, plus difficile à boucher, plus meurtrier par suite des débris projetés à l'intérieur. La cuirasse est une grande puissance, ou bien un gros poids mort et une grande cause d'infériorité. »

Quelques extraits d'un mémoire présenté à l'Académie des Sciences, le 3 mars 1884, feront mieux connaître les principes de la flottaison cellulaire, œuvre capitale de Bertin.

« La cuirasse fut, à l'origine, un moyen de protection parfait, au point de vue de l'impénétrabilité, et très compatible avec des déplacements modérés. Vers 1865, c'étaient des frégates de 5.800 tonneaux qui plaçaient si haut notre puissance

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

navale; on put même, à cette époque, en restreignant l'étendue de la surface couverte de fer, construire des blindés de 3.400 tonneaux, qui rendirent pendant dix ans, dans les stations lointaines, les plus utiles services.

« Vers 1870, l'artillerie commençant à résoudre le problème de la perforation à grande distance, la question changea pour les constructeurs. D'une part, il fallait dépasser 8.000 tonneaux, pour être à l'épreuve de tous les canons en service lors de la mise en chantier. D'autre part, il fallait admettre que tout bâtiment devait, dans le cours de son existence, cesser d'être impénétrable, pour tomber dans le rang inférieur des navires qui n'avaient qu'une protection relative, efficace seulement en face de quelques adversaires particuliers.

« Une telle situation conduisait naturellement à étudier un système de protection qui convînt aux navires trop petits pour recevoir les nouvelles cuirasses, et qui, appliqué à un cuirassé, rendît moins dangereuses les avaries résultant d'une perforation. Cette recherche conduisit au système des bâtiments à flottaison cellulaire.

« Dans un navire à flottaison cellulaire, la région voisine de la flottaison, où une brèche expose un navire ordinaire à couler bas, forme une tranche horizontale, divisée en un grand nombre de compartiments étanches, aussi remplis que possible de matières encombrantes; dès lors, l'eau ne peut envahir qu'un espace limité, et un coup reçu ne constitue pas une avarie majeure.

« La tranche cellulaire repose à sa base sur un pont étanche, qui doit résister à l'explosion et aux éclats des obus, qui peut même exceptionnellement être touché par les projectiles, et dont il convient de faire un véritable pont blindé. Recouvert par la tranche cellulaire, défendu par sa position même au-dessous de la flottaison, le pont blindé des bâtiments cellulaires protège parfaitement l'étage inférieur du navire, c'est-à-dire le moteur, les poudres, toutes les parties vitales.

. . . . . .

« Ma première étude (ajoute Bertin), terminée le 16 juin 1870, était relative à un gros navire blindé, dont l'entrepont cuirassé, situé à la hauteur de la flottaison, était divisé en grands compartiments étanches, reposant sur un pont étanche. Tous les passages à travers cet entrepont, ouverts pendant le combat, étaient réunis dans un grand panneau central, que protégeaient une cuirasse particulière et une ceinture de soutes à charbon.

« Deux ans plus tard, le 28 juillet 1872, je proposai un bâtiment de 4 200 tonneaux, dans lequel la tranche cellulaire était substituée complètement à la cuirasse. Une partie seulement des cellules régnait sur toute la hauteur et devait recevoir du charbon; les autres, subdivisées dans le sens de la hauteur, devaient rester vides. Le pont inférieur était blindé. En abord, régnait un cofferdam complet. Les passages à travers la tranche cellulaire étaient blindés.

« Deux projets ultérieurs, datés du 24 avril et du 30 octobre 1873, qui ne sont que la suite du précédent, présentèrent diverses modifications de détail. Les cellules, portées toutes à de grandes dimensions, devinrent les véritables soutes du navire, ainsi remontées d'un étage, tandis que l'appareil moteur et les munitions de guerre s'étendaient dans toute la longueur des fonds. Le blindage des panneaux était remplacé par des dispositions jouant le rôle de cofferdam. Les moyens adoptés pour permettre de remplir le cofferdam en abord étaient meilleurs; le tuyautage d'épuisement des eaux qui pouvaient avoir traversé le cofferdam était perfectionné.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'étude était ainsi arrivée à un point tel qu'il n'y a guère été apporté de changements dans les applications ultérieures de la tranche cellulaire.

« Depuis 1874, de nombreux bâtiments ont été mis en chantier, sur le principe de la flottaison cellulaire. Ils occupent tous les degrés de l'échelle des grandeurs. »

Le cloisonnement cellulaire peut d'ailleurs s'allier à la cuirasse : les tranches cellulaires sont installées au-dessus du pont blindé, tranches dont le cofferdam reçoit extérieurement une ceinture de plaques de blindage. Tels sont des cuirassés anglais de 1893 et 1894. Voici comment s'exprime Bertin à ce sujet :

« Le cuirassé à flottaison cellulaire et à grandes œuvres mortes, tel que je le conçois, doit avoir une cuirasse d'épaisseur suffisante pour résister à l'artillerie à tir rapide contemporaine et aux grands explosifs, qui doit protéger la totalité de la surface de la tranche cellulaire. La protection contre les gros projectiles de perforation est demandée au cloisonnement. La tranche cellulaire est recouverte d'un léger pont blindé, en rapport avec l'épaisseur réduite de la cuirasse à sa tranche supérieure; elle est d'ailleurs placée au-dessus du pont blindé principal habituel, destiné à protéger la partie vitale des navires; elle doit enfin être assez haute pour assurer à elle seule la stabilité, quand les superstructures qui la surmontent sont labourées par tous les projectiles, et qu'elle a reçu elle-même quelques coups de perforation. »

Un exposé très clair de la protection des navires contre les projectiles se trouve dans une courte notice de Bertin, *Le cuirassé*, qui fait partie d'un recueil publié en 1911, après la mort de Louis Olivier, fondateur et directeur de la *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, sous le titre « Hommage à Louis Olivier. »

« La protection du navire, qui constitue sa puissance défensive, s'obtient aujourd'hui par une combinaison d'éléments divers, où figurent, avec la cuirasse, la charpente même de la coque, tout le cloisonnement, l'emménagement et l'arrimage. A ce point de vue, le navire se partage, dans le sens de la hauteur, en trois régions distinctes : les œuvres-mortes, la tranche cellulaire, les œuvres-vives, dans la protection desquelles la cuirasse intervient pour une part très différente. Les hauts du navire ou œuvres-mortes sont le domaine de la cuirasse exclusivement. Tourelles de grosse artillerie et blockhaus de commandement et de manœuvre au-dessus du pont des gaillards, réduits de l'artillerie secondaire au-dessous, ne sont et ne peuvent être défendus que par des plaques plus ou moins impénétrables aux projectiles ennemis, avec, parfois, l'appoint de quelques cloisons assez épaisses pour limiter l'effet des explosions. Dans cette région, l'effet d'un coup ne compromet que la région atteinte. Dans la région de la tranche cellulaire, qui règne au-dessus et au-dessous de la flottaison, une brèche mettrait en danger le navire tout entier; elle l'exposerait à sombrer et surtout à chavirer rapidement, si la surface totale d'un pont était envahie par la mer. En conséquence, la tranche cellulaire a été construite et emménagée en manière de radeau suffisamment

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

insubmersible et inchavirable ; elle est bien cuirassée à l'extérieur, mais cette cuirasse ne contribue que pour une partie à la sécurité totale assurée au bâtiment. La hauteur de la tranche cellulaire au-dessous de la flottaison est imposée par des règles précises, qui doivent être respectées même au détriment de l'épaisseur de sa cuirasse ; cette condition montre bien le caractère mixte de la protection du navire considéré comme corps flottant. . . . . .

« Dans la région inférieure du navire, celle de la carène, menacée aujourd'hui par la torpille des sous-marins, l'obus tronqué des batteries de côte, et, dans une certaine mesure, par les obus ordinaires, il n'y a pas d'autre protection que le cloisonnement étanche plus ou moins serré des compartiments de la cale et des soutes latérales, avec le matelas protecteur donné par le charbon. »

Pour bien connaître l'évolution des constructions navales, on lira la notice sur *La marine à vapeur de guerre et de commerce*, de 1875, ouvrage concis mais plein de précieux documents. Cette notice a été écrite, sur la demande de M. Ledieu, pour servir d'introduction à un *Traité des nouvelles machines marines*. Une analyse en a paru dans la *Revue maritime et coloniale* (1875, t. XLV, p. 668), analyse qui se termine par l'appréciation suivante :

« L'impression générale que laisse la lecture de la notice de M. Bertin peut servir de conclusion à l'analyse sommaire que nous venons de faire d'un ouvrage lui-même très concis. Sous la forme d'un livre élémentaire, cette notice est un effort qui peut être fructueux pour les progrès de l'architecture navale ; quelques-uns des développements qu'elle renferme constatent autant de pas faits dans une science où tout est difficile ; elle est, par-dessus tout, un ouvrage utile de vulgarisation. Si, comme on l'a dit parfois, l'exacte division des services et des fonctions tend, dans notre marine militaire, à rendre plus rares les connaissances générales, un petit volume rempli de chiffres et de données variées et précises peut rendre de réels services. La notice peut aussi être consultée avec fruit par ceux qui s'intéressent aux affaires de paquebots. Elle mérite, enfin, d'attirer l'attention du public dans un pays qui montre souvent pour la marine un enthousiasme irréfléchi, comme aussi parfois une injuste indifférence, mais qui a presque toujours, sur les questions navales, des notions singulièrement peu exactes. »

Un autre ouvrage, dont la lecture est fort attrayante, est intitulé *La marine moderne, ancienne histoire et questions neuves*. Cet ouvrage, qui fait partie de la Bibliothèque de Philosophie scientifique, a eu rapidement une seconde édition, qui a paru en 1914. Le bulletin de la Société en a donné une courte analyse (1915, 2e semestre, p. 714). On y trouve les caractéristiques de la marine de commerce, des navires de combat, quelques considérations sur les guerres navales les plus récentes, puis, sous une forme très simple, une étude approfondie des qualités générales des navires et des conditions diverses dont doit tenir compte le constructeur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« La *bonne ventilation des navires*, spécialement dans les mers chaudes et lorsqu'ils transportent des malades, est d'une grande importance. En utilisant l'appel produit par la chaleur perdue des cheminées des chaudières et, au besoin, par des foyers spéciaux lorsque les chaudières sont hors feu, et avec une étude rationnelle de la distribution de l'air frais, Bertin obtint d'excellents effets, qui se manifestèrent par la grande amélioration de l'état sanitaire à bord des navires.

Ces aménagements sont décrits dans deux études de Bertin, relatives aux transports *Calvados* et *Annamite*, études insérées dans le recueil des *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des sciences*. La seconde de ces études a été reproduite dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*, ainsi qu'un rapport du général Morin à l'Académie (9).

La ventilation du *Calvados* a valu à Bertin l'attribution, par l'Académie, du prix Plumey, en 1873, sur le rapport de Dupuy de Lôme (10).

Un rapport au Ministre de la Marine apprécie comme il suit les effets constatés dans la traversée de l'*Annamite* à son retour de Cochinchine :

« L'aération de l'hôpital a toujours été aussi parfaite qu'on peut le désirer.

« Celle de la batterie basse n'a pas été moins bonne. Par les plus fortes chaleurs, cette batterie était non seulement très habitable, mais pour ainsi dire fraîche. La nuit, les sabords étant fermés et les hommes couchés, la circulation de l'air était si bien établie que la chaleur y était moindre que dans les logements de l'arrière (réservés aux officiers et aux passagers de 1re classe), et la batterie complètement dégagée des odeurs malsaines qui résultent ordinairement d'une grande agglomération de personnel.

« En un mot, ce système d'aération a donné les résultats pratiques les plus satisfaisants. »

Comme professeur à l'École d'Application du Génie maritime, Bertin a publié deux traités de première importance, l'un sur les *chaudières marines*, l'autre sur les *machines marines*. Il a été rendu compte de ces ouvrages dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* (11). Une médaille d'or a été décernée à M. Bertin par la Société pour ces deux ouvrages (12).

On doit à Bertin une *Histoire de la guerre navale avec l'Allemagne* publiée dans une série d'articles du journal *La Nature*, de 1915 à 1919. Ces articles, très détaillés et abondamment illustrés, ont un grand intérêt, et sont d'une lecture attachante.

A côté des ouvrages magistraux relatifs aux principes de la construction des navires, on doit à Bertin quantité de publications relatives à divers détails, sur la marine et sur d'autres sujets.

(9) *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1878, p. 442 et 445; *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. LXXVI (1873), p. 257, t. LXXXV, p. 1210, t. LXXXVI, p. 938.

(10) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*. t. LXXIX, p. 1602.

(11) *Chaudières marines*, *Bulletin*, année 1896, p. 1388; même ouvrage, 2e édition, février 1902, p. 305; *machines marines*, novembre 1899, p. 1630.

(12) Rapport de M. Hirsch, *Bulletin de la société*, juillet 1900, p. 26.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

C'est ainsi que, dans un mémoire sur le tirage forcé au moyen de jets d'air comprimé, il constate l'avantage qu'ils présentent sur les jets de vapeur. Le bulletin de la société accompagne la note de Bertin à ce sujet d'un rapport de M. de Fréminville (1877, p. 529).

Le préambule d'une note sur *la marine de commerce et le devoir de la France*, publiée en 1920 par le *Bulletin technique du Bureau Veritas*, est ainsi conçu :

« Dans les lignes qui suivent, j'essaierai de parler le langage des armateurs aux lecteurs du bulletin technique. S'ils me taxent de témérité, je retournerai le reproche à mon excellent collègue et ami, M. l'Administrateur délégué du Veritas, qui m'a attribué un don d'omniscience en mettant ma plume à contribution.

« J'envisagerai principalement, dans ces quelques pages, les résultats heureux pour la marine à attendre du prochain développement de notre industrie métallurgique et des progrès graduels de l'exploitation de notre empire colonial. »

La carrière féconde de Bertin, ses nombreuses publications, sont un exemple de ce que donne l'esprit scientifique appliqué aux œuvres pratiques. Bertin est le type de l'ingénieur, qui ne propose la solution d'un problème qu'après l'étude approfondie de ses données. S'il est une œuvre pour laquelle cette méthode est nécessaire, où l'empirisme est funeste, c'est la construction des navires de guerre si coûteux, dont le moindre défaut peut entraîner la perte.

L'influence de Bertin sur nos constructions navales a été capitale, et la Société d'Encouragement est fière de compter parmi ses présidents cet illustre ingénieur.

PUBLICATIONS D'ÉMILE BERTIN

I. — Études sur les vagues et les mouvements des navires.

Étude sur la houle et le roulis (*Société des sciences naturelles de Cherbourg*, t. XV, 1869).

Complément à l'étude sur la houle et le roulis (*ibid.*, 1871).

Données théoriques et expérimentales sur les vagues et le roulis (*ibid.*, t. XVII, XVIII et XXII).

Amplitude du roulis sur houle non synchrone (*ibid.*, t. XXX).

Position d'équilibre des navires sur la houle (*ibid.*, t. XXXI, 1898).

Notes sur la théorie et l'observation de la houle et du roulis, présentées à la réunion des Sociétés savantes du 1er mai 1870; Paris, imprimerie nationale, 1872.

Complément aux notes sur la théorie et l'observation de la houle et du roulis, présenté à la réunion des Sociétés savantes de 1872; Paris, imprimerie nationale, 1872.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nouvelle note sur les vagues de hauteur et de vitesse variables (*Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* (13), t. LXXVIII, 1874, p. 676).

Note sur l'étude expérimentale des vagues (*Revue maritime et coloniale*, t. XL, 1874, p. 171).

Les vagues et le roulis (*ibid.*, t. XLIX, 1876, p. 498 et 861; t. L, 1876, p. 222 et 672; t. LI, 1876, p. 138, 425 et 667; t. LIII, 1877, p. 155).

Le roulis et le tangage des navires (communication au Congrès du génie civil de 1878, *ibid.*, t. LXVII, 1880, p. 5).

Relation entre la période réelle des vagues et la période observée à bord d'un navire en marche (*ibid.*, t. LXVII, p. 590).

Sul rapporto fra il periodo reale delle onde e quello osservato a bordo di una nave in cammino (Traduction en italien dans la *Rivista marittima*).

On the relation between the true period of waves and the period observed on board a vessel under way (traduction de la même note, *Transactions of the Society of naval architects*, 1880).

On waves and rolling (*Naval science*, 1873 et 1874).

On the experimental study of waves (*Transactions of the Society of naval architects*, 1873, traduction par Ch. Merrifield).

Notes on waves and rolling (*ibid.*, 1875 et 1876, cinq articles).

The amplitude of rolling on a non synchronons wave (*ibid.*, 1894, p. 187).

Deuxième note à ce sujet (*ibid.*, 1895).

Discussion à la suite de ces notes (*ibid.*, 1896, p. 1).

Communication verbale sur la théorie des vagues (*Société linnéenne de Normandie*, 1875).

Position d'équilibre des navires sur la houle (*Association technique maritime* n° 8, session de 1897, p. 9).

Stabilité d'un flotteur cylindrique sous les grands angles d'inclinaison; influence de la hauteur d'œuvres mortes (*ibid.*, n° 17, session de 1906, p. 1).

Note sur la résistance des carènes dans le roulis des navires et sur les qualités nautiques (*Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences* (14), t. XXII, 1876, n° 8).

Résultat de l'expérience du roulis factice du Mytho (*Mémorial du génie maritime*, note du 10 mars 1881).

Observations de roulis et de tangage faites avec l'oscillographe double à bord de divers bâtiments (*Savants étrangers*, t. XXVI, 1879, n° 5).

De l'oscillographe double et de son emploi (*Société séismologique du Japon*, Tokio, 1890, n° 1).

Au sujet des origines de l'oscillographe double pour l'enregistrement simultané de la houle et du roulis (*Comptes rendus*, t. CLVII, 1913, p. 355).

Communication sur le relevé automatique des vagues obtenu en cours de navigation (*Association française pour l'avancement des Sciences, compte rendu de la 7e session, Paris 1878*, p. 217).

Sur l'emploi du lest liquide pour diminuer le roulis des navires (*Mémorial du génie maritime*, note du 25 octobre 1885).

(13) En abrégé, *Comptes rendus*.
(14) En abrégé, *Savants étrangers*.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les vagues de la mer : leur dimension et les lois du mouvement de l'eau; conférence faite sous les auspices de la *Revue scientifique* et de la *Revue bleue* à la salle de la Société de géographie, le 23 mai 1906 (*Revue scientifique* des 18 et 25 août 1906).

Du travail emmaganisé dans la houle trochoïdale (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 565).

II. — Études sur les constructions navales.

Notice sur la marine à vapeur de guerre et de commerce, depuis son origine jusqu'en 1874 (Paris, Dunod, 1875).

De la marine à vapeur, ses transformations et son état actuel (*Revue maritime et coloniale*, 1875, t. XLV, p. 668).

État actuel de la marine de guerre (Encyclopédie scientifique des aide-mémoire de Léauté, 1893).

Les machines marines, conférence à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, le 24 mars 1899 (*Bulletin de la Société*, octobre 1899, p. 1404).

Les marines de guerre à l'Exposition universelle de 1900 (extrait de la *Revue technique de l'exposition universelle de 1900*).

Évolution de la puissance défensive des navires de guerre (*Revue des Deux Mondes*, 1er décembre 1905 et 1er janvier 1906).

Évolution de la puissance défensive des navires de guerre, avec un complément concernant la stabilité des navires (Paris, 1907, Berger-Levrault et Cie). Reproduction des articles de la *Revue des deux mondes* mentionnés ci-dessus, avec un complément.

Le cuirassé, p. 17 à 24 d'un recueil publié en 1911 sous le titre *Hommage à Louis Olivier*.

Navires trop grands (*Revue hebdomadaire* du 21 septembre 1912, p. 289).

La marine moderne, ancienne histoire et questions neuves, (bibliothèque de philosophie scientifique, Paris, 1re édition, 1910; 2e édition, 1914, Flammarion).

Les cargos (*Revue de la marine marchande*, 1916).

La marine de commerce, conférence faite à la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale le 27 avril 1918 (*Bulletin de la Société*, 1918, 2e sem., p. 40; voir aussi 1918, 1er sem., p. 571, la présentation par le président).

Rapport sur une mission en Angleterre, en 1879, avec atlas (*Mémorial du génie maritime*, 1879, 5e liv.)

Rapport sur une mission en Angleterre, en 1884, avec atlas (*Mémorial du génie maritime*).

Rapport sur une mission aux États-Unis, en 1893, avec atlas (*Mémorial du génie maritime*).

La marine aux États-Unis (Paris, Bernard, 1896, Revue technique de l'exposition de Chicago, 7e partie; reproduction d'une partie du précédent rapport).

Analyse des erreurs ayant cours en architecture navale, compte rendu d'un travail du contre-amiral Gardiner Fishbourne (*Revue maritime et coloniale*, t. XXXIII, 1872, p. 308).

Sur le canon rayé employé dans la marine française, tiré de l'allemand (*ibid.*, t. XXXVI, 1873, p. 626).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sauvetage et réparation du paquebot anglais le *Pascal*, échoué le 18 août 1874 près du cap de la Hague (*ibid.*, t. XLVI, 1875, p. 31).

Note au sujet du paquebot anglais le *Pascal*, sauvetage, réparation à Cherbourg (*Mémorial du génie maritime*, avec atlas).

Sur le principe des navires à flottaison cellulaire et les premiers projets de bâtiments de guerre étudiés d'après ce principe (*Comptes rendus*, t. XCVIII (1884), p. 535 et 764).

Deuxième note sur le principe des navires à flottaison cellulaire (*ibid.*, t. CXL, 1905, p. 1077).

Études de navires à flottaison cellulaire (1870-1873), avec atlas (manuscrit; bibliothèque de l'Institut).

Note sur les cofferdams des bâtiments de guerre, cuirassés et croiseurs (autographie du 25 juin 1900; bibliothèque de l'Institut).

Cuirassés et croiseurs; note sur la puissance défensive, particulièrement la stabilité après une avarie de combat (autographie de Bertin, du 25 février 1904, comme directeur du génie maritime et chef de la section technique; bibliothèques de la Société et de l'Institut).

Sur la giration des navires (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 337).

Le navire à vapeur sur son cercle de giration, forces en jeu, angles de dérive et d'inclinaison (Paris, Gauthier-Villars, 1906, et *Mémorial du génie maritime*, fascicule XIV, 1912).

Stabilité d'un paquebot après un abordage en mer, dispositions propres à prévenir le chavirement (*mémoire présenté au congrès d'architecture et de construction navale de 1900*; bibliothèque de la société).

Sur l'instabilité dont les paquebots sont menacés à la suite d'un abordage (*Comptes rendus*, t. CLVIII, 1914, p. 1545).

Emploi des petits modèles pour la détermination des courbes de stabilité, avec application de cette méthode (manuscrit du 28 janvier 1891; bibliothèque de l'Institut).

The use of small models for the determination of the curves of stability (*Transactions of the society of naval architects and marine engineers*, New-York, 1894). Ce mémoire a été développé par M. Leflaive dans une note à l'Académie des Sciences en 1896. (*Comptes rendus*, t, CXXII, 1896, p. 704).

Hardened plates and broken projectiles (*Transactions of the society of naval architects*, 1898, p. 1).

The position of the centre of lateral resistance, read at the 12th general meeting of the Society of naval architects and marine engineers (1904; bibliothèque de la société).

De l'expérience de traction transversale appliquée à l'étude de la résistance de l'eau à la marche des flotteurs (*Atti della Pontificia accademia Romana dei nuovi Lincei*, vol. XXIII, 1905; en français).

Esquisse d'un chapitre d'architecture navale (*Association technique maritime*, n° 24, session de 1913, p. 1).

Note au sujet de l'augmentation de déplacement nécessaire sur un navire, pour accroître d'une tonne le poids du chargement (*Comptes rendus*, t. CLIV, 1912, p. 851).

Calcul de l'augmentation du chargement ou de la vitesse obtenue par l'accroissement des dimensions d'un paquebot (*Comptes rendus*, t. CLVI, 1913, p. 19).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Calcul de l'augmentation du chargement ou de la vitesse pouvant être obtenue par l'accroissement de dimension des navires (*Comptes rendus*, t. CLVIII, 1914, p. 1049 et 1136).

Note au sujet du respect dû aux cloisons étanches des navires (*Comptes rendus*, t. CLIV, 1912, p. 1669).

Loi du mouvement de translation accéléré ou retardé consécutif à un changement de la puissance développée par le moteur d'un navire (*Association technique maritime*, n° 22, session de 1911, p. 1; *Comptes rendus*, t. CLII, 1911, p. 19, 164 et 165).

De l'arrêt des navires à vapeur, soit par stoppage, soit par renversement de la marche de la machine (*Comptes rendus*, t. CLI, 1910, p. 559).

Méthode nouvelle pour établir la formule de la hauteur métacentrique, publiée en français dans les *Atti dell'accademia pontificia de' nuovi lincei*, anno XXIX, sessione III[a] del 20 febbraio 1879 (voir aussi *Mémorial du génie maritime*).

Étude sur la ventilation du bâtiment transport-écurie Calvados (*Savants étrangers*, t. XXII, n° 7; *Mémorial du génie maritime*).

Note sur la ventilation de l'Annamite (*Bulletin de la Société*, 1878, p. 445, et *Mémorial du génie maritime*).

Étude sur la ventilation d'un transport-écurie et considérations générales sur les résultats à obtenir par le même procédé à bord des principaux types de navires à vapeur de guerre et de commerce, autographie de 51 pages et 3 pl. (à la bibliothèque nationale Fol. V, 4281).

Mémoire sur l'emploi des jets d'air comprimé lancés dans la cheminée pour obtenir un tirage forcé dans les foyers de chaudières (*Bulletin de la Société*, 1877, p. 531, et *Mémorial du génie maritime*).

Sur l'effet comparatif des jets d'air comprimé et des jets de vapeur (*Société des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg*, 1877).

Procédé de conservation des carènes en fer, en collaboration avec M. Demance (*Comptes rendus*, t. LXIX, p. 277).

III. — Enseignement.

Chaudières marines, cours de machines à vapeur professé à l'école d'application du génie maritime (Paris, Bernard et C[ie], 1896).

Traduction en anglais de cet ouvrage.

Même ouvrage, 2[e] édition (1902).

Machines marines, cours de machines à vapeur professé à l'école d'application du génie maritime (Paris, Bernard et C[ie], 1899).

Traduction en allemand de cet ouvrage.

IV. — Guerre navale.

La guerre navale en 1914 (*La nature*, 1915, 1[er] sem.; p. 81 et 97).

La guerre navale en 1915 (*ibid.*, 1916, 1[er] sem., p. 193 et 209).

La guerre navale en 1916; la bataille du Jutland (*ibid.*, 1917, 1[er] sem., p. 65 et 81).

La guerre navale en 1917 (*ibid.*, 1918, 1[er] sem., p. 177 et 193).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La guerre navale en 1918 (*ibid.*, 1918, 2e sem., p. 385).

La guerre navale en 1919; les bolchévistes de Cronstadt (*ibid.*, 1920, 1er sem., p. 56).

La marine italienne (*ibid.*, 1915, 1er sem., p. 384).

Marine de commerce à vapeur : problèmes d'après guerre (*ibib.*, 1918, 2e sem., p. 97).

Droit international et guerre navale. Les croisières et le blocus. Les sous-marins (*Revue des Deux-Mondes* du 15 août 1915. p. 758).

Note au sujet du transport des mines marines par les courants, sous l'action de la houle (*Comptes rendus*, t. CLX, 1915, p. 219).

Un chapitre de la guerre navale; lecture faite à la séance annuelle de l'Institut de France. le 25 octobre 1916 (*Revue scientifique*, n° 5 de 1917; *Revue de la ligue française*, n° de mars 1917 (extrait); un vol., Paris, Firmin Didot, 1916).

Navires neutres et sous-marins allemands (*La Revue hebdomadaire* du 17 février 1917, p. 352).

V. — Sujets divers.

Notice sur les travaux de L. E. Bertin, années 1865-1885, par lui-même (Paris, Gauthier-Villars, 1885).

Notice sur les travaux scientifiques de L. E. Bertin, par lui-même (Paris, Gauthier-Villars. 1896).

Complément à cette notice (1903).

Création possible d'une voie de communication maritime franco-belge entre Anvers et Marseille (*Comptes rendus*, t. CLXVIII. 1919, p. 27).

Le Rhin et le Rhône : I. Plans d'un paquebot mixte et d'une batterie flottante; II. Création possible d'une voie de communication maritime franco-belge entre Anvers et Marseille (*Association technique maritime*, session 1915-1916, n° 26, p. 1).

La marine de commerce et le devoir de la France (*Bulletin technique du bureau Veritas*. décembre 1920, p. 244).

Les grandes guerres civiles du Japon : les Minamoto et les Taïra; les Mikados et les Siogouns (1156-1392); précédé d'une introduction sur l'histoire ancienne et les légendes (Paris, E. Leroux, 1894; 1 vol. illustré de 19 × 29 cm. de VI + 422 pages; couronné par l'Académie française en novembre 1896).

Le Japon avant la féodalité militaire : anciennes familles et vieilles institutions, conférences à la Société franco-japonaise de Paris. le 8 février 1907 (*Bulletin de la Société franco-japonaise*, juin 1907, n° VII).

Le vieux Japon, conférence faite le 13 avril 1921, à la Société de géographie de Lyon (Lyon, A. Rey, 1921).

Histoire du Netské (*Bulletin de la Société franco-japonaise*, n° 54, octobre-décembre 1922).

Principes du vol des oiseaux (*Comptes rendus*, t. LXXVIII, 1874, p. 421).

Sur la giration des aéroplanes (*Comptes rendus*, t. CXLVII, 1908, p. 895).

Sur le danger de chavirement possible dans la giration des aéroplanes (*Comptes rendus*, t. CXLVIII, 1909, p. 22).

Notice sur la fondation de l'ancien port de Cherbourg, en collaboration avec le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

marquis de Caligny (*Mémoires de la société des sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg*; *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, 1879 p. 169).

Notice nécrologique sur lord Brassey (*Comptes rendus*, t. CLXVI, 1918, p. 509).

Allocution à l'occasion de la mort de Camille Jordan (*Comptes rendus*, t. CLXXIV, 1922, p. 209).

Sur la mort du prince Albert de Monaco (*Comptes rendus*, t. CLXXV, 1922, p. 5).

Discours en séance publique annuelle du 18 décembre 1922 (*Comptes rendus*, t. CLXXV, p. 1257).

Discours à l'assemblée générale de la ligue française, le 9 avril 1916 (*Revue de la ligue française*, supplément au n° de mai 1916).

Les travaux de la ligue française, discours à la séance du 19 octobre 1916 (*ibid.*, n° de novembre 1916).

Extrait d'une lettre concernant la repopulation (*ibid.*, n° de décembre 1916).

Discours à l'assemblée générale du 29 avril 1917 (*ibid.*, n° de juin 1917).

Travaillons, allocution à l'assemblée générale du 22 juin 1919 (*ibid.*, n° de juillet 1919).

Allocution à l'assemblée générale du 2 mai 1920 (*ibid.*, n° de mai 1920).

Allocutions diverses (*Bulletin de la Société franco-japonaise de Paris*, fondée en 1900, *passim*).

Étude sur les actions possessives, 1869 (thèse de licence).

Traité sur la possession des immeubles, 1871 (thèse de doctorat).

Rapports à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale :

Sur le radeau de sauvetage de M. H. J. Watson (*Bulletin*, 1906, p. 313).

Sur les chaudières à lames d'eau de M. Charles Bourdon (*Bulletin*, 1908, 769).

Sur la chaudière à tubes d'eau Meurisse, présentée par M. Mongin (*Bulletin*, 1908, p. 778).

Sur un système de remorque sans fin, de M. Froger (*Bulletin*, 1909, 2e sem., p. 25).

Sur le graisseur automatique de M. Lesueur (*Bulletin*, 1910, 1er sem., p. 433).

Sur les appareils de graissage pour machines marines de M. Charles Bertrand (*Bulletin*, 1910, 1er sem., p. 764).

Addendum.

Une description du *Matsushima*, avec dessins, se trouve dans les *Considérations sur la bataille du Yalou et les conditions que doivent remplir les navires de guerre*, par M. L. de Chasseloup-Laubat (*Mémoires de la Société des ingénieurs civils de France*, avril 1896).

E. Sauvage,
vice-président de la Société d'Encouragement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ROBERT CARMICHAEL

C'est avec le plus vif regret que la Société d'Encouragement a appris la mort, survenue le 19 mars 1925 de M. R. S. Carmichael, président de l'Union des Syndicats patronaux des Industries textiles de France et membre du Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale depuis 1911.

M. Carmichael, qui meurt à soixante-seize ans, était un industriel éminent; il avait donné une très grande extension aux établissements de filature et de tissages de jute fondés par son père, à Ailly-sur-Somme, aux environs d'Amiens.

Sous sa direction et avec la collaboration de son fils, ces établissements ont plus que triplé et ont été dotés des derniers perfectionnements. Le personnel a toujours été l'objet d'une vive sollicitude, les cités ouvrières ont été constamment développées en apportant tous les progrès au fur et à mesure qu'elles s'édifiaient, de vastes réfectoires ont été aménagés, servant de salles de conférence et de distraction, des bains-douches ont été installés. En dehors de ces organisations matérielles, des cours de couture ont été organisés pour les jeunes filles qui préparent leur trousseau, des cours de menuiserie pour les jeunes gens, puis un terrain de jeu a été admirablement installé attirant la jeunesse vers les sports et groupant la population d'Ailly les jours de fête.

On peut dire que tout a été prévu au point de vue moral et social dans ces grands établissements qui sont un modèle de belle installation industrielle.

Mais à celà ne s'était pas limité la rare activité de Robert Carmichael. Animé du plus entier dévouement pour les intérêts généraux, il se consacra à tout ce qui pouvait contribuer au développement économique et à la prospérité du pays.

Collaborateur de nombreux groupements et associations, et notamment de l'Association de l'Industrie et de l'Agriculture françaises, il contribua, il y a près de trente ans, à la création de la Caisse syndicale textile contre les accidents du travail.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1900, il fut avec MM. Eugène Touron, Ferdinand Roy, Le Blan, Ponnier, Casimir Berger, le fondateur de l'Union des Syndicats patronaux des Industries textiles de France, qui comprend maintenant 76 syndicats. En 1906, il prenait l'initiative de la création du Comité d'Études et de Défense fiscale, qui a joué un rôle si considérable pour la défense des principes de justice fiscale, que le regretté M. Carmichael a défendus toute sa vie.

Membre du Comité de Direction du Musée social depuis de très nombreuses années, on peut dire que rien de ce qui concernait l'avenir de la France, au point de vue moral comme au point de vue matériel, ne lui fut étranger.

L'activité inlassable de M. Carmichael s'était également manifestée au sein de plusieurs commissions ou organismes dont il était membre, tels que : le Comité consultatif du Commerce et de l'Industrie récemment créé par le Ministre du Commerce, la Commission chargée de déterminer les coefficients applicables au chiffre d'affaires pour l'établissement des bénéfices industriels et commerciaux, le Conseil d'Administration de l'Office de Reconstitution industrielle, etc.

Intimement lié avec le sénateur Touron, avec lequel il a collaboré activement, il a joué un rôle considérable au point de vue de l'organisation industrielle et de la sauvegarde des grands intérêts du pays. Ses relations avec d'importantes personnalités de l'industrie et du commerce anglais, et l'autorité dont il jouissait, furent souvent mises au service d'un patriotisme éclairé. Il fut un collaborateur utile et convaincu de l'amitié franco-britannique.

F. Roy,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OBTENTION DES FILASSES DE CHANVRE

Depuis les temps les plus reculés la séparation des fibres textiles était obtenue par des procédés microbiologiques : rouissage sous l'eau courante, stagnante, froide ou chaude, ou encore par le rouissage à terre.

Le rouissage à l'eau courante ou stagnante présente des inconvénients tant au point de vue de la qualité des fibres qu'au point de vue de la salubrité publique; toutefois dans le rouissage à l'eau courante, la dégradation des composés pectiques des textiles donne lieu à des fibres de meilleure qualité; de plus, grâce à une dilution plus forte, les produits de cette décomposition sont moins nocifs.

En dehors d'un dégagement des gaz odorants H^2S, PH^3, CH^4, les eaux résiduaires contiennent des acides volatils, comme l'acide acétique, l'acide butyrique, quelquefois de l'acide valérianique, de l'acide formique; les premiers constituent une incommodité, les seconds peuvent occasionner une insalubrité qui peut devenir dangereuse.

Mon collègue M. Ringelmann avait déjà attiré l'attention, dans une note communiquée à l'Académie d'Agriculture le 23 juillet 1924, sur l'obtention des ficelles de chanvre, employées pour les moissonneuses-lieuses, par un procédé mécanique.

Il était intéressant de comparer les fibres obtenues par ce dernier procédé et celles qu'on obtient par rouissage microbien.

Dans le procédé mécanique, la tige du chanvre est broyée, la filasse est débarrassée de la paille, lavée à l'eau de savon ordinaire et séchée.

Dans le rouissage microbiologique la dessiccation des fibres est quelquefois lente; elles sont ainsi facilement envahies par les moisissures, ce qui peut occasionner une dépréciation notable; on achève leur dessiccation dans un four avant de passer le produit à la broyeuse, afin que les tiges traitées soient aussi sèches que possible, bien qu'elles contiennent encore 10 à 12 p. 100 d'eau.

Dans le procédé mécanique, auquel la communication précédente faisait allusion, les tiges sont simplement séchées sous un hangar après la récolte, et, avant d'être broyées, sont laissées pendant 20 à 25 heures dans une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chambre bien chauffée, à une température très inférieure à celle d'un four. Après le broyage, la filasse est simplement lavée à l'eau de savon.

Nous avons procédé, M. Ringelmann et moi, à une vérification expérimentale comparative des deux procédés.

Des tiges d'un même chanvre ont été traitées, les unes par le procédé mécanique, les autres par le procédé microbiologique (rouissage spontané ou rouissage avec ensemencement microbien); les filasses obtenues par voie mécanique furent lavées à l'eau de savon, celles qui ont été obtenues par rouissage microbien à l'eau ordinaire; les filasses séchées furent soumises aux essais de résistance.

Ces produits furent examinés par notre collègue M. J. Dantzer, professeur de filature et de tissage au Conservatoire national des Arts et Métiers; ils ont donné lieu aux résultats consignés plus loin.

Trois séries d'expériences ont été faites successivement, l'une avec du chanvre des environs de Montargis (Loiret), les autres avec des chanvres de Seine-et-Marne et de Maine-et-Loire.

La répartition des huit expériences est indiquée dans le tableau suivant.

I. — Série du chanvre du Loiret. — A. *Procédé mécanique*, lavage de la filasse à l'eau de savon et dessiccation;

B. *Rouissage spontané dans l'eau*, enlèvement préalable de la filasse à l'état humide, lavage de la filasse à l'eau ordinaire, dessiccation;

C. *Rouissage ensemencé* d'une durée de deux jours, lavage de la chenevotte et de la filasse ensemble à l'eau ordinaire, dessiccation et enlèvement de la filasse à l'état sec;

D. *Rouissage ensemencé* d'une durée de deux jours, enlèvement préalable de la filasse à l'état humide, lavage de la filasse à l'eau ordinaire et dessiccation.

II. — Série du chanvre de Seine-et-Marne. — E. *Procédé mécanique*, lavage de la filasse à l'eau de savon;

F. *Rouissage ensemencé* d'une durée de 4 jours, enlèvement préalable de la filasse à l'état humide, lavage de la filasse à l'eau ordinaire, dessiccation.

III. — Série du chanvre de Maine-et-Loire. — G. *Procédé mécanique*, lavage de la filasse à l'eau de savon;

H. *Rouissage ensemencé* d'une durée de 4 jours, enlèvement préalable de la filasse à l'état humide, lavage de la filasse à l'eau ordinaire, dessiccation.

Ces essais ont donné lieu aux observations suivantes :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Série.	Échantillons.	Charge de rupture des brins ramenés au numéro métrique (1).	Résistance de rupture au millimètre carré.
PROCÉDÉ MÉCANIQUE.			
1	A	44,5 kg	66,7 kg
2	E	49,5 —	74,2 —
3	G	48,6 —	72,9 —
ROUISSAGE SPONTANÉ.			
1	B	42,3 —	63,4 —
ROUISSAGE ENSEMENCÉ.			
a) *Durée du rouissage, 2 jours.*			
1	C	58,2 —	87,3 —
1	D	57,0 —	85,5 —
b) *Durée du rouissage, 4 jours.*			
2	F	26,6 —	39,9 —
3	H	36,9 —	55,3 —

Série 1, A, les fibres ont paru avoir été traitées chimiquement; *1*, C *et* D, le rouissage semblait avoir été poussé trop peu; *Série 2*, F *et* H, la durée de 4 jours a donné un surrouissage, avec mauvais effet pour les deux chanvres; ainsi F est très peu résistant et ne pourrait pas être employé.

Ces essais apprennent que le procédé mécanique, sans rouissage ni dessiccation, avec passage au four, peut donner des fibres utilisables surtout pour les gros numéros de fils; le n° 12 est le plus fort numéro des cablés d'Angers.

Ils montrent aussi que le procédé mécanique peut donner de meilleurs produits que le rouissage spontané.

Le rouissage obtenu avec ensemencement microbien peut fournir d'excellents produits, mais il est délicat; il demande à être surveillé si on veut éviter un surrouissage; la comparaison des échantillons C et D avec les échantillons F et H le fait ressortir nettement.

Il est permis de recommander ce procédé mécanique pour beaucoup d'applications; il simplifie le travail du chanvre et supprime les inconvénients du rouissage.

Une des grandes difficultés du travail du chanvre résulte des quantités énormes qu'il faut traiter dans l'espace de quelques semaines afin d'éviter l'échauffement du chanvre et une dépréciation ultérieure de la filasse.

Certes, la dessiccation d'une partie pourrait être envisagée, mais dans les années humides, il faudrait pouvoir disposer de dessiccateurs artificiels de grandes dimensions, ce qui occasionnerait des frais élevés.

Une amélioration pourrait également être réalisée si l'on traitait le

(1) Le numéro est le poids de 1 000 m de fil exprimé en kilogrammes.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chanvre dans des routoirs coopératifs où chacun apporterait sa récolte, à l'instar des coopératives vinicoles, pour la soumettre au rouissage d'après les méthodes microbiennes modernes.

L'évacuation des eaux résiduaires des routoirs soit dans le bras vif d'un fleuve où le débit serait suffisant, soit dans des fosses filtrantes à travers des couches de sable, pourrait permettre le rouissage dans des conditions plus hygiéniques, sans inconvénient pour les poissons, mais ce mode opératoire n'est pas applicable partout.

Dans le rouissage à l'eau, on supprime difficilement les émanations putrides et odorantes; peut-être le nouveau procédé d'épuration par les boues activées pourrait-il être ici utilisé avec profit.

E. KAYSER,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES DU COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS

Le cinématographe instructeur.

Revenant sur une question que j'ai traitée précédemment, celle du cinéma dans les affaires (1), il m'a paru intéressant de montrer jusqu'à quel point son emploi peut rendre des services dans l'industrie.

Dans les professions et métiers où les ouvriers doivent exécuter exactement les mêmes mouvements pour produire le même travail, le cinéma leur apprend quels sont les mouvements à faire ou à éviter, de façon à gagner du temps. On est arrivé ainsi dans certaines industries spéciales, à doubler presque la production.

Le film peut être aussi employé utilement :

1° comme document d'archives pour les études faites sur tel ou tel sujet;

2° dans les cas où l'on est obligé de laisser visiter les usines soit à des futurs ingénieurs, soit à des délégations étrangères, le film permet de montrer exactement la partie de la fabrication qui peut intéresser les visiteurs et évite les regards indiscrets qu'une visite totale de l'usine pourrait faciliter, ce qui causerait un tort à l'établissement;

3° le film peut être employé pour l'éducation du personnel nouveau; on évite ainsi la perte du temps employé à mettre au courant les derniers arrivants;

4° le film rend les plus grands services au point de vue du montage et de l'assemblage des grandes constructions métalliques ou des machines. On comprendra aisément que lorsqu'on expédie une machine un peu délicate au Japon, par exemple, on est obligé de faire accompagner les caisses par un monteur et son aide; avec l'emploi du film tout est simplifié; un rouleau que l'on joint à l'expédition montrera dans quel ordre les pièces doivent être prises, montées et assemblées. Si au premier déroulement du film les ouvriers n'ont pas compris, on peut faire repasser la pellicule autant de fois qu'il est nécessaire;

5° pour les démonstrations un peu difficiles, on fait des films pris au ralenti qui décomposent les mouvements et permettent de se rendre compte de ce que l'œil lui-même aurait du mal à apercevoir;

6° l'utilisation du film pour l'enseignement de la chirurgie est particulièrement précieuse; on peut, en effet, à l'aide d'un dispositif spécial projeter dans une salle de cours, devant une nombreuse assistance, toutes les phases d'une opération chirurgicale qui se poursuit dans une pièce voisine;

7° pour en revenir à l'utilisation industrielle du film, nous rappellerons que son

(1) Voir le *Bulletin* de décembre 1924, p. 866.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

emploi peut permettre la coordination des travaux exécutés dans différentes usines construites sur des points très éloignés les uns des autres, tels que la fonderie, l'usinage, le décolletage, et les ouvriers, pouvant se rendre compte de l'utilisation et de l'emploi définitif de la pièce, ont toute faculté pour apporter à leur travail tout le soin devant la rendre plus parfaite.

8° au point de vue commercial, le film peut être utilisé très efficacement pour la recherche du client; c'est ainsi que le Service d'Informations documentaires par film (2) a réalisé l'appareil dit « Ciné-Valise Business » (construction Mollier).

Voici comment le S. I. D. F. présente au public son appareil.

« Vos représentants décupleront votre chiffre d'affaires avec l'appareil Ciné-Valise Business (Construction Mollier).

« D'une conception absolument nouvelle, il permet la projection en plein jour, « dans n'importe quel bureau, grâce à ses deux écrans spéciaux.

« L'appareil de projection Ciné-Valise Business est entièrement automatique; « donc il laisse à votre représentant tous ses moyens d'action au cours de sa démon- « stration; il permet, en outre, l'arrêt sur une vue quelconque pour en faciliter « l'examen.

« D'une très grande luminosité, il se branche sur n'importe quelle prise de cou- « rant ou douille de lampe et fonctionne indifféremment sur courant continu ou « alternatif, 110 ou 220 V. Il est équipé pour la passation de films de 200 m chacun « (10 minutes de projection). En salle obscure, il permet une projection de 3 m de « côté.

« L'appareil de projection Ciné-Valise Business contient : une enrouleuse fonc- « tionnant sans déplacement des bobines dans l'appareil; un dispositif de vue à « vue; deux écrans spéciaux; une pince à coller; deux lampes de rechange; une « trousse d'accessoires. Il comporte tous les réglages de lumière, de vitesse, « cadrage, mise au point; de plus, il est essentiellement robuste et d'une facilité « de maniement ne nécessitant aucun apprentissage. Son prix peu élevé en permet « la diffusion.

« L'appareil de projection Ciné-Valise Business est donc bien le complément « indispensable de tout effort de vente moderne ou action publicitaire, car il a été « étudié et réalisé dans ce but très précis.

« Une démonstration vous en sera faite à vos bureaux, sur simple demande. »

« Service d'Informations documentaires par Film. »

Je m'excuse de revenir sur une invention qui est certainement connue depuis plusieurs mois, mais ce retour me paraît indispensable, car les publications périodiques qui ont présenté au public le Ciné-Valise l'ont présenté comme une invention américaine et par suite tout à fait extraordinaire.

Pour être extraordinaire, je le reconnais sans peine, mais pourquoi ne pas lui laisser sa qualité d'invention purement française?

Le côté piquant de l'affaire, c'est que les bureaux du périodique qui a lancé cette information fantaisiste, sont situés avenue des Champs-Élysées, exactement en face des bureaux de la S. I. D. F.

Il est toujours un peu douloureux de constater que le Français s'extasie volon-

(2) Siège social et salle de démonstration, 63, avenue des Champs-Elysées, Paris, 8e.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tiers sur ce qui lui vient de l'étranger et qu'il ne fait pas suffisamment attention à ce qui a pris naissance sur le sol si fécond et si fertile en inventions de toutes sortes de notre beau pays de France.

HENRY RENÉ D'ALLEMAGNE,
membre du Conseil.

Le fonctionnement des fosses septiques.

Pour l'évacuation des produits des cabinets d'aisance, le tout à l'égout, avec épuration collective des eaux résiduaires, est évidemment le meilleur procédé, des chasses d'eau nettoyant les water-closets ou leurs tuyaux de chute, et les matières ne séjournant pas dans l'habitation.

Mais les agglomérations assez denses pour justifier les dépenses actuellement très importantes des égouts, sont relativement rares en France et il existe un très grand nombre de maisons d'habitation isolées ou situées en bordure de voies non pourvues d'égout; les fosses fixes présentent l'inconvénient que, pour les remplir le plus lentement possible, on réduit au minimum l'eau de lavage; d'autre part, soit par suite de fissures résultant de l'usure des fosses, soit par suite de trous pratiqués dans les parois pour éviter la vidange, les liquides contaminent la nappe souterraine; l'eau d'alimentation est fréquemment obtenue au moyen d'un puits placé non loin de la fosse; et de nombreuses enquêtes ont montré qu'il en résulte des accidents, fièvre typhoïde, diarrhée, etc.

Les fosses septiques, si elles sont bien aménagées, doivent permettre de rendre ces eaux résiduaires, claires, inodores et non fermentescibles et on peut dès lors les envoyer soit dans un ruisseau, soit dans le caniveau de la rue, soit dans un égout dont les eaux ne sont pas épurées.

Ces fosses septiques se sont donc développées avec une grande rapidité; et notamment dans le département de la Seine, il en existait déjà plusieurs milliers dans les premières années de ce siècle. Mais les services d'hygiène constatèrent qu'elles fonctionnaient en général d'une manière défectueuse; et après une longue étude faite par le Conseil d'Hygiène du département de la Seine, une ordonnance du Préfet de Police en date du 1er juin 1910 fixa les conditions à remplir par ces fosses.

Tout d'abord, il était spécifié que l'on ne pouvait plus utiliser que des fosses septiques dont le type aurait reçu un certificat de vérification, délivré à la suite de nombreuses expériences faites sous la direction du Conseil d'Hygiène; les propriétaires, locataires ou occupants devaient adresser au maire une déclaration, accompagnée de la copie du certificat de vérification délivré au constructeur et indiquant le mode d'écoulement de l'effluent; enfin le fonctionnement de ces appareils était l'objet d'une surveillance de l'autorité municipale et des services compétents de la Préfecture de Police, pour s'assurer du fonctionnement de l'appareil et de la bonne épuration de l'effluent.

Par application de cette ordonnance et à la suite de nombreuses expériences faites par une commission du Conseil d'Hygiène, d'accord avec le Laboratoire de Chimie de la Préfecture de Police, plusieurs certificats de vérification furent délivrés à des constructeurs de fosses comportant un réservoir dit fosse septique, dans lequel les matières se dissolvaient sous l'influence des microbes anaérobies, puis des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lits d'oxydation, où le liquide circulant sur plusieurs couches de divers matériaux, coke, mâchefer ou gravier, devenait, sous l'influence des microbes nitrificateurs, clair, inodore et non fermentescible; ce liquide ne contenait plus d'ammoniaque, ni de nitrites, mais une grande quantité de nitrates.

Or cette ordonnance n'a pas donné les résultats qu'on en attendait; pendant la guerre, la surveillance de ces installations a cessé par suite d'insuffisance du personnel; elle a été reprise en 1920 et, dans un rapport soumis au Conseil d'Hygiène du département de la Seine, en 1922, M. Kling, directeur du Laboratoire de la Préfecture de Police, a montré que la plupart des fosses septiques fonctionnaient d'une manière défectueuse; sur 1.234 fosses septiques soumises à la visite, déclare M. Kling, 12 seulement répondaient aux conditions de l'ordonnance préfectorale de 1910 et paraissaient fonctionner à peu près normalement; les autres n'assuraient nullement l'épuration des effluents, bien que la plupart fussent dotées de lits bactériens.

Ce fait peut être attribué à deux causes principales :

D'une part, les entrepreneurs compétents doivent demander pour une fosse septique convenablement aménagée, une somme plus importante que pour un engin de modèle réduit ou insuffisant; et les propriétaires ou architectes recherchent évidemment le bon marché;

D'autre part, une fosse septique, même établie dans des conditions techniques très satisfaisantes, cessera rapidement de donner des résultats convenables si elle n'est pas bien entretenue; il faut notamment racler de temps en temps la surface des lits oxydants pour en éviter le colmatage et même renouveler la matière de ces lits. Or les usagers sont tout à fait incapables d'assurer cet entretien. Il faut également éviter d'envoyer dans la fosse septique des eaux acides ou des eaux savonneuses en trop grande quantité.

Dans sa séance du 13 février 1925 et conformément aux conclusions de M. le médecin inspecteur général Vaillard, le Conseil d'Hygiène du département de la Seine proposa l'application de nouvelles mesures pour obtenir un meilleur fonctionnement des fosses septiques; on supprimerait le certificat de vérification, mais chaque installation serait, avant sa mise en service, soumise à un examen préalable des représentants de la Préfecture de Police, qui se réserve de l'agréer et d'en autoriser l'usage; de plus, le constructeur d'une fosse septique autorisée prendrait la responsabilité de son bon fonctionnement ultérieur et devrait donc en assurer l'entretien.

Pour arriver à un résultat satisfaisant et obtenir une sanction nécessaire, la Société des Hygiénistes et Techniciens municipaux, qui comprend des ingénieurs sanitaires et des entrepreneurs, a proposé que les architectes ou propriétaires soient obligés, pour établir des fosses septiques, de s'adresser à des entrepreneurs faisant partie d'une chambre syndicale ou d'un groupement agréé par l'Administration. Si le service de surveillance constatait qu'une fosse septique ne fonctionne pas normalement, la chambre syndicale ou le groupement serait tenu, pour conserver l'agrément de l'Administration, de rayer l'entrepreneur qui a construit la fosse incriminée. Il y avait là, semble-t-il, une sanction relativement facile à appliquer.

Le Conseil supérieur d'Hygiène publique de France étudie actuellement cette question des fosses septiques; et la commission chargée de cette étude a entendu les représentants de la Société des Hygiénistes et Techniciens municipaux; elle a pensé

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'il n'était pas possible d'entrer dans la voie proposée par cette société parce que la liberté du commerce ne serait pas ainsi suffisamment respectée.

Le Conseil supérieur d'Hygiène publique cherche donc une autre solution.

Dans *Le Bâtiment* du 26 mars 1925, l'Union technique du Bâtiment et des Travaux publics demande, comme le Conseil d'Hygiène du département de la Seine, que le certificat de vérification soit supprimé; elle propose que les constructeurs se groupent pour créer un organisme destiné à coopérer avec l'Administration pour la vérification des installations et l'étude des meilleures dispositions techniques; enfin, elle indique les principales dispositions que doivent présenter les fosses et les lits bactériens d'oxydation; mais dans cet article, il n'est nullement parlé de l'entretien de ces fosses. Et c'est là une lacune qu'il nous paraît nécessaire de combler pour obliger le propriétaire et le constructeur à former une sorte de contrat d'entretien, et il faut également insérer dans le règlement à intervenir une sanction pratique et facile à réaliser.

En résumé, au point de vue de l'hygiène, la question est importante; d'une part, les entrepreneurs, d'autre part, les conseils d'hygiène, la Préfecture de Police recherchent une solution; il faut donc espérer que l'on parviendra à résoudre cette question; mais en raison des difficultés spéciales qu'elle présente, il est vraisemblable qu'on devra passer encore par plusieurs stades avant d'arriver à une solution satisfaisante et définitive.

COLMET DAAGE,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTE DU COMITÉ DE COMMERCE

La Ligue des Sociétés de la Croix Rouge.

La Ligue des Sociétés de la Croix rouge, qui s'est constituée en 1919 sur l'initiative du président de la Croix Rouge américaine pour coordonner et intensifier l'action — en temps de paix comme en temps de guerre — de toutes les Croix Rouges existant dans le monde, s'est adressée à notre Société comme pouvant être intéressée par les multiples efforts entrepris pour apporter une aide aux victimes des grands désastres. Elle lui communique un exposé de son activité et un projet de *Manuel de secours* ébauché à la suite de suggestions présentées lors de la cinquième assemblée de la Société des Nations.

Il nous a paru que notre Société, qui a toujours envisagé avec faveur tous les progrès de quelque nature qu'ils soient, ne pouvait qu'accueillir avec empressement cet appel et le Comité de Commerce nous a chargé de présenter un exposé sommaire des services qu'a déjà rendus et que peut rendre ce nouvel organisme international.

***

Créé en 1863, sur l'initiative de Henry Dunant, qui avait constaté avec douleur les souffrances endurées par les blessés de Solférino, le Comité genevois de la Croix Rouge provoqua peu après la constitution du Comité international de la Croix Rouge, qui obtint, dès 1864, des principaux états du monde, la signature de la Convention de Genève. Revisé et complété en 1906, cet acte constitue la base du code de guerre des pays civilisés.

Au but primordial, qui était le soin, en temps de guerre, des malades, des blessés et des prisonniers des armées de terre et de mer, est venue se joindre l'utilisation en temps de paix de toutes les organisations existantes pour atténuer les souffrances de chaque peuple. Le résultat est recherché par la coordination, en cas de calamités nationales et internationales, des efforts de ces organisations, et par la mise à la portée des peuples des nouvelles découvertes scientifiques et médicales et de leurs applications sanctionnées par la pratique.

La Ligue groupe actuellement 51 sociétés nationales de la Croix Rouge; elle a, depuis 1922, son siège à Paris, 2, avenue Vélasquez; son budget, alimenté tout d'abord par la seule Croix Rouge américaine, qui a consacré de suite une somme importante à la constitution d'un fonds de garantie, a, dès 1923, pu enregistrer la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

participation de 18 sociétés de Croix Rouge — et paraît devoir, avant peu, être alimenté par la presque unanimité des sociétés de la Croix Rouge.

Le Secrétariat de la Ligue, fortement constitué, a pour première fonction d'aider les sociétés nationales de la Croix Rouge à développer leur organisation et de les seconder dans les œuvres de paix les plus aptes à améliorer la santé, prévenir la maladie et adoucir la souffrance en coopérant, dans chaque pays, avec les institutions gouvernementales et les organisations privées.

Il a noué, dans ce but, des relations avec la plupart des institutions et offices, constitués dans chaque pays, pour améliorer les conditions hygiéniques de la vie, développer la formation des infirmières visiteuses et ambulancières; apporter un concours actif à la lutte contre la tuberculose, le cancer, le péril vénérien, etc.

Il est en relation constante avec les organismes qui combattent l'alcoolisme, le paupérisme et tous les maux qui en découlent.

Il publie, en anglais, en français et en espagnol, une revue mensuelle tirée déjà à 15.000 exemplaires, intitulée *Vers la Santé*, qui traite de toutes les questions qui peuvent contribuer à la réalisation de l'œuvre poursuivie d'un commun accord par toutes les ligues de la Croix Rouge.

Il constitue et met à la disposition de toutes les Croix Rouges des brochures (en 17 langues différentes), des affiches, des films (au nombre actuellement de 100) pour la propagation des principes d'hygiène.

De plus en plus largement utilisés, au fur et à mesure qu'ils sont plus connus, les services de la Ligue internationale de la Croix Rouge paraissent appelés à coopérer à la lutte si éminemment patriotique contre tous les fléaux qui ne cessent de croître, en même temps que se développent la civilisation matérielle et les relations internationales.

La Ligue a grandement favorisé l'extension des œuvres de protection de l'enfance en Esthonie, en Lettonie, en Lithuanie, en Tchéco-Slovaquie et en Roumanie. Elle encourage la formation des Croix Rouges de la Jeunesse et apporte à ces organisations le concours de son expérience pour habituer les jeunes à prendre soin de leur santé, à comprendre les devoirs de la solidarité humaine et à pratiquer l'entr'aide vis-à-vis de la jeunesse de toutes les nations.

La Ligue a donné son appui aux efforts faits pour combattre la famine et le typhus en Russie, en Turquie, en Grèce, en Albanie, pour secourir les victimes des tremblements de terre au Japon, au Chili, pour soulager les souffrances résultant des échanges de population stipulés entre la Grèce et la Turquie par le traité de Lausanne.

Le *Manuel de secours*, dont le schéma est sous nos yeux, se propose de traiter méthodiquement de la préparation et de la mobilisation de tous les organismes dont la rapide intervention peut sauver des centaines de milliers et de millions d'existences lors des grands cataclysmes; de l'organisation des transports pour amener sans retard le personnel et le matériel prévus et constitués; du fonctionnement des secours en cas de guerre ou aussitôt après quelque grave désastre, des mesures à prendre pour reconstituer la vie normale et pour prévenir le développement de la famine et des maladies épidémiques consécutives aux grandes perturbations.

On ne peut que souhaiter la prochaine publication et une large divulgation de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cet ouvrage fondamental, qui empruntera sa valeur au fait qu'il aura été rédigé en toutes ses parties par des hommes et des femmes qui ont pratiqué les mesures qu'ils envisagent et qui ont souffert de l'insuffisante préparation pendant les années terribles que nous venons de traverser.

En attendant qu'elle puisse éditer et distribuer ce manuel qu'elle ne veut lancer dans la circulation que quand sa préparation aura été mûrement méditée, la Ligue publie, comme nous l'indiquions plus haut, une revue mensuelle *Vers la Santé* qui en est déjà à sa cinquième année et dont la lecture est du plus haut intérêt.

Analyser les numéros successifs de cette publication nous mènerait trop loin. Il nous suffira de présenter les principaux articles contenus dans le dernier numéro, celui de mai 1925, qui ne contient pas moins de 45 pages *in quarto*.

La plupart des articles sont accompagnés de figures et de photographies des plus suggestives remarquablement reproduites sur un beau papier couché qui s'y prête parfaitement.

Le numéro débute par un article du Médecin-Chef des Asiles d'Aliénés de la Seine, intitulé : « Protégeons notre santé mentale contre les dangers de la vie moderne » ; il donne ensuite le texte d'une conférence faite par le docteur AIMÉ GAUTHIER, sur l'œuvre des Croix Rouges dans le domaine international. C'est là un exposé vécu, d'expériences personnelles d'un médecin militaire qui a fait connaissance des Croix Rouges françaises, alors qu'il était débarqué à Casablanca avec le corps expéditionnaire du général Drude, en 1907. Il nous dit ce que fut l'admirable dévouement, à cette époque de préparation insuffisante, de MADAME FEUILLET, qui tomba victime du devoir volontairement assumé, et de tant d'autres femmes admirables parmi lesquelles nous n'en citerons qu'une qui, à dix-huit ans de distance, est encore à son poste, nous voulons parler de MADAME FORTOUL, qui est maintenant la MARÉCHALE LYAUTEY.

En 1916, 1917 et 1918, le docteur Gauthier retrouvait les dames de la Croix rouge — roumaine et russe — auprès de l'armée roumaine vers laquelle il avait été dirigé ; de 1919 à 1922, il trouvait ces admirables auxiliaires auprès de l'armée polonaise pendant la cruelle guerre polono-russe, aggravée par de graves épidémies de choléra et de typhus exanthématique ; ce sont les organisations de la Croix Rouge hellénique et du Croissant Rouge turc qui le secondèrent, alors que, commissaire de la Société des Nations, il dut chercher à soulager quelque peu les misères indicibles des populations grecques et turques épuisées par la famine, décimées par les maladies épidémiques.

Avec juste raison, le docteur Gauthier montre que les services rendus, pendant et après la guerre, par les Croix Rouges, ont été constatés et sanctionnés par l'article 25 du pacte de la Société des Nations qui dit :

« Les membres de la Société s'engagent à encourager et favoriser l'établissement « des organisations volontaires nationales de la Croix Rouge dûment autorisées, qui « ont pour but l'amélioration de la santé, la défense préventive contre les maladies « et l'adoucissement de la souffrance dans le monde. »

La création de la Ligue des Sociétés de la Croix Rouge a essentiellement pour but de travailler à réaliser le mandat que leur trace cet article du pacte de la Société des Nations.

Pour faire naître et fructifier l'esprit qui inspire les dévouements, il est de bonne pédagogie de faire appel à la jeunesse ; c'est ce que développe l'un des adjoints du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Directeur général dans un article de ce même numéro intitulé « Une valeur nouvelle en matière d'éducation ».

Ce rapide aperçu sur quelques-uns des articles que groupe un seul numéro de *Vers la Santé* montre quelle est la haute portée de cette publication qui devrait être beaucoup plus répandue en France qu'elle ne l'est jusqu'ici.

***

Telle qu'elle est, dans la période de début, l'œuvre de la Ligue des Sociétés de la Croix Rouge est déjà considérable.

Nous remercions vivement ses directeurs de la communication qu'ils ont faite à notre Société des quelques documents essentiels relatifs à l'œuvre qu'ils poursuivent. Par la publication de la présente note nous espérons attirer l'attention de tous nos collègues sur cette œuvre admirable dont le développement a déjà été si fertile en résultats bienfaisants pour l'humanité et le sera de plus en plus.

E. GRUNER,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTE DU COMITÉ DE COMMERCE

La carte géologique du Congo belge de M. P. Fourmarier.

M. P. Fourmarier, le distingué professeur à l'Université de Liége, membre correspondant de l'Académie royale de Belgique, vient de publier à la *Revue universelle des Mines* (7e série, tome IV, n° 4) une carte géologique du Congo belge à l'échelle du 1/4.000.000.

Cette carte, au point de vue géographique, a été dressée à la « *Royal geographical Society* » sous la direction de la Section géographique de l'État-Major (1), M. Fourmarier avait eu l'occasion de visiter cette belle et immense colonie où nos amis belges ont su exercer la plus brillante activité, tant au point de vue industriel qu'au point de vue scientifique.

La carte est accompagnée d'un mémoire qui résume très utilement les connaissances géologiques actuelles, non seulement sur le Congo belge, mais aussi sur le Moyen Congo français, le Gabon méridional et une grande partie de l'Oubangui, subdivisions de notre non moins vaste colonie de l'Afrique équatoriale française (anciennement Congo français). Ce mémoire porte en outre sur les colonies portugaises de Cabinda et de l'Angola septentrional.

Les territoires ainsi étudiés embrassent donc le bassin du fleuve Congo tout entier, s'étendent de plus sur la zone côtière de l'Atlantique et vont du nord de la colonie anglaise de la Rhodésie septentrionale au sud du Haut-Oubangui et de son affluent le M'Bomou.

M. Fourmarier a exposé en 26 pages, les résultats des explorations géologiques faites par lui-même ainsi que par de nombreux géologues et ingénieurs belges, dont les principaux sont : MM. Peschel-Lœsche, Dupont (1889), J. Cornet (1897), Henry (1922-1923), Robert (1923), etc. M. J. Cornet a publié dans les *Annales de la Société géologique de Belgique* une bibliographie importante du bassin du Congo (1913-1914).

M. Fourmarier expose d'abord que cette partie de l'Afrique centrale présente, en bordure de l'Atlantique, une *zone littorale*, caractérisée par des couches faiblement inclinées, avec fossiles des époques crétacique et tertiaire, allant se raccorder à celles du Sahara et du Soudan, s'étendant le long de l'Océan indien.

Une longue chaîne métamorphique cristallophyllienne et cristalline, les Monts de Cristal, heurte cette zone à l'est et se prolonge : au nord entre les bassins du Congo et du lac Tchad; à l'est dans les plateaux de l'Ituri, les hauteurs du Katanga; au sud vers la Rhodésie, et à l'ouest vers le Benguela. Cet ensemble constitue donc une bordure surélevée, entourant une dépression centrale en forme d'immense

(1) Cette carte a fait l'objet d'une brochure distincte intitulée : **Carte Congo belge**, par M. P. Fourmarier. Une brochure (24 × 15 cm) extraite de la *Revue universelle des Mines*, du 15 novembre 1924, p. 182-208, avec une carte en couleurs, Liége, Imprimerie H. Vaillant-Carmanne 4, place Saint-Michel.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuvette à fond plat, qui correspondait autrefois au bassin hydrographique du Congo, et constituée par des couches sensiblement horizontales, légèrement relevées vers les bords.

Ces couches peuvent se rapporter à l'époque du *Trias supérieur* ou au *Rhétien*, d'après leur faune. Les terrains y sont légèrement plissés et reposent en discordance sur des terrains plus anciens, dont le plissement a été plus intense.

Dans la partie orientale de la colonie se trouvent des volcans récents, dont quelques-uns, dans le Kivu et le Ruwenzori, sont encore en activité.

M. Fourmarier développe en détail les éléments de ces terrains, leur stratigraphie, leur tectonique, et enfin les richesses minières qu'ils renferment.

1re PARTIE : STRATIGRAPHIE.

Au point de vue stratigraphique, M. Fourmarier décrit : 1° Les terrains plissés; 2° Les terrains légèrement plissés ou ondulés; 3° Les terrains horizontaux de l'intérieur du continent; 4° Les terrains de la région du littoral; 5° Les dépôts superficiels; 6° L'âge des terrains sédimentaires du Congo belge.

1° LES TERRAINS PLISSÉS. — Dans les terrains plissés, le manque de fossiles oblige à établir leur stratigraphie, basée seulement sur les discordances de stratification et les variations de métamorphisme. L'auteur distingue ainsi :

a) *La série cristalline*, qui constitue les terrains plissés les plus anciens (gneiss, micaschistes, quartzites, phyllades, conglomérats, calcaires cristallins, traversés par des massifs granitiques (pegmatites, aplites, etc., diorites et dolérites etc., et magnétites);

b) *La série métamorphique*, d'origine sédimentaire (schistes, phyllades, quartzophyllades, quartzites, poudingues, calcaires). Il signale, au contact des terrains métamorphiques et des terrains plus anciens, un conglomérat de base. Le type de ces terrains se présente, au Bas-Congo, dans la chaîne des Monts de Cristal, et aussi dans le nord-est de la colonie. Ils ont été étudiés par le Colonel Henry (1922-1923) dans la région d'Albertville et dans le Maniema, aussi dans le Katanga et l'Urua par MM. J. Cornet et par M. Studt;

c) *La série schisto-calcaire*. — Cette série, plus récente que les précédentes, étudiée par M. J. Cornet dans le nord du Katanga, a été divisé en deux *systèmes* : ceux du *lac Kabele* et du *Lubudi*. Ce dernier a servi de type et se compose de poudingues, de schistes argileux, charbonneux, grès et quartzite, de calcaires accompagnés de dolomies. Il a été rencontré dans de nombreuses régions de la colonie. M. Fourmarier en donne les détails, d'après les écrits de MM. J. Cornet, Studt, Robert, Henry. Ces derniers ont attribué à la série schisto-calcaire du Lubudi, une épaisseur totale de 1.800 m environ.

Ces terrains sont surmontés, au Bas-Congo, par une formation de schistes et de grès rouges, rattachés au système du Kundelungu et du Kantaga, mais l'absence de fossiles ne permet pas de certitude.

A la base de la série schisto-calcaire se présente, au Bas-Congo, un conglomérat glaciaire, dont on ne peut guère préciser l'époque, des dépôts glaciaires de différentes époques ayant été reconnus tant en Afrique australe que dans l'Afrique centrale.

2° LES TERRAINS LÉGÈREMENT PLISSÉS OU ONDULÉS. — L'auteur décrit les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

terrains plissés, ceux légèrement plissés ou horizontaux qui recouvrent le substratum dans la grande dépression du Congo. Il résulte des travaux de M. J. Cornet, les subdivisions suivantes, de la base au sommet : *systèmes du Kundelungu, du Lualaba et du Lubilache.*

Leur ensemble est considéré comme pouvant se raccorder à la grande série du karroo de l'Afrique australe, bien qu'il existe des discordances très nettes, au Congo belge, entre le premier système et les autres. C'est seulement par des arguments paléontologiques qu'on a pu établir ce raccord des systèmes supérieurs belges et de la série du karroo.

M. Fourmarier décrit en détail les trois systèmes belges.

3° Les terrains horizontaux de l'intérieur du continent. — Ces terrains, se rapportant aux époques crétacique et tertiaire, ont été divisés en deux *systèmes* : ceux du *Lubilache* et du *Lualaba*, et il attribue au système de Lualaba, les lambeaux de conglomérats et de terrains à charbon du fossé de l'Upemba, constituant les bassins charbonniers de la Luena, de Luweisha et de la Shina.

Également dans le même système, il faut signaler la présence de deux zones d'argilite vert et rouge et de deux zones grèseuses renfermant des couches bitumineuses.

La zone d'argilite et de schiste vert est la plus riche en huiles.

Le système de Lubilache est constitué par des grès très tendres ou bien durs et agglutinés par la silice. Ces grès recouvrent toute la région centrale du bassin congolais avec une épaisseur atteignant souvent près de 1.000 m.

4° Les terrains de la région du littoral. — On y a distingué deux séries :

a) *La série inférieure*, formée de grès rouges bigarrés et de grès bitumineux dans l'Angola, de grès grossiers et rougeâtres dans le Bas-Congo (Gîte de Chipanga), dont on retrouve l'équivalent dans les grès sublitoraux rouges et blancs du Gabon.

b) Une *série supérieure*, formée de marne, de calcaire marneux et de grès calcaires, d'origine marine, rapportée par M. Leriche, d'après leur faune, au montien, au landénien et à l'éocène inférieur.

5° Les dépôts superficiels. — Ces dépôts ont parfois une épaisseur énorme; ils constituent des alluvions lacustres, mises à découvert par l'abaissement des eaux dû au creusement du lit.

Ils sont composés de latérites d'une importance considérable, auxquelles se rattachent les bauxites et les minerais de fer.

M. Fourmarier rappelle que, dans ces dépôts, se sont produits également des phénomènes de silicification, donnant naissance aux grès polymorphes du Lubilache.

Les terrains superficiels, provenant de la décomposition des roches calcaires donnent des terrains très fertiles.

6° L'age des terrains sédimentaires du Congo belge. — A) Les *dépôts superficiels* sont d'époque moderne ou immédiatement antérieure. On peut les rattacher au tertiaire supérieur et à l'époque actuelle.

B) Les *dépôts de la zone littorale* sont fossilifères à Landana et au Chiloango (Cabinda) et ces dépôts se prolongent en territoire belge. On les a rapportés aussi au montien, rangés soit dans le crétacé tout à fait supérieur, soit dans l'éocène ancien (paléocène).

Les grès sublittoraux du Bas-Congo se rattachent aux grès à charbon de Dembe,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de Dondo, de l'Angola portugais, rangés dans le trias supérieur, peut-être aussi appartenant au crétacique inférieur.

a) Les couches de Lubilache ont présenté à Lukuga des éléments fossilifères;

b) Les couches de Lualaba ont fourni, à leur tour, des restes de poissons, dont la détermination a permis de les rapporter au trias supérieur ou au rhétien.

Les couches à charbon de la Lukuga ont donné des débris végétaux qui permettraient de les rapporter au trias supérieur, c'est-à-dire au même âge ou plutôt à un âge plus ancien que les schistes bitumineux de Stanleyville.

Ainsi, les systèmes du Lualaba et de Lubilache seraient datés à la base par le sommet du permien, et vers le haut par le jurassique, mais, dans toutes les séries plus anciennes, aucun reste organique n'ayant été rencontré, leur âge reste donc douteux.

c) Quant au système du Kundelungu, il est admis comme étant équivalent au karroo inférieur de l'Afrique australe, en raison de ressemblances lithologiques et de la présence d'un conglomérat glaciaire à la base. Toutefois, certains auteurs ont rattaché ce système au Waterbeg du Transvaal, qui est probablement devonien, opinion à laquelle se rallierait M. Fourmarier.

d) Terrains plissés. — Le manque de fossiles et la discordance de stratification sensiblement constante avec les autres formations ne permettent guère d'avoir une opinion sur leur âge. Toutefois, MM. Delhaye et Sluys ont proposé de rattacher au système de Kundelungu, la série schisto-calcaire du Bas-Congo qui débute par un conglomérat glaciaire paraissant permettre d'en faire l'équivalent du karroo inférieur; mais alors ceci détruirait l'opinion qui rapporte le Kundelungu au devonien.

La série du karroo surmontant le carbonifère tout à fait supérieur, la série du Lubudi représenterait le devonien et peut-être le carbonifère inférieur, et les terrains métamorphiques du Congo seraient l'équivalent du silurien, par assimilation avec le paléozoïque européen.

L'auteur signale que dans les calcaires de l'Angola, on a découvert un orthocère non déterminé.

M. Fourmarier pense, en résumé, que d'après la répartition des facies et des zones de plissement, le substratum plissé du centre africain ne peut être plus récent que le silurien.

7° Les roches éruptives. — Les roches éruptives (granit, syénite et de nombreux dykes de roches basiques) ont traversé les terrains cristallophylliens et même tous les terrains anciens y compris la série schisto-calcaire.

On a constaté des cheminées ou *pipes* de kimberlite analogues à celles de l'Afrique australe.

Enfin, à l'époque récente, les phénomènes éruptifs se manifestent par des volcans en activité à la frontière nord-est de la colonie dans les massifs des Monts Virunga et entre les lacs Albert et Édouard, au pied du Ruwenzori, ayant donné d'énormes accumulations de laves à leucite.

2e Partie : tectonique.

Au point de vue tectonique, les terrains sédimentaires du Congo belge sont divisés en deux groupes : 1° ceux qui sont nettement plissés; 2° ceux qui sont horizontaux ou légèrement plissés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° Les terrains sédimentaires nettement plissés sont disposés en bandes parallèles, orientées du nord-ouest au sud-est, dans la région des Monts de Cristal, à l'est de la zone littorale. Les plis y sont de même sens et on peut croire que leur structure résulte d'accentuations successives d'une zone de plissement, plutôt que de plissements indépendants les uns des autres. La dernière accentuation serait postérieure au dépôt de la série schisto-gréseuse du Bas-Congo (Kundelungu). Ce qui a servi d'argument à MM. Delhays et Sluijs pour reporter la base des formations permo-triasiques au conglomérat de base de la série schisto-calcaire.

La structure tectonique de la région est complexe.

Nous en reproduisons quelques exemples :

Au Sud du fleuve Congo, la direction des couches schisto-calcaires et de leur substratum métamorphique change brusquement et s'accompagne de fracture : ce serait une sorte de rebroussement. Une disposition analogue s'observe, en effet, comme nous l'avons nous-même constaté au Congo français, dans les régions minières et cuprifères de M' Boko-Songo, de Mindouli et du Djoué. C'est pourquoi, vers le nord-ouest, les calcaires font place aux roches schisteuses de la série métamorphique qui présente un grand développement.

Dans le bassin de la Sangha, dans l'Oubangui et en amont de Wadda, la formation métamorphique est très développée et s'oriente est-ouest.

Dans les régions nord-est, la colonie présente un vaste massif de terrains cristallophylliens et métamorphiques. La série schisto-calcaire affleure en formant un synclinal orienté sud-ouest — nord-est, à ennoyage vers le sud-ouest, dans la vallée de l'Aruwimi, de l'Ituri et de la Lindi.

Les terrains plus récents, et notamment le Kundelungu, quoique discordants sur la série schisto-calcaire, suivent sensiblement l'allure de celle-ci, en analogie avec celle du Bas-Congo.

Entre le Lualaba et le Tanganika les terrains cristallophylliens et métamorphiques sont très développés, le plus souvent orientés nord-ouest — sud-est; mais au sud de la Lukuga, nord-est — sud-est, et vers l'ouest, avec un infléchissement est-ouest. Enfin, au delà du Lualaba un rebroussement nord-est, dit « rebroussement du Ruwe » est le trait caractéristique du Katanga.

Les formations plissées sont affectées de nombreuses failles en relation avec le plissement même dont la règle générale reste à rechercher. Il en est de même des plis déversés qui se sont produits vers le nord-est, dans le Bas-Congo, c'est-à-dire de la chaîne cristallophyllienne vers la cuvette centrale.

Les plissements antérieurs au dépôt des couches permo-triasiques sont, suivant M. Fourmarier, d'âge antérieur au carbonifère supérieur; ils peuvent être de même âge que les plissements hercyniens de Belgique, à moins qu'ils ne soient un peu plus récents que les plis de l'Ardenne.

M. Fourmarier ajoute que si la découverte de fossiles venait à montrer que ces calcaires du Bas-Congo sont beaucoup plus anciens, ainsi qu'il le pense, c'est peut-être aux plissements calédoniens qu'il faudrait rattacher les dislocations des terrains paléozoïques du Congo.

2° Terrains horizontaux et terrains légèrement plissés. — L'auteur a divisé les terrains sédimentaires du Congo belge en deux groupes : ceux nettement plissés et ceux horizontaux ou légèrement plissés. Il a montré que ces derniers ont subi

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des effets orogéniques qui leur donnent une disposition générale ayant la forme d'une large cuvette, dont la partie centrale se trouve située vers la grande boucle du fleuve Congo et que les terrains anciens forment la bordure de cette cuvette.

L'auteur a déjà signalé la discordance de stratification entre le Kundelungu et les terrains plus récents, de sorte que ces derniers (Lualaba-Lubilache), sont en transgression sur les terrains plissés, résultant de mouvements du sol antérieurs au système du Lualaba. Dans son mémoire figure un croquis du système du Kundelungu montrant son extension probable, en supposant enlevés les terrains plus récents.

Quant aux systèmes Lualaba et Lubilache, la direction de la bordure, tout autour de la large cuvette qu'ils forment, paraît avoir été orientée par les terrains anciens. Les caractères les plus marqués de la tectonique de ces terrains résultent de la présence de grandes fractures radiales, développées surtout dans l'est de la colonie. Ces fractures sont de deux directions principales, nord-est — sud-ouest et sud-ouest — nord-est. Il s'y ajoute une troisième direction : est-ouest dans le Katanga.

Elles délimitent un réseau de massifs surélevés et de fosses effondrées, qui expliquent les caractères géographiques du pays et notamment les grands lacs du centre africain, les bassins sans écoulement et le réseau hydrographique résultant du jeu compliqué de ces accidents.

L'auteur signale un parallélisme frappant entre ces failles radiales et la direction des plis, bien que ces phénomènes soient distincts. Il observe, avec raison, que des dislocations de ce genre existent également dans la zone côtière.

Nous les avons constatées nous-même, au cours de notre mission de 1906-1907, dans la région cuprifère du versant méridional du fleuve Niari, et nous avons relevé leur importance au point de vue de la formation et de la recherche des gisements de cuivre de cette région (2).

M. Fourmarier ajoute que ces fractures ont joué à diverses reprises et jusqu'à une époque très récente, et l'on peut croire qu'elles sont encore en mouvement, causant des tremblements de terre, surtout nombreux dans l'est. Il ajoute que c'est l'action continue de ces dislocations qui permet d'expliquer le rajeunissement marqué du relief du pays et probablement aussi la forme générale du continent africain.

Nous partageons cette opinion, justifiée par nos propres observations, non seulement dans le bassin du Congo, mais aussi en Afrique australe, dans les régions voisines du golfe de Guinée (Gabon et Côte d'Ivoire).

3e PARTIE : RICHESSES MINIÈRES.

Le mémoire de M. Fourmarier donne en outre des détails sur les richesses minérales du Congo. Il montre que leur répartition — et cette interprétation est très importante — est la conséquence directe de l'évolution géologique du pays.

Dans la série des terrains horizontaux, l'absence de métamorphisme n'est pas

(2) J. MARC BEL, *Rapport sur une mission au Congo français*, 1906-1907 (*Nouvelles archives des missions scientifiques*, t. XVI. Avec 9 planches et cartes); MISSION BEL AU CONGO FRANÇAIS (*La Géographie, Bulletin de la Société de Géographie*, mars 1908, avec une carte dans le texte); BEL, *Les Richesses minérales du Congo français* (*Revue universelle des Mines de Liège*, etc., t. XXII 4e série, 1908 et *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, Saint-Étienne, t. X, 1909, p. 337-364, avec photographies).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

favorable à la présence de gisements métallifères. Toutefois, nous ferons remarquer que certaines parties du gisement de cuivre, que nous avons observées nous-mêmes au Congo français dans le bassin du Niari, peuvent être en partie le résultat d'épanchements dans les terrains supérieurs horizontaux ou peu inclinés, en nappes interstratifiées; mais provenant de la profondeur et des failles ou fractures, ainsi filoniennes, décrites plus haut; si bien que certains explorateurs de ces gisements de cuivre ont pensé qu'ils n'étaient que le résultat de dépôts superficiels, ne s'étant pas rendu compte de leur véritable origine hydrothermale par les fractures filoniennes de la profondeur. Nos propres travaux souterrains nous ont permis de constater l'existence de ces filons de fracture à remplissage de minerais souvent sulfuré, tels que la galène et la pyrite (3).

La série des terrains horizontaux a présenté au Congo belge les gisements de houille de Dukuga et de la Lukuga, de la Luena, de la Kasope (affluent du Lualara), etc. et des schistes bitumeux dans les bassins de Stanleyville et Ponthiersville. Ces dépôts sont du système du Lualaba.

Le bitume se trouve dans les grès sublittoraux à Chipanga.

Dans l'Angola, on a trouvé des couches charbonneuses antérieures au crétacique, rapportées au karroo, mais que M. Fourmarier rattache plutôt au système du Lubilache ou du Lualaba.

Des dépôts calcaires ont été rencontrés dans le Bas-Congo, le Kasaï et le Katanga, aussi dans le système de Kundelungu.

En ce qui concerne les gisements métallifères, l'auteur dit, avec raison, que c'est dans les terrains anciens et métamorphiques qu'il convient de les rechercher, c'est-à-dire en bordure de la grande cuvette congolaise. « C'est là, dit-il, que sont « les gîtes en relation directe avec les roches de profondeur, les gîtes filoniens, « ainsi que les roches mères trop pauvres par elles-mêmes mais dont la désagréga- « tion donne naissance à des alluvions riches (or, platine, cassitérite, monazite, « diamant, pierres précieuses). Les points de rebroussement où les dislocations sont « les plus intenses, semblent particulièrement favorables. »

Il ajoute que la cassitérite est en relation avec les roches cristallines acides, consolidées en profondeur, arrivées en surface à la suite d'une érosion intense et qu'on rencontre dans les grands massifs cristallophylliens et notamment au Katanga, où bon nombre de gisements sont orientés sud-ouest — nord-est et dont l'exploitation se fait surtout dans les alluvions et les éluvions qui en dépendent. Enfin, qu'on a trouvé aussi au Katanga, en relation avec les roches granitiques, d'autres minerais intéressants (monazite, zircon, etc.).

M. Fourmarier fait remarquer que les venues de roches basiques (diorite et diabase), étant en relation avec les massifs anciens, peuvent être considérées comme les roches mères de l'or. Il en est ainsi dans les gisements aurifères de Dimba (Mayumbe) qui ont une origine analogue ainsi qu'au Katanga.

Dans la région du Kasaï et de l'Aruwimi, il rappelle qu'on a trouvé des gisements alluviaux de diamant, dont l'origine provient des roches basiques, d'âge antérieur au Kundelungu : « Ce sont des roches analogues, mais plus récentes, « qui remplissent les *pipes* diamantifères du massif des monts Kundelungu, *pipes* « que l'on peut comparer aux cheminées à kimberlite de l'Afrique australe. »

(3) J. M. Bel, *op. cit.*, et en outre : *Gisements miniers et projets de chemins de fer au Congo* (*Bull. de la Société des Ingénieurs coloniaux*, Paris 1908).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il signale enfin des amas de minerais de fer (hématite et magnétite) dans la série cristallophyllienne et qu'il considère comme d'anciens gîtes sédimentaires métamorphisés.

M. Fourmarier termine son remarquable travail en parlant des gîtes de cuivre du Katanga, qui appartiennent à la série métamorphique et à la série schisto-calcaire. « Ce sont des gîtes d'imprégnation, dit-il, qui, en surface, donnent des mine-« rais oxydés et carbonatés et qui en profondeur donneront, sans doute, des gîtes « sulfurés. Le cuivre y est accompagné de cobalt et d'un peu d'or; c'est dans « l'exploitation des gisements de cuivre que l'on a découvert les minerais radio-« actifs au Katanga, venues filoniennes probablement en relation en profondeur, « comme les gîtes de cuivre, avec des masses cristallines. »

L'auteur dit ensuite qu'il existe des gîtes de cuivre dans le Bas-Congo, concentrés principalement au contact de la série schisto-calcaire, avec des terrains gréseux qui les recouvrent, et que ces gîtes sont surtout développés aux environs de M'Boko-Songo et de Mindouli, au Congo français. Il en est ainsi, en effet, comme j'ai pu le constater moi-même. Nous devons y ajouter ceux des mines du Djoué, situées à 80 km au nord-nord-ouest — sud-sud-est de Brazzaville, pour la reconnaissance et le développement desquelles nous avons nous-mêmes effectué quatre autres missions successives au cours des années 1911, 1913 et 1917. En connexité avec les minerais de cuivre, on y rencontre en outre des minerais de zinc, de plomb et d'argent natif. Nous y avons reconnu en outre la présence de la wulfénite (molybdate de plomb), à l'état de remarquables cristaux rouges quadratiques aplatis (que nous avons fait déterminer par M. le professeur Termier, de l'École nationale supérieure des Mines de Paris, membre de l'Institut).

M. Fourmarier signale enfin la présence, à Ruwe, dans le Kundelungu, d'un niveau gréseux renfermant des traces d'or et de platine, de palladium et de cuprovanadate de cuivre, et qu'il en est résulté des dépôts alluvionnaires renfermant de l'or et du platine.

M. Fourmarier, en conclusion de son mémoire, s'exprime en ces termes, utiles à retenir : « La géologie nous apprend qu'il existe une relation de cause à effet entre « les gîtes minéraux et les masses minérales sédimentaires ou éruptives. Il est facile « de voir que la distribution des richesses minérales du Congo répond à cette règle. »

Qu'il nous soit permis d'ajouter qu'il en est ainsi également au Congo français, dont la géologie a été beaucoup moins étudiée par nos savants, nos ingénieurs et nos prospecteurs, d'ailleurs bien peu nombreux, qui ont eu à visiter notre vaste colonie. Cela est fort regrettable au point de vue du développement minier d'une contrée qui, d'après ce qui précède, semble devoir être également fertile en découvertes fructueuses.

Notre Afrique équatoriale française n'avait pas encore figuré beaucoup jusqu'ici dans les préoccupations de la France; on s'en occupe un peu plus aujourd'hui. Mais il ne serait que temps de procéder à une étude géologique et minière beaucoup plus complète, qui, au Congo belge, a été si féconde en résultats. Elle promet de l'être aussi sur nos territoires équatoriaux, dont la symétrie géologique avec ceux de nos amis belges est pleine de possibilités et de promesses.

J. M. Bel,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e CONGRÈS TECHNIQUE DE L'ASSOCIATION DES INDUSTRIELS DE FRANCE CONTRE LES ACCIDENTS DU TRAVAIL

(Paris, 4-5 mai 1925).

Le second Congrès technique de l'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail s'est tenu à Paris, les 4 et 5 mai 1925, au Conservatoire national des Arts et Métiers.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale avait délégué, pour la représenter à ce congrès, deux de ses vice-présidents, M. Georges RISLER et M. Ed. SAUVAGE, et deux autres membres de son Conseil, M. J.-M. BEL et M. Léon MASSON.

L'Association remercie la Société d'Encouragement de cette précieuse marque d'intérêt et de sympathie.

SÉANCE D'OUVERTURE DU CONGRÈS.

Le Congrès s'est ouvert le lundi 4 mai, à 9 h., dans le grand amphithéâtre du Conservatoire, sous la présidence de M. PICQUENARD, Conseiller d'État, Directeur du Travail, représentant M. le Ministre du Travail, empêché.

Un grand nombre de membres avaient répondu à l'appel de l'Association.

Parmi les notabilités présentes, on remarquait : M. LABBÉ, Directeur de l'Enseignement Technique, M. GABELLE, Directeur du Conservatoire National des Arts et Métiers, M. GUILLET, Directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures, M. MARTIN, Inspecteur divisionnaire du Travail à Paris, MM. Georges RISLER, Ed. SAUVAGE, J.-M. BEL et Léon MASSON, délégués de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, MM. ANDROUIN, G. BAIGNÈRES et COURTOIS, délégués de la Société des Ingénieurs civils de France, MM. P. ESCHWEGE et J. REY, délégués de la Société Française des Électriciens, M. GUYOT-SIONNEST, délégué du Syndicat des Mécaniciens, Chaudronniers et Fondeurs de France, M. DUTREUX, Président de l'Association Amicale des Anciens Élèves de l'École Centrale des Arts et Manufactures, M. ALLAIS, délégué de la Société des Anciens Élèves des Écoles Nationales d'Arts et Métiers.

On remarquait également : M. BOCQUET, Directeur de l'Association Normande pour la Prévention des Accidents du Travail, M. DELADRIÈRE, Directeur de l'Association des Industriels de Belgique, M. MASSARELLI, Directeur de l'Association des Industriels d'Italie, M. SCHOLTE, Inspecteur supérieur du Travail en Hollande, M. DULFU, représentant l'Association Patronale Roumaine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La séance s'est ouverte par un discours de M. G. BAIGNÈRES, président de l'Association, qui remercie M. PICQUENARD, et le prie de transmettre à M. le Ministre du Travail l'expression de la gratitude de l'Association. M. BAIGNÈRES remercie également les Membres présents qui ont bien voulu honorer le Congrès de leur présence. Il fait un rapide historique de l'Association, signale la gravité et l'importance du problème des accidents du travail et le lourd tribut que ces accidents imposent à l'industrie. Il exprime le vœu de voir le nombre des adhérents augmenter de plus en plus, au grand intérêt de tous, patrons et ouvriers.

Il a été procédé ensuite à la distribution des récompenses, médailles et diplômes, décernés par l'Association à des ingénieurs et contremaîtres qui se sont occupés d'améliorer les conditions de sécurité du travail et d'hygiène des ateliers.

Il a été procédé également à l'attribution du prix fondé par S. PÉRISSÉ, ancien président de l'Association. Il a été partagé *ex-æquo* entre M. PAGÈS, Ingénieur de la Compagnie de Châtillon-Commentry et Neuves-Maisons à Commentry et M. J. RAVAT, Administrateur-Délégué des Établissements Ravat à Saint-Étienne, pour l'ensemble des importantes mesures de sécurité et d'hygiène qu'ils ont prises dans leurs établissements.

M. PICQUENARD, dans un intéressant discours, a fait observer que le nombre des accidents a certainement augmenté du fait de l'introduction et de la généralisation des machines dans le travail industriel. Il est indispensable de rechercher et d'appliquer des dispositifs protecteurs, mais il ne faut pas que ceux-ci viennent empêcher ou gêner le fonctionnement de l'outil. C'est là ce qui rend les problèmes posés très délicats à résoudre et nécessite l'intervention de spécialistes versés dans ces questions. C'est le rôle qu'a assuré, avec un grand succès et une grande utilité, l'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail. M. PICQUENARD félicite l'Association de fournir aux industriels cette collaboration compétente qui leur est nécessaire et il souhaite que son développement s'accentue de plus en plus.

En terminant, M. PICQUENARD remet, au nom du Ministre, la médaille d'argent des Assurances Sociales à M. Auguste BÉNAC et la médaille de bronze à M. A. CABANTOUS, tous deux Ingénieurs de l'Association.

Communication de M. Maurice Leblanc. — M. Maurice LEBLANC, Directeur technique de la Société Hewittic, a fait une intéressante conférence sur l'*éclairage des usines et des ateliers.*

Il a fait ressortir la grande importance d'un bon éclairage sur le nombre et la gravité des accidents et il a rappelé qu'aux États-Unis on estime que 18 p. 100 des accidents du travail sont dus à un éclairage insuffisant. En France, le Comité national français de l'Éclairage a adopté comme minimum d'éclairement 1,5 lux. En Amérique, ce minimum a été fixé à 2 lux.

M. LEBLANC a examiné ensuite les conditions nécessaires pour réaliser un bon éclairage et il a fait observer que des relevés faits en Amérique ont montré que le nombre des accidents du travail par mois varie en sens inverse de la durée moyenne de l'éclairage naturel pendant ces mêmes mois. Le maximum des accidents est en décembre et le minimum en juin.

Les qualités à rechercher pour un bon éclairage sont multiples. Il faut éviter, tout d'abord, les phénomènes d'éblouissement; il faut aussi se préoccuper de la question des ombres et des contrastes. Un éclairage défectueux peut amener la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diminution ou la perte de la vision chez les ouvriers, ce qui est très préjudiciable au rendement du travail et favorise la production des accidents. La myopie, le nystagmus des mineurs sont amenés par une défectuosité d'éclairage. En terminant, M. LEBLANC a signalé l'utilité d'établir un éclairage de secours, pour éviter les paniques qui peuvent se produire en cas d'extinction totale de l'éclairage normal.

2e SÉANCE DU CONGRÈS.

La seconde séance du Congrès s'est ouverte le 4 mai à 14 h. 30 m., sous la présidence de M. GABELLE, Directeur du Conservatoire National des Arts et Métiers, qui a prononcé une allocution dans laquelle il s'est déclaré heureux que le Congrès ait choisi ce grand établissement d'enseignement populaire pour y tenir ses réunions. Il a félicité l'Association de consacrer ses efforts et ses travaux à la réalisation d'un but aussi généreux et aussi important que la prévention des accidents du travail et l'amélioration des conditions d'hygiène des ateliers.

La réunion a entendu ensuite les communications suivantes :

Communication de M. A. Cabantous. — M. CABANTOUS, Ingénieur de l'Association, a fait une communication sur les *dispositifs de protection pour le travail du bois à la toupie*. Il explique le mode de construction et de fonctionnement de ce dangereux outil, qui tourne à des vitesses atteignant aujourd'hui 8.000 tours par minute.

Il indique que les principales causes d'accidents sont la projection des fers, due à leur rupture ou à leur fixation défectueuse, et le contact des mains de l'ouvrier avec les lames tranchantes.

Il signale les moyens à employer pour éviter ces dangers, décrit plusieurs modes de fixation de l'outil ainsi que des protecteurs contre le contact avec les fers : protecteur à anneaux; protecteur à cylindre tel que le WEBER et MATHON; presseurs horizontaux et verticaux, suivant les besoins et les possibilités du travail.

M. SCHOLTE, Inspecteur supérieur du Travail à La Haye, signale à ce sujet certaines dispositions spéciales employées en Hollande.

Communication de M. Gabriel Courtois. — M. Gabriel COURTOIS, professeur à l'École supérieure d'Électricité, a fait une communication sur les *dispositifs protecteurs contre les tensions anormales et les surtensions dans les réseaux de distribution d'énergie électrique*. M. COURTOIS signale les dangers d'exploitation que présentent certains réseaux par le fait des tensions anormales ou des surtensions. Les causes et la nature de ces surtensions sont très variables et il est impossible d'organiser une protection suffisante au moyen d'un seul dispositif.

M. COURTOIS rappelle qu'en basse tension le courant continu est dangereux à partir de 240 V, et le courant alternatif à partir de 125 V; mais que le danger réside surtout dans l'intensité du courant : un courant de 25 m A à travers le corps humain est généralement mortel.

Le conférencier appelle l'attention sur la protection nécessaire des lignes téléphoniques ou télégraphiques voisines de lignes à haute tension, et indique les précautions indispensables à prendre. Il examine ensuite les surtensions qui affectent les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réseaux de distribution à courants polyphasés. Il les classe en deux grandes catégories : celle d'origine externe et celle d'origine interne. La protection ne peut être réalisée que par une série d'appareils appropriés, les uns d'extérieur, les autres d'intérieur. M. COURTOIS passe en revue ces divers types d'appareils : fil de garde, parafoudres, bobines de self, résistances liquides, appareils à jet d'eau, condensateurs, soupapes Gilles, limiteurs à rouleaux; et termine en donnant le schéma d'un ensemble complet de système de protection contre les surtensions, tel qu'il le conçoit.

M. MASSARELLI, à l'appui des observations de M. COURTOIS, signale les accidents causés par certains appareils portatifs sous courant à basse tension, de 70 à 100 V, tels que des lampes balladeuses, des perceuses électriques, etc... et indique qu'en Italie, un certain nombre de mesures ont été prises pour éviter ces accidents.

Communication de M. Marboutin. — M. F. MARBOUTIN, professeur de Salubrité et d'Hygiène à l'École Centrale des Arts et Manufactures, a fait une communication sur *l'eau potable pour l'alimentation du personnel dans les usines et ateliers*. Dans son intéressante communication, M. MARBOUTIN examine d'abord ce qu'on doit entendre par « eau potable » et passe en revue les divers facteurs qui interviennent à ce sujet : physiques, chimiques et bactériologiques. Il indique les méthodes modernes qui permettent de remédier à la défectuosité d'une eau destinée à l'alimentation et qui peuvent être employées dans les usines : filtration, ébullition, procédés chimiques, action des rayons ultra-violets qui sont d'excellents microbicides.

Communication de M. J. Bocquet. — M. BOCQUET, Directeur de l'Association Normande pour la Prévention des Accidents, a fait une communication sur les *nœuds et amarrages de sécurité*. M. BOCQUET signale le danger des mauvais amarrages et donne comme exemples un certain nombre d'accidents mortels dus à cette cause.

Après une étude analytique des divers nœuds qui servent à l'amarrage des fardeaux au moyen de cordages, il indique qu'il a pu ramener tous les types de nœuds à la combinaison de trois éléments simples : la ganse, la boucle et le nœud simple.

Il effectue devant les auditeurs un certain nombre de ces combinaisons et formule le vœu que l'étude de cette question soit introduite dans le programme des écoles professionnelles.

3e SÉANCE DU CONGRÈS.

La 3e séance du Congrès s'est ouverte le mardi 5 mai, à 9 h., sous la présidence de M. LABBÉ, Directeur de l'Enseignement Technique.

M. LABBÉ a rappelé toute l'importance des mesures de prévention des accidents et insisté sur la nécessité de donner dans les écoles d'enseignement technique, une place à cette grave question. Il faut créer dans les milieux du travail, une mentalité et des habitudes qui aboutiront à faire accepter et appliquer les dispositifs protecteurs. C'est, dès l'école même, aux futurs ouvriers, contremaîtres et ingénieurs, que cette instruction doit être donnée, et que leur attention doit être appelée sur la nécessité des mesures préventives.

Au nom du Sous-Secrétaire d'État de l'Enseignement Technique, M. LABBÉ a

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remis le diplôme d'officier de l'Instruction Publique à M. CAEN, Sous-Directeur et M. MANENS, Ingénieur de l'Association.

Le Congrès a entendu ensuite les communications suivantes :

Communication de M. Manens. — Dans une communication, illustrée de nombreuses projections, *sur la protection des presses typographiques*, M. MANENS, Ingénieur de l'Association, a montré, par quelques chiffres, l'importance des accidents occasionnés par les presses typographiques. Il a passé en revue les divers systèmes de presses employés aujourd'hui : presses à platine, machines en blanc, machines doubles, presses rotatives; et pour chacune de ces presses, il a signalé les principales causes d'accidents et les dispositifs protecteurs au moyen desquels on peut les éviter.

Communication de M. Roux. — M. ROUX, Directeur de la Société d'assurance *La Participation*, a fait une communication *sur le rôle de la Prévention des Accidents du Travail dans l'Assurance-Accidents.* M. ROUX fait observer que les compagnies d'assurances contre les accidents doivent s'occuper d'éviter le mal avant d'avoir à le réparer. Il rappelle qu'en 1912, il y a eu 534.650 accidents du travail, ce qui donne 9 morts et 1.800 blessés par jour, et qu'en 1923 le total des indemnités payées par les compagnies d'assurances-accidents s'est élevé à plus de 773 millions de francs, ce qui, en y ajoutant les indemnités payées par les industriels non assurés, dépasse 1 milliard.

Les compagnies d'assurances ont donc tout intérêt à chercher une réduction du nombre des accidents.

M. ROUX signale qu'en Suisse, la Caisse Nationale d'Assurances a obtenu, par ses efforts, une diminution sensible du nombre des accidents et du taux moyen des primes d'assurances.

En France, la Société *La Participation*, que M. ROUX dirige depuis vingt ans, a réalisé une collaboration entre ses services et l'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail, en prenant à sa charge le paiement des cotisations des industriels. Il indique qu'il a obtenu ainsi de très bons résultats et souhaite que l'exemple donné par *La Participation* se généralise.

M. RAZOUS appuie les conclusions de M. ROUX. Il demande s'il ne conviendrait pas d'intéresser pécuniairement les industriels à la prévention des accidents en laissant à leur charge personnelle une fraction des indemnités que les compagnies d'assurances versent aux victimes. Il voudrait aussi voir intervenir plus fréquemment la prise en considération de la faute grave soit de l'ouvrier, soit du patron. Ne pourrait-on pas, également, exiger des constructeurs qu'ils ne livrent que des machines pourvues d'appareils de protection efficaces.

Communication de M. Rosemberg. — M. ROSEMBERG, Secrétaire général de la Chambre Syndicale de l'Acétylène et de la Soudure autogène, et Directeur de l'Office Central de l'Acétylène et de la Soudure autogène, a fait une communication *sur la sécurité et l'hygiène dans les ateliers de soudure autogène.* M. ROSEMBERG résume, dans sa communication, les prescriptions auxquelles il faut se conformer et les précautions qu'il convient de prendre pour prévenir les accidents qui peuvent se produire dans les installations de soudure autogène.

Il les examine au point de vue de la sécurité et à celui de l'hygiène.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il indique les précautions à prendre dans l'ouverture des fûts de carbure de calcium, dans la manipulation des bouteilles d'oxygène, dans celle des valves de manodétendeurs, et il insiste sur la nécessité d'une soupape hydraulique bien construite.

Au point de vue de l'hygiène, il rappelle les précautions à prendre pour éviter les accidents aux yeux, les brûlures, les intoxications par l'oxyde de carbone ou les vapeurs nocives provenant des impuretés de l'acétylène.

Il remet aux congressistes des exemplaires de notices publiées sur ces questions par la Chambre Syndicale de l'Acétylène et de la Soudure Autogène.

M. MARTIN rappelle, à ce sujet, les mesures édictées par la loi pour l'emploi des appareils générateurs d'acétylène et le classement de ceux-ci parmi les établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

Communication de M. Deladrière. — M. DELADRIÈRE, chef du Service de Vérification et de Contrôle des Chaînes et Câbles de l'Association, fait une communication intitulée : *Comment prolonger la durée de service des câbles métalliques.* M. DELADRIÈRE signale, avec une compétence toute particulière, la relation qui existe entre la sécurité que donne un câble métallique et la durée de ce câble. Il rappelle qu'un câble destiné à un puits de 1.000 m et qui coûte environ 50.000 f, a une durée qui varie de 15 à 30 mois, c'est-à-dire du simple au double, ce qui donne la mesure de l'économie qu'on peut réaliser en permettant la durée maxima de ce câble.

Passant en revue les causes principales de détérioration des câbles, il a signalé parmi elles la mauvaise qualité du métal, une fabrication défectueuse, le mauvais choix du type de câble, un rapport mal établi entre le diamètre du câble et celui des poulies d'enroulement, l'obliquité du câble par rapport au plan des appareils d'enroulement, le mésusage et le mauvais entretien, l'insuffisance de contrôle.

Il a indiqué ensuite les remèdes qu'il convient d'apporter : amélioration de la qualité des fils, fabrication soigneuse du câble, choix éclairé du type de câble, conditions de bon entretien et d'usage rationnel, surveillance attentive et fréquente du câble.

4e SÉANCE DU CONGRÈS.

La 4e séance du Congrès s'est ouverte le mardi à 14 h. 30 m., sous la présidence de M. L. GUILLET, directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures.

Après une allocution de M. GUILLET, le Congrès a entendu les communications suivantes :

Communication de M. L. Arnaud. — M. ARNAUD, chef du Service Électrique de l'Association, a fait une communication *sur les installations électriques dans les usines.* M. Arnaud passe en revue, d'une manière très détaillée, les précautions multiples à prendre dans l'installation des canalisations électriques. Il rappelle qu'aux lois et règlements officiels, qui forment déjà un volume de plus de 700 pages, s'ajoutent les règlements officieux des divers sections de l'Union des Syndicats de l'Électricité. Le relèvement de 125 à 250 V de la limite de la tension alternative des installations de première catégorie exige des précautions particulières au point de vue de la sécurité.

C'est surtout à la question des canalisations intérieures que s'attache M. ARNAUD. Il examine successivement :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° le conducteur isolé sur poulies porcelaine;
2° le conducteur isolé sous moulure;
3° le conducteur isolé sous tube armé;
4° le conducteur sous plomb;
5° le conducteur sur isolateurs d'extérieur;
6° le câble non enterré.

Pour chacun de ces procédés, il donne un ensemble de règles pratiques pour éviter les défectuosités d'installation et pour parer aux risques d'électrocution ou d'incendie.

Communication de M. F. Marboutin. — M. MARBOUTIN, dont nous avons signalé la première communication sur l'eau potable dans les ateliers, en a fait une seconde sur *l'énergie radiante des corps incandescents*. M. MARBOUTIN expose qu'à la suite de plusieurs cas de mort ayant frappé, à divers moments, des ouvriers employés à travailler devant un four, il a été amené à rechercher si ces cas mortels ne seraient pas dus à des radiations dangereuses provenant des corps incandescents.

Les expériences auxquelles il s'est livré à ce sujet l'ont amené à constater qu'au-dessus de 1.000° environ, ces corps émettent des radiations ultra-violettes dont l'influence nocive est bien connue. Il souhaite que l'étude de cette question soit poursuivie et que l'on recherche si l'on ne pourrait arriver, par l'emploi de fines toiles métalliques, de vapeur d'eau ou même de poussières légères, à éviter le danger de ce rayonnement.

M. GUILLET indique la complexité du problème que pose l'hypothèse envisagée par M. MARBOUTIN, et il l'engage vivement à continuer ses recherches en faisant appel à la haute autorité de M. Daniel BERTHELOT, qui pourra l'aider puissamment à résoudre cette importante question.

Communication de M. V. Schilt. — M. SCHILT, ex-capitaine ingénieur du Régiment de Sapeurs-Pompiers de Paris, chef du Service « Incendie » de l'Association, a fait une communication sur *la lutte contre l'incendie dans les usines*. Après avoir signalé les conséquences multiples et désastreuses qui peuvent être la conséquence de l'incendie d'une usine, M. SCHILT a divisé son étude en trois parties :

1° Mesures préventives, ayant pour but d'éviter, autant que possible, les causes de feu, d'empêcher la propagation de l'incendie et de localiser le sinistre;

2° Mesures de sécurité permettant l'évacuation rapide du personnel en cas d'incendie;

3° Moyens de secours permettant d'attaquer le feu dès son début et de combattre efficacement l'incendie lorsque les premiers secours ont été insuffisants.

Pour les mesures préventives, M. SCHILT conseille l'emploi de matériaux non combustibles, le cloisonnement de l'usine avec emploi de murs coupe-feu et de portes isolantes à fermeture automatique, la réduction du nombre des baies au minimum nécessaire, l'emploi du verre armé, l'isolement des cages d'escalier, l'ignifugation des matériaux combustibles et l'organisation d'un service de rondes après le départ du personnel.

Comme mesures de sécurité pour évacuer rapidement le personnel, étudier la meilleure disposition des portes et des escaliers, tenir les dégagements toujours libres de tout obstacle, éviter les culs-de-sac, éclairer convenablement les chemins donnant accès aux sorties et signaler celles-ci par des flèches de direction.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, pour les moyens de secours, emploi d'extincteurs portatifs, et parmi eux, M. SCHILT indique sa préférence pour les seaux-pompes, établissement d'extincteurs automatiques tels que le « Grinnell », emploi de pompes et de moto-pompes.

M. MASSARELLI, à l'appui des conseils si judicieusement donnés par M. SCHILT, appelle l'attention sur l'utilité des portes ouvrant de l'intérieur vers l'extérieur, et sur celle des échelles de sauvetage à l'extérieur des bâtiments. Il souhaite que des expériences soient entreprises pour préciser les conditions dans lesquelles on peut faire emploi d'extincteurs au tétrachlorure de carbone, sans être exposé au danger d'intoxication.

M. G. BAIGNÈRES, Président de l'Association, a déclaré clos les travaux du Congrès et indiqué que toutes les communications présentées seraient insérées *in extenso* dans le Bulletin de l'Association.

Le programme comportant, à l'issue du Congrès, une *visite de l'École Nationale des Arts et Métiers de Paris*, tous les assistants s'y rendent et sont reçus par l'aimable et distingué Directeur de l'École, M. NARDON, qui leur fait visiter les ateliers de forge, d'ajustage, de modelage, de fonderie, où de nombreux dispositifs de sécurité et d'hygiène sont appliqués.

L'attention des visiteurs est appelée sur les laboratoires, salles de manipulations et d'essais, qui sont pourvus de l'outillage le plus moderne et le plus perfectionné.

Avant de quitter l'École, M. BAIGNÈRES remercie vivement M. NARDON de l'accueil qu'il a fait aux congressistes et le félicite de la bonne tenue et de la parfaite organisation de l'École qu'il dirige avec tant d'autorité.

H. MAMY,
directeur de l'Association des Industriels de France contre les Accidents du Travail.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

3e SESSION DE LA CONFÉRENCE INTERNATIONALE DES GRANDS RÉSEAUX ÉLECTRIQUES A HAUTE TENSION

(Paris, 16-25 juin 1925).

La troisième session de la Conférence internationale des Grands Réseaux électriques à Haute Tension (1) vient de s'achever. La Conférence a tenu sa première session en 1921 et depuis lors son importance n'a fait que croître, ainsi que le montrent les nombres suivants :

Sessions.	Nombre de pays participants	Nombre d'associations ou d'administrations représentées.	Nombre de délégués non français.	Nombre de rapports (non compris les rapports purement descriptifs non soumis à la discussion).
—	—	—	—	—
1921	12	19	53	45
1923	20	37	143	49
1925	25	50	225	99

Caractéristiques de la troisième session. — Les faits les plus caractéristiques ont été les suivants :

1° Plusieurs pays avaient créé des comités nationaux destinés à recruter des adhérents pour la Conférence et à provoquer la préparation des rapports.

Le fonctionnement de ces comités nationaux, notamment en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas et en Italie, a donné de très heureux résultats ;

2° Un grand nombre de gouvernements ont envoyé des délégués à la Conférence ; c'est notamment le cas de la Grande-Bretagne, de la Belgique, des Pays-Bas, de la Suède, de la Norvège, de l'Italie, de la Tchécoslovaquie, de la Pologne, du Japon, de la France et de la Turquie. Ce pays a délégué à la Conférence M. Ali Riza, sous-secrétaire d'État au Ministère des Travaux publics ;

3° Certaines délégations ont atteint un effectif qui n'avait encore jamais été réalisé : l'Empire britannique comptait 35 délégués, l'Italie 30, la Belgique 29, la Russie 23.

Pays représentés. — Les pays représentés, au nombre de 25, étaient les suivants : Afrique du Sud (1 délégué), Australie (5 délégués), Autriche (2), Belgique (29), Canada (1), Danemark (1), Espagne (13), États-Unis (9), Finlande (2), France (200), Grande-Bretagne (27), Hongrie (2), Inde anglaise (1), Italie (30), Japon (6), Luxem-

(1) Secrétariat général : 25, boulevard Malesherbes, Paris (8e).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bourg (1), Norvège (6), Pays-Bas (14), Pologne (8). Roumanie (6), Russie (23), Suède (3), Suisse (16), Tchécoslovaquie (6), Turquie (3).

En outre, la Commission électrotechnique internationale, sous le patronage de laquelle a été constituée et fonctionne la Conférence, était représentée par son président d'honneur M. Mailloux, son président M. Semenza, et son secrétaire général M. Le Maistre.

L'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique était également représentée, notamment par son vice-président M. Eschwege et par son délégué général M. Brylinski.

Rapports présentés. — Il a été présenté à la Conférence 99 rapports, parmi lesquels 37 rédigés à la fois en français et en anglais, 36 en français, 26 en anglais.

Le nombre des rapports envoyés aux membres de la Conférence avant le commencement des réunions ou qui leur ont été distribués pendant la session, soit en français, soit en anglais, a été de 81.

Les 18 autres rapports ont été apportés par les auteurs au cours même de la session.

Les pays qui ont présenté le plus grand nombre de rapports sont : France, 24; Grande-Bretagne et Dominions, 14; Italie, 13; Pays-Bas, 8; Japon, 7; Suisse, 6; Hongrie, 5; Suède, 5; États-Unis, 4; Norvège, 4; divers, 9.

Plusieurs de ces rapports ont été accompagnés de projections ordinaires, de projections stéréoscopiques, de vues cinématographiques ou d'expériences, et l'un d'eux par l'exposition d'une machine construite spécialement pour appuyer la démonstration (Pays-Bas).

Séance d'ouverture et renouvellement du Bureau. — La séance d'ouverture eut lieu le 16 juin à 16 h., au Ministère des Travaux publics, sous la présidence de M. Pierre Laval, ministre des Travaux publics. Sur la proposition du Bureau furent élus par acclamations et à l'unanimité :

Comme présidents d'honneur : MM. Blondel, Semenza et Mailloux;

comme vice-présidents d'honneur : MM. Del Buono (Italie) et Borgquist (Suède);

comme président : M. Legouëz (France);

comme vice-présidents : MM. Bauer (Suisse), Bellaar Spruijt (Pays-Bas), Gevaert (Belgique), Woodhouse (Grande-Bretagne); comme secrétaire général : M. Tribot Laspière (France). Furent en outre élus : comme vice-présidents : MM. Sartori (Italie), Drewnowski (Pologne) et Norberg Schulz (Norvège).

Les bureaux des 3 sections furent ensuite formés comme suit :

1re *section* : Président : M. Roth (France); — vice-présidents : MM. Chatelain (Russie), Takahashi (Japon); — secrétaires : MM. Beck (Autriche), Akil Bey (Turquie).

2e *section* : Président : M. Duval (France); — vice-présidents : MM. Wilczek (Hongrie), Kneidl (Tchécoslovaquie); — secrétaires : MM. Busila (Roumanie), Ylostalo (Finlande).

3e *section* : Président : M. Pinson (France); — vice-présidents : MM. Redondo (Espagne), Holmer (Suède); — secrétaires : MM. Thrige (Danemark), Dumont (Luxembourg).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Séances de travail. — Six journées pleines furent consacrées aux séances de travail, de 9 h. 30 m. à 12 h. et de 14 h. 30 m. à 19 h.

A partir de 15 h. 30 m. un buffet était ouvert aux membres de la Conférence, qui avaient ainsi la facilité de causer ensemble et de faire plus ample connaissance.

Des sténographes prenaient en français et en anglais l'intégralité des discussions; elles seront reproduites dans les comptes rendus de la Conférence.

Visites, excursions et réceptions. — Le 20 juin eurent lieu les visites de l'Exposition des Arts décoratifs, du Laboratoire à 1.000.000 V d'Ivry, de la grande centrale de Saint-Ouen (180.000 kW), de la nouvelle génératrice à 600.000 V construite par les Établissements Gaiffe-Gallot et Pilon, et de la salle d'expérience de la Compagnie des Lampes.

A l'issue de la Conférence a eu lieu la visite de la centrale de Gennevilliers (240.000 kW en fonctionnement, plus 100.000 kW en construction), et de la sous-station à 150.000 V de la Compagnie du Chemin de fer d'Orléans, à Chevilly, près Paris.

Le 21 juin fut organisée une excursion à Fontainebleau avec visite de la station de T. S. F. de Sainte-Assise.

Le 20 juin, 22 représentants furent reçus par M. le Président de la République.

Séance de clôture. — La séance de clôture eut lieu le 25 juin à 9 h. 30 m., sous la présidence de M. Legouëz, président.

Lecture fut donnée des rapports rédigés par les présidents de sections, puis les résolutions suivantes furent adoptées à l'unanimité :

Résolutions. — 1° La quatrième session de la Conférence aura lieu à Paris, comme les précédentes, en juin 1927;

2° Le Bureau est chargé de préparer un règlement concernant l'envoi des rapports par les auteurs. Ce règlement sera appliqué dans toute sa rigueur;

3° La Conférence recommande la création dans tous les pays d'un comité national analogue à ceux qui ont été constitués en Grande-Bretagne, aux Pays-Bas et en Italie et qui ont donné les plus heureux résultats;

4° M. Mailloux est chargé de préparer, avec le concours du Secrétariat général, une enquête internationale sur les conditions d'utilisation des divers combustibles et de présenter avant la quatrième session de la Conférence un rapport détaillé sur cette enquête;

5° La Conférence, sur la proposition de son vice-président M. Norberg Schulz, premier délégué norvégien :

a) décide d'arrêter un modèle de statistique internationale permettant d'établir dans tous les pays, sur une seule et même base, les statistiques de production, de transmission et de distribution de l'énergie électrique, d'analyser et de comparer ces résultats au point de vue économique et d'en tirer des conclusions qui permettront aux entreprises d'améliorer la production et la distribution de l'énergie;

b) charge son Bureau de constituer, pour l'établissement de ce modèle, un comité international qui sera présidé par M. Norberg Schulz ;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6° Sur la proposition de la première section, la Conférence émet à l'unanimité les deux résolutions suivantes :

« I. — La Conférence internationale des Grands Réseaux électriques à Haute Tension,

« considérant l'importance que présentent pour les exploitants des grands réseaux électriques la qualité des huiles minérales employées dans les transformateurs et les interrupteurs, et la nécessité de trouver une méthode d'essai se rapprochant le plus possible des conditions de la pratique pour reconnaître la tendance de ces huiles à former des dépôts au cours de leur emploi,

« considérant les travaux très importants poursuivis depuis plusieurs années dans tous les pays pour déterminer les qualités que doivent remplir les huiles et les méthodes à suivre pour contrôler ces qualités à la réception,

« exprime le vœu que la Commission électrotechnique internationale, qui a déjà pris en main cette étude, établisse un cahier des charges unique et fasse poursuivre par les comités nationaux les recherches en cours en leur faisant parvenir copie du procès-verbal qui résume l'opinion des membres de la Conférence. »

« II. — La Conférence internationale des Grands Réseaux électriques à Haute Tension,

« considérant la tendance qui se manifeste dans les différents pays d'augmenter les conditions de sécurité imposées dans la construction des machines,

« attire l'attention de la Commission électrotechnique internationale sur l'utilité qu'il y aurait à prendre, pour calculer la tension d'épreuve à appliquer aux inducteurs des machines synchrones et des commutatrices, non pas la tension normale aux bornes mais bien la tension qui peut se produire en service. »

7° La Conférence, sur la proposition de la deuxième section, émet le vœu que soient portées au programme de la session de 1927 les questions ci-après :

I. — Étude des essais électriques de choc sur les isolateurs et comparaison avec les essais de haute fréquence. Ces essais seront considérés comme essais de fabrication destinés à déceler les défauts internes ;

II. — Étude des essais combinés mécaniques et électriques et des essais de température, considérés comme essais de type, en vue de rechercher une conclusion sur la conservation et la durée de service des isolateurs ;

III. — Déduire de ces études un règlement international concernant la fourniture et la réception des isolateurs.

Résumé des travaux des sections

Le texte *in extenso* des travaux des sections, c'est-à-dire les rapports et la sténographie des discussions, va être publié sans retard. En attendant voici, ci-dessous résumés, les travaux des sections.

1re SECTION : PRODUCTION DE L'ÉNERGIE. — *Chaudières* (2). — La discussion a montré que le problème du tirage et du chauffage des chaudières n'est pas résolu d'une manière définitive et qu'il y a lieu d'en poursuivre l'étude. Les membres de la Conférence ont manifesté le désir d'y joindre l'étude de la question de l'économie des combustibles, et une enquête internationale va être faite sur ces sujets par

(2) Rapports 4 et 72.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. MAILLOUX afin que la quatrième session ait en mains des éléments complets d'appréciation

Alternateurs (3). — La construction des alternateurs a été examinée dans trois rapports qui ont fait ressortir la tendance de plus en plus accusée chez les constructeurs modernes d'établir les grands turbo-alternateurs avec une réaction d'induit aussi faible que possible afin d'assurer la stabilité de fonctionnement et d'éviter les phénomènes d'auto-amorçage.

Un rapport fort intéressant a donné des renseignements détaillés sur un alternateur construit pour fournir soit du courant à 50 périodes par seconde, soit du courant à 25 périodes afin de répondre aux besoins d'une centrale qui doit momentanément alimenter deux réseaux à fréquence différente.

Le phénomène d'auto-amorçage des alternateurs a été malheureusement laissé de côté en raison de l'absence du principal rapporteur.

La synchronisation des alternateurs à travers des impédances dyssymétriques a été également traitée et a entraîné l'examen de la liaison électromagnétique et électrostatique des conducteurs de lignes entre eux.

Un nouvel appareil sélecteur de synchronisme, permettant de coupler automatiquement les alternateurs à l'instant voulu, a été signalé.

Interconnexion des centrales (4). — Le principe de réciprocité appliqué au calcul et au fonctionnement des grands réseaux électriques ainsi que le calcul vectoriel des courants triphasés ont donné lieu à des développements mathématiques fort intéressants.

Le problème des échanges d'énergie entre centrales a fait l'objet de plusieurs communications et a donné lieu à des échanges de vues qui montrent que, malheureusement, le problème est loin d'être complètement résolu et qu'il reste encore beaucoup à faire pour le résoudre. Les trois points principaux examinés ont été : le calcul des réseaux, les phénomènes d'auto-excitation, et enfin la protection sélective contre les courts-circuits. La discussion a fait ressortir que les progrès de la construction mettent dès maintenant à la disposition des producteurs et distributeurs d'énergie des transformateurs à prises multiples de tension allant jusqu'à 110.000 V, avec appareil permettant le changement de prise sous tension.

On a signalé la récente réalisation d'une machine régulatrice à double excitation dont le fonctionnement, parfaitement stable, permet de régler la circulation de courant actif ou réactif sur deux lignes, à volonté.

Au sujet de l'emploi des inductances, l'opinion semble prévaloir qu'il faut tendre à les supprimer et à les remplacer par des interrupteurs, ceux-ci assurant une sécurité tout aussi grande et permettant en outre de réaliser une économie considérable. L'emploi d'inductances entre les machines paraît cependant devoir être maintenu.

La première section a entendu un rapport très intéressant montrant qu'il est possible d'interconnecter des réseaux à fréquences différentes. Cette possibilité présente un grand intérêt pour les pays où les fréquences ne sont pas encore unifiées.

(3) Rapports 10-34-69 et 78.
(4) Rapports 5-12-13-17-48-57-64-75-81-84

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, MM. BAKKER et Van STAVEREN (5) ont présenté une machine inventée et construite par eux, qui permet d'analyser les phénomènes physiques de la marche en parallèle des centrales et de contrôler l'exactitude des résultats annoncés par la théorie. Cette machine, qui a vivement excité la curiosité, permet de confirmer une série de faits auxquels avait conduit l'étude mathématique de la question.

Huiles pour transformateurs (6). — La Conférence a porté tout d'abord son attention sur l'influence du champ électrique sur la formation des dépôts.

Elle a discuté ensuite le nombre des qualités d'huiles à admettre. Il semble que, pour les transformateurs, une seule qualité soit préférable afin de diminuer les difficultés d'approvisionnement. Il n'en est pas tout à fait de même pour les interrupteurs, souvent placés à l'extérieur. L'avis qu'il vaut mieux employer une même huile pour les deux catégories d'appareils a cependant prévalu, sauf pour les pays où règnent des températures particulièrement basses.

L'essai de la tendance des huiles à former des dépôts a été longuement discuté. Les actions du champ électrique, l'action de l'oxygène et des catalyseurs ont été successivement examinées.

Enfin M. GÉRARD a proposé de remplacer l'épreuve de rigidité diélectrique par une mesure de la résistance de l'huile, puisque c'est comme isolant aussi que l'huile est employée.

L'opinion de la Conférence sur la manière d'essayer les huiles a été précisée, notamment en ce qui concerne la manière de déterminer la température d'inflammation des vapeurs et la température de congélation.

Tension d'épreuve (7). — La tension d'épreuve à adopter pour l'essai des machines a été très discutée : d'une manière générale on tend dans tous les pays à la relever. Il semble que l'on soit limité dans cette voie par la difficulté d'assurer un bon refroidissement en augmentant l'épaisseur des isolants. D'autre part, il paraît dangereux d'encourager les constructeurs à construire des machines résistant à une haute tension d'épreuve car ce résultat n'est obtenu qu'en isolant mieux les capotes sans toucher aux barres d'encoches, qui sont justement le point faible.

En ce qui concerne la tension d'épreuve à admettre pour les inducteurs de machines synchrones et les commutatrices, la délégation française a proposé que l'on prenne, pour calculer la tension d'essai, non pas la tension normale aux bornes, mais la tension qui peut se produire et qui est naturellement bien plus élevée. La délégation hongroise s'est ralliée à cette proposition.

Postes en plein air (8). — Deux rapports, dont l'un accompagné de projections stéréoscopiques, ont présenté l'état actuel de la technique de ces postes et montré qu'ils sont économiquement réalisables pour des tensions relativement basses, 33.000 et peut-être même 15.000 V.

Appareillage à haute tension (9). — La 1re section a examiné divers rapports sur

(5) Rapport n° 57.
(6) Rapports 23-37-50-65.
(7) Rapports 36-66 et 67.
(8) Rapports 22 et 54.
(9) Rapports 52-59-85-92.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'appareillage à haute tension, notamment sur l'appareillage cuirassé, dont l'emploi semble devoir se généraliser.

Éclairage des centrales et des sous-stations (10). — Un rapport a exposé les conditions pratiques auxquelles doit satisfaire un bon éclairage des centrales et des sous-stations, question à l'ordre du jour dans beaucoup de pays.

Vœux relatifs aux questions étudiées par la 1re section. — La Conférence a, dans sa séance de clôture, émis deux vœux relatifs aux travaux de la 1re section, l'un sur les huiles, l'autre sur les tensions d'épreuve des machines.

Ces deux vœux ont été reproduits plus haut.

2e SECTION : CONSTRUCTION ET ISOLATION DES LIGNES. — *Questions générales de construction* (11). — La délégation italienne a apporté de nombreux documents sur l'installation des lignes à très haute tension, et sur les conditions d'établissement des traversées de fleuves (traversée du Pô); ces renseignements seront consultés fort utilement par ceux qui auront des projets semblables à étudier.

Dans un autre ordre d'idées, un rapporteur s'est préoccupé du coût des transmissions d'énergie en fonction de la tension du réseau; il résulte de cette étude que pour les grandes puissances la tension la plus économique est la plus élevée.

Enfin, M. SHIBUSAWA (12) a fait remettre à la Conférence une étude très détaillée sur les effets du tremblement de terre au Japon, en septembre 1923. L'auteur expose les précautions qu'il eût fallu prendre pour limiter ces effets, tant dans la disposition générale des réseaux que dans celle des sous-stations. Ces renseignements sont utiles non seulement pour des pays exposés aux tremblements de terre, mais encore pour tous les réseaux en vue d'éviter les désastres provoqués par l'incendie.

Supports (13). — Aucune forme nouvelle de support métallique n'a été proposée. Ce type de support n'a été examiné qu'indirectement en discutant les conditions de protection contre la rouille. Deux rapports sur la protection des pylônes contre la rouille contiennent des renseignements très utiles qui orienteront le constructeur et l'exploitant de réseau. Sans conclure à la prédominance d'un procédé particulier (métallisation ou peinture) les rapporteurs insistent sur la nécessité d'une application soignée du revêtement.

L'un de ces rapports, celui de M. HAGA, a été établi à la suite d'une enquête internationale faite par le Secrétariat de la Conférence; c'est répondre à un vœu unanime que de conseiller l'organisation d'enquêtes analogues sur les sujets encore insuffisamment éclaircis.

Les supports en béton armé, employés avec succès jusqu'ici pour les tensions moyennes, peuvent concurrencer actuellement les supports métalliques jusqu'aux plus hautes tensions. Une ligne à 130.000 V, actuellement en construction, sera

(10) Rapports n° 95.
(11) Rapports 3-49.
(12) Rapport 58.
(13) Rapports 1-25-26-29-33-40-46.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

supportée par des poteaux en béton du type centrifugé (14) qui a donné des résultats très intéressants en Italie; dans ce pays on compte plusieurs lignes équipées en poteaux centrifugés sur lesquels des renseignements très détaillés ont été fournis.

Les pays riches en bois cherchent au contraire à tirer le meilleur parti possible des poteaux en bois, et un rapport a exposé un procédé nouveau d'imprégnation à chaud (procédé Furnos). L'Australie construit de nombreuses lignes en bois jusqu'à la tension de 66.000 V.

La question de la stabilité des massifs de fondation, qui avait déjà figuré à l'ordre du jour de la précédente Conférence, a fait l'objet d'un rapport qui résume la réglementation établie en Suisse à la suite d'une étude expérimentale approfondie des conditions de renversement des massifs en fonction de l'effort appliqué au support.

Isolateurs (15). — La Conférence a pris connaissance des progrès récents réalisés dans la fabrication et la forme des isolateurs rigides et des isolateurs de suspension. M. AUSTIN, délégué des États-Unis, a montré les avantages de l'adjonction sur les isolateurs du dispositif spécial appelé « réprimeur » qui élève considérablement la tension d'amorçage des arcs.

Plusieurs rapports ont été présentés sur l'influence de la température sur les isolants; il résulte de leur discussion que si l'isolateur en porcelaine a toujours la faveur de la majorité des exploitants de réseaux, la fabrication de l'isolateur en verre a fait de grands progrès, et le verre paraît pouvoir concurrencer la porcelaine.

La discussion s'est orientée aussi sur les essais et les coefficients de sécurité à adopter pour les isolateurs; la 2e section a fait émettre par la Conférence (voir plus haut) le vœu que tous les pays poursuivent des essais combinés mécaniques, électriques et techniques d'isolateurs.

Conducteurs et câbles souterrains (16). — Le problème des conducteurs aériens n'a été qu'effleuré. Deux rapports ont été présentés sur les balancements des câbles sous l'influence d'actions extérieures, question importante puisque ce balancement peut entraîner des accidents de lignes par suite du rapprochement des câbles jusqu'à une distance suffisante pour l'amorçage.

Un autre rapport a posé la question de savoir s'il n'y aurait pas intérêt à étendre l'emploi des câbles souterrains, même pour les tensions de 60.000 et 130.000 V, et précise les avantages de cette modification.

La Conférence a entendu un rapport exposant le fonctionnement normal à la tension de 130.000 V, de 3 câbles creux à circulation d'huile qui sont en service depuis 1924. La constitution de ces câbles a été présentée déjà à la Conférence de 1923, ce qui prouve la possibilité de faire passer souterrainement des lignes aériennes à très haute tension, avantage précieux au voisinage des agglomérations ou de certains points spéciaux.

Le problème des essais des câbles avait fait l'objet d'une longue discussion en 1923; la délégation néerlandaise en particulier avait exposé une méthode basée sur la variation des pertes en fonction de la tension appliquée. La discussion a montré que certains constructeurs préfèrent l'essai à tension

(14) Voir dans le *Bulletin* de février 1924 p. 117, la fabrication des tuyaux par centrifugation.
(15) Rapports 18-21-27-55-62-79.
(16) Rapports 8-39-44-60-94-98.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

élevée. Cette tension d'essai devrait être de l'ordre de 4 fois la tension normale d'après certains auteurs, de 5 fois d'après d'autres, tandis que les règles françaises actuelles exigent 4 fois la tension jusqu'à 40.000 V, et 2 fois la tension plus 40.000 V, au-dessus de 40.000 V. M. SOLERI a proposé de proportionner la tension d'essai à l'épaisseur de l'isolant, c'est-à-dire d'effectuer un véritable essai du gradient de potentiel (4.500 V par millimètre pendant une minute).

La méthode d'essai par pertes diélectriques employée pour les câbles peut être généralisée pour l'étude des autres appareils électriques ; c'est ce qu'a fait M. HALLO qui a présenté sur ce sujet un rapport très documenté.

Vœu de la seconde section. — La seconde section a fait émettre par la Conférenc vo ir plus haut) un vœu relatif aux essais d'isolateurs.

3e SECTION : EXPLOITATION DES RÉSEAUX. — *Mise du neutre à la terre et influence des lignes à haute tension sur les lignes de télécommunication* (17). — Cette étude a été faite au double point de vue théorique et expérimental, d'une part en ce qui concerne les lignes d'énergie, d'autre part en ce qui concerne les lignes de télécommunication; des expériences fort intéressantes ont été faites aux membres de la Conférence par M. VALENSI, à l'appui des mémoires présentés.

La discussion a fait ressortir le désir des administrations de tous les pays de travailler avec les constructeurs de matériel électrique et les distributeurs d'énergie et de chercher les solutions les plus économiques. Tout en appréciant les efforts ainsi faits de part et d'autres pour arriver à des résultats satisfaisants, la Conférence a estimé que, dans l'état actuel de la question, ce serait sortir de ses attributions que d'intervenir par un vœu vis-à-vis du Comité international des Communications à grande Distance.

Surintensités et surtensions (18). — La question des surtensions s'est révélée sous un jour particulièrement intéressant. Alors que jusqu'ici les caractères de ces phénomènes n'avaient été déduits que de conceptions théoriques, on a vu apparaître plusieurs méthodes d'évaluation expérimentale, même pour les phénomènes les plus fugitifs. Une étude cinématographique des étincelles à haute tension, présentée par M. FACCIOLI, a vivement intéressé la Conférence.

Quatre mémoires au moins sont venus éclairer la discussion par des constatations pratiques qui ne peuvent manquer, dans l'avenir, de se traduire par des progrès importants dans la protection des réseaux. Deux systèmes nouveaux de protection ont été présentés.

Des échanges de vues fort intéressants ont eu lieu au sujet de la question toujours controversée : faut-il employer des appareils de protection ou renforcer l'isolement des parties de l'installation exposées aux surtensions? Il a semblé s'en dégager une tendance générale en faveur de la première méthode.

Accidents et avaries (19). — Les statistiques d'accidents d'exploitation ont été présentées sous une forme particulièrement précise et il a été montré quel parti on

(17) Rapports n° 7-30-38-43-53-76.
(18) Rapports n° 6-14-24-47-56-74-77-82-91-96.
(19) Rapports 9-51-63-70-97.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pouvait en tirer dans la recherche des causes d'accidents, en vue d'y apporter des remèdes appropriés. D'autres contributions utiles ont été apportées en ce qui concerne les accidents de personnes.

Amélioration du facteur de puissance (20). — La question de la régulation et, corrélativement, celle de l'amélioration du facteur de puissance, ont donné lieu à des rapports très appréciés.

Le compensateur synchrone a été recommandé, mais les conditions de son emploi ont été discutées et précisées, et cette discussion a conduit à envisager, comme nécessaire tout d'abord, l'amélioration du facteur de puissance des réseaux aux points d'utilisation. Il s'en est suivi un échange de vues sur la nature des moteurs à employer, d'où il paraît ressortir que les moteurs asynchrones synchronisés semblent préférables pour les fortes puissances et les moteurs à cage d'écureuil pour les faibles puissances.

Cette discussion a fait ressortir également qu'il n'est pas indifférent de fournir l'énergie réactive par une centrale hydraulique ou par une centrale thermique, lorsque ces deux sources travaillent en parallèle, mais que cette répartition doit être subordonnée à la constitution du réseau.

Communications téléphoniques entre centrales (21). — Le si intéressant problème des communications téléphoniques entre centrales a donné lieu à de nombreux rapports. La Conférence de 1923 avait décidé d'ouvrir une enquête sur les moyens utilisés dans les divers pays pour ces communications, et sur les résultats obtenus dans la pratique. Le rapport donnant les résultats de cette enquête a servi de préface à quelques mémoires sur des systèmes de télécommunication par fil ou par courants porteurs et ondes dirigées actuellement réalisés; la discussion qui a suivi a nettement fait ressortir que ces divers systèmes, s'ils fonctionnent généralement à la satisfaction des exploitants de réseaux, ne sont pas encore complètement dégagés des tâtonnements du début, et qu'on peut encore en attendre de très grands progrès surtout si les distributeurs d'énergie facilitent les recherches en prêtant leurs réseaux et au besoin leur appui financier.

Néanmoins, la question a suffisamment progressé pour qu'à l'heure actuelle plusieurs réseaux emploient d'une façon courante la communication par ondes dirigées.

Réglementation des lignes de transport d'énergie (22). — Il est apparu qu'il ne peut être question d'une réglementation internationale, mais que les différentes délégations peuvent fournir des renseignements utiles sur la façon dont chaque pays envisage la question.

Certains pays se rapprochent de la conception italienne, qui désire un minimum de réglementation et laisse dans chaque cas aux intéressés le soin de réaliser une entente directe. D'autres pays manifestent une préférence pour la conception belge, qui s'efforce de constituer une réglementation précise et détaillée fournissant à l'avance la solution de tous les cas particuliers.

(20) Rapports 15-61-68.
(21) Rapports : 11-20-28-31-42.
(22) Rapports : 32-71-80-90-93.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quant aux bases techniques pouvant servir à l'établissement de ces réglementations, la Conférence est d'avis de s'en remettre, pour leur fixation, au Comité électrotechnique international.

Questions diverses. — Quelques considérations (23) sur la possibilité de développer, grâce à des avantages pécuniaires, l'emploi de l'électricité aux heures de faible charge des centrales ont été exposées. Quelques communications ont montré l'important développement qu'on peut espérer des applications agricoles (24) et des suggestions fort appréciées (25) nous ont fait entrevoir les moyens de familiariser, dès l'école primaire, les jeunes générations avec les usages de l'électricité.

D'autres rapports ont fourni des renseignements précieux sur l'organisation ou le développement des grands réseaux (26) et sur la transmission de l'énergie à longue distance (27).

Enfin la section a pris connaissance des rapports présentés sur la mesure de l'énergie et des pertes (28), sur la normalisation des tensions (29) et elle a retenu avec intérêt la suggestion de M. NORBERG SCHULZ (30) d'établir des statistiques internationales comparables sur la production, la transmission et la distribution de l'énergie (voir plus haut la résolution n° 5).

Réunions spéciales au sujet des huiles et de la réglementation des lignes. — Afin d'approfondir l'étude de certaines questions, plusieurs membres de la Conférence tinrent des réunions supplémentaires, notamment sur la question des huiles et la réglementation des lignes à haute tension (les procès-verbaux de ces réunions seront insérés dans les comptes rendus de la Conférence).

Sur le premier point, il fut décidé de demander à la Conférence de transmettre à la Commission électrotechnique internationale le procès-verbal des discussions à titre de contribution aux études en cours.

Sur le second point, il apparut que la Conférence n'a pas qualité pour établir des réglementations et que ce soin revient à la Commission électrotechnique internationale à laquelle devront par conséquent être adressés les textes des rapports et des discussions sténographiques concernant la réglementation des lignes : la conférence confirmera ainsi le rôle éminemment utile qu'elle peut jouer en donnant aux discussions internationales toute leur ampleur et en permettant d'amener à maturité les études qui préparent les décisions de la Commission électrotechnique internationale.

J. TRIBOT LASPIÈRE,
secrétaire général de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

(23) Rapport 173.
(24) Rapports 19 et rapport Fukuda (non numéroté).
(25) Rapport 97.
(26) Rapports 16-86-89.
(27) Rapports 35-41-87.
(28) Rapports 2-45.
(29) Rapports 66-67 et 83.
(30) Rapport 88.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE
DU 2 MAI 1925

Présidence de M. A. MESNAGER, *président*.

La séance est ouverte à 16 h. 30 m.

Le procès-verbal de la séance du 14 mars 1925 est adopté.

Sont nommés membres de la Société d'Encouragement :

MM. R. FREUND-DESCHAMPS ET Cie (successeurs de Deschamps Frères), fabricants de couleurs d'outremer, présentés dans la dernière séance.

Sont présentés pour devenir membres de la Société :

M. FIEUX (Jean) (✠), Ingénieur des Arts et Métiers, ingénieur-conseil aux Établissements Schneider et Cie, 11, rue Valentin-Haüy, Paris (15e), présenté par M. de Fréminville et M. Lemaire;

la SOCIÉTÉ ANONYME DES CIMENTS VICAT, 5, Cours Jean-Jaurès, Grenoble (Isère), présentée par M. Hippolyte Boulenger;

M. SCHLUMBERGER (Gabriel), industriel, 45, rue de Brubach, Mulhouse (Haut-Rhin), présenté par M. Mesnager et M. Georges Risler;

la SOCIÉTÉ D'ÉTUDES DE LA ROUTE EN BÉTON, 80, rue Taitbout, Paris (9e), présentée par M. Feret et la Société des Ciments français.

M. MESNAGER, *président*. — Depuis notre dernière séance publique, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a perdu deux des membres de son Conseil : M. Charles Rabut, membre de notre Comité des Constructions et des Beaux-Arts depuis 1924, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, membre de l'Institut, décédé à l'âge de soixante-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

douze ans; M. Albin Haller, membre de notre Comité des Arts chimiques depuis 1903, membre de l'Institut.

M. **Charles Rabut** s'était distingué par ses travaux, notamment une méthode d'auscultation des ponts, aujourd'hui adoptée partout, au moyen de son enregistreur de flèches et de ses appareils de mesure des déformations locales (appareil Manet-Rabut). Ses expériences ont permis de réaliser des économies qui se comptent par un grand nombre de millions, en démontrant la solidité d'ouvrages qu'avaient condamnés des calculs basés sur des hypothèses insuffisamment exactes.

En utilisant des méthodes analogues, il s'était, dans ces dernières années, efforcé de s'opposer à la destruction systématique des ponts suspendus qu'on pratique trop souvent aujourd'hui pour les remplacer par des ponts en béton armé ou en maçonnerie sans étudier la possibilité de leur transformation en ponts suspendus rigides. Ceux-ci présentent les mêmes avantages, possibilité de supporter des voitures rapides ou des voies ferrées, tout en ne dépensant guère que le tiers du coût du remplacement par de la maçonnerie ou la moitié du remplacement par du béton armé.

Dès l'origine, il a saisi tout l'intérêt du béton armé et a professé à l'École nationale des Ponts et Chaussées le premier cours de béton armé. Nulle part on n'avait encore osé essayer cet enseignement. Il a ainsi grandement contribué à la diffusion de ce mode de construction ainsi que par les travaux de béton armé qu'il n'a pas hésité à entreprendre : consoles du goulet de la gare Saint-Lazare, à Paris, arches de rive du pont d'Asnières, ouvrages d'art de la ligne de Charleval à Serqueux, etc.

Il a joué un rôle très important dans la préparation de la circulaire ministérielle de 1906, fixant les règles pour l'emploi du béton armé.

Depuis, il s'était efforcé de perfectionner la construction par l'emploi de produits légers qui, substitués au sable (mâchefer, pierre ponce) permettront de construire des ouvrages de dimensions beaucoup plus grandes que celles qui ont été abordées jusqu'à présent.

Il est resté toujours en contact avec la théorie et les mathématiques pures sans cesser de pratiquer, exécutant, projetant constamment avec succès pour une société d'études qui porte son nom et jouit d'une excellente réputation. On lui doit de nombreux travaux de chemin de fer en Normandie, sur la ligne de Ceinture de Paris, la ligne des Invalides de Paris à Versailles, etc. Il a su venir à bout de difficultés considérables notamment au tunnel de Meudon.

M. Rabut était officier de la Légion d'honneur.

Nous adressons à Mme Rabut et à sa nombreuse famille (il avait vingt-quatre petits-enfants) l'expression de notre profonde sympathie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Albin Haller est un de ceux qui ont le plus contribué dans ces dernières années aux progrès de la chimie organique tant dans le domaine de la science pure que dans celui des applications industrielles.

Né à Felleringen (Haut-Rhin) en 1849, A. Haller reçut dès sa jeunesse la discipline scientifique de Gerhardt, de Wurtz, de Schutzenberger, de Kestner, de Friedel, qui ont créé ou développé en France la chimie moderne; il se fit connaître par ses travaux sur le camphre, le menthol, l'acide nitrique, les corps gras et sur les méthodes générales de synthèse chimique. Ses belles recherches sur l'emploi de l'amidure de sodium dans la préparation de nombreux composés organiques resteront comme le modèle des grands travaux de laboratoire.

Après avoir illustré la chaire de chimie organique de l'Université de Nancy, et avoir créé dans cette ville, en 1890, l'Institut chimique de la Faculté des Sciences, il fut appelé à la Sorbonne en 1899 pour succéder à Friedel dans la chaire de chimie organique; il avait pris sa retraite comme professeur l'année dernière.

Pendant la guerre, comme président de la Commission des Études chimiques, il a rendu les plus grands services à la défense nationale notamment en organisant la production de toutes les matières premières nécessaires à la fabrication des poudres, des explosifs et autres produits chimiques de guerre. Il nous fit en 1920 sur ce sujet deux conférences magistrales dont le texte a paru dans notre *Bulletin*.

Très dévoué à notre Société et assidu aux séances du Comité des Arts chimiques, A. Haller nous a donné de nombreux rapports et nous fournissait fréquemment de précieux renseignements sur d'innombrables questions de chimie organique. C'est un de nos meilleurs collaborateurs qui vient de disparaître.

M. Haller était membre de l'Académie des Sciences depuis 1900 : il en avait été président en 1923. Il était depuis 1905 directeur de l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris. Il était grand officier de la Légion d'honneur.

Il meurt à soixante-seize ans, en pleine possession de ses moyens et de ses connaissances scientifiques, entouré de l'admiration des chimistes du monde entier et de l'affection de ses collaborateurs et de ses élèves.

Nous adressons à sa famille l'expression de notre profonde sympathie.

Lecture est donnée d'un rapport présenté par M. Henri Hitier, *secrétaire général*, au nom du Comité des Arts chimiques, sur la *répartition des revenus des fondations de secours attribués à ce Comité* (1).

Ce rapport est approuvé.

(1) Voir à la page 435 du présent *Bulletin* le texte *in extenso* de ce rapport.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. MESNAGER, *président*. — Dans la séance en comité secret qu'il a tenue le 25 avril 1925, notre Conseil d'administration a nommé membres de ce Conseil :

M. Paul DUMANOIS, au titre du Comité des Arts mécaniques, en remplacement de M. Diligeon, démissionnaire;

M. Jean CARPENTIER, au titre de Comité des Arts économiques, en remplacement de M. Paul Toulon, décédé.

Il a nommé secrétaire général, en remplacement de M. Paul Toulon, décédé.

M. Charles DE FRÉMINVILLE, membre du Comité des Arts mécaniques depuis 1916.

Il a nommé membres correspondants :

M. René MASSE, au titre du Comité des Arts chimiques;

M. LEINEKUGEL LE COCQ, au titre du Comité des Constructions et des Beaux-Arts.

Conformément à nos statuts, la nomination de M. Dumanois et de M. Carpentier sera soumise à la ratification de notre prochaine assemblée générale; M. de Fréminville fera partie du Bureau dont les pouvoirs s'achèvent avec l'année 1925.

M. MESNAGER, *président*. — Vous savez que la publication de notre *Bulletin* représente une des dépenses les plus lourdes de notre budget. C'est à grand'peine que nous parvenons à lui conserver sa haute tenue et son intérêt d'avant-guerre. Certains de nos collègues, qui l'apprécient et qui comprennent nos difficultés, nous ont fait généreusement un don en sa faveur lors du paiement de leur cotisation. C'est le cas, récemment, de M. POPINEAU et de M. CARRION, qui nous ont versé chacun 40 f en plus de leur cotisation. De même, M. FREYSSINET nous a fait don des 2.000 f en espèces qui représentent le prix Elphège Baude que notre Société vient de lui décerner. Cette somme a été portée au crédit de notre *Bulletin*.

Nous remercions vivement MM. Popineau, Carrion et Freyssinet de leur générosité et nous espérons qu'ils trouveront des imitateurs.

M. Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaire général*, présente et analyse les ouvrages suivants, récemment entrés dans notre Bibliothèque :

La fonderie d'acier, par John HOWE HALL, traduit sur la 2e édition américaine, par M. A. DROUOT, 1925. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e);

Topographie, par M. Émile PRÉVOT, suivi d'un appendice relatif à la Topographie expédiée, par M. O. ROUX (Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics). Livre II : Méthodes, 2e édition, 1925. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e);

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les méthodes de prévision du temps, par M. J. Rouch, 1924. Paris, Librairie Félix Alcan, 108, boulevard Saint-Germain, Paris (6e);

Notes historiques sur les Houillères de Ronchamp (Haute-Saône), par M. Léon Poussigue, 1924. Paris, Société générale d'imprimerie. (Don des Houillères de Ronchamp);

Chimie minérale. Description des éléments chimiques et de leurs propriétés, par MM. H. Copaux et H. Perpérot. Tomes I, II et III (Collection Armand Colin (Section de Chimie), nos 41, 42 et 43), 1925. Paris, Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel Paris (5e);

Ma maison à bon marché, par M. René Champly, 1925. Paris, Girardot et Cie, 27, quai des Grands-Augustins (6e);

L'éclairage public à Paris, par M. R. Boutteville, 1925. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e);

Catalyse et ses applications, par M. W. Kopaczewski, 1925. Paris, Vigot frères, 23, rue de l'École-de-Médecine (6e). (Don de l'auteur);

Les monopoles vus de près, par M. Paul Vanuxem. Paris, R. Hermieu, 19, avenue du Pont-de-Flandre (19e). (Don de M. H. Fayol, membre de la Société);

Un entretien avec M. Henri Fayol. Les développements actuels de la doctrine administrative, par M. L.-M. du Crouzet (Extrait de *la Chronique sociale*, janvier 1925). Lyon, Chronique sociale de France, 16, rue du Plat. (Don de M. H. Fayol, membre de la Société);

Le gouvernement des entreprises. Fayolisme — Taylorisme, par M. J. Carlioz (Extrait de la *Science moderne*, n° 5, mai 1924). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e). (Don de M. H. Fayol, membre de la Société);

En mémoire de Bayen, par M. A. Balland (Extrait du *Journal de Pharmacie et de chimie*, 16 janvier 1925). Paris, G. Doin, 8, place de l'Odéon (6e). (Don de l'auteur, membre de la Société);

Rapport sur les essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs organisés par l'Union des Syndicats de l'Électricité, avec le concours du Ministère de la Guerre, de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, de la Commission technique de l'Automobile-Club de France, et du Laboratoire central d'Électricité (1er-16 octobre 1924). Paris, Union des Syndicats de l'Électricité, 25, boulevard Malesherbes (8e).

M. le Lieutenant-Colonel Paul Renard, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, fait une communication sur les *considérations générales sur la météorologie et ses applications, notamment à la navigation aérienne* (2) :

La séance est levée à 18 h.

(2) Le texte *in extenso* de cette communication sera publié dans le numéro triple du *Bulletin* de juillet-août-septembre 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE PUBLIQUE

DU 9 MAI 1925

Présidence de M. R. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 16 h. 30 m.

Le procès-verbal de la séance du 2 mai 1925 est adopté.

Sont nommés membres de la Société d'Encouragement :

M. FIEUX (Jean), Ingénieur des Arts et Métiers, à Paris;
la SOCIÉTÉ ANONYME DES CIMENTS VICAT, à Grenoble;
M. SCHLUMBERGER (Gabriel), industriel, à Mulhouse;
la SOCIÉTÉ D'ÉTUDES DE LA ROUTE EN BÉTON, à Paris,
qui ont été présentés dans la dernière séance.

MM. H. HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent et analysent quelques ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque :

Le radium et les radio-éléments, par M. Maurice CURIE (Encyclopédie minière et métallurgique), 1925. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e);

Chemins de fer électriques, par M. André BACHELLERY (Encyclopédie d'électricité industrielle), 1925. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e);

Leçons de botanique appliquée à l'horticulture et notions d'horticulture pratique, par M. Paul PARMENTIER, 1924. Paris, Vigot frères, 23, rue de l'École-de-Médecine (6e);

La lumière intensive. Phares et projecteurs, par M. Ed. MARCOTTE (Encyclopédie Payot, n° 38), 1925. Paris, Payot, 106, boulevard Saint-Germain (6e);

Le Laos économique, par M. U. MALPUECH, 1924. Hanoï (Don du Gouvernement général de l'Indochine (Agence économique), 20, rue La Boëtie, Paris);

Des conditions de résidence à Paris de l'étudiant. Autrefois et aujourd'hui, par M. Emm. HARRACA, 1925. Paris, Les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel (5e);

Manuel de tonnellerie, par M. R. BRUNET (Bibliothèque professionnelle), 1925. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e);

Lois et règlements concernant le travail et le régime des établissements classés. ROYAUME DE BELGIQUE. MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL. OFFICE DU TRAVAIL, 1924. Bruxelles, Albert Dewit, 53, rue Royale;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'installe la soudure autogène. — J'apprends la soudure autogène, par MM. R. GRANJON, P. ROSEMBERG et A. DESGRANGES, 1925. Paris, Office central de l'Acétylène et de la Soudure autogène, 104, boulevard de Clichy (18e);

Photographie, par M. François MIRON, 2e édition refondue et complétée par M. A. PROMIO (Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics), 1925. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e);

L'industrie du gaz en France, 1824-1924, édité à l'occasion du Centenaire de l'Industrie du gaz en France et du Cinquantenaire de la Société technique de l'Industrie du gaz. Paris, 12, rue de Clichy (9e);

Les colloïdes, par M. J. DUCLAUX, 3e édition (Actualités scientifiques), 1924. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e). (Don de l'auteur);

Météorologie pratique. Comment prévoir le temps, par M. l'abbé Th. MOREUX, 2e édition, 1925. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e).

La genèse des atomes, par M. Henri MAGER, 1925. Paris, Albert Blanchard, 3, place de la Sorbonne (5e). (Don de l'auteur);

Les sociétés coopératives en Belgique, 1873-1922. MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL (Belgique). OFFICE DE L'ASSURANCE ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALES, 1924. Bruxelles, Établissements généraux d'imprimerie, 14, rue d'Or;

Le chemin de fer de Tan Ap à Thakhek et le débloquement du Laos, par M. Henri CUCHEROUSSET, 1924. Hanoï, Éditions de l'Éveil économique. (Don du Gouvernement général de l'Indochine (Agence économique), 20, rue La Boëtie, Paris);

Une politique gouvernementale de natalité. Étude présentée, sur sa demande, à M. le Président du Conseil des Ministres, par l'ALLIANCE NATIONALE POUR L'ACCROISSEMENT DE LA POPULATION FRANÇAISE. Rapporteur : M. Fernand Boverat, 1924. Paris, Éditions de l'Alliance nationale, 26, rue du Quatre-Septembre (2e).

M. G. REBOUL, professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers et à l'Institut national agronomique, fait une communication sur *les applications de la météorologie à l'agriculture et au tourisme* (3).

La séance est levée à 18 h.

(3) Le texte *in extenso* de cette communication sera publié dans le numéro triple du *Bulletin* de juillet-août-septembre 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE PUBLIQUE

DU 16 MAI 1925

Présidence de M. A. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 16 h. 30 m.

Le procès-verbal de la séance du 9 mai 1925 est adopté.

Sont présentés pour devenir membres de la Société :

la SOCIÉTÉ DES COMBUSTIBLES PURIFIÉS, 21, rue Auber, Paris (9e), présentée par la Société de Recherches et de Perfectionnements industriels;

M. TOUPLAIN (Félix) (✻), chimiste en chef-adjoint du Laboratoire central du Ministère des Finances, 1, rue Gabriel-Vicaire, Paris (3e), présenté par M. Bordas et M. Féry.

MM. H. HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent et analysent les ouvrages suivants, récemment entrés dans la Bibliothèque :

Waste in Industry, by the COMMITTEE ON ELIMINATION OF WASTE IN INDUSTRY OF THE FEDERATED AMERICAN ENGINEERING SOCIETIES, 1921. Washington, D. C., Federated American Engineering Societies; New-York, McGraw-Hill Book Cy. (Don de M. Henry Le Chatelier, membre du Conseil);

L'électrification industrielle et rurale de la France, par M. E. PACORET. Paris, La Vie technique, industrielle, agricole et coloniale, 14, rue Séguier (6e);

Rapport sur la culture du coton au Maroc en 1924, par M. Georges CARLE, 1925. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 17, rue Jacob (6e). (Don de l'Association cotonnière coloniale);

La prévision scientifique du temps. Traité pratique, par M. Gabriel GUILBERT, 1922. Paris, Augustin Challamel, 17, rue Jacob (6e);

Chances simples à la roulette. Systèmes à perte, en équilibre, infaillibles, par M. Gaston VESSILLIER. Paris, Éditions d'actualités, 39, avenue de Saint-Mandé (12e);

Chauffage régional. Possibilité de sa mise en pratique au Canada, par M. F.-A. COMBE, 1925. Ottawa (Canada), Commission fédérale du combustible (n° 4); Division des mines (n° 629);

L'isotopie et les éléments isotopes, par Mme Pierre CURIE, 1924. (Recueil des Conférences-rapports de documentation sur la physique, vol. 9, 2e série, Conférences 1, 2, 3). Paris, Société « Journal de physique », 12, place de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Laborde (8e); Les presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel (5e). (Don de l'auteur);

Piles primaires et accumulateurs, par MM. Charles Féry, Charles Chéneveau et Gaston Paillard, 1925 (Encyclopédie d'électricité industrielle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e);

Report of the Giant Power Survey Board to the General Assembly of the Commonwealth of Pennsylvania, 1925. Harrisburg, Penna., The Telegraph Printing Co. (Don de M. Ch. de Fréminville, secrétaire général de la Société).

Don de M. H. Fayol, membre de la Société ;

Administration industrielle et générale. Prévoyance. Organisation. Commandement. Coordination. Contrôle, par M. Henri Fayol, 1925. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e);

L'éveil de l'esprit public. Études publiées sous la direction de M. Henri Fayol, 1918. Paris, Dunod;

L'incapacité industrielle de l'État : Les P. T. T., par M. Henri Fayol, 1921. Paris, Dunod;

Le gouvernement des entreprises commerciales et industrielles. Leçons professées à l'École des Hautes-Études commerciales par M. J. Carlioz, 1921. Paris, Dunod;

Pour former les hommes qu'il faut à la France de l'après-guerre, par MM. Antonin et Léon Franchet. Paris, Bibliothèque d'éducation, 15, rue de Cluny (5e);

Notice sur les travaux scientifiques et techniques de M. Henri Fayol, 1918. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e);

L'entreprise gouvernementale et son administration, par M. Albert Schatz, 1922. Paris, Bernard Grasset, 61, rue des Saints-Pères (6e);

De l'importance de la fonction administrative dans le gouvernement des affaires, par M. H. Fayol (extrait du *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, janvier-février 1918). Paris, 44, rue de Rennes (6e);

La doctrine administrative. L'administration expérimentale. Le Fayolisme, par M. R. Mazerat (extrait de l'*Académie de Marine*, tomes II et III, 1923-1924). Paris, 17, rue Jacob (6e);

Les monopoles vus de près, par M. Paul Vanuxen. Paris, R. Hermieu, 12, avenue du Pont-de-Flandre (19e);

Un entretien avec M. Henri Fayol. Les développements actuels de la doctrine administrative, par M. L.-M. du Crouzet (extrait de la *Chronique sociale de France*, janvier 1925). Lyon, 16, rue Plat;

Le gouvernement des entreprises. Fayolisme-Taylorisme, par M. J. Carlioz (extrait de la *Science Moderne*, n° 5, mai 1924). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e);

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le Fayolisme, par M. P. DONCŒUR (*Action populaire*, série sociale, n° 62), Paris, 51, rue Saint-Didier (16e);

Pour administrer une section. Conférence aux aspirants, par le lieutenant DESAUBLIAUX (extrait du *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e);

Les origines biologiques de la fonction administrative, par M. R. DESAUBLIAUX (extrait du *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, 3e livraison de 1919). Paris, Dunod;

Exposé des principes généraux (Administration industrielle et générale), par M. Jean DAUTHEUIL (extrait du *Génie civil*, 10 novembre 1917);

Projet d'organisation du Ministère de l'Éducation nationale (selon les principes de la doctrine administrative), par MM. A. et L. FRANCHET, 1924. Paris, Typographie de l'École Estienne, 18, boulevard Auguste-Blanqui;

La réforme administrative des P. T. T., par M. Henri FAYOL;

Administration industrielle et générale. Conférences faites les 5 et 14 mai 1923 à l'École supérieure de guerre et au Centre des hautes études militaires, par M. Henri FAYOL;

Discussion sur l'enseignement technique supérieur, par M. Henri FAYOL (extrait des *Procès-verbaux de la Société des Ingénieurs civils de France*, séance du 30 mars 1917). Paris, 19, rue Blanche (9e);

Les idées de M. Henri Fayol, par M. Georges LACHAPELLE (extrait de la *Revue politique et parlementaire*, juillet 1917). Paris, 36, rue Vanneau (7e);

La fonction administrative dans le domaine militaire, par le général DE POUYDRAGUIN, 1921. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e);

La technique générale de l'action, par M. Paul OTLET (extrait de *Chimie et Industrie*, mars 1924). Paris, 49, rue des Mathurins (8e);

L'incapacité commerciale de l'État : La liquidation des stocks (extrait de la *Revue politique et parlementaire*, 10 juin 1921). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e).

M. le capitaine R. BUREAU, chef de la Session des Transmissions à l'Office national météorologique, fait une communication sur *les transmissions et les relations des phénomènes électro-magnétiques et les phénomènes météorologiques* (4).

M. le capitaine Ph. WEHRLÉ, chef de la Section des Avertissements à l'Office national météorologique, fait une communication sur *les méthodes française et norvégienne de prévision du temps* (1).

La séance est levée à 18 h. 45 m.

(4) Le texte de cette communication sera publié dans le numéro triple du *Bulletin* de juillet-août-septembre 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SÉANCE PUBLIQUE

DU 23 MAI 1925

Présidence de M. E SAUVAGE, *vice-président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 16 mai 1925 est adopté.

Sont nommés membres de la Société :

La SOCIÉTÉ DES COMBUSTIBLES PURIFIÉS, à Paris;

M. TOUPLAIN, chimiste, à Paris,

présentés dans la dernière séance.

MM. H. HITIER et Ch. DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent et analysent quelques-uns des ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque.

M. Henri HITIER présente les ouvrages suivants :

Union des Sociétés industrielles de France. — 5e Congrès Lille, 12-15 juin 1924. Lille, Imp. L. Danel;

Les industries de fixation de l'azote, par M. Marcel GUICHARD, 1925. (Collection Armand Colin (Section de chimie), n° 62). Paris, Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel (5e);

Fours électriques et chimie, publié sous la direction de M. Paul LEBEAU, 1924. (Fondation Edmond de Rothschild pour le développement de la recherche scientifique). Paris, Les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel (5e).

M. Ch. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Invention de la turbine. Historique suivi d'une note sur un régulateur à mouvement louvoyant applicable aux turbines hydrauliques, par M. Marcel CROZET-FOURNEYRON. Paris, Librairie Ch. Béranger, 15, rue des Saint-Pères (6e). (Don de l'auteur);

Manuel des chemins de fer. II : *Traction, matériel, exploitation et législation*, par M. J. BOURDE, 1924. (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e);

Manuel de la fabrication des épingles, des aiguilles, agrafes, hameçons, etc. et à l'emploi des machines-outils servant à cette fabrication, par M. M. DEMOUY, 1925. (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e);

La prévision du temps sans instruments. Système pour la prévision de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tous les météores de deux à quatre jours d'avance, par M. Hubert TSCHEUSCHNER. 2e édition 1919. Paris, Imp. Henriot, 20, rue Gerbert (15e). (Don de l'auteur);

Études élémentaires de météorologie pratique, par M. Albert BALDIT, 2e édition, 1922. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e).

M. le Colonel E. DELCAMBRE, directeur de l'Office national météorologique, fait une communication sur *l'organisation rationnelle d'un service météorologique national* (5).

M. SAUVAGE, *vice-président*, remercie M. le Colonel Delcambre et ses collaborateurs, MM. les capitaines Bureau et Wehrlé des intéressantes communications qu'ils ont faites. Il annonce que M. G. GUILBERT, empêché par raison de santé, de faire sa communication, prévue pour le 2 mai 1925, sur la prévision des variations et pression, la fera samedi prochain, 30 mai, à 17 h.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

SÉANCE PUBLIQUE

DU 30 MAI 1925

Présidence de M. E. SAUVAGE, *vice-président*.

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 23 mai 1925 est adopté.

M. E. SAUVAGE, *vice-président*, présente les excuses de M. Mesnager, *président*, qui, retenu par des engagements antérieurs, n'a pu venir présider cette séance. M. Guilbert, en effet, s'étant trouvé souffrant le 2 mai, jour prévu pour sa communication, a demandé qu'elle fût remise à aujourd'hui, ce qui n'a pu être décidé qu'au dernier moment.

M. Gabriel GUILBERT, chef du Service météorologique du journal *Le Matin*, fait une communication sur *la prévision des variations de pression* (6).

La séance est levée à 18 h. 30 m.

(5) Le texte de cette communication sera pbblié dans le numéro triple du *Bulletin* de juillet-août-septembre 1925.

(6) Le texte *in extenso* de cette communication et la discussion qui l'a suivie seront publiés dans le numéro triple du *Bulletin* de juillet-août-septembre 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN MAI 1925.

Waste in industry, by the COMMITTEE ON ELIMINATION OF WASTE IN INDUSTRY of the FEDERATED AMERICAN ENGINEERING SOCIETIES. In-8 (23 × 15) de XI + 409 p., fig. Washington, D. C., Federated American Engineering Societies; New-York, McGraw-Hill Book Cy, 1921. (*Don de M. H. Le Chatelier, membre du Conseil d'Administration.*) **16927**

PACORET (E.). — **L'électrification industrielle et rurale de la France.** In-8 (24 × 15) de 465 p., fig., V pl. Paris, La Vie technique, industrielle, agricole et coloniale, 14, rue Séguier (6e). **16928**

CARLE (GEORGES). — **Rapport sur la culture du coton au Maroc en 1924.** In-8 (24 × 16) de 84 p., IV pl., 1 carte. Paris, Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, 17, rue Jacob (6e), 1925. (*Don de l'Association cotonnière coloniale.*) **16929**

GUILBERT (GABRIEL). — **La prévision scientifique du temps.** Traité pratique. In-8 (25 × 16) de IX + 439 p., 27 fig. Paris, A. Challamel, 1922. **16930**

VESSILLIER (GASTON). — **Chances simples à la roulette. Systèmes à perte, en équilibre, infaillibles.** In-8 (20 × 13) de 127 p. Paris, Éditions d'actualités, 39, avenue de Saint-Mandé (12e). **16931**

COMBE (F.-A.). — **Chauffage central et régional. Possibilité de sa mise en pratique au Canada** (*Canada. Commission fédérale du combustible, n° 4; Division des mines. n° 629*). In-8 (25 × 16) de X + 82 p., 26 fig. **Bibliographie**, p. 79-82. Ottawa, 1925. **16932**

CURIE (Madame PIERRE). — **L'isotopie et les éléments isotopes** (*Recueil des Conférences-rapports de documentation sur la physique.* Vol. 9, 2e série. Conférences 1, 2, 3). In-8 (24 × 15) de 210 p., 35 fig., II pl. **Bibliographie**, p. 201-206. Paris, Les Presses universitaires de France, 1924. (*Don de l'auteur.*) **16933**

FÉRY (CHARLES), CHÉNEVEAU (CHARLES) et PAILLARD (GASTON). — **Piles électriques et accumulateurs.** (*Encyclopédie d'électricité industrielle.*) In-8 (23 × 15) de 684 p., 292 fig. **Bibliographie** et liste des brevets récents, p. 653-662. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **16934**

Report of the Giant Power Survey Board to the General Assembly of the Commonwealth of Pennsylvania. In-8 (23 × 15) de XVIII + 480 p., fig. Harrisburg (Penna.), The Telegraph printing Co., 1925. (*Don de M. Ch. de Fréminville, Secrétaire général de la Société.*) **16935**

UNION DES SOCIÉTÉS INDUSTRIELLES DE FRANCE. — **5e Congrès, Lille 12-15 juin 1924.** In-4 (27 × 22) de 465 p., fig. Lille, Imp. L. Danel, 1925. **16936**

CROZET-FOURNEYRON (MARCEL). — **Invention de la turbine.** Historique suivi d'une Note sur un régulateur à mouvement louvoyant applicable aux Turbines hydrauliques. In-4 (27 × 18) de 35 p., 20 + 12 fig. Paris. Librairie Ch. Béranger. (*Don de l'auteur.*) **16937**

GUICHARD (MARCEL). — **Les industries de fixation de l'azote.** (*Collection Armand Colin (Section de chimie), n° 62*). In-16 (17 × 11) de 204 p., 21 fig. **Bibliographie**, p. 197-199. Paris, Librairie Armand Colin, 1925. **16938**

Fours électriques et chimie, publié sous la direction de PAUL LEBEAU, avec la collabo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ration de C. BEDEL, A. DAMIENS, P. FLEURY, P. JOLIBOIS, M. PICON, G. RIBAUD, H. WEISS. (Fondation Edmond de Rothschild pour le développement de la recherche scientifique.) In-8 (24 × 16) de XII + 584 p., fig. Paris, Les Presses universitaires de France, 1924 **16939**

BOURDE (J.). — **Manuel des chemins de fer. II : Traction, matériel, exploitation et législation.** (*Bibliothèque professionnelle.*) In-18 (16 × 10) de 460 p., 72 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1924. **16940**

DEMOUY (M.). — **Manuel de fabrication des épingles, des aiguilles, agrafes, plumes métalliques, hameçons,** etc., et à l'emploi des machines-outils servant à cette fabrication. (*Bibliothèque professionnelle.*) In-18 (16 × 10) de 264 p., 68 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **16941**

BALDIT (ALBERT). — **Études élémentaires de météorologie pratique.** 2e édition. In-8 (25 × 16) de XIII + 428 p., 132 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1922. **16942**

DAMIENS (A.). — **Les isotopes.** In-8 (25 × 16) de IX + 118 p., 33 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1923. **16945**

***

TSCHEUSCHNER (HUBERT). — **La prévision du temps sans instruments.** Système pour la prévision de tous les météores de deux à quatre jours d'avance. Étude théorique et pratique de l'influence de l'électricité atmosphérique sur le système nerveux de l'homme au point de vue de la prévision du temps. 2e édition. In-8 (24 × 16) de 18 p., II pl. Paris, Imp. Henriot. 20, rue Gerbert (15e), 1919. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 12941**

SCOULAR (J. G.) and DUGLINSON (BASIL). — **The washing of fine coal by the froth-flotation and concentrating-table processes at oughterside colliery, Cumberland.** A paper read before the North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers. General meeting held at Newcastle-upon-Tine, june 21, 1924. (Extrait des *Transactions of the Institution of Mining Engineers*, vol. LXVII, part 4, p. 374-389). In-8 (25 × 15) de 17 p., 8 fig. London, Cleveland House, 225, City Road, E. C. I., 1924. (*Don de M. J. G. Scoular.*) **Pièce 12955**

TURPAIN (ALBERT). — **Sur les origines de la T. S. F.** In-8 (24 × 15) de 8 p., 1 fig. Paris, Les Presses universitaires. **Pièce 12956**

TURPAIN (ALBERT). — **Un premier appareil récepteur de T. S. F.** In-8 (24 × 15) de 4 p., 2 fig. Paris, Les Presses universitaires. **Pièce 12957**

BANCROFT (WILDER D.). — **First Report of the Committee on Contact Catalysis.** (Reprinted from the *Journal of industrial and engineering Chemistry*. Vol. XIV, 1922.) In-8 (23 × 15) de 43 p. — **Second Report of the Committee on Contact Catalysis.** (Reprinted from the *Journal of Physical Chemistry*. Vol. XXVII, december 1923.) In-8 (25 × 17), p. 801-941. (*Don de l'auteur.*) **Pièces 12958-9**

HENRY (YVES). — **La culture du cotonnier en Afrique occidentale.** (Extrait du tome II des *Travaux et Notices publiés par l'Académie d'Agriculture de France.*) In-8 (21 × 13) de 31 p. Paris, 18, rue de Bellechasse, 1925. **Pièce 12960**

***

L'année scientifique et industrielle, par LOUIS FIGUIER. 9e année, **1864**; 11e année **1866.** (*Don de M. Sauvage, vice-président de la Société*). **Pér. 65**

Tables annuelles de constantes et données numériques de chimie, de physique et de technologie. Vol. V, années **1917-1918-1919-1920-1921-1922,** 1re partie. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. **Pér. 63**

Science et industrie. — Nos **143** (1925) : *L'organisation moderne des usines et des*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

bureaux, 180 p., fig. **Bibliographie** sélectionnée, p. 155-157. — **146** (1925) : *Machines-outils. Constructions mécaniques*, 112 p., fig. Paris, 22, avenue Montaigne. **Pér. 111**

UNIS-FRANCE. Union nationale intersyndicale des marques collectives. — **Annuaire officiel, 1925.** Paris, 8, place de la Bourse. **Pér. 91**

Annuaire international des mines et de la métallurgie, par ROBERT PITAVAL. **1925.** Paris, 7, rue d'Offémont (17e). **Pér. 416**

Journal de chimie physique. — Table générale des mémoires parus dans les tomes XI à XX (1913-1923), par TH. RENARD. Paris, Les Presses universitaires de France; Gauthier-Villars et Cie. **Pér. 17**

SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES. — **Mémoires** n° **7** (1924) : *Élasticité et symétrie du Quartz aux températures élevées*, par ALBERT PERRIER et R. DE MANDROT, p. 333-364, 5 fig. — Vol. **2**, n° **1** (1924) : *Description géologique des Préalpes bordières entre Montreux et Semsales*, par ÉLIE GAGNEBIN, p. 1-70, 5 fig., II pl. **Bibliographie**, p. 65-69. — n° **2** (1925) : *Action cryptogamicide comparée des sels de cuivre, de nickel, de zinc, de fer et d'aluminium sur divers champignons parasites*, par H. FAES et M. STAEHELIN, p. 73-139, 2 fig. **Bibliographie**, p. 93-94. Lausanne. **Pér. 209**

INSTITUTION OF AERONAUTICAL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings**, n° **14** (1925) : *The history and evolution of the Avro training machine*, by R. J. PARROTT, 42 p., 30 fig. London, W. C. 2, 60, Chancery Lane. **Pér. 503**

ROYAL INSTITUTION OF GREAT BRITAIN. — **Proceedings.** Vol. XXIV, part I. **1923.** London, W. 1, Albemarle Street. **Pér. 258**

SMITHSONIAN INSTITUTION. — **Publication 2820** : *Niagara Falls : Its power possibilities and preservation*, by S. S. WYER, 28 p., 4 fig., II pl. Washington, 1925. **Pér. 27**

LIBRARY OF CONGRESS. — **Report of the Librarian of Congress** for the fiscal year ending june 30, **1924**. Washington. **Pér. 350**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers.** Vol. XIX (**1924**), n° **497** : *Thermal expansion of aluminium and various important aluminium alloys*, by PETER HIDNERT, p. 697-731, 21 fig.; vol. XX (**1925**), n° **499** : *Investigation on the platinium metals.* VII. *Arc spectra of the platinium metals (4500A to 9000A)*, by W. F. MEGGERS, p. 19-45. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers**, Vol. XVIII (**1924**), nos **266** : *Measurement of heat insulation and related properties of blankets*, by P. D. SALE, A. F. HEDRICK, p. 529-546, 8 fig. — **267** : *Effect of hot-rolling conditions on the physical properties of a carbon steel*, by J. R. FREEMAN, A. T. DERRY, p. 547-566, 8 fig. — **269** : *Specifications for constructing and operating heat-transmission apparatus for testing heat-insulating value of fabrics*, by P. D. SALE, p. 595-607, 6 fig., I pl. — **270** : *An analysis of the deformation of the mooring spindle of the « Shenandoah »*, by L. B. TUCKERMANN, C. S. AITCHISON, p. 609-618, 8 fig. — **271** : *Measurement of electrical resistances and mechanical strength of storage-battery separators*, by C. L. SNYDER, p. 619-634, 12 fig. — Vol. XIX (**1924**), n° **274** : *Use of United States Government specification paints and paint materials*, by P. H. WALKER, E. F. HICKSON, p. 27-46. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars**, nos **194** : *United States Government master specification for milled toilet soap*, 6 p. (1925). — **195** : ... *for powdered soap (for laundry use)*, 5 p. (1925). — **196** : ... *for black waterproof drawing ink*, 3 p. (1925). — **197** : ... *for indelebile marking ink for fabrics*, 4 p. (1925). — **198** : ... *for sole leather*, 8 p. (1925). **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Miscellaneous publications**, n° **59** : *Weights Measures. Seventeenth annual Conference, may 1924*, 147 p. (1924). **Pér. 61**

∴

Don de M. Henri Fayol, membre de la Société.

FAYOL (HENRI). — **Administration industrielle et générale. Prévoyance. Organisation.**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Commandement. Coordination. Contrôle. (Extrait du *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, 3e livraison de 1916.) 12e mille. In-8 (25 × 16) de 174 p., II pl. Paris, Dunod, 1920. **15588**

L'éveil de l'esprit public. Études publiées sous la direction de M. HENRI FAYOL. (Extrait du *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, 4e livraison de 1917.) In-8 (24 × 16) de 289 p. Paris, Dunod, 1918. **15784**

FAYOL (HENRI). — **L'incapacité industrielle de l'État : Les P. T. T.** In-8 (24 × 16) de 118 p. Paris, Dunod, 1921. **16206**

CARLIOZ (J.). — **Le gouvernement des entreprises commerciales et industrielles.** Leçons professées à l'École des Hautes Études Commerciales. In-8 (25 × 16) de VI + 139 p., 47 fig. Paris, Dunod, 1921. **16288**

FRANCHET (ANTONIN) et FRANCHET (LÉON). — **Pour former les hommes qu'il faut à la France de l'après-guerre.** In-12 (19 × 12) de 192 p. Paris. Bibliothèque d'éducation, 15, rue de Cluny (5e). **16626**

SCHATZ (ALBERT). — **L'entreprise gouvernementale et son administration.** In-12 (19 × 12) de 264 p. Paris, Bernard Grasset, 1922. **16943**

FAYOL (HENRI). — **Notice sur ses travaux scientifiques et techniques.** In-4 (27 × 21) de 88 p. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1918. **16944**

∴

FAYOL (H.). — **De l'importance de la fonction administrative dans le gouvernement des affaires.** (Extrait du *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, janvier-février 1918.) In-4 (27 × 22) de 33 p. Paris, 44, rue de Rennes (6e). **Pièce 12271**

MAZERAT (R.). — **La doctrine administrative. — L'administration expérimentale : le Fayolisme.** (Extrait de l'*Académie de Marine*, tomes II et III, 1923-1924). In-8 (24 × 15) de 32 p. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1924. **Pièce 12903**

VANUXEM (PAUL). — **Les monopoles vus de près.** In-12 (19 × 14) de 36 p. Paris, Imp. R. Hermieu, 12, avenue du Pont-de-Flandre (19e). **Pièce 12928**

DU CROUZET (L.-M.). — Un entretien avec M. Henri Fayol. **Les développements actuels de la doctrine administrative.** (Extrait de la *Chronique sociale de France*, janvier 1925.) In-8 (23 × 14) de 17 p. Lyon, 16, rue du Plat. **Pièce 12929**

CARLIOZ (J.). — **Le gouvernement des entreprises. Fayolisme. — Taylorisme.** (Extrait de la *Science moderne*, n° 5, mai 1924.) In-4 (27 × 19), de 12 p. Paris, J.-B. Baillière et fils. **Pièce 12930**

FAYOL (HENRI). — **L'administration industrielle et générale.** Conférences faites les 5 et 14 mai 1923 à l'École supérieure de Guerre et du Centre des hautes études militaires. In-8 (23 × 15) de 67 p., III pl. (dactylographié). **Pièce 12942**

FAYOL (HENRI). — **La réforme administrative des P. T. T.** In-8 (26 × 18) de 9 p. **Pièce 12943**

FAYOL (H.). — **Discussion sur l'enseignement technique supérieur** (Extrait des *Procès-verbaux de la Société des Ingénieurs civils de France*, séance du 30 mars 1917.) In-8 (24 × 15) de 16 p. Paris, 19, rue Blanche (9e) **Pièce 12944**

DAUTHEUIL (JEAN). — **Administration industrielle et générale.** Exposé des principes généraux (Extrait du *Génie civil*, 10 novembre 1917.) In-8 (24 × 15) de 18 p. **Pièce 12945**

DESAUBLIAUX (Lieutenant). — **Pour administrer une section.** Conférence aux aspirants (Extrait du *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, 4e livraison de 1917). In-8 (24 × 15) de 27 p. Paris, Dunod, 1918. **Pièce 12946**

DESAUBLIAUX (R.). — **Les origines biologiques de la fonction administrative.** (Extrait du *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale*, 3e livraison de 1919). In-8 (24 × 15) de 40 p., 9 fig. Paris, Dunod, 1919. **Pièce 12947**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

DONCŒUR (P.). — **Une école de chefs. Le Fayolisme.** (*Action populaire*, Série sociale, n° 62). In-8 (22 × 14) de 36 p. Paris, 31, rue Saint-Didier (16e). **Pièce 12948**

FRANCHET (A. et L.). — **Projet d'organisation du Ministère de l'Éducation nationale** (selon les principes de la doctrine administrative). In-8 (24 × 16) de 24 p. Paris, Typographie de l'École Estienne, 18, boulevard Auguste-Blanqui, 1924. **Pièce 12949**

LACHAPELLE (GEORGES). — **Les idées de M. Henri Fayol.** (Extrait de la *Revue politique et parlementaire*, juillet 1917). In-8 (24 × 16) de 15 p. Paris, 36, rue Vaneau (7e), 1917. **Pièce 12950**

DE POUYDRAGUIN (Général). — **La fonction administrative dans le domaine militaire.** In-8 (24 × 16) de 14 p. Paris, Dunod, 1921. **Pièce 12951**

OTLET (PAUL). — **La technique générale de l'action.** (Extrait de *Chimie et Industrie*, mars 1924). In-4 (27 × 21) de 7 p. Paris, 49, rue des Mathurins (8e). **Pièce 12952**

ZAPP (J.). — **L'incapacité commerciale de l'État : La liquidation des stocks.** (Extrait de la *Revue politique et parlementaire.*) In-8 (24 × 16) de 31 p. Paris, Dunod, 1921. **Pièce 12953**

FAYOL (HENRI). — **La doctrine administrative dans l'État.** Conférence faite au 2e Congrès des Sciences administratives, Bruxelles, 1923. In-8 (24 × 16) p. 19-39; Annexe, p. 63-80. Bruxelles, Goemaere, 1923. **Pièce 12954**

L'agent général, gérant.
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONFÉRENCES

SUR

LES PROGRÈS RÉCENTS

ET LES APPLICATIONS

DE LA MÉTÉOROLOGIE

ORGANISÉES A PARIS

PAR

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

DU 2 AU 30 MAI 1925

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

INTRODUCTION

La météorologie, aidée par la télégraphie sans fil, a fait des progrès rapides dans ces dernières années. Grâce à une organisation créée pour les besoins de la guerre 1914-1918, mais qui, transformée, rend d'incalculables services en temps de paix, on peut prédire avec une grande probabilité le temps qu'il fera le lendemain dans une région donnée, et, par suite, prendre les mesures et précautions que comportent les traitements culturaux, les voyages maritimes ou aériens, les excursions touristiques. Jusqu'à présent, il n'y a eu guère que quelques initiés ou des services directement intéressés qui aient vraiment tiré parti des renseignements généraux fournis régulièrement par l'Office national météorologique ou des renseignements particuliers qui, sur demande, peuvent leur être donnés par cet office, situé à Paris, 176, rue de l'Université (7e); Téléphone : Ségur. 36.18; — Ségur. 36.19; — Ségur. 00.07; le grand public, encore trop souvent sceptique, ne tient pas compte des renseignements généraux que reproduit presque toute la presse quotidienne ou donne aux termes employés dans les bulletins de prévision un sens qu'ils n'ont pas.

La Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, soucieuse de faire connaître tous les progrès récents qui sont de nature à favoriser l'accroissement de la richesse nationale, a pensé qu'il convenait d'attirer tout d'abord l'attention du public cultivé sur les services que peut rendre la météorologie à l'agriculture et à l'industrie des transports aériens et maritimes. Grâce au concours bénévole des météorologistes français les plus qualifiés, elle a organisé un cycle de conférences sur les progrès récents et les applications de la météorologie. Ces conférences, au nombre de sept, étaient publiques; elles ont été données les samedis 2, 9, 16, 23 et 30 mai dans l'hôtel de la Société d'Encouragement, 44, rue de Rennes, Paris (6e). On en trouvera le texte *in extenso*, ou le compte rendu, dans le présent *Bulletin*. On y trouvera aussi un exposé de M. Bresson qui n'a pu trouver place dans le cycle des conférences et l'analyse bibliographique de quelques ouvrages, presque tous récents, sur la météorologie.

La table des matières spéciale au présent *Bulletin* qui figure à la fin, page 656, en résume le contenu. Ce *Bulletin* est, par suite, exclusivement consacré à la météorologie, à ses progrès récents et à ses applications.

E. Lemaire,

agent général de la Société d'Encouragement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA MÉTÉOROLOGIE ET SES APPLICATIONS. APPLICATIONS A L'AÉRONAUTIQUE[1]

Considérations générales sur la météorologie.

La météorologie a une mauvaise presse dans notre pays; on est allé jusqu'à la définir « l'art de prédire le temps de la veille ou de l'avant-veille ».

Cette appréciation pessimiste est évidemment exagérée, mais elle s'explique par deux raisons. La première, c'est que tout le monde se rend compte que les phénomènes atmosphériques, qui donnent naissance aux variations de température, à la pluie ou au beau temps, sont le résultat de causes très nombreuses qui s'enchevêtrent entre elles de la manière la plus compliquée, et on est tenté de croire que l'homme ne parviendra jamais à les démêler et à en prévoir les effets. La deuxième cause, c'est qu'on a préconisé des moyens empiriques pour prévoir le temps, et que ces moyens ne correspondent à aucune base sérieuse et ne peuvent donner aucun résultat.

S'il est vrai que les causes des phénomènes météorologiques sont extrêmement compliquées, il est néanmoins incontestable qu'elles doivent, comme toutes choses dans la nature, obéir à des lois. Un grand savant français, habitué à manier les sciences exactes, Laplace, a exprimé cette idée d'une façon remarquable dans son *Introduction à la théorie des probabilités* : « La « régularité que l'astronomie nous montre dans le mouvement des comètes « a lieu, sans aucun doute, dans tous les phénomènes. La courbe décrite « par une simple molécule d'air ou de vapeurs est réglée d'une manière « aussi certaine que les orbites planétaires : il n'y a de différences entre elles « que celles qu'y met notre ignorance. »

Nous verrons plus loin qu'un autre astronome français, Leverrier, joua un rôle considérable dans les progrès de la météorologie. Nous admettrons avec ces deux grands esprits, que rien, théoriquement, ne s'oppose à ce qu'il soit possible, un jour ou l'autre, de prédire avec certitude les phénomènes météorologiques, si capricieux qu'ils peuvent nous sembler aujourd'hui.

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique le 2 mai 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par contre, il faut renoncer complètement aux systèmes empiriques n'ayant aucun fondement solide et qui ne peuvent conduire qu'à des déceptions. Il existait autrefois de nombreux almanachs, qui prédisaient le temps pour toute une année et à jour fixe. Dans l'état actuel de la science, et il en sera probablement longtemps ainsi, une prévision aussi précise faite aussi longtemps à l'avance est absolument impossible.

On parle aussi fréquemment de l'influence de la lune, et des personnages illustres, entre autres le maréchal Bugeaud, y croyaient foncièrement. J'avoue être absolument sceptique sous ce rapport. Au point de vue théorique, il n'est pas impossible que les mouvements de la lune aient une influence sur l'atmosphère comme ils en ont sur les marées; jusqu'à présent, cette influence n'a pas été constatée.

Il y a, d'ailleurs, deux raisons qui m'empêchent d'y croire. La première c'est que, depuis de longues années, j'ai essayé vainement de savoir en quoi, d'après des gens convaincus eux-mêmes, consistait cette influence. On me répondait vaguement : « Le temps change avec la lune »; quand je voulais faire préciser cette réponse, on me disait généralement : « Avec la nouvelle lune, il se produit un changement de temps »; mais en poussant un peu plus loin mes interlocuteurs, ils finissaient par reconnaître que le temps pouvait également changer avec la pleine lune, ou avec le premier ou le dernier quartier. En les pressant encore davantage, je les amenais à me dire que ces changements ne s'effectuaient pas avec une précision rigoureuse, mais qu'un jour, deux jours, trois jours même, avant chacune des phases de la lune, ou après, ces changements pouvaient être constatés. Or les quatre phases de la lune, nouvelle lune, premier quartier, pleine lune, dernier quartier, sont à sept ou huit jours d'intervalle les unes des autres; par conséquent, il n'y a, dans le courant d'une lunaison, aucune journée qui soit à plus de trois jours de distance, soit en avant, soit en arrière, d'une des phases principales de notre satellite. Quelle que soit la date à laquelle se produise un changement de temps, il est toujours possible de l'attribuer à la lune. Ainsi entendue, l'affirmation que le temps change avec la lune n'a donc, je ne dirai pas, aucune valeur, mais aucun sens.

D'autre part, si le changement de temps se produisait en raison des mouvements de notre satellite, il devrait avoir lieu en même temps sur toute la surface du globe. Or, si l'on sait quelque chose en météorologie, c'est que les changements de temps sont successifs et se propagent d'un point à un autre, généralement dans la direction de l'ouest à l'est, ou dans une direction qui ne s'en écarte pas beaucoup. Les indications de la lune vraies à Brest seraient donc fausses à Paris, à Strasbourg et à Berlin, et réciproquement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Laissons donc de côté tout cet empirisme, et cherchons à nous rendre compte des véritables causes qui peuvent amener des changements au sein de l'atmosphère.

* * *

Avant d'aller plus loin, je voudrais vous montrer par une statistique que les prévisions actuelles ne sont pas si mauvaises que beaucoup de personnes semblent le croire. Je me suis amusé à faire le relevé de 100 prévisions, publiées par l'Office national météorologique de France. Ces prévisions sont réparties entre le 3 septembre 1924 et le 25 mars 1925. Dans le courant de cette période de plus de six mois, les indications que j'ai relevées sont disséminées sur 100 journées; je tiens à dire que je n'ai pas du tout choisi ces journées de préférence à d'autres, soit pour favoriser la réussite, soit au contraire pour multiplier le nombre des échecs. Je me suis simplement imposé la règle absolue d'apprécier la valeur des prévisions au plus tard le lendemain du jour où elles auraient dû se réaliser, afin d'avoir des souvenirs très précis. Lorsque des circonstances quelconques m'ont empêché de le faire à la date voulue, j'ai laissé de côté la prévision correspondante, ce qui m'a amené à occuper un espace d'environ 200 jours pour relever 100 prévisions seulement.

On a discuté souvent pour savoir si telle ou telle prévision météorologique était juste ou fausse, et on arrive difficilement à s'entendre. Il est en effet très rare qu'une prévision soit complètement fausse, et assez peu fréquent qu'elle soit complètement vraie. Si, par exemple, on annonce un vent du sud-ouest avec pluie, une baisse du baromètre et une hausse de la température, et qu'on ait un vent d'ouest avec une pluie discontinue, une légère baisse barométrique et une température stationnaire, la prévision n'est pas complètement exacte, mais elle est loin d'être fausse. J'ai cru devoir non pas les classer brutalement en deux catégories, mais en apprécier la valeur comme on le fait dans les grandes écoles, en leur donnant une note comprise entre 0 et 20, 0 exprimant la fausseté complète, et 20 l'exactitude absolue.

Le résultat est assez encourageant. La moyenne de mes appréciations sur 100 prévisions est de 14,72, c'est-à-dire aux environs de 15. Or, tous ceux qui ont été élèves ou examinateurs dans les grandes écoles techniques, savent que 15 est une moyenne fort honorable, et, dans tous les cas, largement suffisante pour que ceux qui la possèdent reçoivent leur diplôme de fin d'études.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai relevé également les moyennes mensuelles. Elles ont varié de 12,09 à 17,08.

Enfin, j'ai compté la fréquence des notes, en les répartissant en plusieurs catégories. Sur 100 prévisions, aucune n'a reçu la cote 0 ou 1; 6 ont été notées entre 2 et 5; 22 entre 6 et 19; 23 entre 11 et 16; et 16 entre 16 et 19. Quant à la note 20, correspondant à une exactitude complète, elle a été attribuée 33 fois sur 100.

On voit que cela n'est pas trop mauvais, et qu'à l'époque actuelle on peut tirer un bon parti des prévisions météorologiques officielles.

*
* *

Voyons maintenant par quelles méthodes on a pu arriver à de semblables résultats, qui, pour le moins, sont très encourageants.

Il y a des pays où la température varie très régulièrement avec les saisons; ce sont en général des pays tropicaux. Il n'en est pas de même dans nos régions tempérées. Il y a évidemment une hausse générale de température de l'hiver à l'été, et une baisse correspondante pendant le reste de l'année. On a pu déterminer quelle est la température moyenne de chacun des jours compris entre le 1er janvier et le 31 décembre, et si on trace la courbe de ces températures moyennes, elle affecte la forme d'une sinusoïde très régulière.

Mais, pour obtenir cette courbe, il a fallu faire des observations poursuivies pendant de longues années, et si la courbe des températures moyennes est régulière, il n'en est pas de même de la courbe de chaque année, prise individuellement. Tantôt, la température s'élève notablement au-dessus de la moyenne prévue, tantôt, elle se maintient très inférieure.

Le grand facteur de ces anomalies est le vent. Lorsqu'il nous arrive de régions plus chaudes que la nôtre, il relève la température; lorsqu'il vient de régions plus froides, il l'abaisse. On trouve la confirmation de cette hypothèse dans les pays à température régulière, où les vents sont également permanents ou très réguliers.

Le vent n'est pas seulement la cause des anomalies de température; il intervient comme un facteur très important des autres phénomènes météorologiques, et notamment de la pluie et du beau temps.

L'eau peut exister dans l'atmosphère soit à l'état de vapeur, soit à l'état de gouttelettes. Dans le premier cas, elle est invisible; dans le second, il se produit des nuages, du brouillard, de la pluie. Si ces gouttelettes se congèlent, c'est de la neige ou de la grêle. Or, on sait depuis longtemps qu'à chaque température correspond ce qu'on appelle une certaine « tension de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vapeur d'eau », ce qui veut dire qu'à une température déterminée, il peut exister dans l'air une quantité limitée d'eau à l'état de vapeur, c'est-à-dire invisible, mais que si l'on vient à augmenter cette quantité de vapeur d'eau, une partie se condense sous forme d'eau liquide. Ce phénomène a été étudié avec le plus grand soin, et on connaît pour chaque température la tension de saturation de la vapeur d'eau correspondante.

Si l'on trace une ligne ayant pour abscisses les températures et pour ordonnées les tensions de saturation, on obtient une courbe dont la concavité est tournée vers le haut (fig. 1).

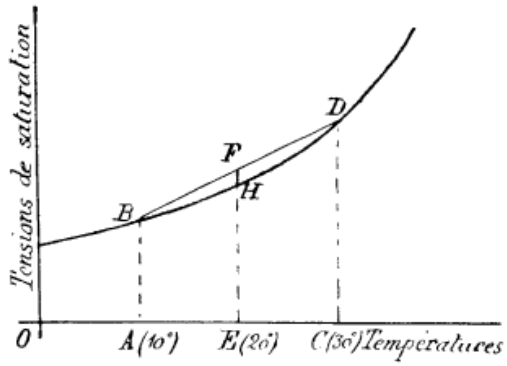


Fig. 1. — Condensation de la vapeur d'eau par mélange de deux masses d'air humide à des températures différentes.

De cette simple constatation résulte un fait très important. Considérons un litre d'air à la température de 10°, et saturé de vapeur d'eau. La ligne OA représente la température, et la ligne AB la tension de saturation correspondante. Un autre litre d'air est à la température de 30°, représentée par la ligne OC et également saturé de vapeur d'eau, dont la tension de saturation est indiquée par la ligne CD, les deux points B et D étant sur la courbe.

Si nous venons à mélanger ces deux litres d'air, absolument transparents tous les deux, nous aurons un mélange de deux litres de volume, qui prendra la température moyenne de 20°, représentée par la ligne OE. Quant à la quantité de vapeur d'eau existant en moyenne dans chaque litre, elle sera égale à la moyenne arithmétique des quantités représentées par les lignes AB et CD. Pour construire cette moyenne, il suffira de joindre par une ligne droite les points B et D, et de prendre l'intersection F de cette droite avec la verticale EF. Comme la courbe est concave vers le haut, il est certain que le point F sera plus haut que le point correspondant H de la courbe. La tension de saturation sera donc représentée par la ligne EH, plus petite que la ligne EF. Il en résultera que toute l'eau contenue dans le mélange ne pourra pas subsister à l'état de vapeur, et qu'il y aura une condensation partielle, l'importance de cette condensation étant précisément mesurée par la longueur HF, différence entre l'ordonnée de la corde BFD et l'ordonnée de la courbe BHD.

Que conclure de là? C'est que, chaque fois qu'il y a mélange de masses d'air saturées de vapeur d'eau à des températures différentes, il y a condensation d'une partie de cette vapeur d'eau. Il n'est même pas nécessaire que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les deux mélanges soient primitivement saturés, mais suffisamment voisins du point de saturation pour que la ligne qui joindrait les extrémités des ordonnées indiquant la tension réelle de la vapeur d'eau dans chaque masse d'air primitive vienne rencontrer la courbe des tensions en fonction de la température.

Au point de vue météorologique, nous pourrons en conclure que, lorsque l'air est saturé de vapeur, ou à peu près, et qu'il survient un changement de vent, ce phénomène provoque un mélange de l'air situé primitivement au-dessus d'une région déterminée avec un air amené par le vent nouveau; ce mélange doit produire des condensations et par conséquent les changements de vent sont non seulement responsables des variations de températures, mais peuvent aussi provoquer la pluie et les autres phénomènes dus à la condensation de la vapeur.

Il peut arriver aussi qu'un vent sec chasse un vent humide, et qu'ensuite, s'il continue à souffler, il ramène une atmosphère complètement limpide.

Prévoir les changements de vent, c'est donc en même temps prévoir les différents phénomènes météorologiques susceptibles de nous intéresser. Mais cela ne fait que reculer la difficulté. Il s'agit maintenant de savoir comment on peut prévoir les changements de vent.

Or, le vent a de tout temps eu la réputation d'être extrêmement capricieux, et l'on se rappelle l'ancien adage latin : *Quid levius pluma? pulvis; quid pulvere? ventus.* » (Quoi de plus léger que la plume? la poussière; que la poussière? le vent.)

Pourtant, il ne mérite peut-être pas complètement cette réputation d'inconstance. Lorsqu'on observe le vent dans un lieu donné, on constate que sa direction ne change pas à chaque instant, du moins d'une manière notable; il arrive souvent qu'il reste deux ou trois jours, ou même davantage, avec une même orientation, si bien qu'on a donné comme première règle de prévision du temps celle qui consiste à dire que le temps de demain sera le même que celui d'aujourd'hui. On a à peu près trois chances sur quatre, ou au moins deux sur trois de ne pas se tromper.

En outre, nous constatons fréquemment en France que la direction du vent change dans le sens des aiguilles d'une montre beaucoup plus fréquemment que dans le sens contraire. Ainsi, par exemple, à un vent du sud-ouest succédera un vent d'ouest, puis un vent de nord-ouest, et l'évolution inverse est extrêmement rare.

Mais les observations faites isolément dans certains lieux et sans relation entre elles n'ont jamais donné de grands résultats. Pendant des milliers d'années on s'en est contenté, et pendant toute cette longue période, on peut dire que la météorologie était complètement dans l'enfance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On n'est arrivé à des résultats appréciables qu'à partir du moment où on a fait, dans différents lieux du globe, des observations simultanées dont les résultats ont été transmis par les voies les plus rapides possibles à des services centraux, lesquels les ont confrontés, interprétés et ont pu en tirer des conclusions relatives à la prévision du temps.

Cette idée des observations simultanées n'est pas extrêmement ancienne, car elle remonte à l'année 1855, et est due à l'astronome français Le Verrier. L'événement qui a amené ce grand savant à s'occuper de cette question est assez intéressant pour être rappelé ici. A cette époque, les armées et les flottes anglo-françaises faisaient le siège de Sébastopol. Une tempête formidable se déchaîna sur les côtes de Crimée, et causa la perte de plusieurs bâtiments alliés; elle provoqua également des dégâts considérables, dont furent victimes les troupes campées aux environs de la place assiégée. Les tentes et les baraques furent renversées, et il y eut même un certain nombre de morts par suite de la tempête. En parcourant les journaux se rapportant à une période antérieure à celle de l'ouragan de Crimée, Le Verrier constata que ce phénomène avait été signalé, avec plus ou moins d'intensité, en différents lieux de l'Europe, et qu'il s'était propagé de l'ouest à l'est. Il en conclut que si l'on avait eu un service d'information bien organisé, on aurait pu avertir d'avance les troupes alliées de l'approche de la tempête. Évidemment, cela ne l'aurait pas supprimée, mais les flottes et les armées auraient pu prendre des précautions pour se garantir contre ses effets destructeurs.

Le Verrier fit dès lors une propagande active pour obtenir l'organisation d'un service d'observations météorologiques simultanées, et grâce à sa volonté tenace, il réussit à convaincre les incrédules, et posa ainsi les fondements de la météorologie moderne.

Grâce à cette organisation, grâce aussi à l'emploi de la télégraphie électrique, il y eut, dans chaque pays civilisé, un bureau où furent centralisées les observations effectuées simultanément à des heures déterminées, mais on ne se contenta pas d'indiquer la température, le vent, la pluie et les autres phénomènes météorologiques, on y ajouta une indication très précieuse, celle de la pression barométrique.

Dès l'invention du baromètre, on s'est aperçu que les hausses de la colonne mercurielle étaient généralement signe de beau temps, et les baisses signe de pluie; mais ces indications ne doivent pas toujours être prises au pied de la lettre. Les observations simultanées ont permis de les préciser.

Le résultat de la centralisation des observations en un point donné est de permettre l'établissement journalier de cartes météorologiques. Sur ces cartes, figurent généralement en bleu les contours des continents et des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mers, avec l'indication d'un certain nombre de repères, fleuves, rivières, villes importantes, ou stations météorologiques intéressantes. Sur ce fond permanent, on trace chaque jour en noir des indications relatives à la température, à la pression barométrique, et à tous les phénomènes météorologiques.

On sait qu'on donne le nom de lignes isothermes aux lignes qui, tracées sur une carte, joignent les points ayant la même température. On a donné le non de lignes *isobares* aux courbes joignant les points ayant une même pression barométrique. Ce sont ces dernières lignes qui ont la plus grande importance au sujet de la prévision du temps, les lignes isothermes ne faisant que constater un résulat, sans permettre de prévoir comment la situation actuelle pourra se modifier.

On indique également par des signes conventionnels la direction et la vitesse du vent, les chutes de pluie, de neige, la brume, etc. Mais ce qui est le plus important, ce sont les lignes isobares.

On constate que, fréquemment, elles affectent la forme de courbes fermées, entourant un point déterminé. Ces groupes de courbes fermées peuvent d'ailleurs se produire dans deux cas différents, suivant que la pression au centre est plus faible ou plus forte que la pression extérieure. Dans le premier cas, on a affaire à une *dépression*; dans le deuxième cas, à une *aire de hautes pressions*. Pour distinguer les unes des autres, il suffit de lire les chiffres accolés à chaque courbe indiquant la pression barométrique correspondante. Pour faciliter la lecture des cartes barométriques, la pression normale, 760 mm, est marquée en gros trait.

Considérons d'abord une dépression. Si on suppose que les lignes isobares représentent les courbes de niveau d'une surface topographique, une dépression correspondrait à un creux du terrain; or, de même que l'eau qui viendrait à tomber sur un sol ayant cette configuration aurait tendance à s'écouler vers le point le plus bas, de même les molécules d'air qui entourent une dépression ont tendance à se précipiter vers la région où la pression est la plus faible, et par suite, à combler peu à peu la dépression. Mais, elles ne se dirigent pas, comme on serait tenté de le croire, vers le point bas (au point de vue barométrique) suivant des lignes convergentes, mais suivant des spirales se rapprochant peu à peu du centre de dépression.

Ce phénomène est dû à la combinaison du mouvement de rotation de la terre et de la tendance des molécules à se précipiter directement vers le point où la pression est plus faible. Je ne vous ferai pas la démonstration de cette combinaison de mouvements, mais elle tient à ce que chaque molécule d'air, dans l'hémisphère boréal, en raison du mouvement de rotation de la terre, est déviée de sa trajectoire naturelle de manière à laisser à sa gauche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le centre de dépression D, ainsi que l'indique la figure 2. De la combinaison de ces trajectoires, il résulte autour de ce centre un mouvement giratoire qui, dans notre hémisphère, a lieu en sens inverse de celui des aiguilles d'une montre. C'est le contraire dans l'hémisphère austral.

On a donné à ce mouvement giratoire le nom de *cyclone*. Il ne faut pas confondre ce phénomène, de grande envergure et de vitesse relativement modérée, avec les typhons ou les tornades qu'on désigne souvent sous le nom de cyclones, et qui ravagent tous les pays au-dessus desquels ils passent. Les cyclones des météorologistes peuvent amener du vent ou de la pluie, mais généralement ne produisent pas de dégâts considérables.

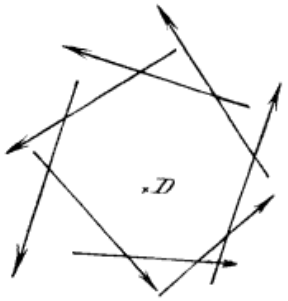


Fig. 2. — Mouvement giratoire de l'air autour des centres de dépression.

Si nous considérons au contraire un centre de haute pression, il est naturel de penser que les molécules d'air ont tendance à s'écarter de ce centre en divergeant, de manière à se diriger vers les points où la pression est plus basse, de même que l'eau qui tomberait sur le sommet d'un mamelon arrondi s'écoulerait dans toutes les directions en suivant la ligne de plus grande pente.

Mais le mouvement de rotation de la terre intervient dans ce cas comme dans le précédent, et il en résulte, dans notre hémisphère, qu'il s'établit autour des centres de haute pression un mouvement giratoire de sens inverse du premier, c'est-à-dire dans le sens des aiguilles d'une montre. On a donné à ce mouvement giratoire le nom d'*anticyclone*. C'est un cyclone qui tourne en sens inverse des cyclones ordinaires. Dans l'hémisphère austral, le sens de la rotation est inverse de celui de l'hémisphère boréal, pour les anticyclones comme pour les cyclones.

Ces mouvements giratoires sont tellement reliés aux dépressions et aux aires de haute pression que, dans la pratique, dépression et cyclone, d'une part, haute pression et anticyclone d'autre part, sont synonymes.

Or, nous avons vu de quelle importance était la prévison des changements de vent, au point de vue de tous les phénomènes météorologiques. Comme les vents sont reliés à la position des cyclones et des anticyclones, nous arrivons à cette conclusion que le grand élément à consulter pour la prévision du temps est la position présente et future de ces deux derniers phénomènes.

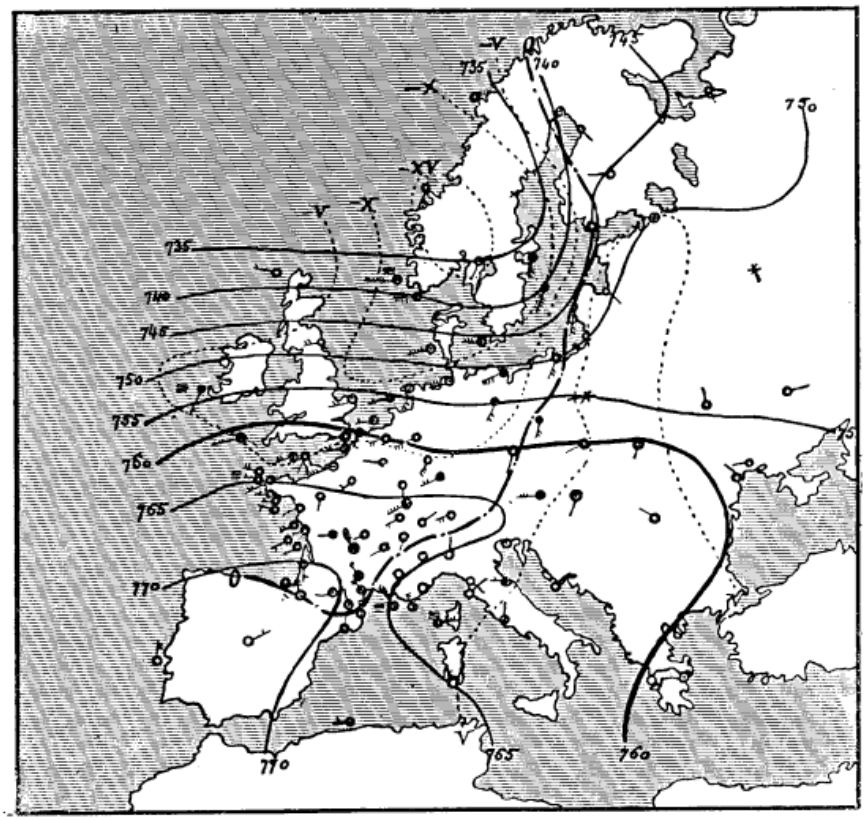
Un météorologiste hollandais, Buijs-Ballot, a formulé une règle très simple qui porte son nom, et qui permet de se rappeler quelle est la direction du vent lorsqu'on se trouve dans le voisinage d'un cyclone ou d'un anticyclone. Si l'on se place de façon à avoir un centre de dépression à sa gauche on a le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vent dans le dos. Si l'on se place de manière à avoir un centre de haute pression à sa droite, on a également le vent dans le dos.

Les cyclones et les anticyclones ne restent pas indéfiniment semblables à eux-mêmes. Ils peuvent se déformer soit en devenant plus profonds ou plus saillants, soit en sens inverse. Ils peuvent aussi se déplacer d'un point à un autre, et souvent le déplacement de leur centre et leur déformation ont lieu simultanément.

Voici les cartes de trois observations journalières successives dans les-



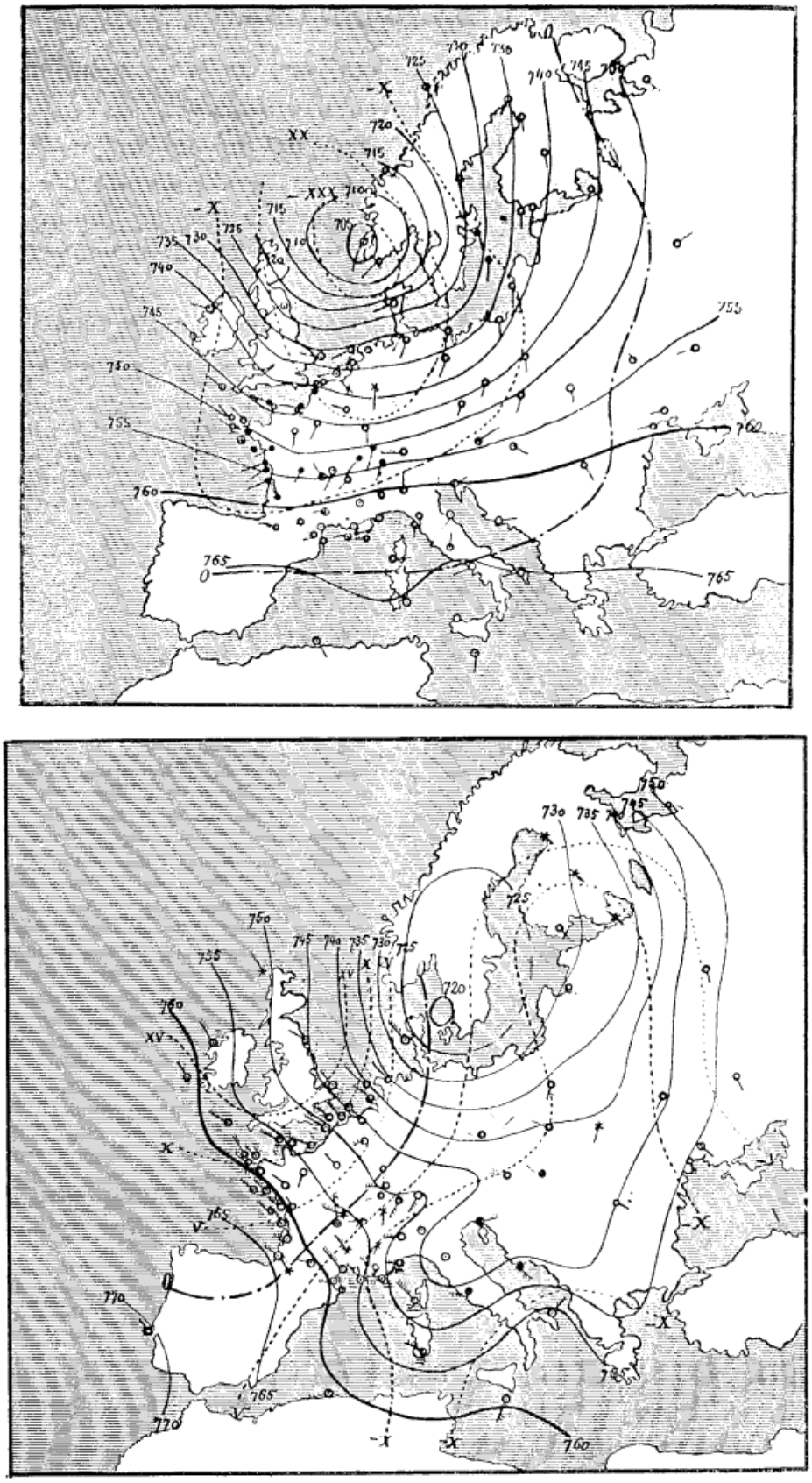


Fig. 4 et 5. — Formes et positions successives d'une dépression le matin de 3 jours consécutifs (2e et 3e jours).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

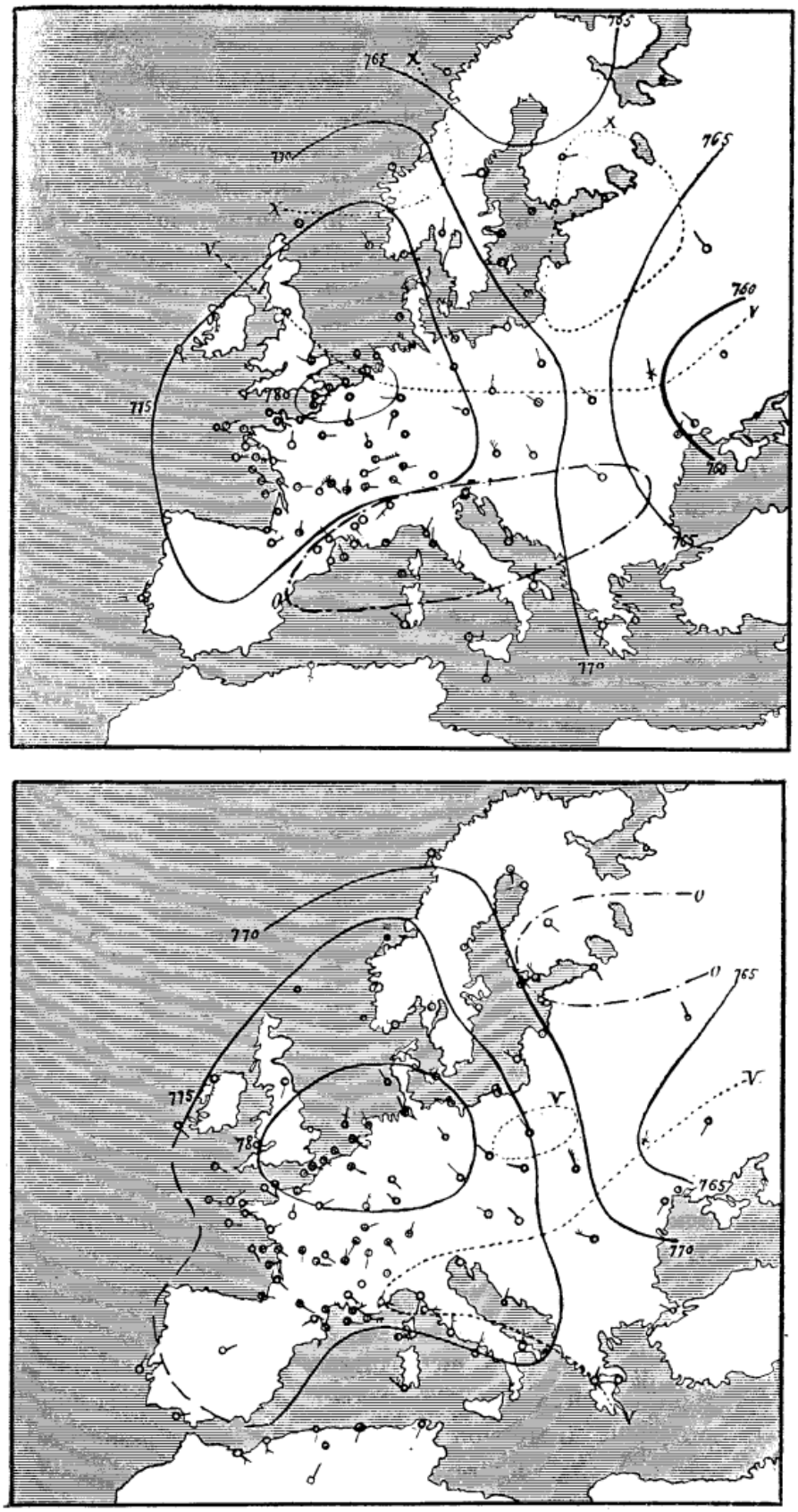


Fig. 6 et 7. — Formes et positions successives d'un anticyclone le matin de 2 jours consecutifs

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

direction voisine d'une parallèle aux lignes isobares; cette remarque comporte néanmoins d'assez nombreuses exceptions.

L'aspect de la carte barométrique peut en outre renseigner sur la vitesse du vent. On sait que lorsqu'on représente une surface topographique au moyen de courbes de niveaux, c'est-à-dire joignant tous les points situés à la même altitude, la pente du terrain est d'autant plus forte que les courbes de niveau sont plus rapprochées sur la carte. Il en est de même dans les cartes barométriques, mais ici la pente est remplacée par la rapidité avec laquelle la pression barométrique se modifie, en passant d'un point du globe à un autre. On a donné à ce rapport entre la différence de pression barométrique en deux points donnés et la distance horizontale qui les sépare, le nom de *gradient*.

Il est naturel de penser que plus le gradient est fort, plus la vitesse du vent est considérable. On a même été plus loin et, à la suite de nombreuses observations, on a établi des formules reliant la vitesse du vent au gradient. Cette vitesse est ce qu'on appelle la vitesse théorique du vent, ou la vitesse du gradient (plus exactement, d'après le gradient). Cette vitesse ne coïncide pas toujours avec la réalité, mais elle en est souvent très voisine. Plusieurs formules ont été proposées pour préciser la relation entre le vent théorique et le gradient; la plus simple consiste à dire que le vent est proportionnel au gradient, le coefficient de proportionnalité étant de 4, c'est-à-dire que pour un gradient 1, le vent est de 4 m : s pour un gradient, 2 le vent est de 8 m : s, etc.

Reste à définir l'unité de gradient. On a convenu d'adopter un gradient correspondant à une différence de 1 mm de hauteur de mercure pour une distance horizontale de 111 km. On se rappelle que 111 km est la longueur mesurée à la surface du sol d'un degré géographique.

Comme le vent exerce une influence considérable sur tous les autres phénomènes météorologiques, et comme, d'autre part, le vent est relié à la position et à la forme des dépressions, il en résulte que celles ci sont entourées de phénomènes qui se déplacent avec elles. Les cyclones se transportent donc à travers l'atmosphère entourés de leurs vents giratoires, à la manière dont les grosses planètes de notre système solaire se déplacent à travers le ciel escortées de leurs satellites. En même temps que le tourbillon qui les entoure, les dépressions en se déplaçant restent accompagnées des phénomènes qui, en chaque point, sont la conséquence des changements de vent, nuages, pluie, brouillard, etc. La figure 8 représente schématiquement une dépression entourée des phénomènes météorologiques qui l'accompagnent. Lorsque la dépression se déplace, les changements de temps se déplacent avec elle. Cette figure suggestive, comme celles qui vont suivre,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est empruntée à un excellent ouvrage de M. le Commandant Rouch, que vous aurez d'ailleurs le plaisir d'entendre dans quelques jours.

Il est très intéressant de se rendre compte des trajectoires habituelles suivies en Europe par les centres de dépression, et la figure 9 indique les routes les plus fréquentes adoptées par les cyclones.

La figure 10 est relative au même objet; les rectangles limités par des méridiens et des parallèles qui y sont tracés portent, au milieu de chacun d'eux, un chiffre proportionnel au nombre de dépressions qui y sont constatées.

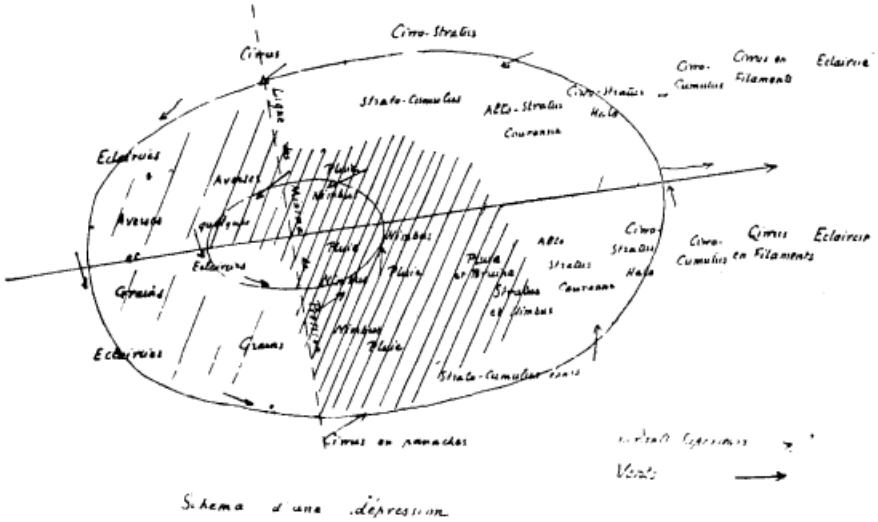


Schéma d'une dépression

Fig. 8. — Schéma d'une dépression et des phénomènes météorologiques qui l'accompagnent (1).

Vous voyez que l'Irlande est la terre d'élection des dépressions, et que plus on s'en éloigne, surtout vers le sud, plus les dépressions deviennent rares.

*
* *

Nous avons reculé le problème. Pour prédire les changements de température, la pluie, et le beau temps, il faut prévoir les changements de vent; pour prévoir les changements de vent, il faut connaître la position présente et future des lignes isobares, et notamment l'emplacement et la forme des dépressions.

Le problème de la prévision du temps consiste donc dans la prévision de la marche des dépressions, et en raison de son importance pratique, cette question a provoqué de nombreuses recherches.

(1) Les figures 8 à 14 sont extraites de l'ouvrage du commandant Rouch, intitulé *Manuel pratique de météorologie*, dont j'ai rendu compte en séance publique le 20 décembre 1919 (voir le *Bulletin* de janvier-février 1920, p. 117; voir aussi le *Bulletin* d'avril 1921, p. 325). Cet ouvrage et deux autres, dont la *Préparation météorologique des voyages aériens*, ont été récompensés d'une médaille de vermeil de la Société d'Encouragement en 1920 (voir *Bulletin* de juin 1921, p. 538).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On peut essayer de se rendre compte de la position future d'une dépression, inscrite sur la carte du moment, en consultant le passé, le présent ou l'avenir du phénomène.

Si vous examinez les trajectoires habituelles des dépressions représentées sur la figure 9, vous constaterez qu'elles ont la forme de courbes continues, parfois sensiblement rectilignes. Il est très rare qu'on constate dans ces courbes des changements brusques de direction. Si on connaît la trajectoire du centre d'un cyclone pendant les journées qui précédent le jour actuel, on peut donc, en prolongeant la courbe, tracer, sans grande chance d'erreur, la route qui sera suivie par ce centre pendant les jours suivants.

Fig. 9. — Trajectoires habituelles des centres de dépression en Europe.

Malheureusement, ce procédé était pour nous, jusqu'à ces derniers temps, d'une application assez difficile. Les dépressions, en effet, se déplacent de l'ouest à l'est; par conséquent, quand elles arrivent en Angleterre, en France ou en Espagne, elles ont traversé l'immense étendue de l'Atlantique, et, pendant toute cette période, on n'a pas pu en suivre la marche. Les pays situés à l'est de leur continent sont au contraire dans une situation beaucoup plus favorable. Les observations météorologiques, qui nous viennent d'Allemagne ou de Russie sont, pour nous, d'une faible utilité pratique; tandis que les Russes peuvent, d'après les observations occidentales ou centrales de l'Europe, connaître avec précision la marche passée des dépressions et, par suite, en déduire leur route dans l'avenir. Les Etats-Unis d'Amérique sont dans une situation analogue en ce qui concerne les régions voisines de l'Atlantique; celles-ci sont en effet informées plusieurs jours à l'avance du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

passage des phénomènes météorologiques à travers le continent américain, et peuvent par suite les prévoir avec la plus grande sécurité. Un petit fait est caractéristique de cette situation. En France, à part les spécialistes, personne ne s'intéresse à la lecture du *Bulletin quotidien*, publié par l'Office national météorologique; dans la Nouvelle-Angleterre, au contraire, et dans toute la région des États-Unis qui n'est pas trop éloignée de l'Atlantique, ce bulletin constitue un journal qui est lu par tout le monde, et qu'on désigne sous le nom de *Journal des Fermiers*; aucun agriculteur n'entreprend une opération sans l'avoir consulté. Cette popularité, au-delà de l'Atlantique, d'un journal purement météorologique, prouve que le peuple américain a grande confiance dans les prédictions qui lui sont données. Faut-il en conclure que les météorologistes des États-Unis sont beaucoup plus forts que les nôtres? Évidemment non; mais ils sont, de par leur position géographique, dans une situation beaucoup plus favorable.

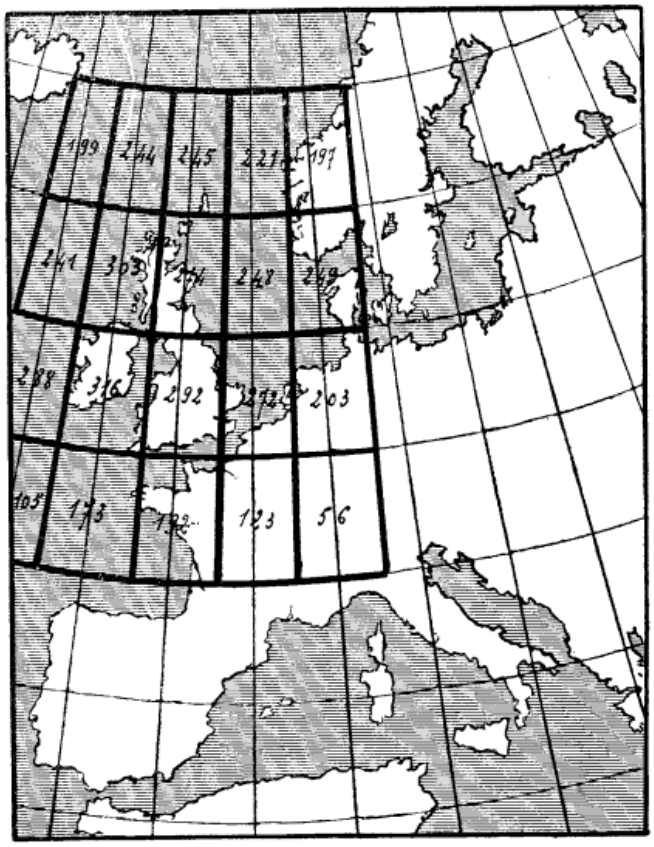


Fig. 10. — Fréquence des dépressions en Europe.

Il y a bien l'annonce par câblogramme des dépressions américaines, mais, quand elles quittent les côtes pour suivre leur route à travers l'Atlantique, elles peuvent dévier plus ou moins à droite ou à gauche, et nous ne savons pas si elles aborderont l'ancien continent par l'Espagne ou l'Afrique, ou au contraire par les Iles britanniques. Au point de vue qui nous intéresse en France, c'est une question capitale, car si vous vous reportez à la figure 8, vous constaterez que les phénomèmes qui se trouvent au nord d'une dépression, c'est-à-dire à gauche de sa trajectoire, sont tout à fait différents de ceux qui se trouvent au sud. Dans ce dernier cas, on a généralement un vent des régions ouest plus ou moins violent, avec d'abondantes chutes de pluie et réchauffement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la température; dans le cas contraire, il faut s'attendre à des vents secs et froids et à un beau temps.

On a cherché à remédier à cette situation fâcheuse pour nous, en se mettant en relation avec des observatoires météorologiques établis en plein océan, entre l'ancien continent et l'Amérique. Malheureusement, sur la ligne directe entre la France et les États-Unis, ligne qui est voisine des trajectoires habituelles des dépressions, il n'existe aucune terre; il faut aller en chercher soit beaucoup plus au nord, soit beaucoup plus au sud. On a donc dû se contenter d'observations envoyées d'Islande ou des Iles Açores. Lorsqu'une dépression a été signalée comme quittant les États-Unis pour venir vers nous, si le baromètre, quelques jours après est en baisse en Islande, il y a des chances pour qu'elle aborde l'Europe par le nord; si, au contraire, la baisse s'est manifestée aux Açores, la dépression viendra probablement par le sud.

Tout cela est évidemment très vague, et de plus, il arrive que les dépressions se modifient en cours de route; elles peuvent se creuser davantage; elles peuvent au contraire se combler et même disparaître.

La télégraphie sans fil permet heureusement de nous fournir des observations sur ce qui se passe à travers l'Atlantique. On reçoit déjà des communications météorologiques des bateaux qui circulent à travers cet océan. On a même installé un bateau spécialement affecté à ce service. A l'heure où je vous parle, cette organisation n'est qu'embryonnaire encore, mais elle a néanmoins déjà donné des résultats intéressants. Il est certain qu'elle se développera, et qu'il viendra un moment où les régions occidentales de l'Europe n'auront plus à souffrir, au point de vue météorologique, des inconvénients de leur situation géographique.

On peut aussi chercher à prévoir l'avenir des dépressions non pas en consultant leur passé, mais en examinant, avec la plus grande attention, leurs caractères présents. C'est une sorte d'auscultation.

Parmi les méthodes qui ont été proposées dans ce but, je vous en citerai deux.

La première est celle de M. Guilbert, météorologiste bien connu, que vous auriez dû entendre tout à l'heure, après ma communication, et que malheureusement son état de santé a empêché de venir à la séance d'aujourd'hui; j'espère que vous ne perdrez rien pour attendre. Je vais seulement vous exposer en quelques mots l'idée générale de sa méthode.

M. Guilbert admet que la vitesse du vent doit normalement être égale en mètres par seconde au quadruple de la valeur du gradient. Il admet en outre que, normalement, les vents doivent faire un angle de 20° avec les lignes isobares entourant une dépression, cet angle étant dirigé vers l'inté-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rieur de la dépression. D'après lui, lorsqu'il en est ainsi tout autour d'une dépression, celle-ci se maintient immobile et sans déformation; ce régime idéal de vent correspondrait à celui qui est nécessaire pour maintenir le *statu quo*, en apportant au centre de la dépression des masses d'air équivalentes à celles qui disparaissent en s'élevant verticalement vers le centre de celle-ci. Il faut en effet admettre que, pour qu'une dépression subsiste, l'air qui afflue de la périphérie ne s'accumule pas au centre et qu'il ne peut s'échapper que suivant la verticale, puisqu'il est constaté que les vents horizontaux sont dirigés, non pas directement mais en spirale, vers le centre de la dépression.

Lorsque le vent est plus rapide ou plus convergent que dans le cas normal, et que cette surabondance est constatée tout autour de la dépression, celle-ci a des chances de se combler sur place. Dans le cas, au contraire, où tout autour de la dépression, le vent est moins convergent ou moins rapide qu'il ne devrait l'être, la dépression a des chances de se creuser, l'afflux périphérique d'air étant inférieur à l'échappement vertical. Enfin, lorsque d'un côté de la dépression, le vent est plus rapide ou plus convergent qu'en cas normal, et que du côté opposé de la dépression on observe un phénomène contraire, la dépression a des chances de se déplacer en fuyant vers le côté où le vent est moins résistant, c'est-à-dire le moins rapide et le moins convergent.

Cette théorie est rationnelle. On peut prétendre qu'elle n'est pas démontrée d'une manière directe; mais son auteur a appuyé sur ce principe un très grand nombre de prévisions, dont le succès a été fréquemment constaté.

Il y a une autre manière de se rendre compte par l'observation du moment, de l'avenir réservé à une dépression, c'est ce qu'on appelle la méthode des *tendances barométriques*.

Si le gradient, en un point donné, peut être considéré comme la dérivée de la pression barométrique par rapport à l'espace horizontal, la tendance est la dérivée de cette même pression par rapport au temps. Lorsqu'on compare la pression, à un moment donné, à celle qui existait un certain nombre d'heures auparavant, on se rend compte s'il y a tendance à la baisse, au stationnement ou à la hausse. Les cartes barométriques sont complétées par des lignes d'égale tendance, qui sont généralement tracées en traits pointillés, et désignées par un chiffre romain qui indique en millimètres le changement du baromètre depuis vingt-quatre heures. Ce chiffre est affecté du signe + ou du signe —, suivant qu'il y a hausse ou baisse. Pour appliquer la méthode des tendances, on a recours généralement à des observations plus rapprochées remontant par exemple à trois heures, quatre heures ou six heures. En raison de la continuité des phénomènes météorologiques, on peut admettre avec quelque chance de succès qu'en général la hausse, ou la baisse, continueront pendant les heures ou même la journée suivantes, avec une rapidité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sensiblement égale à celle qu'on a constatée antérieurement. Si donc, en un point donné, la pression barométrique est actuellement de 755 mm, avec une tendance à la baisse de 4 mm en 6 heures, il est probable que 6 heures plus tard, la pression sera de 751 mm. En raisonnant ainsi sur un grand nombre de points, on pourra tracer la carte barométrique probable dans 6 heures, 12 heures, ou 24 heures, et conclure de là dans quel sens évoluent les dépressions, et de quel côté leur centre se dirigera.

Enfin, on peut chercher à connaître directement l'avenir d'une dépression sans s'occuper de son passé ni de son état présent. De nombreuses ascensions en ballon libre ont permis, déjà depuis longtemps, de constater que, fréquemment, le vent observé à 2.000, 3.000 ou 4.000 m d'altitude à un jour donné, vent dont la direction peut être différente de celle qui règne à terre au même moment, descend peu à peu, et qu'un jour ou deux après cette constatation, la direction du vent au sol est la même que celle qu'on avait observée en hauteur. Il y a donc grand intérêt à observer la direction et la vitesse du vent à une altitude élevée.

Il semble que, si l'on pouvait avoir des observations assez nombreuses pour tracer à 3.000 m d'altitude par exemple, la carte barométrique, on observerait les mêmes dépressions et les mêmes anticyclones qu'au niveau de la mer, mais dont les centres seraient en avance par rapport à ceux du sol, et sur la même trajectoire. La carte barométrique à 3.000 m nous donnerait donc une image fidèle de ce que sera la carte barométrique dans les régions basses dans un ou deux jours. C'est là un moyen très intéressant de tracer à l'avance les cartes barométriques, et par conséquent de pouvoir prédire le temps qu'il fera.

* * *

Ceci nous amène à la troisième période de l'histoire de la météorologie. Ainsi que je l'ai dit au début, pendant la première période, on s'est contenté d'observations isolées, sans aucun lien entre elles: la deuxième période a pris naissance à partir du moment où, à l'instigation de Le Verrier, on a fait des observations simultanées, dont les résultats étaient centralisés et coordonnés; toutes ces observations étaient faites au niveau du sol ou de la mer. La troisième période est celle où, à ces observations à la surface du globe, on a ajouté des observations en altitude. Ces observations ont pris naissance il y a trente ou quarante ans, et un éminent météorologiste français, Teisserenc de Bort, en a été l'apôtre.

Ces observations en hauteur peuvent être faites par l'examen des nuages, et mieux, par des procédés aéronautiques, cerfs-volants, avions, ballons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

montés ou non montés. L'emploi de ces derniers étant beaucoup moins coûteux, on peut les multiplier et procéder ainsi à ce que l'on appelle des *sondages aériens*. On se contente fréquemment de lancer ces petits ballons, et de les observer depuis deux stations du sol, soit au moyen de théodolites, soit par la photographie. Ces observations permettent de connaître à différentes altitudes la direction et la vitesse du vent, et si le ballon vient à disparaître dans un nuage, on peut en conclure ce qu'on appelle la *hauteur du plafond*, c'est-à-dire de la partie inférieure des nuages.

Ces observations en altitude se multiplient de jour en jour, et ont donné naissance à ce que Teisserenc de Bort a appelé la météorologie dynamique. On ne saurait trop en recommander l'emploi.

*
* *

Les isobares, autour des dépressions ou des anticyclones, n'ont pas toujours une forme régulière. Elles présentent parfois des anomalies, les unes consistant en des dépressions secondaires qui seraient analogues à des trous creusés en certains points sur des pentes descendant vers le centre de la dépression; dans d'autres cas, on a affaire à une déformation brusque des lignes isobares, qui a donné naissance au phénomène connu sous le nom de *grain*. Il y a longtemps que les marins ont donné ce nom à des changements brusques de la situation météorologique, généralement fort désagréables à tous égards. On constate que les indications du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre se mettent à changer presque instantanément, et qu'en même temps il survient des vents violents dont la direction se modifie souvent avec rapidité, vents qui sont accompagnés de pluie, de grêle et, parfois, de phénomènes orageux.

La figure 11 représente les diagrammes tracés par les différents instruments enregistreurs lors de l'apparition d'un grain. Il semble que tous les instruments se mettent en danse, et sont véritablement affolés.

La figure 12 représente la déformation des lignes isobares lorsqu'un grain se produit. On voit que la plupart de ces courbes font des angles brusques dans deux sens différents, et qu'on peut relier par un trait continu les sommets de ces angles. C'est l'ensemble de ces sommets qui constitue ce qu'on appelle la *ligne de grains*. Un météorologiste français, mort il y a quelques années, Durand-Gréville, s'était spécialisé dans l'étude des grains. Ceux-ci se propagent à la manière des dépressions, les lignes de grains se déplaçant de front, perpendiculairement à leur direction générale.

Les figures 13 et 14 vous représentent les positions successives d'une ligne de grains. On voit que dans l'espace de 24 heures, ces lignes parcourent un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chemin considérable. Néanmoins leur vitesse est assez faible pour permettre d'annoncer à l'avance, en temps utile, le dangereux phénomène. Il est probable que l'ouragan de 1855, qui a attiré l'attention de Le Verrier sur le déplacement des phénomènes météorologiques, devait être une ligne de grains importante. Malheureusement, il semble que l'expérience acquise serve rarement à quelque chose; au cours de la dernière guerre, au mois d'avril 1917, si mes souvenirs sont exacts, une vingtaine de ballons captifs désignés fami-

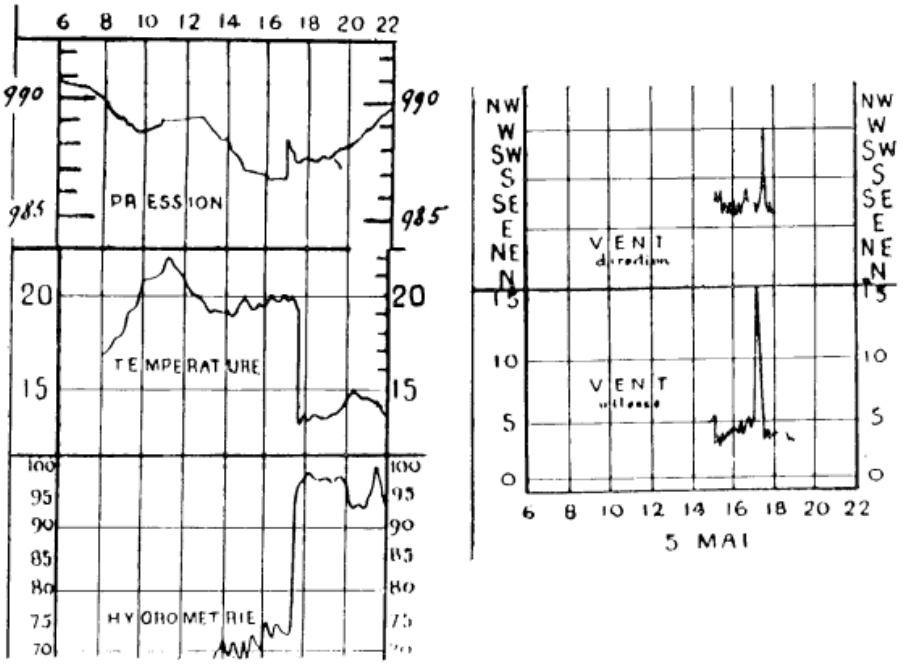


Fig. 11. — Diagrammes des instruments météorologiques pendant le passage d'un grain.

lièrement sous le nom de saucisses, ont été simultanément assaillis par un grain. Ils ont rompu leurs câbles, et ont été entraînés vers les lignes ennemies. Il s'est trouvé, par une fâcheuse coïncidence, que la ligne de grains était sensiblement parallèle au front, et que tous les ballons d'observation ont été simultanément en butte à la tempête. Or, cette ligne de grains avait traversé tout le territoire français, et on aurait pu, longtemps à l'avance, en être informé au front, et prendre les précautions nécessaires, c'est-à-dire en l'espèce, laisser à terre les ballons captifs, et attendre la disparition du grain avant de les envoyer en l'air.

* * *

Pour terminer cet exposé général, il est nécessaire d'ajouter une remarque. Le problème de la prévision du temps est double; il comprend d'une part une prévision générale qui peut se faire d'après l'examen des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cartes météorologiques; mais, il convient en outre de faire des prévisions régionales, qui consistent à savoir quelle sera, dans un pays déterminé, la conséquence d'une situation météorologique d'ensemble. En effet, les conséquences d'une situation météorologique déterminée ne sont pas pratiquement les mêmes dans tous les pays du globe. Un exemple typique vous permettra de vous en rendre compte. En général, dans toute la France, un vent du sud-ouest qui se produit lorsqu'une dépression s'approche en laissant l'observateur à sa droite, c'est-à-dire au sud de la trajectoire, est une annonce à peu près infaillible de pluie. Il n'en est pas de même sur la Côte d'Azur, où les vents du sud-ouest ne troublent pas la sérénité du ciel. Pourquoi cette différence? C'est qu'avant d'arriver à Nice ou à Monaco, le vent du sud-ouest a rencontré un écran, les Pyrénées, au contact duquel il s'est refroidi; la vapeur d'eau saturant l'atmosphère s'est condensée sur les sommets et au flanc des montagnes, sous forme de pluie ou de neige, si bien que le vent en arrivant sur la Côte d'Azur est desséché, et par conséquent n'a pas amené la pluie, comme dans tout le reste de la France.

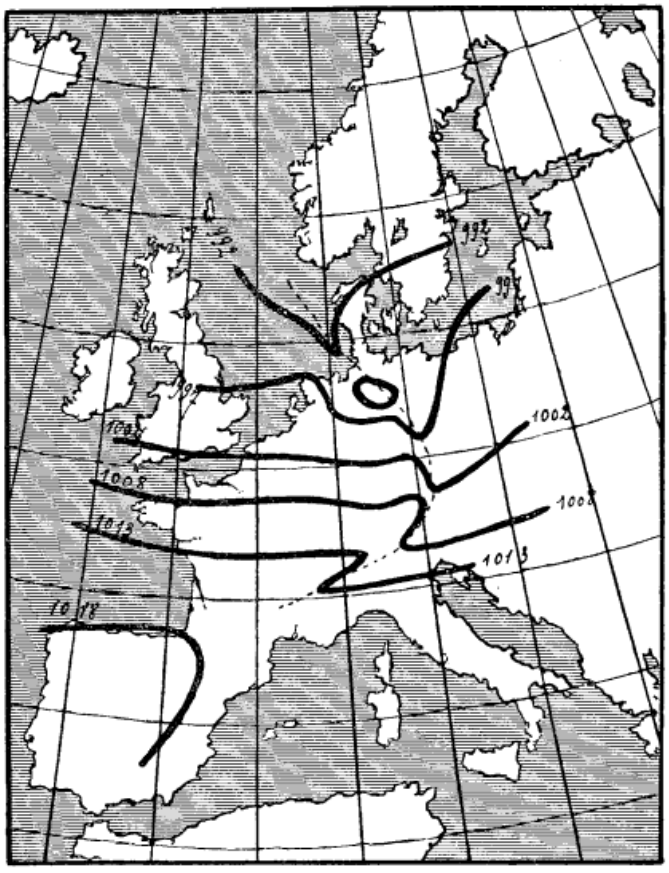


Fig. 12. — Isobares en cas de grain : ligne de grains.

Les différences ne sont pas en général aussi tranchées d'une région à une autre, mais elles le sont néanmoins. C'est ainsi que, pendant la guerre, le Service général météorologique des Armées, dirigé avec la plus grande distinction par le commandant Rouch, était partagé en services particuliers correspondant à chaque armée. Ces services étaient par suite échelonnés sur toute la ligne du front, depuis Dunkerque jusqu'à Belfort. Chaque chef de service météorologique recevait du service central les renseignements d'ordre général, et il devait ensuite en conclure la prévision du temps pour la région

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

occupée par l'armée à laquelle il était attaché. On a constaté qu'entre deux armées consécutives, si les différences étaient en général faibles, elles existaient néanmoins; mais entre la région voisine de la mer du Nord et celle qui touchait à la frontière suisse, les modifications s'accumulaient, si bien que les prévisions extrêmes, à Dunkerque et à Belfort, étaient notablement différentes entre elles.

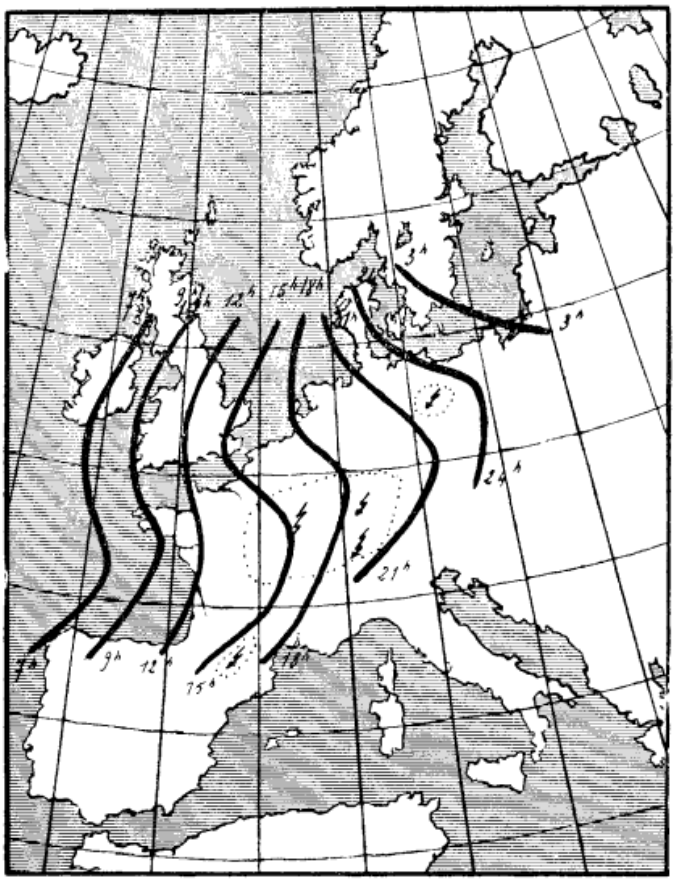


Fig. 13. — Positions successives d'une ligne de grains.

* * *

Là s'arrêtent les indications d'ordre général que j'avais l'intention de vous donner pour vous permettre de comprendre tout l'intérêt des conférences qui doivent vous être faites au cours des semaines suivantes, par différents météorologistes sur des points particuliers.

Aujourd'hui, 2 mai, vous auriez dû, ainsi que je vous l'ai annoncé, entendre M. Guilbert sur sa méthode de prévision de la marche des dépressions. J'espère que cette conférence pourra être faite à une date ultérieure.

Samedi prochain, 9 mai, vous entendrez M. Reboul et le commandant Rouch. M. Reboul est professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers, et à l'Institut national agronomique. Il vous parlera de l'application de la météorologie à l'agriculture et au tourisme. Il vous développera les idées sommaires que je viens de vous signaler sur la prévision générale et la prévision locale, et en même temps il vous renseignera sur la climatologie, c'est-à-dire la manière de définir et de caractériser les particularités météorologiques d'une région déterminée.

Le commandant Rouch devait vous parler des applications de la météorologie à la navigation maritime et à l'aéronautique, mais en raison du peu

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de temps dont disposera chacun des conférenciers, il ne vous parlera que de la question maritime. Je vous ai déjà présenté le commandant Rouch, ancien chef du Service météorologique des Armées et de la Marine, depuis professeur à l'École navale, et maintenant attaché au Cabinet du Ministre de la Marine. Il expose successivement devant vous trois points fort intéressants : le choix des routes maritimes, la manière de lutter contre les cyclones, et enfin, les avis de tempête donnés aux navigateurs.

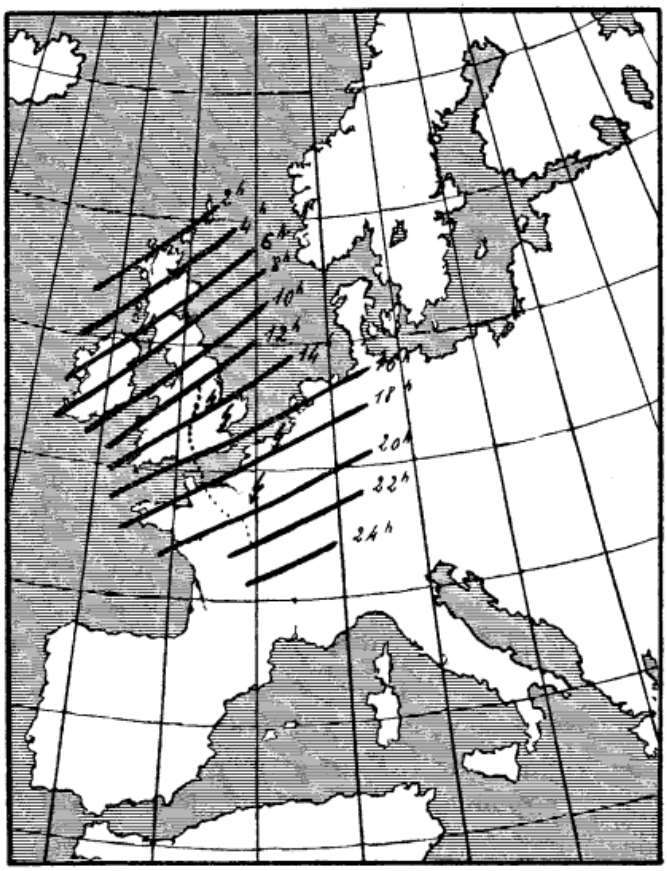


Fig. 14. — Positions successives d'une ligne de grains.

Dans quinze jours, le samedi 16 mai, vous entendrez deux officiers fort distingués, attachés à l'Office national météorologique. Le premier, M. le capitaine Bureau, chef du Service des Transmissions à l'Office national météorologique, vous parlera d'abord des transmissions, c'est-à-dire de la manière dont les observations météorologiques sont centralisées dans les Offices centraux, et ensuite diffusés largement dans le public. Il vous développera les avantages de l'emploi de la T. S. F. en France, hors de France, et en mer.

Dans une deuxième partie de sa conférence, il traitera des relations entre les phénomènes électro-magnétiques et les phénomènes météorologiques. C'est une question du plus haut intérêt que je me garderai bien de déflorer devant vous.

La séance sera terminée par une conférence du capitaine Th. Wehrlé, chef de la Section des Avertissements à l'Office national météorologique. Il comparera les méthodes française et norvégienne de la prévision du temps. Il vous parlera de l'analyse des perturbations, des systèmes nuageux, des noyaux de variation, du front polaire, etc., notions toutes nouvelles d'un ordre scientifique très élevé, et réservées à un avenir fécond.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, pour clore la série, le 23 mai, vous aurez la bonne fortune d'entendre le colonel Delcambre, directeur de l'Office national météorologique. Il vous parlera de l'organisation rationnelle d'un service météorologique national. Ce service existe depuis longtemps, mais, on a pu jusqu'à la guerre reprocher à ses dirigeants de trop se renfermer dans leur tour d'ivoire, et de ne pas se préoccuper suffisamment de l'intérêt que pouvait avoir le public à être renseigné. Je me souviens qu'un jour je faisais à l'un d'eux cette observation, et il m'a répondu : « Nous nous intéressons peu à la prévision du temps, mais nous faisons de la physique du globe ». J'ai le plus grand respect pour cette science, mais en entendant cette réponse, je pensais au coq de la fable qui, entré en possession d'une perle, déclarait que le moindre grain de mil ferait bien mieux son affaire. Pour mon compte, la moindre annonce de pluie ou de beau temps aurait beaucoup mieux fait mon affaire que les plus belles théories de la physique du globe. Il existe à Paris un Institut de Physique du Globe, rattaché à l'Université, ayant à sa tête M. Maurain, un des plus distingués de nos professeurs. Quant à la météorologie, elle forme un service distinct, rattaché au Sous-Secrétariat d'État de l'Aéronautique. Le développement de la navigation aérienne a en effet augmenté le nombre, et il faut ajouter aussi les exigences des clients de la météorologie et il est tout naturel de rattacher le service météorologique au ministère qui est le plus intéressé à son application.

Depuis longtemps j'ai exprimé le souhait que le service météorologique français fût, si vous me permettez cette expression familière, une « boutique à renseignements ». Pour arriver à ce résultat, il faut, d'une part, répandre le plus largement possible les publications du service, et en outre, mettre constamment à la disposition des intéressés qui peuvent en avoir besoin, les renseignements sur tel ou tel point particulier. Le colonel Delcambre a orienté dans ce sens l'organisation du service dont il assure la direction, et on ne saurait trop l'en féliciter.

Application de la météorologie a la navigation aérienne.

Ainsi que j'ai eu l'honneur de vous le dire tout à l'heure, ce sujet devait être traité par le commandant Rouch, mais comme l'absence de M. Guilbert laisse malheureusement un peu plus de temps à ma disposition, je vais vous en parler aujourd'hui, ce qui permettra au commandant Rouch de développer davantage, dans sa conférence, les applications de la météorologie à la marine.

Je vous étonnerais si je vous disais que je n'ai pas d'idées personnelles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sur les applications aéronautiques de la météorologie. Néanmoins c'est plutôt le commandant Rouch que moi que vous allez entendre, car j'ai pris pour guide une excellente brochure qu'il a publiée il y a quelques années, et qui est intitulée *Préparation météorologique des voyages aériens*.

Cette préparation peut être lointaine ou immédiate. Pour l'aéronaute et l'aviateur, les phénomènes qui l'intéressent le plus ne sont pas les mêmes que ceux auxquels le public attache le plus d'importance. La hausse ou la baisse de la température, le soleil ou le temps couvert peuvent le laisser plus ou moins indifférent, mais ce qui l'intéresse par-dessus tout, c'est le vent, la brume, les nuages, et tout ce qui peut gêner la visibilité dans l'atmosphère.

Le *vent en surface*, c'est-à-dire au niveau du sol, l'intéresse particulièrement au moment du départ ou de l'atterrissage, qu'il peut rendre plus ou moins difficile ou dangereux. Le *vent en hauteur*, par contre, l'intéresse au point de vue de la route à suivre, dont il peut l'écarter ou qu'il peut allonger ou raccourcir suivant qu'il est contraire ou favorable.

La *brume* est un ennemi terrible pour le voyageur aérien. Il est inutile d'insister sur ce point. Tout le monde comprend que les atterrissages sont particulièrement dangereux lorsqu'on ne voit pas devant soi, surtout si l'on se rappelle qu'au moment de prendre le contact du sol, l'avion marche à des vitesses supérieures à celles des trains express. La brume peut même rendre dangereuses des collisions en plein air, surtout dans le voisinage des routes habituellement fréquentées par les avions.

Le *plafond nuageux*, dont j'ai déjà eu l'occasion de vous parler, est aussi extrêmement intéressant à connaître. Si à partir de 200 ou 300 m on doit perdre la terre de vue, il faut se résigner à naviguer au-dessous, de manière à reconnaître sa route et aussi à éviter des accidents souvent graves. C'est ainsi qu'il y a une douzaine d'années, des aviateurs partis de Dijon dans la direction de Paris ont été obligés de pénétrer rapidement dans les nuages, qui étaient très bas le jour de leur voyage. Ils se sont heurtés brusquement au flanc d'une colline boisée où l'appareil fut détruit et où les aviateurs ont trouvé la mort. Ils auraient dû savoir qu'ils devaient rencontrer le long de la route des régions dont l'altitude atteignait 400 m, et que par conséquent, avec un plafond de 200 m ils ne verraient cet obstacle qu'au dernier moment; ils auraient donc dû s'élever à une plus grande hauteur, sauf à en redescendre au moment où ils atteindraient des régions d'altitude moins élevée.

La préparation rapprochée des voyages aériens consiste à se renseigner sur les conditions atmosphériques que l'on est exposé à rencontrer en cours de route. Sous ce rapport, de grands progrès ont été réalisés, et tous les aérodromes permanents reçoivent les renseignements météorologiques. Ils y

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sont affichés et tenus à la disposition de tous les aviateurs. Ceux-ci peuvent demander par avance des renseignements spéciaux pour un voyage particulier, et même au dernier moment, chercher à se renseigner.

La T. S. F. intervient encore pour améliorer la situation, car en cours de route même, l'aviateur peut recevoir des indications nouvelles, par exemple apprendre que la brume existe en tel ou tel point, et manœuvrer en conséquence. On cite le cas du pilote d'un avion de transport parti de Londres pour Paris qui, en arrivant aux environs d'Amiens, a rencontré une brume épaisse. Il s'est informé, et a demandé par T. S. F. si cette brume existait jusqu'à Paris, et au reçu d'une réponse affirmative, a fait demi-tour et est retourné à Londres, évitant ainsi, peut-être, une catastrophe.

La météorologie peut servir également à se rendre compte de la durée d'un voyage aérien. En air calme, elle s'obtient facilement en divisant la distance parcourue par la vitesse de l'appareil en kilomètres à l'heure; mais, le vent vient modifier cela, soit en aidant le navigateur de l'air, soit au contraire en le gênant. La durée du trajet peut être ainsi raccourcie ou allongée, et il est intéressant de le savoir, d'avance, de manière à régler en conséquence l'approvisionnement de combustible que l'on doit emporter. Pour les voyages de très grande étendue, il est toujours prudent de compter sur une augmentation de la durée du trajet, en raison de l'influence du vent.

Lorsqu'il s'agit d'organiser un service aérien permanent, entre deux points donnés, les indications générales sur la météorologie de la région à parcourir peuvent amener à choisir les routes à adopter. La ligne droite est géométriquement le plus court chemin d'un point à un autre, mais au point de vue de la durée du voyage, elle n'est pas toujours la meilleure route à suivre et quelquefois son emploi peut être plus gênant ou plus dangereux que celui d'une route détournée. C'est grâce à des renseignements météorologiques que l'on pourra faire son choix.

Enfin, en revenant à un point de vue plus terre-à-terre, les indications météorologiques peuvent être très intéressantes au sujet du choix d'un terrain d'atterrissage. Évidemment, il y a de nombreuses considérations qui entrent en jeu. Le terrain doit être suffisamment plan, et dégagé. Il doit être d'un accès facile, pas trop éloigné des grandes agglomérations qu'il doit desservir, mais en outre, il doit être dans des conditions météorologiques normales et non pas spécialement exposé au vent, surtout aux remous de l'atmosphère. Pendant la guerre, en Angleterre, on a organisé à grands frais un terrain d'atterrissage militaire qui a coûté une douzaine de millions de francs or. Lorsque tous les travaux ont été terminés, on s'est aperçu qu'il était impossible d'y abriter aucun avion car il se trouvait dans une région constamment agitée, et tous les appareils aériens auraient été exposés à la ruine. Si on

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avait recueilli auparavant des indications météorologiques suffisantes, on aurait évité cette dépense inutile et cette perte de temps.

*
* *

Je m'arrête en vous remerciant de votre bienveillante attention, dont je crains un peu d'avoir abusé. Je termine sur cette réflexion, c'est que l'aéronautique et la météorologie peuvent et doivent se prêter un mutuel appui.

Il est inutile de dire combien les aviateurs et les aéronautes ont un besoin impérieux d'être renseignés, d'une manière générale, et à chaque instant, sur l'état de l'atmosphère. Il est non moins certain que l'importance des observations en altitude s'accroît de jour en jour, et que l'aéronautique peut les faciliter et fournir ainsi à la météorologie une mine de renseignements précieux.

Ces deux branches de l'activité humaine doivent donc vivre dans un état de féconde et fraternelle collaboration.

Lieutenant-Colonel PAUL RENARD,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA PRÉVISION DES VARIATIONS DE PRESSION (1)

M. LE PRÉSIDENT, MESDAMES, MESSIEURS,

Avant d'aborder le sujet de cette conférence, je voudrais, durant quelques instants, appeler votre bienveillante attention sur un instrument vulgaire et scientifique à la fois, compagnon fréquent de nos demeures, soit à la ville, soit à la campagne. Cet instrument familier, c'est tout simplement le baromètre.

Honni par les uns, sans trop savoir pourquoi; glorifié par les autres, et je suis de ceux-là, le baromètre, indifférent aux éloges comme aux satires, demeure imperturbable et continue à remplir sa scientifique mission, c'est-à-dire à nous indiquer à chaque moment la pression atmosphérique qui recouvre notre être tout entier.

Le baromètre nous vient du beau ciel d'Italie. L'illustre Torricelli est son inventeur. Tous les météorologistes doivent vénérer ce nom célèbre, car c'est ce physicien qui, par sa découverte géniale, a donné à la météorologie de prévision l'instrument sans lequel elle n'existerait pas.

La découverte est italienne, sans doute, mais c'est à un Français, dont l'intelligence supérieure honore la patrie tout entière, c'est à Pascal que nous devons l'application primordiale qui a donné au baromètre toute sa valeur.

Son expérience, demeurée classique, eut lieu en septembre de la glorieuse année 1648 et consista tout simplement dans l'ascension du Puy de Dôme. Le tube de Torricelli fut promené de Clermont au sommet de la montagne. Pour la première fois, on peut constater l'abaissement progressif de la colonne de mercure, à mesure que l'altitude se faisait plus grande. Par cette seule expérience, Pascal démontrait la réalité de la pression atmosphérique; réfutait le faux principe, universellement admis : *la nature a horreur du vide*, et, par-dessus tout, fondait, sur une base solide, la météorologie appliquée, celle même de nos jours.

En effet, la prévision du temps repose tout entière sur les variations barométriques. Tout phénomène atmosphérique, ne fût-il qu'un brouillard, ne peut et ne doit être scientifiquement prévu qu'après une consultation

(1) Conférence faite en séance publique par l'auteur le 30 mai 1925. Cette conférence n'a pu être donnée à la date prévue, le 2 mai 1925, par suite d'une indisposition du conférencier. Elle est reproduite ici à la place qu'elle aurait dû occuper, chronologiquement, dans le cycle des conférences.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du baromètre, de ce tube de Torricelli que Pascal avait vivifié par ses observations.

Cent ans après Pascal, le baromètre avait passé du laboratoire dans la vie mondaine. Le baromètre avait droit de cité dans tous les milieux, à la cour comme à la ville ou comme au village. Les baromètres du XVIII[e] siècle sont légion et se retrouvent partout de nos jours. Un oratorien, le Père Cotte, avait enseigné toute une météorologie basée sur les diverses hauteurs du mercure. Devant une basse pression, on avait inscrit par ordre d'importance, les mots : *tempête*, *grande pluie*, *pluie* ou *vent*. Venait ensuite un intervalle ou l'on avait reconnu l'incertitude du temps correspondant : ce fut le *variable*, puis ce cap franchi s'inscrivirent *beau temps*, *beau fixe*, *très sec*, à mesure qu'on parvenait vers les plus grandes hauteurs connues de la colonne mercurielle.

Eh bien, après deux siècles d'expérience, il est impossible de modifier ces dénominations, tant elles sont justes. Nos pères avaient tout aussi bien que nous le don d'observation. Ils avaient admirablement reconnu le lien qui unit le temps, au sens strict du mot, à la pression barométrique. Celui qui, aujourd'hui, n'a pour prévoir le temps que son baromètre réussira environ 66 fois sur 100 c'est-à-dire, *grosso modo*, 2 fois sur 3, proportion supérieure à ce que pourrait donner le seul hasard, le pile ou face. La prévision du temps, d'après les annotations anciennes, n'est donc pas sans valeur et il sera bien rare d'observer un baromètre au-dessous du variable avec beau temps et, de même, la pluie surviendra exceptionnellement quand le baromètre atteindra l'inscription : beau temps, mieux encore, beau fixe.

Nous-mêmes aujourd'hui, météorologistes modernes, lorsqu'il s'agit d'établir la prévision, que faisons-nous? Nous observons tout simplement le baromètre. Seulement, avec le télégraphe et aussi la téléphonie sans fil, nous surveillons le baromètre, simultanément, sur 100 points différents et même jusque sur l'Océan, en attendant que nous puissions étendre notre surveillance sur le globe entier, ce qui est prochain.

Cette observation généralisée du baromètre est la base primordiale de la prévision scientifique du temps. Il est impossible, dans cette partie essentielle de la météorologie, de suppléer à l'absence du baromètre et de ses indications simultanées. Il serait folie, par exemple, de dire : la température s'abaisse, il va neiger, quand le baromètre au beau fixe contredit tout pronostic de pluie ou de neige. De même, le vent remonte au nord : le beau temps va revenir, quand le baromètre, à la pluie, indique le mauvais temps ou la tempête.

Si nous négligeons ainsi le vent et la température, nous mépriserons bien davantage encore les signes tirés de l'observation des plantes et des ani-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

maux. Non, ne croyez pas à la pluie parce que votre chat aura passé sa patte au-dessus de son oreille ou parce que certains oiseaux auront fait entendre un cri lugubre ; un baromètre, bien réglé, se rit de ces billevesées et vaut mieux que tous les chats et que tous les oiseaux du monde. Cependant, c'est un fait que le baromètre n'est pas infaillible : il peut pleuvoir par baromètre élevé; il peut faire beau malgré ses indications opposées.

S'il en était autrement, le problème de la prévision du temps aurait été résolu dès le temps de Pascal. Il ne serait pas, ce problème, comme l'a écrit le grand savant Mascart, *le plus difficile que puisse se proposer la science*, et le poète n'aurait pu dire :

Jamais un jour calme et serein
Du choc ténébreux des tempêtes
N'a garanti le lendemain.

Il suffirait de consulter le baromètre pour savoir et le temps prochain et le temps futur. Hélas, nous sommes loin de cette simplicité. L'observation simultanée du baromètre nous présente des points où il marque le beau temps et d'autres points où il est à la pluie. Quelle est donc l'observation qui doit nous guider?

D'autre part, le baromètre nous donne la pression atmosphérique, partout où il est observé, pression qui, dans la grande majorité des cas, concorde — nous venons de le dire — avec le temps actuel; mais le baromètre ne peut nous dire si cette pression se perpétuera durant plusieurs jours ou même plusieurs heures.

Pour parler comme le poète :

Le baromètre au beau temps
D'une chute ultra-rapide
N'a garanti les jours suivants.

Voilà pourquoi le baromètre, instrument de constatation, ne peut devenir instrument de prévision que par interprétation de ses oscillations et de ses variations. Il faut juger le baromètre, observé localement, d'après les mesures effectuées au loin, sur les plus vastes étendues possibles.

Et ce sujet, qui n'est autre que tout le problème de la prévision du temps, est si vaste, si complexe que je ne saurais l'épuiser ce soir et que mon grand souci est de ne point le prolonger outre mesure pour ne pas abuser de votre bienveillante attention.

Pour prévoir le temps, résumons-nous, il faut observer le baromètre sur de vastes étendues. Ce fut le plan même conçu dès la fin du XVIII[e] siècle par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

le grand chimiste Lavoisier, l'un de ces noms illustres qui, de Pascal à Le Verrier, jalonnent l'histoire de la science météorologique. Lavoisier avait répandu partout en France l'usage du baromètre et émis l'idée géniale d'un journal quotidien de prévision du temps. Ce savant avait vu juste; il avait lu dans le livre de l'avenir. Nous nous faisons un devoir de le saluer ici comme un précurseur et il n'est pas possible de rappeler son souvenir sans flétrir ses bourreaux qui ne lui accordèrent même pas une heure pour terminer une expérience scientifique utile à l'humanité et qui envoyèrent rouler sa tête, avec des milliers d'autres, sous l'odieux couperet du rasoir national, tombé aux mains des plus sinistres bandits.

Mais l'idée est immortelle, elle ne descend pas dans la tombe. Nulle pierre ne peut la sceller. La pensée de Lavoisier devait prendre corps soixante ans plus tard et c'est à Le Verrier, le célèbre astronome, qu'est dû l'honneur d'avoir rassemblé, grâce au télégraphe récemment inventé, les observations barométriques simultanées du monde civilisé. C'est lui qui les inscrivit, pour la première fois, sur la carte géographique de l'Europe. Cette carte allait devenir, pour la météorologie, la carte isobarique, la carte des hautes et des basses pressions, la carte synoptique où, d'un seul coup d'œil, se distinguent les cyclones et les anticyclones, les zones de pluie et de beau temps, les vents et l'état des nuages. La météorologie avait enfin un vaste champ d'expérience, une incomparable base d'études. On peut dire que du jour où cette première carte fut établie, la science du temps était fondée.

A l'étude de cette carte primitive, riche de promesses, se mirent aussitôt des savants dont nous devons respectueusement saluer la mémoire : les Hervé-Mangon, les Marié-Davy, les Fron et d'autres encore, qui devaient apporter à leurs successeurs, les Mascart et les Angot, une carte isobarique qui fut jusqu'en 1920 la première du monde.

On croyait alors, dès 1863, avoir résolu le problème de la prévision par la carte d'isobares. L'expérience prouva qu'il n'en était rien. On était parti de cette idée, inexacte, que les dépressions suivaient une route invariable autour du globe; qu'un cyclone, une tempête, après avoir parcouru, par exemple, l'Amérique de l'Ouest à l'Est, traversait l'Atlantique, abordait l'Europe, soit par l'Islande, soit par l'Irlande et s'en allait se perdre dans les déserts de l'Asie, à moins que de renaître sous la forme de typhons dans les mers de la Chine ou du Japon. Cette conception théorique fut bientôt démentie par les faits. Les fondateurs de la carte isobarique durent avouer leur impuissance totale devant les capricieuses trajectoires des tourbillons atmosphériques. Tantôt le cyclone s'orientait Ouest-Est, mais tantôt aussi Nord-Ouest—Sud-Est ou même Nord-Sud. Tantôt, il parcourait d'immenses distances avec une rapidité vertigineuse et dans d'autres cas s'avançait avec

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lenteur. Tantôt une faible dépression devenait en quelques heures une tempête et, d'autres fois, le plus puissant cyclone s'évanouissait sur place. Bref, M. Angot, en écrivant son classique *Traité élémentaire de météorologie* et après avoir résumé tous les travaux antérieurs des savants sur cette question, reconnaissait l'absence totale de lois quant à la prévision du temps et concluait : *la prévision, c'est une question de pure pratique.*

Et M. Mascart, plus de dix ans après, confirmait cette appréciation désespérante de M. Angot en disant : *Nous n'avons pas de règles étroites, mais seulement une longue expérience des résultats obtenus par une longue pratique.* Or, précisément à l'heure où M. Angot avouait l'impuissance de la science météorologique à prévoir le temps, malgré les observations barométriques de l'Europe entière, douze ans avant l'aveu de M. Mascart, qui ne voyait dans la prévision que de l'empirisme, un véritable jeu de hasard, un jeune amateur, isolé au fond d'une campagne normande, suivant une impulsion enfantine, piochait de jour et de nuit, nous pouvons le dire, le problème de la prévision locale, d'après les nuages. Il ne pâlissait pas sur les livres : il n'en avait pas. Il ne fouillait point par une investigation continue les cartes isobariques : il ne les connaissait pas, mais le vent, mais les nuages, mais son baromètre et même le thermomètre faisaient ses délices, passionnaient tout son être. Il lui fallait à tout prix prédire le temps et, ma foi, cela n'allait pas trop mal. Nuages et baromètre faisaient bon ménage et d'heureux résultats encourageaient le néophyte, qui, en 1886, commençait à publier, à formuler des règles de prévision, basées sur les nuages, les vents, le baromètre. C'était notre première méthode, celle des *successions nuageuses*, identiquement la même que celle qui nous est présentée aujourd'hui sous le nom de système nuageux.

Il y avait alors, je parle de 1886, au firmament de la météorologie, des Renou, des Teisserenc de Bort, des Moureaux et aussi des Vaussenat, des Rougerie, des Vallot : tous, ou de près ou de loin, témoignèrent leur bienveillance à l'élève qui venait de Normandie et lui apprirent, chose énorme, qu'il existait des cartes isobariques. C'était alors pour nous un véritable grimoire et personne, même en cette ville de sapience qui s'appelle Caen, ne nous apprit à la lire et à l'interpréter.

Les progrès furent donc ardus, mais comme tout cède à la volonté persévérante, les signes les plus cabalistiques perdirent leur mystérieuse obscurité. Tout s'éclaira et dès lors, le novice que nous étions se jeta sur les isobares avec autant d'ardeur que sur les nuages.

Le 20 mai 1890, après quatre ans d'étude acharnée, un jet de lumière illumina l'indéchiffrable carte isobarique, restée alors et depuis bien des années, absolument muette pour les savants du monde entier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous venions d'observer un fait curieux, riche de conséquences théoriques et pratiques : une dépression arrivait sur la Manche, déterminant de forts vents de Sud-Est si inquiétants à première vue, que le Bureau central météorologique faisait hisser sur les côtes les signaux de tempête. Or, contrairement à cette prévision, les vents étaient le lendemain redevenus faibles sur la Manche. Le baromètre, en forte baisse la veille, se retrouvait en pleine hausse.

Quel phénomène était donc intervenu dans l'espace de 24 heures? Quelle puissance inconnue avait pu dire au cyclone envahisseur : tu n'iras pas plus loin? Quel était ce mystère troublant: qui donc percerait cette énigme et lui arracherait son secret?

Et voici qu'apparaît le rayon de lumière, l'inspiration, la révélation si vous voulez : la cause de l'inexplicable phénomène, mais tu la sens, tu la vois : elle est palpable, elle est visible : oh! surtout qu'elle ne s'évanouisse pas comme une trompeuse apparence : saisis-la vite : c'est le vent. Oui, c'est le vent qui avait engagé un duel à mort avec le tourbillon de tempête et c'est le vent qui est sorti vainqueur de ce combat singulier. C'est lui qui a dominé la baisse barométrique et qui a ramené le calme sur les côtes alarmées : c'est lui, le vent, qui s'est déclaré le maître de la pression, le dominateur du baromètre.

Et voilà comment un rayon lumineux est venu illuminer la carte isobarique, jusqu'alors restée si obscure: voici la raison de l'échec de la prévision de tempête lancée officiellement le 20 mai 1890, et voilà pourquoi je suis ici, Mesdames et Messieurs, pour vous exposer, le plus succinctement possible, une nouvelle méthode de prévision du temps, méthode qui, du 20 mai 1890 à ce jour, compte plus de trente-cinq ans d'existence.

Mais il faut auparavant finir l'histoire de sa gestation.

On peut se représenter avec quelle ardeur nous nous précipitâmes sur les cartes du passé pour retrouver des cas analogues à celui du 20 mai. Nous en découvrîmes un grand nombre, mais un terrible écueil se présenta bientôt et faillit renverser toutes nos espérances.

Le 20 mai, nous avions attribué à la force du vent la hausse barométrique du lendemain et, par suite, l'annihilation de la dépression et voici que des vents violents, des vents de tempête même, loin de détruire le cyclone, loin de déterminer la hausse de la pression, étaient accompagnés ou suivis de baisse barométique. Alors, quoi? la force du vent était inopérante? Le cas du 20 mai n'était qu'une illusion? Notre interprétation, en cette journée, était fantaisiste? C'était, hélas, la conclusion qui s'imposait : nous nous étions trompé. Et il fallait bien le croire.

Nos investigations enfiévrées nous montraient, non seulement des vents

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

forts, bien plus forts qu'au 20 mai, suivis de baisse barométrique et, bien plus encore, des vents faibles suivis de hausse : c'était à devenir fou. Le splendide cas du 20 mai s'évanouissait devant les faits.

Dépité, navré, découragé, nous revenions sur ce magique cas du 20 mai, la victoire du vent en cette journée paraissait indéniable. Pourquoi donc n'en était-il pas toujours ainsi?

Les savants qui ont consacré leur existence à la recherche de l'inconnu; les travailleurs de la pensée penchés sur la solution d'un problème insoluble en apparence, comprendront par quelles angoisses nous avons passé. Mais tous savent que vouloir, c'est pouvoir, et qu'en y pensant toujours, la solution devait apparaître.

Et dans la solitude, en effet, le problème fut vaincu. Nous découvrîmes la vraie raison du phénomène du 20 mai. La vitesse du vent n'était pas la seule cause de la hausse barométrique : il fallait compter avec un autre élément : la proportionnalité. Il y a dans tout vent une force absolue et une force relative. La force absolue n'est rien; la force relative est tout.

Et comment cela? Qu'est cette proportionnalité dont nous venons de parler?

On enseigne, en météorologie, et c'est l'exacte vérité théorique, que la vitesse du vent est proportionnelle au gradient barométrique et l'on appelle gradient la différence de pression qui existe entre deux points situés sur une même normale aux isobares, divisée par la distance, en prenant pour unité de mesure le degré géographique de 111 km.

Si, par exemple, lorsque les isobares sont orientées du Sud au Nord et parallèles, la pression barométrique est de 760 mm à Paris et de 755 mm au Havre, la différence (760 — 755) mm = 5 mm, divisée par la distance, soit deux degrés (puisque entre Paris et le Havre à vol d'oiseau, il y a environ 220 km), donne un gradient de 2,5 mm, sous-entendu, par degré.

Telle est la cause principale de la vitesse des vents. Plus le gradient est accentué et plus le vent est fort. Plus le gradient est faible et plus faible aussi est la vitesse du vent; d'où le principe : la force du vent est proportionnelle au gradient.

Eh bien, c'est sur ce principe scientifique que nous avons fondé toute notre méthode. Le 20 mai 1890, nous n'avions examiné que la vitesse brute, absolue du vent, sans y faire entrer la notion du gradient. Cette lacune était capitale, mais nos recherches la comblèrent bientôt.

Le principe météorologique relatif à la proportionnalité se maintenait jusqu'ici dans des généralités. Nous voulûmes préciser cette proportionnalité.

Pour tout gradient de 1, 2, 3, 4 mm ou plus au degré, nous fixâmes une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vitesse moyenne ou plutôt normale, exprimée par la formule $V = 4G$, soit un vent de :

4	m : s,	pour un gradient de	1	mm au degré.
8	—	—	2	—
12	—	—	3	—
16	—	—	4	—
20	—	—	5	—

Nous eûmes donc, non plus seulement le vent proportionnel au gradient, notion classique, mais le vent normal, *notion nouvelle*. Dès lors, la logique exigeait qu'il y eût des vents normaux et anormaux, les uns par excès, quand la vitesse du vent dépassait le coefficient exigé par la normale, les autres par défaut, quand le vent, au contraire, n'atteignait pas le coefficient exigé par le gradient observé.

Ces calculs effectués, cette normale établie d'après des milliers de mesures, vérifiée sur un nombre considérable d'exemples pris dans l'Europe entière et sur n'importe quels points des côtes ou dans l'intérieur des continents, notre méthode, embryonnaire à la date du 20 mai 1890, avait acquis sa base essentielle, son caractère scientifique et mathématique, puisque non seulement il devenait possible de prévoir la hausse ou la baisse du baromètre prochaine, d'après la force du vent comparée au gradient, mais qu'encore on pouvait chiffrer la variation future en hausse d'après l'excès des vents sur la normale ou, inversement, la variation en baisse, d'après l'anomalie, par défaut, du coefficient normal.

Dès lors, la hausse ou la baisse barométrique n'étaient point liées à la force réelle des vents, ni au gradient.

Le plus violent des vents de tempête, comparé au gradient, pouvait devenir anormal *par défaut*, donc trop faible et engendrer la baisse du baromètre, tandis qu'un vent léger pouvait, d'après le gradient existant, être anormal *par excès* et déterminer la hausse.

Ce n'est donc pas avec des yeux de chair qu'il faut lire les cartes isobariques, les cartes synoptiques; il faut procéder à leur lecture avec les yeux de l'intelligence. La lettre tue, l'esprit vivifie. Le vent ne doit pas être considéré comme une force brutale et aveugle : il faut en faire une force douée de discernement.

Il aura une action sur l'atmosphère, sur la pression barométrique, non pas selon sa vitesse absolue, mais selon sa vitesse relative. Ce qu'on peut lire sur la carte n'est rien, ne conduit à rien, n'a jamais conduit à rien, mais ce que l'on sait, et qui ne se voit pas, est tout. C'est l'invisible seul qui exerce une action et c'est cet invisible que l'étude et le raisonnement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

devaient découvrir. De ces propositions, en apparence paradoxales, nous donnerons des preuves convaincantes.

Dans la *nouvelle méthode*, dont le vent normal est le premier principe, il est une conséquence tout à fait bizarre. Dans nombre de jours, la méthode permet de prévoir, non pas seulement la hausse du baromètre, mais sa localisation. Et non pas seulement une localisation régionale, mais sur un point donné, une station nominalement désignée, discernée entre dix ou vingt autres. Nous pourrons fixer la station où la hausse barométrique sera plus forte que partout ailleurs, c'est-à-dire maximum.

Or, une telle précision est due à la découverte d'un invisible mouvement de l'air, que nous avons le premier mis en pleine évidence. Sans cette découverte, on aurait beau contempler les cartes isobariques d'un siècle entier, on n'y découvrirait absolument rien, aucune cause de localisation de la variation de pression, et c'est pour cette raison, sans doute, que la prévision des variations de pression n'a même pas été envisagée durant si longtemps, ni par les Le Verrier, les Mascart, les Teisserenc de Bort ou les Angot.

Le véritable mécanisme des oscillations du baromètre est fort simple. Le vent, cause de la variation, ne précipite point l'augmentation de la pression dans sa direction propre. Si le vent est du Sud, il ne fera point monter le baromètre dans le Nord; s'il est d'Ouest, ce n'est pas à l'Est que la pression augmentera, comme il paraîtrait logique. Notre principe envoie la pression, mise en mouvement par le vent anormal, dans une direction perpendiculaire à la droite de ce courant.

Ainsi, par vent en excès de direction Sud, la hausse se produira à l'Ouest; par vent du Nord, à l'Est; par vent d'Ouest au Nord; par vent d'Est, la pression montera au Sud. Et ni la rotation de la terre, ni les variations de température n'y changeront rien : la pression se dirigera toujours, sans exception, selon la normale aux isobares, aux directions des vents de surface.

Et c'est d'après cet invisible mouvement aérien que nous pourrons fixer, à coup sûr, en nombre de cas, le point même où la pression sera en hausse maximum. Il suffit de mener des droites sur les vents considérés : le point d'intersection de ces droites sera le point de la hausse maximum du baromètre, un point mathématique, n'en déplaise à ceux qui ne veulent voir, malgré l'évidence, dans la météorologie, que de simples devinettes ou un jeu de roulette. Il en est encore beaucoup hélas, qui en sont à ce stade du raisonnement et de la connaissance, surtout parmi les journalistes, nos aimables confrères.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Mais les faits sont là et ne peuvent être récusés. L'invisible mouvement de l'air qui nous sert de base dans ce genre de prévisions, et que rien ne révèle sur les cartes isobariques, se prouve et se démontre par la réalisation mathématique de la prévision. Nous pourrions citer, publiées dans *le Matin* et par conséquent authentiques, des centaines de prévisions fixant des points déterminés pour la hausse barométrique maximum. Il y a des erreurs, sans doute, mais en petit nombre et je puis en toute justice imputer une partie de ces erreurs à la mauvaise qualité de certaines observations transcrites sur les cartes météorologiques actuelles.

Avant de vous présenter, en projections, quelques exemples probants, nous appellerons votre attention sur le cas le plus saisissant de la méthode.

Nous voyons parfois, sur les cartes isobariques, une profonde dépression surgir de l'Océan ou même se former sur place, menaçant, semble-t-il, toutes les contrées environnantes. Le vent peut même souffler en tempête, en dépit d'avertissements opposés, et par suite, erronés, dus aussi bien à notre méthode qu'aux autres. Bref, un cas de surprise.

La question à résoudre est celle-ci : que va devenir ce cyclone inopinément survenu? Quel sera son *curriculum vitæ*? sa trajectoire, sa vitesse, sa durée?

Toutes questions jusqu'ici sans réponse. J'en prends à témoin tous les ouvrages parus en météorologie au siècle dernier, même sous les signatures illustres d'Angot, de Teisserenc de Bort, de Shaw, d'Abercromby, de Hann Hildebrandsonn, Van Bebber, etc. Aucun de ces auteurs célèbres n'a donné de principes quant à l'avenir des bourrasques. Leur science se résumait en cette courte sentence : *la trajectoire des bourrasques est infiniment capricieuse.*

Nous avons détruit cette légende. La trajectoire des bourrasques n'est point capricieuse : elle est soumise à des lois que notre méthode a fait connaître : il est des vents que nous appelons *divergents*, d'autres *convergents* et qui fixent l'avenir des bourrasques et en précisent la trajectoire.

Ainsi, par exemple, lorsqu'un cyclone est entouré, sur toute sa périphérie, de vents convergents et de force supérieure à la normale, c'est-à-dire anormaux par excès, le cyclone ne pourra franchir la barrière que lui opposent ces vents. Et si l'excès de vitesse, comparé au gradient dépasse de beaucoup la normale, le cyclone, renfermé sur lui-même, se comblera, c'est-à-dire disparaîtra sous l'afflux de pression, qui, de tous les points de l'horizon, se précipitera vers son centre, suivant les normales aux vents, c'est-à-dire suivant des lignes perpendiculaires à leur droite. Ce mouvement est invisible, comme nous l'avons dit, mais le fait le révèle à coup sûr. Cette destruction

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du tourbillon, je l'ai dénommée *compression de cyclone*. Peut-être, si j'avais su le grec, lui aurais-je donné un autre nom plus scientifique : du moins, le nom de compression du cyclone est-il compréhensible par lui-même.

Ce n'est pas tout : la méthode peut obtenir des résultats plus extraordinaires encore. Il est des cas où un seul vent, *en un seul point*, suffit pour établir un diagnostic précis, certain, sur l'avenir du cyclone. Et, vous pouvez le croire, ce phénomène, vous ne le trouverez décrit nullement avant 1891.... Il a pourtant son importance, comme vous le verrez à l'instant.

Lorsqu'au centre d'un tourbillon, là où se trouve la pression minimum, fût-elle descendue à 730 mm et moins encore, même avec une baisse en 24 heures de 20 à 30 mm et plus encore — si l'on observe en ce centre un vent fort ou violent, non pas proportionnellement fort ou violent — la vitesse relative est ici secondaire, vous pouvez prévoir l'anéantissement du cyclone, par une hausse barométrique plus ou moins considérable qui se produira au point central, au point où le vent aura été observé. Or, la hausse du baromètre au centre du cyclone, c'est ni plus ni moins, la mort du tourbillon. C'est aussi la fin de la tempête. La méthode peut alors commander à l'ouragan et en annoncer la brusque cessation en 24 heures, parfois même en 12 heures et moins encore : elle peut prédire le retour au calme, là même ou sévissait la tempête.

C'est la plus belle, la plus surprenante des applications de nos principes. C'est le plus curieux phénomène que les cartes isobariques peuvent présenter. C'était de tous le plus visible, et... il n'avait été aperçu par personne.

L'exemple suivant en date du 13 janvier 1916, vous présentera une application type de la méthode.

Ce cas avait vivement impressionné un météorologiste fort distingué, et du temps de guerre et du temps de paix, M. Baldit, ancien officier de marine. Il a choisi ce cas du 13 janvier pour en illustrer son magistral ouvrage : *Études élémentaires de météorologie pratique*, dans la partie où il apprécie et analyse, si favorablement d'ailleurs, notre méthode.

Vous voyez (fig. 1) qu'à la pointe Sud-Ouest de la Norvège apparaît un cyclone extraordinaire : — 34 mm en 24 heures. Il n'est pas de météorologiste qui, devant ce tourbillon formidable, ne se croie obligé de prévoir l'extension de la tempête à toute l'Europe.

Notre méthode, elle, prévoit tout le contraire. Elle envisage un vent, *un seul,* mais tempétueux, au centre même du cyclone, un vent de Sud-Est, de coefficient 9, à Skudesness, au point où la théorie mécanique des tourbillons commande le calme.

Dès lors, notre règle V, qui exige la destruction de la bourrasque

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lorsqu'un vent fort s'observe au centre, entre en jeu, et nous oblige à prévoir une hausse barométrique considérable au lieu même où le vent anormal a été observé, c'est-à-dire à Skudesness. Or, le propre de la hausse, c'est d'effa-

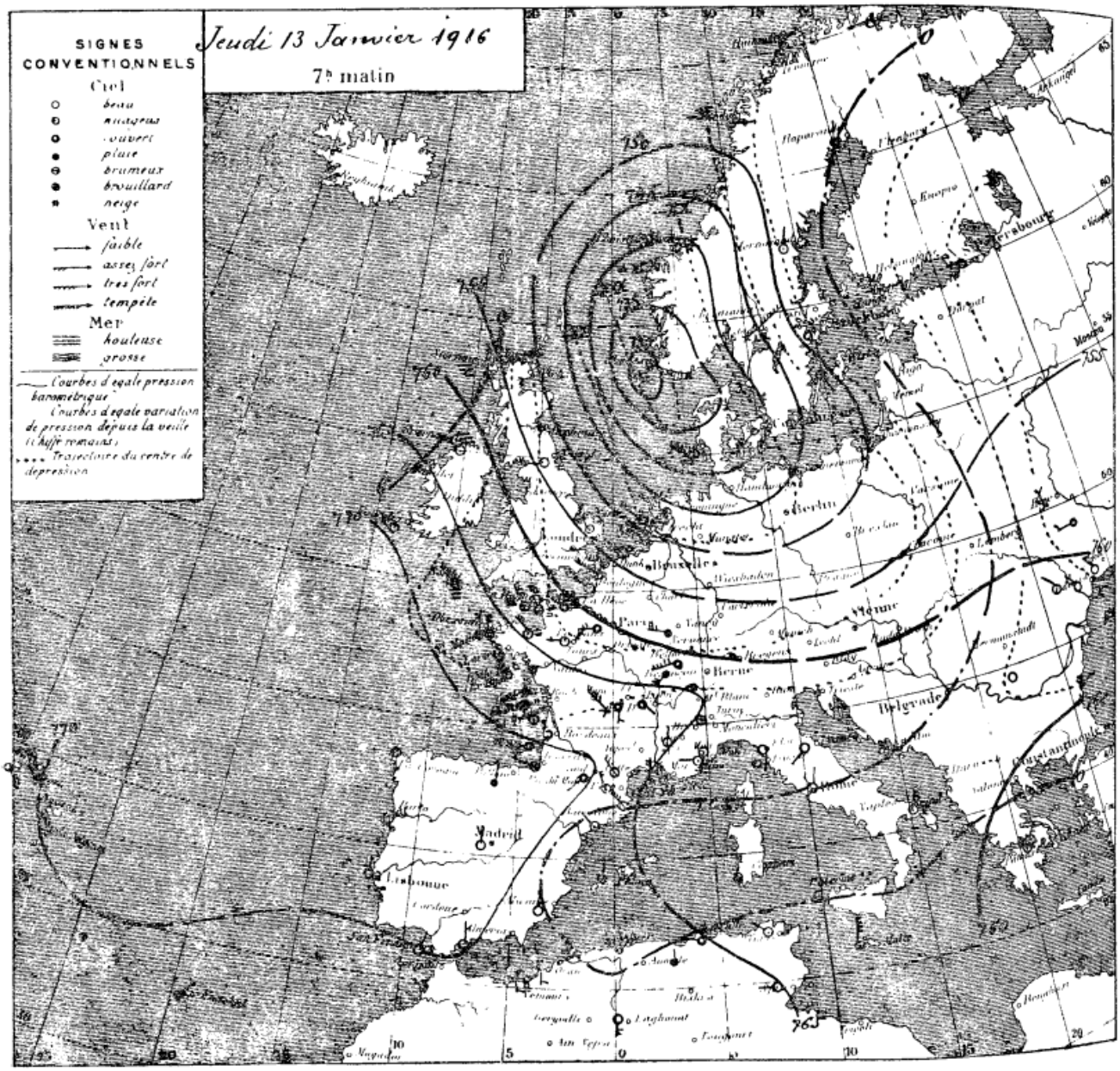


Fig. 1.

cer la baisse et, la baisse effacée, le centre cyclonique est par là-même détruit.

Si vous regardez la carte du lendemain, 14 janvier 1916 (fig. 2) au lieu de — 34 mm à Skudesness, vous constatez + 31 mm en cette même station, c'est-à-dire au point précis où l'anomalie s'était produite. Quel renversement!

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

De — 34 mm, passer à + 31 mm. Devant un semblable phénomène, M. Baldit en écrivain scientifique, averti et loyal, a écrit : *Les règles de Guilbert donnent des indications souvent utiles.... Même restreint à des cas spéciaux et caractérisés,*

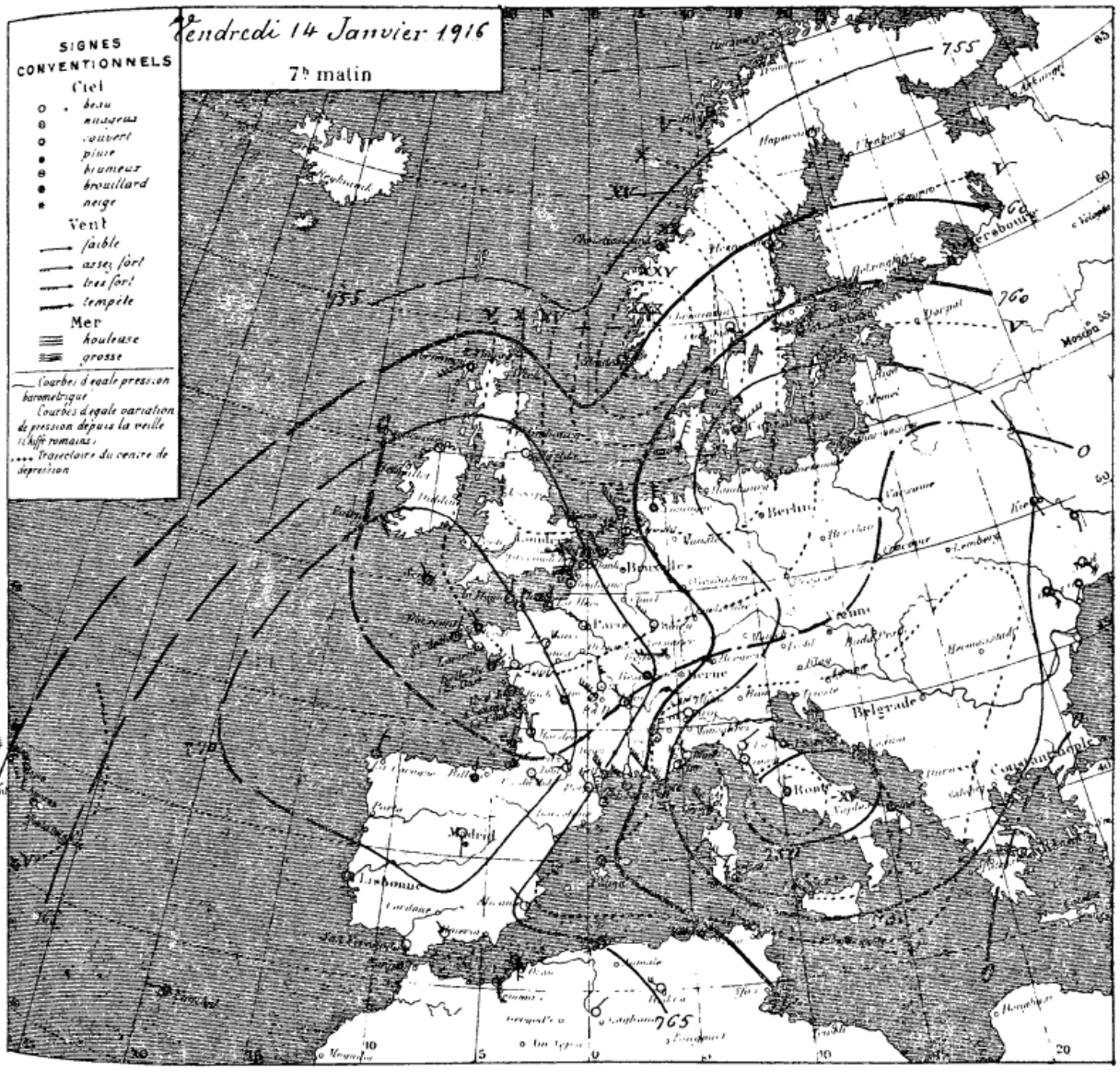


Fig. 2.

l'emploi de ces règles n'en constitue pas moins un progrès important en météorologie.... Certaines des règles de Guilbert garderont une influence notable.

De ces appréciations impartiales, nous remercions vivement l'auteur. Le cas qu'il a choisi en exemple est de premier ordre. La plus considérable des baisses barométriques, le plus terrible des cyclones, a été jugulé en quelques

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

heures par *un seul* vent de tempête observé au centre du tourbillon. Notre méthode ne peut trouver de plus brillante justification et il n'y en a aucune autre sous le ciel qui puisse ainsi prévoir l'anéantissement d'un ouragan, ni surtout en donner une raison scientifique.

Mais dira-t-on, un seul cas pour prouver une méthode, c'est bien peu : *Testis unus, testis nullus*, comme disent les juristes. Nous pouvons répondre par des centaines d'exemples semblables, analogues ou identiques à celui du 13 janvier 1916, et jamais la règle V, qui régit ces cas, ne connaîtra d'erreurs. Nos contradicteurs, mis au défi, n'ont jamais pu en découvrir une seule. Il y a ici plus qu'une règle : c'est une loi.

Voici maintenant un autre exemple et plus récent en date du 11 novembre 1924 (fig. 3 et 4).

Vous voyez une bourrasque au Sud de l'Islande. Des vents de tempête, de direction Sud-Est, soufflent sur deux points de la côte d'Islande et, remarque intéressante, l'un de ces deux vents ne coïncide pas avec la pression minimum. C'est là encore une anomalie instructive. Un tourbillon, pour subsister, est assujetti à certaines lois. L'une d'elles, que nos observations ont fini par découvrir, exige la concomitance absolue entre le maximum de baisse barométrique et la pression minimum. Si, par exemple, on observe en un point — 20 mm par une pression de 735 mm et sur un autre point voisin — 18 mm et 732, on remarquera sur-le-champ que le maximum de baisse, — 20 mm, ne coïncide pas avec le minimum absolu 732 mm. Une telle différence nous a frappé. Nous en avons découvert de nombreux exemples et nous en avons pu déduire l'une de nos meilleures règles, aussi infaillible que les règles II et V et qui, sous le n° XXI, exige la désagrégation du cyclone, c'est-à-dire le comblement du minimum par une hausse barométrique partielle.

C'est un cas analogue qui s'est produit le 11 novembre 1924, non dans la pression, mais dans le vent. A Reykiavik, le vent souffle en tempête dans la région la plus voisine du centre (règle V) mais à Westmanöer, un même vent de tempête souffle au point de baisse barométrique maximum (cas voisin de la règle XXI). Des vents de force égale sur deux points vitaux du cyclone constituent une véritable anomalie que nous ferons rentrer dans la règle XXI et qui nous permettra, dans notre prévision du 11 novembre, de combiner deux règles (V et XXI). C'est cette double observation qui nous a fait prévoir le 11 novembre la destruction du cyclone d'Islande par une hausse prévue de + 20 mm à Reykiavik.

Veuillez lire le résultat sur la carte du lendemain 12 novembre : la hausse est de + 22 mm à Reykiavik et le cyclone est disparu avec ses vents de tempête. Tel est le résultat dû aux règles combinées V et XXI.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ce qui fait par-dessus tout l'intérêt de ce cas du 11 novembre, que nous avons soumis à l'Académie des Sciences, c'est que la méthode des tendances n'a pu prévoir la hausse barométrique exigée par nos règles V et XXI. Bien au contraire, à l'heure même où nous prévoyions la destruction du cyclone, elle concluait à son aggravation, donnant le 11 novembre à 18 h., un creusement à 725 mm, alors que le baromètre au contraire, marqua 740 mm en pleine hausse. Il y a donc ici, non pas un exemple de prévision réussie contre une prévision manquée — de tels exemples seraient invoqués par tous les météorologistes prévisionnistes il y a des erreurs chez tous. Ce n'est pas ce que nous avons voulu faire ressortir dans le cas du 11 novembre; notre but est de montrer que la méthode des tendances, inexistante selon nous, est subordonnée à la nôtre, et ne peut par suite constituer qu'un progrès à rebours. Les tendances sont soumises à nos règles, d'ordre mathématique et non plus empiriques, qui ont trouvé dans le cas du 11 novembre une fort belle justification.

Si nous devions aborder la question capitale, en prévision du temps, des vents divergents et convergents, qui fut autrefois le grand cheval de bataille de nos adversaires, nous serions ici encore longtemps; nous laisserons donc de côté cette question. Nous préférons répondre très succinctement à une interrogation qui s'impose après ce que je viens de dire.

Si, dira-t-on, votre méthode est si précise, si mathématique, si facile à appliquer, que vous vous faites fort, à vous seul, d'être le seul prévisionniste nécessaire en un bureau central; si, par l'application de vos méthodes, vous prétendez qu'on peut se passer d'une grandissime et coûteuse organisation, supprimer les sondages onéreux comme un luxe inutile, réaliser plusieurs millions d'économies sur un budget affecté à la météorologie en France et obtenir ainsi, avec ce rabais considérable, des résultats supérieurs, d'où viennent parfois ces erreurs phénoménales que l'on rencontre dans vos propres prévisions? Car, enfin, tout le monde se souvient du cas sensationnel du 11 mars dernier, où vous aviez annoncé des flocons de neige et où la chute de neige a duré sept heures consécutives, ce qui représente beaucoup, beaucoup de flocons, en trop grand nombre pour la prévision, vous en conviendrez.

Nous nous souvenons aussi d'une autre prévision retentissante, annonçant un temps splendide pour l'observation de l'éclipse solaire et ce fut au contraire la pluie qui éclipsa l'éclipse : ce n'était pas tout à fait le beau temps prévu.

Inversement, ce dimanche 19 avril 1925, vous aviez annoncé un mauvais temps glacial et tout au contraire, un radieux soleil nous gratifiait d'une belle et chaude journée. Ce sont là des erreurs notoires qui paraissent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

enlever à votre méthode le caractère mathématique que vous lui attribuez, très probablement à tort.

Voilà bien l'objection, n'est-ce pas, et nous ne pensons pas l'avoir

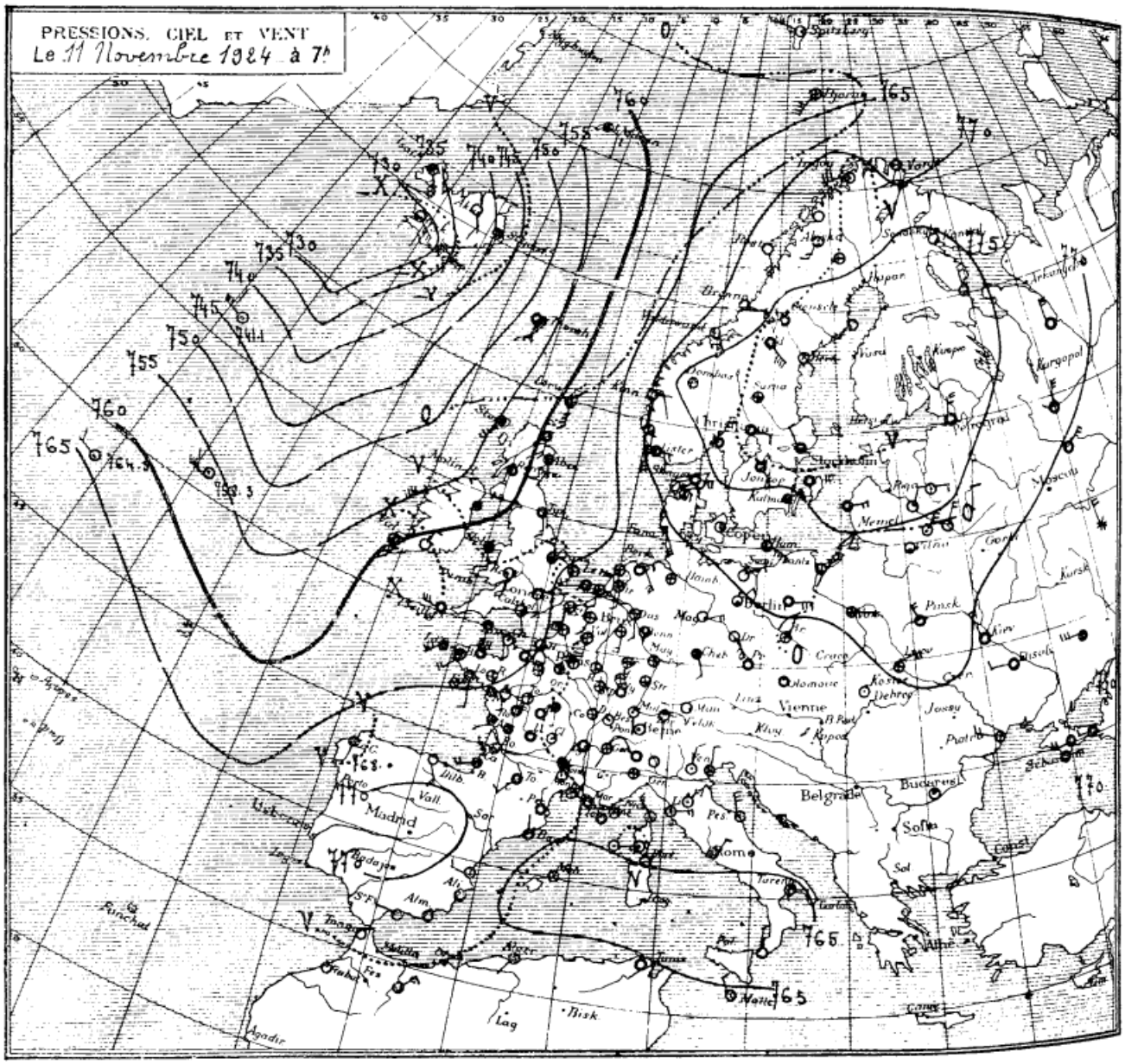


Fig. 3.

amoindrie. Nous la présentons dans toute sa force. Nous convenons de sa réalité : nous n'attendons même pas qu'on nous dise nos erreurs : nous les proclamons à haute voix.

Mais nous tenons à nous expliquer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'abord, nous sommes au 30 mai : cinq mois se sont écoulés en 1925 et durant ces cinq mois, on nous présente trois grosses erreurs. Si toutes les autres prévisions sont bonnes, on avouera que trois erreurs sur cent cinquante pré-

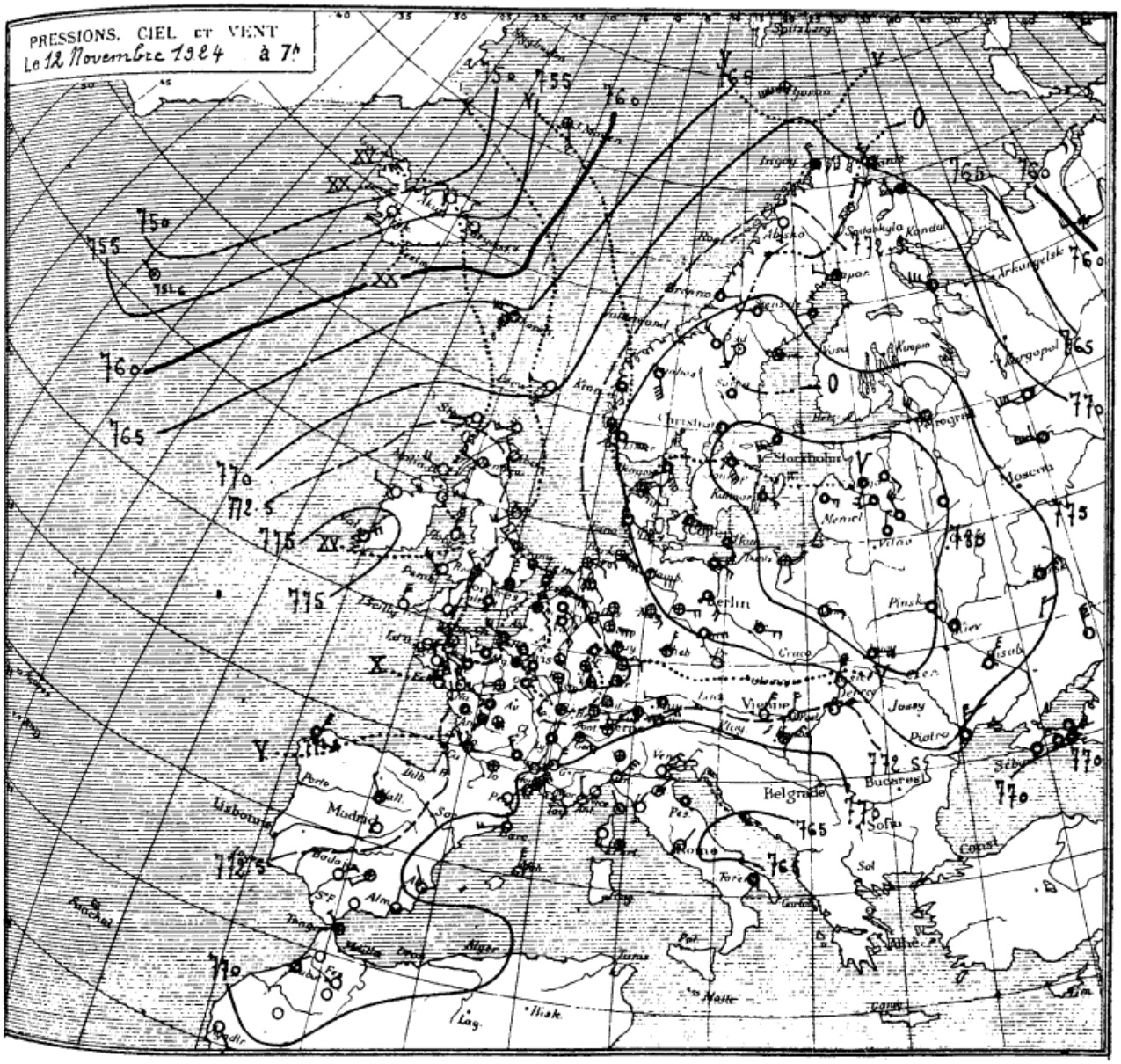


Fig. 4.

visions, c'est peu. Il reste une proportion fort honorable de 98 p. 100 de succès. Eh bien, cette proportion, nous disons hautement que nous ne l'atteignons pas. Il y a eu depuis le 1er janvier trois erreurs sensationnelles, il y en a eu dix autres, quinze autres, vingt autres même, moins importantes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ou partielles; nous nous attribuons, non pas 98 p. 100, mais 85 p. 100. Mais il y a erreurs et erreurs. Il y a des erreurs de méthode, c'est-à-dire des cas où les règles ont été en défaut. Eh bien, celles-là, je puis l'affirmer, on n'en trouve guère plus de 1 à 2 p. 100. C'est négligeable.

Dans les trois cas qu'on nous oppose, non, il n'y a pas eu erreur de méthode.

Je m'explique : le jour de l'éclipse, la méthode avait prévu un baromètre à 775 mm, c'est-à-dire au beau fixe. Le baromètre est monté exactement à 775 : succès incontestable. Aucune dépression n'existait et voici qu'un banc nuageux amène la pluie. Nulle méthode, nulle prévision ne pouvait s'y attendre. C'est un cas qui se présente dans la proportion d'un sur mille : il est imprévisible et la méthode n'a rien à y voir.

La neige du 11 mars? Non, la méthode n'était pas en défaut, mais l'interprétateur peut se frapper la poitrine. Il n'a pas voulu appliquer sa méthode. Il voyait le baromètre la veille au soir à 773 mm et en hausse : il n'a pas voulu faire descendre vers des vents d'appel sur la Manche, une faible dépression qui passait près de l'Écosse et la dépression, elle, a suivi la règle : elle est descendue, droit au Sud, sur les vents divergents qui lui faisaient signe : Erreur de méthode? Non, mais erreur du prévisionniste, erreur aussi du baromètre.

Troisième cas : le beau temps imprévu du 19 avril.

Eh bien, en tirerez-vous argument contre la méthode? Vous auriez tort : la dépression prévue sur la France s'y est trouvée exactement. Elle a amené sur la Manche les vents de Nord-Est et le refroidissement prévus. A l'Est de Paris, à Dijon, en Champagne, à Nancy, il y avait pluie et orages; à l'Ouest en Normandie, à Lisieux, à Rouen, il y avait pluie et ondées, de même qu'au Sud de la France, avec grêle dans le Bourbonnais. Au milieu de ces trois zones pluvieuses et prévues, Paris est resté indemne. Il y a là un exemple de localisation anormale de zones de pluie : rien de plus. La méthode n'en est pas responsable. L'erreur est absolue, grossière pour un point donné, nous en convenons; mais au fond, quelle est sa gravité si, sur dix points qui doivent être frappés, un ou deux échappent, tandis que les huit ou neuf autres points voient la prévision se vérifier exactement?

Les erreurs, nous l'avons dit, et surtout pour un point donné, sont inévitables. Il y en aura toujours, mais si la science ne peut avoir l'ambition de les supprimer, elle vise toutefois à en réduire de plus en plus le nombre.

Pour y réussir, elle a tout d'abord besoin d'observations consciencieuses, de transmissions exactes, de transcriptions fidèles; elle a besoin de vérité en tout. Et nous pouvons dire bien haut que certaines erreurs n'ont eu pour cause précisément que l'inexactitude des observations, aggravées sans doute

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

par des erreurs cartographiques. La météorologie, science précise, demande partout des professionnels, jaloux de leur art, compétents dans leur science, amoureux de leurs recherches. Nous ne pensons pas que le soin des observations puisse être confié à des militaires, en général non préparés à cette tâche, formés dans un temps très court et n'exerçant leur fonction de météorologiste que pendant une fraction de la durée de leur service militaire. Je ne crois pas que la discipline militaire puisse remplacer la conscience professionnelle. Aussi, les observations sont presque toujours entachées d'erreurs qui entraînent nécessairement des erreurs de prévisions. Rien de plus funeste pour le prévisionniste que les erreurs dans la transmission des observations. Ajoutons que la pression et sa prévision ne sont pas tout. Il y a les nuages qui, le plus souvent, se rient de la pression. Tantôt ils précèdent la dépression, tantôt ils la suivent et leur étude doit être continue comme celle du baromètre. Il y a une autre difficulté, celle-ci insurmontable : lorsque le ciel est voilé de brume, les nuages les plus importants de la haute atmosphère restent invisibles : nous disons alors que le météorologiste est privé de boussole.

N'allez pas, je vous prie, nous mettre ici en contradiction avec nous-même. Nous avons dit, il est vrai, que les courants supérieurs n'ont aucune action sur la pression barométrique en surface, et sont donc négligeables quant aux prévisions superficielles du baromètre et nous disons maintenant que les cirrus supérieurs constituent la boussole du météorologiste! Tout cela est vrai et ne se contredit nullement. Les cirrus et les courants de grande altitude sont inopérants contre les vents de surface, maîtres de la pression, mais les nuages de glace ont la plus grande action sur les précipitations. Leur rôle est donc très important pour ce qu'on appelle le temps. Leur étude est de toutes la plus difficile. Il ne faut que peu de jours de travail pour savoir appliquer nos 27 règles; il faut des années pour apprendre à se servir des nuages dans la prévision, car il faut alors combiner les deux méthodes.

Même en possession de ces deux méthodes, si le problème de la prévision est en théorie absolument résolu, il ne l'est pas en pratique, puisque des erreurs restent inévitables. Il faudra avancer encore dans la voie du progrès. Mais ce progrès, nous l'avons déjà réalisé dans une très large mesure en formulant nos 27 règles pratiques.

En face d'une situation isobarique toujours pleine de mystère; en face de vents terrestres de tout ordre, faibles ou violents, divergents ou convergents, le météorologiste presque chaque jour se trouve dans une grande perplexité. Sans nos règles, il n'aura que le pur hasard pour guide. J'en ai pour preuve un aveu du grand Mascart : *Nous n'avons pas*, dit-il, *de règles étroites, mais seulement une longue expérience des résultats obtenus par une*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

longue pratique. Donc quand le météorologiste prévisionniste a disparu après une longue pratique, son successeur doit vieillir longtemps pour se retrouver riche d'expérience.

A la place de ce néant scientifique, reconnu par M. Angot comme par MM. Teisserenc de Bort, Mascart et autres princes de la science, nous avons mis quelque chose par nos 27 règles étroites, précises, mathématiques.

Chacune d'elles a nécessité — nous ne nous glorifierons pas pour cela — des milliers d'observations et des milliers de mesures. Chacune d'elles évite au météorologiste le soin de rechercher, dans le passé, des cas analogues à la carte isobarique devant laquelle il se trouve et lui apprend que telle situation est suivie de telle ou telle modification : il n'a qu'à employer notre règle avec la plus aveugle confiance. Pour lui, nous avons travaillé des années et des années. Notre labeur obstiné lui sert de longue expérience : un météorologiste peut se livrer à la prévision dès qu'il sait lire une carte isobarique et se servir de nos règles.

Qu'on ne vienne pas nous objecter — ce serait l'objection de l'ignorance — que le nombre des règles devrait se réduire. Il faut, pour exprimer cette critique, n'avoir jamais pratiqué la carte isobarique, ni tenté la prévision. Chacune de nos règles se rapporte à un cas distinct, qui ne peut être confondu avec aucun autre et qui, par conséquent, nécessite une règle spéciale. Et il est de ces cas qui n'ont pas encore leur règle. Nous sommes resté impuissant à l'établir, car nous ne voulons pas pour nos règles une proportion de succès inférieure à 90 p. 100. Les règles V et XXI, dont vous avez vu l'application en projections, donnent 100 p. 100 de prévisions justes.

Comme contre-partie de cette apologie, nous devrons confesser humblement que la série de nos découvertes, soit dans les nuages par la succession nuageuse, soit sur les isobares par la maîtrise des vents, s'est faite il y a bien longtemps, de 1880 à 1890. Elle est close, hélas, depuis 35 ans.

Durant cette longue période, nous avons toujours travaillé, mais nous n'avons fait que perfectionner des points de détail. Skudesness même, notre plus extraordinaire observation, riche de mystère et merveilleuse parfois dans l'application, récemment publiée, date, un pli cacheté peut l'établir, de 1890.

C'est donc un vieux passé que je vous ai exposé, mais ce passé est vivant et il est l'avenir, car nous défions qui que ce soit de faire de la prévision scientifique, sans utiliser nos règles. Ces règles représentent, nous ne craignons pas de le dire, parce que preuves à l'appui, la vérité météorologique et, en dehors de la vérité, il n'est qu'erreur et mensonge. Ici, point de milieu, ou le vrai, ou le faux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

Mesdames et Messieurs, j'ai fini. Si j'ai pu, dans cette conférence, démontrer l'influence primordiale des vents de surface sur les variations de pression, j'aurai prouvé, par cela même, qu'il n'y a pas de prévision du temps possible sans l'utilisation et l'étude de ce même vent de surface. C'est lui, maître de la pression, qui est le maître du temps. C'est un maître omnipotent, qui n'admet aucun partage dans sa royauté. Que la température ne vienne donc pas s'insurger contre son pouvoir : qu'elle s'élève ou qu'elle s'abaisse, qu'elle prenne le nom de fronts chauds ou de fronts polaires, toutes ces variations thermométriques ne peuvent rien contre les décisions souveraines du vent de surface.

De même quant aux tendances : si elles sont en baisse, annoncent la baisse et que le vent de surface commande la hausse, la tendance et ses noyaux en baisse devront disparaître sous l'action toute-puissante du maître de l'atmosphère, le vent de surface.

C'est en vain que les ballons et les sondages révéleront des courants supérieurs ou rapides ou lents : la pression au sol les dédaigne; ils sont inutiles pour la variation barométrique, donc, en prévision du temps.

La pression n'a d'ordres à recevoir ni des phénomènes thermiques, ou électro-magnétiques, ou plutoniques, ou extra-terrestres : Charbonnier est maître chez lui : le vent de surface règne. Et l'atmosphère comme le temps, voilà ses sujets fidèles et obéissants.

S'il en était autrement, Mesdames et Messieurs, l'anarchie règnerait dans l'atmosphère. Tantôt un courant chaud ferait naître un cyclone; tantôt un courant froid amènerait de hautes pressions. Ou bien un courant aérien rapide descendrait jusqu'au sol pour y former un tourbillon, ou des courants lents deviendraient la cause présumée d'un anticyclone. Dans ces conditions, la prévision du temps, dépendant de circonstances multiples, serait bien malade. Ce serait le désordre et nous savons tous que la nature est ordonnée, soumise, dans ses trois règnes, sur terre comme dans l'infini des cieux, à d'immuables lois, fixées pour l'éternité par un souverain législateur qui n'est autre que Dieu lui-même. La météorologie ne peut se soustraire à l'ordre universel et les faits que je vous ai présentés sont la preuve visible de cet ordre préétabli qui doit régner en météorologie, comme en astronomie, et dont le vent est l'agent le plus distinct. Si nous ne craignions pas d'être entraîné au delà des hypothèses scientifiques, nous dirions que le vent est une image de la force incréée, car le vent ne se crée pas et ne tire son ori-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gine que de lui-même. Éternellement en état d'équilibre instable, le vent s'engendre à perpétuité, sans aucune cause extérieure.

De cette vérité, pour nous évidente, je suis prêt à fournir des preuves nombreuses.

Ainsi, on a parlé dans certain pays du Nord — *est-ce vrai que du Nord nous viendrait la lumière*? — on a parlé de nouvelles méthodes de prévision du temps, basées avant tout sur la température. Nous pourrions discuter les hypothèses, mais la discussion théorique ne convaincrait personne. Eh bien, que les méthodes s'affrontent, devant un jury, en un concours international, et les résultats décideront de la valeur respective des méthodes mises ainsi en compétition.

De même pendant la guerre ont surgi, dit-on, des méthodes perfectionnées devant lesquelles les nôtres doivent céder la place. Sans doute, l'idéal de ces nouvelles méthodes est la prévision trois, six ou douze heures d'avance : ce n'est certes point de la prévision à longue échéance; ce ne sont même pas des avertissements : c'est de l'information du temps qu'il fait. Eh bien, si l'on veut ici démontrer une supériorité quelconque, que l'on veuille bien instituer un concours. Avec le seul vent de surface, nous bataillerons contre la méthode des courants thermiques et contre les autres méthodes.

Une méthode, et nul n'en disconviendra, exige pour se faire valoir et pour prendre rang dans la science, non pas seulement une exposition théorique, mais des preuves expérimentales.

Personne, je pense, ne nous démentira sur ce point. Le bons sens ne se contente pas d'affirmations théoriques : il exige des applications contrôlées et, mieux encore, une comparaison des résultats obtenus. Eh bien, Mesdames et Messieurs, je regrette de le dire : je crains bien que le bon sens, en la circonstance, ne soit pas écouté; les auteurs des autres méthodes refuseront tout concours.

Heureusement pour notre méthode, il y en a eu un dans le passé. C'était à Liége en 1905. Devant un jury international, aux noms illustres, défilèrent vingt concurrents, dont trois représentants qualifiés de la Kultur allemande. L'un d'entre les Français, M. Durand Gréville, était alors à l'apogée de sa gloire, très méritée. Il apportait des idées nouvelles, mais malgré ses isobares en millimètres, malgré ses grains, lignes de grains, rubans de grains, dépressions et cyclones tout en grains, il ne put vaincre le vent de surface qui fut, sur notre nom, proclamé unanimement vainqueur du concours.

Et ce terrible vent, qui, croyons-nous, triompherait encore en un nouveau tournoi scientifique, devient de plus en plus connu dans le monde entier.

Les règles que nous lui avons données dans nos ouvrages font loi dans la prévision du temps jusqu'aux antipodes. En Europe, comme aux États-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Unis, au Chili, en Chine, au Japon, en France même, sans qu'on le dise toujours, le vent de surface règne.

Au Chili, il n'en est pas de même : ses météorologistes m'ont écrit récemment « que les lois Guilbert permettent d'obtenir de splendides résultats en prévision du temps ».

Il a donc fallu que, par l'étude et l'expérience, le vent normal triomphât des préjugés anciens et la vérité scientifique de la routine et de l'empirisme.

J'emploie ici un grand mot : la vérité. Oui, je crois à la vérité sur la terre. Il y a une vérité scientifique, comme une vérité religieuse, comme une vérité politique.

Rechercher la vérité dans tous les domaines est le propre de l'homme, puisqu'en dehors de la vérité, il n'est qu'erreur ou mensonge.

La météorologie ne fait pas exception.

Il y a, selon nous, une vérité météorologique en prévision et cette vérité, c'est le principe du vent normal, maître de la pression, donc, maître du temps.

D'autres progrès sont en expectative. Le vent normal est le maître unique de la prévision à courte échéance : il est des découvertes, réalisées à l'heure actuelle, par l'un de nos élèves, qui viendront révéler de nouvelles lois d'ordre astronomique et qui seront la base des prévisions à longue échéance, d'une durée même séculaire.

La météorologie deviendra de plus en plus une science exacte.

Je me félicite d'avoir pu développer ces considérations devant un auditoire si bienveillant, si compétent, si disposé à entendre la libre discussion, et aussi devant ces membres de l'Institut, devant ce vétéran de la science de l'air qu'est M. le colonel Renard, dont nous admirons tous l'éloquence et la science.

Nous espérons avoir conquis l'intime conviction de cette assemblée et si un jour la vérité, c'est-à-dire la thèse que nous croyons être la vérité, triomphe enfin sur la terre de France, nous serons alors infiniment récompensé, bien au delà de nos mérites, en voyant notre théorie devenir une victoire de la science française, une gloire pour notre patrie, la France bien-aimée.

GABRIEL GUILBERT,
lauréat de l'Institut,
directeur du Service météorologique du journal Le Matin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Discussion.

M. le lieutenant-colonel P. Renard dit qu'il est admirateur de la méthode de prévision du temps de M. Guilbert et qu'il ne manque pas de l'enseigner à ses élèves de l'École supérieure d'Aéronautique.

Toutefois cette méthode ne répond pas à tous les besoins; ainsi elle ne renseigne pas sur ce qui se passe et se passera aux altitudes élevées puisqu'elle ne tient compte que du vent au sol; or les aviateurs ont besoin de connaître l'état de l'atmosphère jusqu'à 6.000 m d'altitude. De plus, cette méthode suppose que la vitesse du vent à la surface du sol est bien mesurée, ce qui n'est pas toujours le cas.

M. Guilbert dit qu'en effet le vent n'est pas toujours très bien observé; pour cette raison, il demande depuis longtemps qu'une plus grande attention soit apportée à son observation. Pour éviter les erreurs il suffirait de se servir d'anémomètres contrôlés.

M. L. Lecornu rappelle que la vitesse du vent est extrêmement variable d'un moment à l'autre; le vent souffle généralement en rafales et non de façon régulière; il demande si, dans ces conditions, ce que M. Guilbert appelle vitesse du vent correspond à une réalité, si, par exemple, l'ordonnée moyenne d'une courbe d'enregistreur à sinuosités extrêmement nombreuses et variées représente une valeur utilisable.

M. Guilbert dit que, malgré les rafales et les changements rapides de direction, on peut dire cependant qu'il y a une direction générale et une vitesse moyenne du vent pendant une période assez longue, plusieurs heures quelquefois. Et cela suffit pour qu'on puisse en tirer des conclusions. Ainsi, malgré quelques erreurs d'observation fort probables, on en sait assez sur le vent en ce moment pour savoir que le baromètre continuera à monter et pour pouvoir prédire qu'il fera beau demain (1).

M. Dongier fait observer que les anémomètres de grande inertie, qui sont généralement mis en service, donnent des courbes exemptes des sinuosités dont parle M. Lecornu. En particulier, l'anémocinémographe Richard fournit des graphiques qui servent à la détermination du vent moyen envisagé.

(1) Cette prévision s'est réalisée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. F. Garnier, Ingénieur en chef d'Artillerie navale, client intéressé de la météorologie, dit que lorsqu'on cherche à tenir compte de l'effet du vent sur un projectile, une valeur moyenne ne suffit pas; il faut connaître la valeur vraie à tous les instants d'une durée de trajectoire, de 50 secondes par exemple. Or, si on cherche à déterminer la vitesse du vent à tous ces instants, on constate qu'elle varie beaucoup; sa direction est encore plus variable. Il en conclut, partageant l'avis de M. l'Inspecteur général Lecornu, que, aussi bien en vitesse qu'en direction, le vent ne représente pas un élément bien déterminé et mesurable avec quelque précision. Bâtir toute une théorie de la prévision du temps sur une base aussi fragile lui paraît donc bien aléatoire.

Le lieutenant-colonel Renard fait remarquer que la façon de déterminer la vitesse et la direction du vent dépend des applications qu'on veut faire des résultats obtenus. Les artilleurs qui, comme M. Garnier, font des études de balistique, ont besoin de connaître la vitesse et la direction instantanées et cela non seulement au sol, mais en altitude; ces grandeurs pourraient être déterminées assez exactement au moyen d'appareils de très faible inertie. Les variations brusques intéressent aussi les aviateurs puisqu'elles peuvent provoquer des accidents et obligent à certaines manœuvres. Pour la prévision du temps, on n'a besoin que de la vitesse et de la direction moyennes; elles sont données par des appareils à grande inertie. De même, ces grandeurs sont suffisantes pour savoir quelle sera la dérive d'un avion due au vent sur un parcours déterminé pendant un temps donné; elles suffisent pour l'établissement des cartes météorologiques et au prévisionniste qui tire des conclusions de l'étude de ces cartes. L'intérêt des renseignements réside ici surtout dans ce fait que vitesse et direction du vent sont connues en valeur moyenne en différents points du globe au même instant; il y a beaucoup moins d'intérêt à connaître ces valeurs très exactement à tout moment, en chacun de ces points.

M. Guilbert rappelle que l'emploi d'anémomètres n'est même pas toujours nécessaire; tous ceux qui sont habitués à observer le vent, comme les marins et les habitants des côtes, déterminent exactement la vitesse et la direction moyennes sans appareils. Ainsi, par exemple, les observations faites un même jour à un même instant sur nos côtes concordent très souvent. D'ailleurs dans l'application de sa méthode, une erreur de 1 m : s est sans importance, et la meilleure réponse que l'on puisse faire à toutes les objections c'est la vérification des prévisions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La variation de pression, fonction des vitesses et directions du vent, est prévue avec plus de 90 p. 100 de succès. Le temps, même pour un point donné, et qui est à son tour fonction de la pression, se prévoit exactement au moins 85 fois sur 100. De tels chiffres justifient les principes de la méthode et ses bases d'observation.

M. SAUVAGE, *vice-président*, remercie M. Guilbert de son intéressante communication et des renseignements complémentaires sur sa méthode de prévision qu'il a bien voulu donner en répondant aux questions qui lui ont été posées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES APPLICATIONS DE LA MÉTÉOROLOGIE A L'AGRICULTURE ET AU TOURISME [1]

MONSIEUR LE PRÉSIDENT, MESDAMES, MESSIEURS,

Je tiens tout d'abord à m'excuser d'avance si ce que je dis froisse un peu les convictions de quelques-uns d'entre vous; certes il ne s'agira point ici de questions de personnes, mais je n'ai garde d'oublier que, si du choc des idées jaillit quelquefois la lumière, le même choc produit toujours d'irritantes blessures d'amour-propre; ne dit-on d'ailleurs pas de nous, en un latin un peu barbare : *Genus irritabile meteorologicorum*.

Toutes les fois qu'il s'agit d'applications de la météorologie, on rencontre le scepticisme le plus profond et l'on voit s'épanouir sur le visage des auditeurs un sourire, poli certes, mais un peu décourageant. Pourquoi ce scepticisme que l'on trouve chez les agriculteurs et les touristes, comme chez tous les clients éventuels de la météorologie? Quelques souvenirs suffiront peut être pour expliquer cet état d'esprit.

Il y a une vingtaine d'années, un Congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences se tenait à Clermont-Ferrand; après avoir discuté un certain nombre de questions parmi lesquelles se trouvaient les applications de la météorologie, les congressistes devaient le lendemain faire l'ascension du Puy de Dôme; l'un d'eux eut l'idée, vraiment de circonstance, de demander par télégramme au Bureau central météorologique, quel serait le temps du lendemain au moment de l'ascension? Quelques heures après le Président du Congrès, recevait la réponse suivante : « Temps incertain. »

Il y a une dizaine d'années le tourisme était de mode, tourisme il est vrai spécial, toujours mêlé de tristesses et de deuils; la météorologie fut alors soumise à rude épreuve! En 1915, lors de l'offensive de Champagne, je vois encore l'état d'exaspération de nos camarades aviateurs quand ils avaient pris connaissance d'un bulletin de prévision du temps! Il s'agissait pour eux de savoir si le lendemain ils iraient exposer leur vie sur des avions de faible vitesse, proie facile pour les Fokkers allemands; aussi pensez quel était leur

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique le 9 mai 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dépit, quand, à leurs questions anxieuses, le bulletin répondait prudemment : « Ciel nuageux, éclaircies ou averses. »

Certes nous avons fait des progrès : je veux bien croire que nos bulletins de prévision du temps ne sont plus rédigés avec cette extrême habileté du météorologiste qui consiste à prévoir un peu de toute espèce de temps possible. Peut-être les touristes sont-ils satisfaits ; mais l'agriculteur, lui, n'est pas content. Prenons un exemple : au moment des vendanges, avant de commencer la cueillette du raisin, la question se pose toujours : « Par où faut-il commencer? Par la vigne qui se trouve dans les bas-fonds ou par celle qui se trouve sur les coteaux? » Si le temps est pluvieux la première sera atteinte par la pourriture et si le temps est sec la sécheresse réduira la récolte de la deuxième. C'est donc avec une certaine anxiété que le viticulteur se demande si le temps sera pluvieux ou sec ; il reçoit par la Tour Eiffel ou par son quotidien des bulletins de prévision du temps qui lui indiquent, admettons que ce soit avec précision et certitude, le temps du lendemain. Or, il ne s'agit pas pour lui de savoir si le temps du lendemain sera à peu près beau ; il lui importe de connaître si la période du temps qui approche est une période de temps humide ou de temps sec, et, sur cette donnée même incertaine, d'organiser son travail.

C'est parce que chacun de nous consulte un bulletin de prévision du temps sous l'empire d'une préoccupation immédiate, et c'est parce qu'il ne trouve point dans ce bulletin une réponse à son anxiété qu'il se laisse aller au scepticisme, et non point seulement parce qu'il a pu constater parfois des échecs de prévision plus ou moins retentissants. C'est un peu, comme si un patient venant demander au médecin un soulagement à la douleur qui le torture, n'en recevait qu'une réponse évasive pouvant convenir non seulement à son cas particulier, mais à toute espèce d'autres maladies que la sienne. Car la météorologie présente avec la médecine une assez grande analogie : même complexité de phénomènes, même infinité de cas particuliers, même infirmité des règles employées, etc. Or, les principaux progrès faits en médecine l'ont été par la spécialisation et en s'efforçant de résoudre un certain nombre de problèmes particuliers. Il en sera de même en météorologie ; il faut que cette science s'efforce de faire de la prévision régionale précise et de répondre à un certain nombre de préoccupations de l'agriculteur ou du touriste.

Il est impossible qu'un organisme central puisse satisfaire une clientèle répartie sur tout le territoire français, et ayant des préoccupations fort différentes, car ce que cherche un agriculteur dans un bulletin de prévision du temps diffère essentiellement de ce qu'y cherche un aviateur. Pour l'agriculteur, comme pour le touriste, c'est la pluie qui différencie le beau du mauvais temps : des centres avertisseurs, ou du moins des bulletins de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

prévision à l'usage des agriculteurs ou des touristes, devraient donc correspondre à la carte de répartition des pluies en France.

Examinons cette carte de répartition annuelle des pluies : prenons par exemple la région qu'intéressent les renseignements agricoles envoyés par la Tour Eiffel pour le secteur du Sud-Ouest, comprenant 12 départements du bassin de la Garonne et des Pyrénées. La carte nous indique que pour 600 à 750 mm d'eau qui tombent par an à Toulouse, il en tombe plus de 1.500 dans les Hautes-Pyrénées. Un bulletin de renseignements agricoles ne peut donc satisfaire l'agriculteur de la Haute-Garonne sans tromper sciemment celui de Tarbes. Et si l'on pense que la carte de répartition des pluies en France ne coïncide pas avec la carte de répartition des vents ou des températures, l'on voit qu'il est impossible qu'un bulletin de prévision, donnant des renseignements sur le ciel, la pluie, le vent et la température, puisse contenter la clientèle à laquelle il s'adresse : il ne peut donner que des à peu près qui ne satisferont personne.

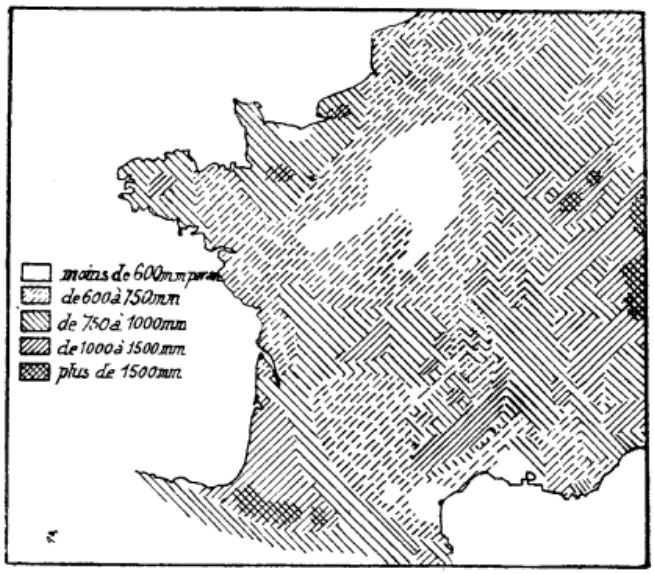


Fig. 1. — Répartition des pluies en France.

En somme l'agriculteur, comme le touriste, a des besoins particuliers et demande qu'on les satisfasse. Quels sont ces besoins? La météorologie peut-elle, en son état actuel, les satisfaire et dans quel sens doit-elle orienter ses efforts pour contenter l'agriculteur et en même temps le touriste?

Quand il s'agit d'applications de la météorologie, on ne pense en général qu'à la *prévision du temps* : ce sont les seules applications que connaisse le public; ce sont d'ailleurs celles qui l'ont le plus déçu. On semble ignorer complètemeut qu'il est d'autres applications qui, dès maintenant, pourraient peut-être rendre les plus grands services; ce sont celles de la *climatologie*.

D'ailleurs qu'il s'agisse de prévision du temps ou de climatologie, leurs applications présentent toujours un certain aléa; c'est jouer que spéculer sur les données de l'une ou de l'autre. Malheureusement, dans ce jeu, nous ne sommes pas maîtres d'accepter ou de refuser la partie; agriculteurs, nous sommes forcés de jouer. Nous jouons contre un adversaire caché qui ne triche

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

point, mais ne commet aucune faute; si nous jouons mal, nous serons faits échec et mat sans hâte comme sans pitié; apprenons donc les règles du jeu et mettons le plus grand nombre de chances de notre côté.

Prévision du temps.

L'idéal pour nous, agriculteurs ou touristes, serait que l'on nous donnât, pour la région particulière qui nous intéresse, le temps probable et son évolution future. S'il s'agit de prévision à courte échéance (24 heures par exemple), un bulletin de prévision ne peut nous rendre service que s'il est précis et détaillé. Il pourra au contraire être rédigé en termes plus vagues lorsqu'il s'agira de prévision à longue échéance; des renseignements généraux sur le type de temps à venir seront très utiles à l'agriculture.

Que peut actuellement nous donner la météorologie à ce double point de vue?

Tout le monde a fait ou fait encore de la prévision du temps : l'aviateur avant de s'envoler, l'agriculteur avant de partir au travail, le promeneur avant de s'éloigner, commencent par interroger le ciel; un simple examen de l'horizon, joint à une connaissance suffisante de la région, leur permet de savoir si, pendant quelques heures, ils n'ont rien de particulier à redouter. Ils font ainsi de la prévision à *échéance de quelques heures*. S'ils possèdent une parfaite connaissance de la région, l'observation des vents et des nuages peut parfois leur permettre de prévoir le temps du lendemain et de faire des prévisions à *échéance de 24 heures*.

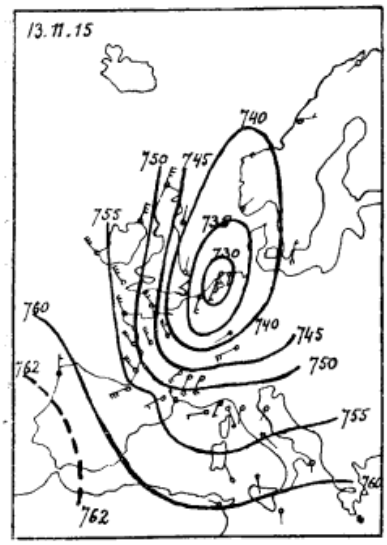


Fig. 2. — Dépression sur l'Ouest de l'Europe.

Le principal progrès fait en météorologie a consisté à élargir l'horizon, dont l'examen nous renseigne sur l'évolution future du temps; l'on conçoit qu'à mesure que cet horizon s'étend sur des régions plus éloignées, l'échéance de la prévision que l'on en peut déduire devienne plus longue. Cet élargissement de l'horizon se fait au moyen de cartes synoptiques ou isobariques.

Ces cartes mettent en évidence sur d'immenses régions des types d'isobares dont la forme, la déformation et le déplacement sont liés à des types de temps bien déterminés.

Exemples : 1) Type isobarique de dépression ou cyclone.

A ce type correspond en général ce que l'on convient d'appeler le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mauvais temps, caractérisé par des vents de grande intensité, des nuages menaçants et de la pluie.

2) Type isobarique, de haute pression ou anticyclone.

A ce type correspond en général ce que les météorologistes appellent le *beau temps*, caractérisé par des vents de faible intensité et suivant les cas par un ciel clair, ou du brouillard.

Prévoir le temps consiste donc à tracer ces cartes synoptiques et à chercher comment les perturbations météorologiques qu'elles révèlent vont se modifier ou se déplacer. Il n'entre pas dans le cadre de cette conférence de vous indiquer comment se fait le tracé de ces cartes météorologiques, ni de vous signaler les règles que l'on doit appliquer pour prévoir comment vont se déplacer les dépressions ou les hautes pressions que la carte révèle. Il suffit que vous sachiez que ces règles existent, en assez grand nombre d'ailleurs; pour ma part je n'attache à aucune d'elles, pas plus qu'aux remèdes médicaux, un sens de sécurité absolue et je pense que le météorologiste doit appliquer le plus grand nombre de ces règles, et tirer des conclusions de la concordance des renseignements que lui donne leur ensemble (1). Quoi qu'il en soit dans l'état actuel de la météorologie, l'on peut prévoir avec une carte synoptique quelle sera dans ses grandes lignes la carte isobarique du lendemain.

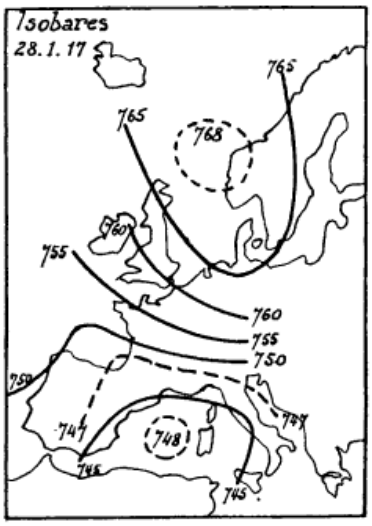


Fig. 3. — Haute pression sur le Nord de l'Europe.

Mais cette évolution des perturbations météorologiques une fois prévue sur la carte, il restera à indiquer quelle répercussion elle va avoir, au point de vue du temps, sur telle ou telle région particulière de la France. En somme, après avoir fait une prévision générale, indiquant comment vont évoluer les dépressions ou les hautes pressions que la carte révèle, il reste encore à faire une prévision régionale indiquant à l'agriculteur et au touriste le temps particulier que leur apportera la journée du lendemain. Cette prévision régionale ne peut être faite que sur place et exige une connaissance parfaite de la région qu'elle intéresse.

Supposons, par exemple, que l'organe central prévoie la formation ou l'arrivée d'une dépression sur les Baléares; voyons la répercussion que cette arrivée va avoir sur le temps dans le midi de la France. Prenons en parti-

(1) *Le problème de la prévision du temps*. L. Dunoyer et G. Reboul. Journal de Physique, mai 1921. Série VI. T. II, p. 129-141.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

culier la région qui s'étend de Perpignan à Toulouse et à Montpellier. Un centre de dépression sur les Baléares va produire sur cette région un vent de direction générale Est à Sud-Est. Ce vent de la Méditerranée est chaud et humide, c'est le *marin*; en arrivant sur le versant des Cévennes, il s'élève, l'air se refroidit et la vapeur d'eau se condense, le ciel est très nuageux et des précipitations se produisent. En descendant l'autre versant des Cévennes, l'air, privé de son humidité, s'échauffe et donne sur la vallée de la Garonne un ciel moins nuageux et une température plus élevée, c'est le régime du *vent d'autan*.

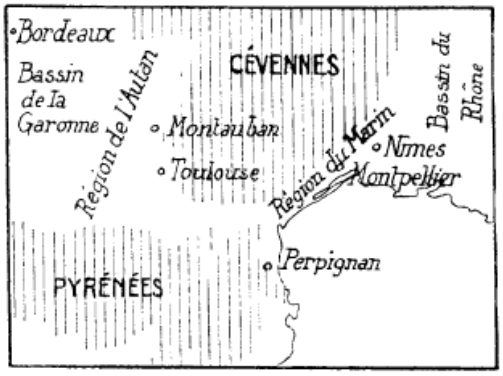


Fig. 4. — Régions d'*autan* et de *marin*.

Le temps à prévoir est donc différent pour les régions qui sont sur le versant sous le vent d'un massif montagneux et pour celles qui sont sur le versant opposé. D'autre part, le voisinage de masses d'eau, de forêts... etc., peut lui aussi changer totalement le caractère du temps local.

Ce sont des organismes régionaux, utilisant les renseignements d'un organisme central, qui pourront seuls nous donner des prévisions à échéance de 24 heures assez précises et assez détaillées pour qu'un agriculteur ou un touriste puisse, sur leur examen, distribuer son travail du lendemain ou préparer son excursion. En outre, il serait possible au client éventuel d'atteindre, par téléphone ou télégraphe, cet organisme régional; il pourrait signaler les préoccupations particulières qui le touchent actuellement et poser des questions correspondant à ces préoccupations.

Il n'y a d'ailleurs pas à se dissimuler que l'organisation de ces centres régionaux constitue une grande difficulté et que les services qu'ils rendront dépendront essentiellement de la valeur scientifique et de l'audace des chefs de station que l'on mettra à leur tête. Les observations méthodiques sur lesquelles ces centres régionaux pourraient baser leurs prévisions font actuellement presque complètement défaut : ils ne pourront donc dès le début de leur création rendre que de faibles services et seront tenus d'opérer, en attendant d'avoir rassemblé des archives suffisantes, avec une extrême prudence s'ils ne veulent pas se discréditer d'avance. La question est certes délicate, mais sa solution n'apparaît pas impossible et si j'en juge par les résultats que nous avions obtenus, avec Dunoyer, en Lorraine pendant la guerre (1), avec seulement deux ou trois années d'observations systématiques

(1) En général, les états-majors, pendant la guerre, n'étaient pas tendres pour la météo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

locales; je suis convaincu que l'on arriverait dans cette voie au bout d'une dizaine d'années à des résultats surprenants.

Dans l'état actuel de la météorologie, cette science pourrait, avec des bulletins de prévision du temps à échéance de 24 heures, rédigés d'une manière suffisamment détaillée et indiquant l'évolution du temps, rendre aux agriculteurs et aux touristes les plus grands services. Mais ces services seraient beaucoup plus importants, surtout pour l'agriculture, s'il était possible de faire de la prévision du temps à longue échéance.

Est-il possible dans les conditions actuelles de faire des prévisions à échéance de plusieurs jours? Oui, mais dans des circonstances dont nous ne sommes pas maîtres et si l'on veut se contenter de renseignements généraux. L'organe central suffisant d'ailleurs largement pour faire cette prévision.

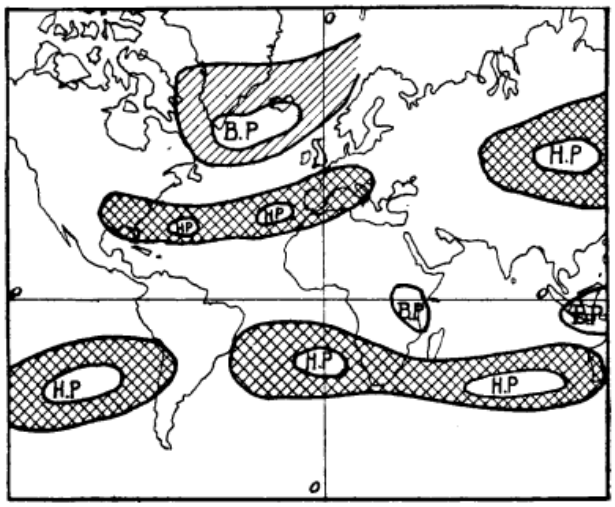


Fig. 5. — Centres d'action : janvier.

Cette prévision à échéance de quelques jours est basée sur la notion de centres d'action de l'atmosphère et de type de temps. C'est à Hildebranson et à Teisserenc de Bort que sont dues ces notions essentielles : le temps qu'il fait en Europe, et en particulier en France, est sous la dépendance de trois ou quatre centres d'action principaux, paraissant liés entre eux et dont les déformations produisent les singularités isoba-

rologie; voici cependant quelques témoignages sur les services rendus par ces organismes régionaux.

A) Lettre du Général de Castelnau, commandant le Groupe des Armées de l'Est (Q. G. le 30 octobre 1917).

« A l'heure actuelle le Service météorologique du G. B. 2 à Malzéville est assuré par le lieu- » tenant R..., chef de la Station météorologique de la VIII[e] Armée. En outre, le lieutenant R... » fournit au G. B. 5 à Ochey et au 41 Wing Britannique (Ochey) les prévisions du temps.

« Les services de cet officier sont grandement appréciés : la valeur de ses prévisions a été « maintes fois constatée par les équipages et, à plusieurs reprises, les Groupes ont utilisé *avec* « *une entière confiance*, des éclaircies dont la durée était annoncée par le lieutenant R.... »

Signé : DE CASTELNAU.

B) Rapport du Commandant Picard, Chef de l'Aéronautique du G. A. R.

« Le Lieutenant R... s'acquitte à merveille de ses fonctions. Je ne me base pas, pour émettre » de jugement sur les services rendus au G. A. R. par le Lieutenant R..., mais sur ceux qu'il a « rendus en Lorraine aux Groupes de bombardement de nuit. On peut dire qu'à Malzéville, le « Lieutenant R..., par la confiance qu'il inspirait au personnel naviguant, a *provoqué* des « sorties. »

Le 25 avril 1918.
Signé : L. PICARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

riques particulières dont dépend le temps sur nos régions. Ces centres d'action sont en hiver : un centre de pression élevée sur les Açores paraissant lié à un centre de basse pression sur l'Islande, un centre de haute pression sur la Sibérie et l'Europe orientale.

Suivant que l'un ou l'autre de ces centres d'action fait sentir son effet sur l'Europe occidentale, c'est pour nos régions un type de temps différent; ces types de temps se présentent suivant les cas avec un caractère de stabilité ou d'instabilité à période bien caractérisée, qui peuvent permettre de prévoir l'allure du temps pour une échéance de quelques jours.

Supposons, par exemple, que la haute pression des Açores étende son action sur les côtes de France et d'Angleterre. Le vent sur ces régions tourne au nord-ouest et appelle la dépression qui se trouve à l'état permanent dans le voisinage de l'Islande; cette dépression avance avec son cortège de vents forts, de nuages bas et de précipitations. Elle passe et la haute pression avance de nouveau, appelant une nouvelle dépression et ainsi de suite pendant une semaine ou davantage. C'est à ce mécanisme de balancement périodique et réglé comme un mouvement d'horlogerie que sont dus les hivers doux et pluvieux qui se font souvent sentir en France. L'agriculteur, averti de ce type de temps, sait qu'il aura à compter pendant plusieurs jours sur une succession de journées à température douce et dont le ciel présentera une succession de belles éclaircies, pouvant durer une journée entière, suivies de journées avec nuages bas, pluie et vent très fort; c'est à lui d'utiliser ces éclaircies au mieux de son travail en sachant bien qu'elles sont sans lendemain.

C'est un type de temps de ce genre qu'indiquent les cartes des figures 6, 7 et 8.

C'est également un temps de ce genre que nous avions le 17 avril 1917, au moment de la grande offensive de printemps. Ce fut une succession de bourrasques séparées par quelques éclaircies. Le temps ne commença à se mettre au beau que vers le 22 avril : à ce moment la haute pression s'était suffisamment avancée pour couvrir le Nord de l'Europe et se joindre à celle de Sibérie, établissant sur l'Europe et sur la France un régime de vent d'est et de ciel dégagé, caractéristique d'un deuxième type de temps.

Ce deuxième type de temps correspond au cas où l'Europe se trouve sous la dépendance de la haute pression de Sibérie, qui en avançant la couvre tout entière. Le vent souffle alors des régions Est; en hiver, la température s'abaisse, le ciel est généralement clair; c'est le type d'hiver rigoureux et stable; aussi n'est-il pas rare de voir ce type de temps se maintenir pendant des semaines entières. En été ce même type de temps correspond à un temps beau, chaud et stable; c'est une succession de journées caractérisées par des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

matinées avec brouillard ou brume dans les vallées, puis vers le milieu du jour, formation de ces nuages en forme de balles de coton, d'une blancheur

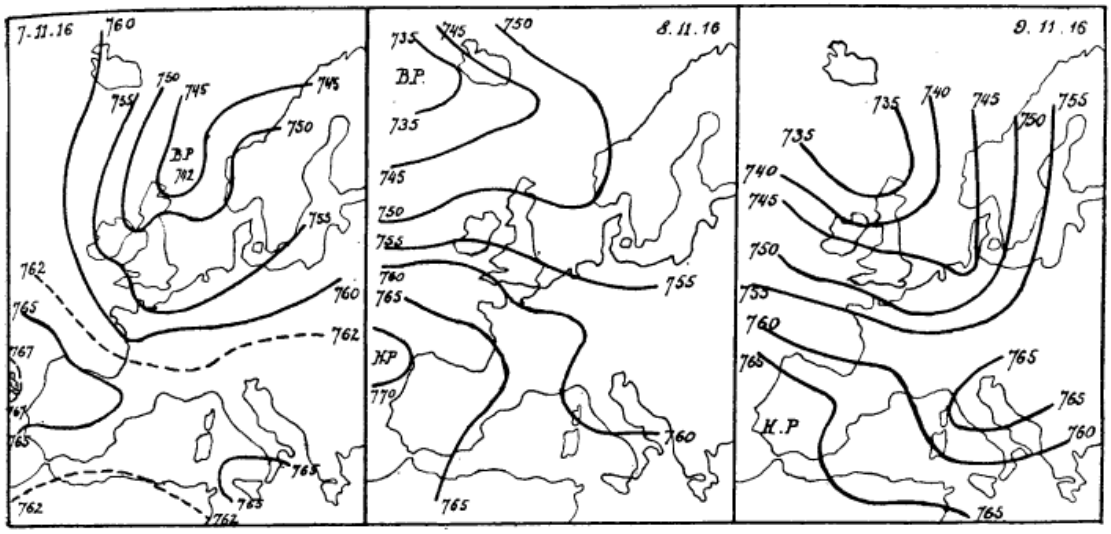


Fig. 6, 7, 8. — Type de temps Ouest, humide et chaud (7, 8 et 9 novembre 1916).

éblouissante, les cumulus; vers la fin de la journée ces nuages disparaissent, le ciel redevient clair et le reste toute la nuit.

C'est à un type de temps de ce genre que correspond la figure 8 : ce temps a persisté pendant une quinzaine de jours.

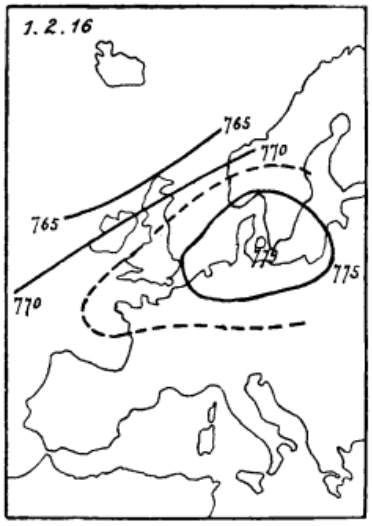


Fig. 9. — Type de temps Est, froid et sec.

Ces exemples suffisent pour faire comprendre que, dans quelques cas, on peut faire de la prévision à longue échéance, mais les circonstances, dans lesquelles ces cas se présentent avec netteté, sont indépendantes de la volonté du météorologiste, auquel il serait absurde de demander, à jour fixe, toutes les semaines, le temps qu'il fera dans la semaine qui vient.

Ajoutons qu'il semble bien y avoir correspondance entre les diverses variations qui se produisent à ces centres d'action : la montée du baromètre dans l'un étant liée à la baisse du baromètre dans l'autre. Certains météorologistes vont même plus loin croyant voir une relation dans le *temps* (1) entre les divers phénomènes météorologiques qui se produisent en différents points

(1) Temps est pris ici dans le sens de durée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la Terre, de sorte que ce qui s'est passé en l'un de ces points renseignerait sur ce qui se passera en un autre, quelques semaines ou quelques mois après. En attendant que des observations suffisantes aient confirmé ces espérances, nous resterons sur une prudente réserve, afin de nous éviter une déception dans le genre de celle qu'ont éprouvée les adeptes des périodes météorologiques.

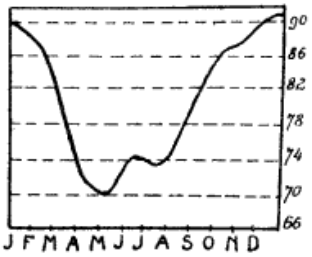


Fig. 10. — Variation annuelle de l'humidité relative.

Il y a incontestablement en météorologie quelques périodes.

Que doit en penser l'agriculteur et quels services peut-il en attendre?

Je ne dirai rien des périodes lunaires et de toutes les règles que l'on tire d'une influence hypothétique des changements de lune sur les changements de temps : elles ne résistent pas à un examen critique et à un contrôle sérieux, ou bien elles tiennent à des coïncidences, et la lune n'y est pour rien. Ainsi la fameuse *lune rousse*, si redoutée des agriculteurs, n'est pour rien dans les méfaits qu'on lui attribue. On nomme ainsi la lune qui, commençant en

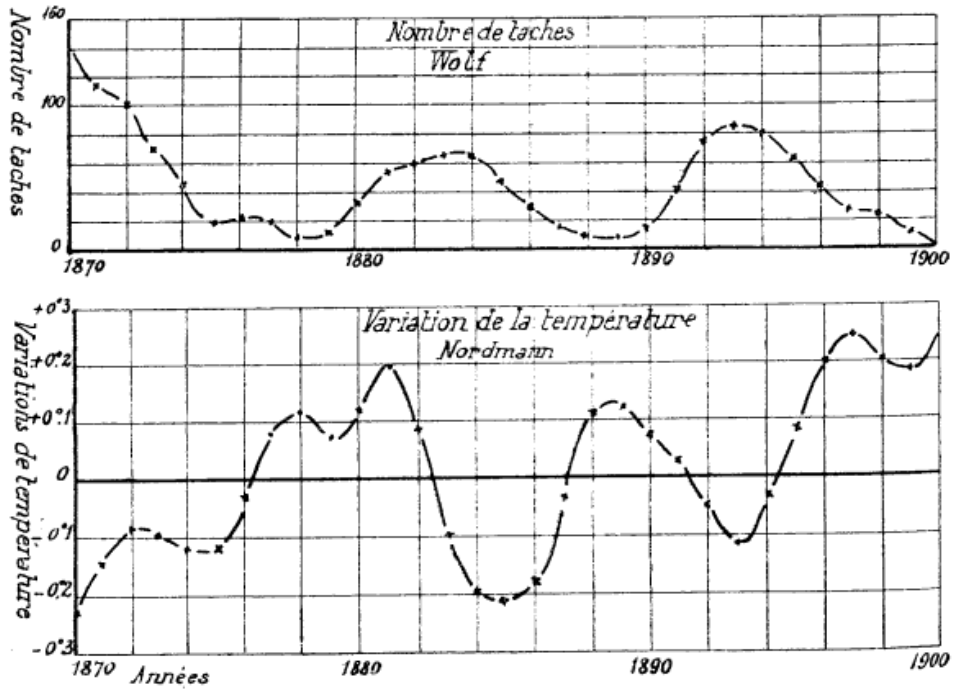


Fig. 11. — Effet des taches du soleil sur la température.

avril, devient pleine à la fin de ce mois ou plus ordinairement dans le courant du mois de mai. Aux mois d'avril et de mai, l'atmosphère est débarrassée de sa vapeur d'eau, condensée par les froids de l'hiver (Voir la courbe de variation annuelle de l'humidité relative de la vapeur d'eau de la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

figure 10). Il n'y a pour ainsi dire pas d'obstacle à la déperdition de la chaleur du sol : les nuits sont claires et le rayonnement nocturne intense, les bourgeons des plantes ont leur température brusquement abaissée, ils gèlent à la surface et ne tardent pas à *roussir*. Quant à la lune, elle n'a en l'occurrence que le tort d'assister radieuse et indifférente à ces brusques abaissements de la température.

En dehors des saisons, l'action du soleil présente aussi un caractère de périodicité coïncidant avec l'apparition à sa surface de taches ou de facules. Les taches solaires présentent un maximum tous les onze ans et à ce maximum correspond un minimum de la température au sol.

Les variations de la température sont de quelques dixièmes de degré, aussi paraît-il difficile de tabler sur de pareilles variations pour amener l'agriculteur à modifier ses cultures ou les procédés qu'il emploie, afin d'augmenter le rendement de son sol. Tout au plus, s'il était bien prouvé que la présence des facules amène une augmentation du nombre des orages sur une région, pourrait-on lui conseiller de contracter les années de ces maxima une assurance contre la grèle. Il est vrai, que, dans ce cas, les compagnies d'assurances ne manqueraient pas, elles aussi, d'augmenter périodiquement leurs primes, qui sont déjà suffisamment élevées.

L'on ne peut guère non plus utiliser les périodes arbitraires qui sont signalées dans tous les traités de météorologie. Prenons, par exemple, l'une des plus connues, celles de Bruckner. Il semble y avoir une certaine périodicité entre les années sèches et humides, froides et chaudes comme le montre le tableau suivant :

Δ_1	*Années sèches*	Δ_2	Δ_1	*Années humides*	Δ_2
—	—	—	—	—	—
	1756–1770			1736–1755	
25	1781–1805	35	35	1771–1780	25
45	1826–1840	35	35	1806–1825	45
30	1856–1870	30	35	1841–1855	30

Δ_1	*Années froides*	Δ_2	Δ_1	*Années chaudes*	Δ_2
—	—	—	—	—	—
	1756–1790			1741–1755	
50	1806–1820	30	45	1791–1805	50
30	1836–1850	30	30	1821–1835	30
35	1871–1905	35	30	1851–1870	35

L'on voit qu'il y a un certain flottement dans la valeur de la période; mais quand bien même cette période serait bien établie, il resterait encore à savoir si les différences constatées entre les années dites sèches et les années humides sont suffisantes pour justifier des changements dans les méthodes de culture de l'agriculteur; il est permis d'en douter.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il semble donc que l'agriculteur n'a, pour le moment, pas grand'chose à attendre des périodes en météorologie et que celles-ci ne sont pas près de permettre au météorologiste de faire de la prévision à longue échéance.

En somme, les renseignements que la météorologie peut donner à l'agriculteur sur le *temps qu'il fera* sont loin de lui apporter pleine et entière satisfaction; il semble qu'il devrait être plus heureux en utilisant les renseignements donnés par *le temps qu'il a fait*, c'est-à-dire ceux que lui donne la climatologie.

Climatologie.

La climatologie nous apprend comment, sur une région déterminée, varient, dans le courant de l'année, les divers facteurs météorologiques et comment ils diffèrent d'une région à une autre. Cette connaissance peut parfois être fort utile aux agriculteurs.

a) *Vents.* — La direction des vents dominants dépend naturellement de la position de la station d'observation et de la région où elle se trouve. Supposons déterminées la direction et l'intensité de ces vents dominants sur chaque région. Comment peut-on utiliser ces renseignements? Quelles conséquences utiles peut-on en déduire? Prenons un exemple qui, quoique ne se rapportant pas à l'agriculture, permettra de mieux saisir notre pensée. En 1915, nos terrains d'aviation furent la plupart du temps choisis en terrain plat et bien dégagé; quant aux hangars qui les bordaient, ils furent parfois disposés au petit bonheur sans se préoccuper de la direction du vent dominant, qui pour le Nord de la France est le vent du sud-ouest. Tous ceux de ces hangars qui s'ouvraient face au sud-ouest ne passèrent pas l'hiver et furent enlevés par des coups de vent. Il est certain que si nos aviateurs avaient connu un peu de climatologie, ces accidents eussent été facilement évités (1). D'ailleurs en 1917, lorsque les Américains sont venus à notre aide, ceux d'entre eux qui vinrent s'installer en Lorraine commencèrent par demander un rapport le plus détaillé possible sur la climatologie de cette région. Et je suis bien convaincu qu'ils n'ont jamais orienté de hangar face au sud-ouest.

Le vent joue en agriculture un rôle important, se traduisant par des effets nuisibles ou par des effets utiles qu'il est inutile de rappeler ici; les agricul-

(1) M. le Colonel Renard nous a fait remarquer qu'un article du règlement à l'usage de l'aérostation interdisait d'ouvrir les hangars de dirigeables face au sud-ouest. Il est regrettable que cet article du règlement, application de la climatologie, ait été parfois ignoré de nos aviateurs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

teurs ont depuis longtemps l'habitude de se protéger contre ces vents dominants, quand leurs effets sont trop nuisibles, au moyen de haies ou de rideaux d'arbres convenablement orientés; souvent ils choisissent pour des cultures spéciales les points abrités par des replis de terrain. Ils font là sans s'en douter des applications de la climatologie.

b) *Température.* — La connaissance de la répartition annuelle des températures sur une région peut rendre à l'agriculteur des services encore plus grands. Il y a pour chaque plante ou pour chaque arbuste une température minima au-dessous de laquelle il y a gelée, et sans être tuée la plante atteinte ne produit aucun fruit. Si l'on connaît cette température critique minima de la plante ou de l'arbuste, si d'autre part la climatologie donne pour chaque région la température minima moyenne au moment où la plante a atteint cette phase critique de sa végétation, il est clair que l'on pourra avant toute plantation et toute culture supputer les chances de gelée et voir *a priori* si l'on aura avantage à planter tel ou tel arbuste dans la région considérée.

Qu'il me soit permis de citer un exemple : il me souvient qu'en 1905, lors de la grande crise viticole qui sévit sur le Midi, on se demandait, si on arrachait la vigne, par quoi on pourrait bien la remplacer. Par des arbres fruitiers craignant peu la sécheresse qui règne à l'état constant sur la région méridionale. Quels arbres fruitiers choisir? Nous prîmes le prunier, sans pouvoir cependant raisonner notre choix; nous savions seulement qu'il y avait eu autrefois des pruniers dans la région. Or pendant vingt ans, ces pruniers ont donné une seule récolte; le reste du temps ils ont été gelés; c'est dire que l'opération a été désastreuse. Si nous avions connu les températures moyennes minima de la région au moment de la phase critique de la végétation, ainsi que les températures critiques minima correspondant au prunier, nous eussions probablement évité cette expérience coûteuse. —

Le problème est complexe et les renseignements manquent souvent : aussi l'agriculteur en est-il réduit à s'inspirer de ce qu'ont fait ses pères ou de ce que font ses voisins; on le traite de routinier, mais bien souvent la prudence et le manque de renseignements lui imposent cette routine. Et pourtant l'on conçoit qu'une climatologie suffisamment avancée et orientée dans le sens des applications puisse permettre sans effort supplémentaire d'augmenter le rendement moyen des récoltes.

Il est un fait indéniable que dans un même terrain, pour une même culture, le rendement varie d'une année à l'autre sous l'influence des divers facteurs météorologiques; ceci tient à ce qu'il y a des conditions optima pour chaque phase de la végétation; quand ces conditions optima se trouvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

remplies, le rendement est bon puisque la plante s'est développée dans les meilleures conditions ; il est mauvais dans le cas contraire.

Prenons, pour fixer les idées, le facteur température. Pour chaque plante et à chaque phase de sa végétation correspondent une température minima, une température optima et une température maxima au delà de laquelle la végétation se fait mal. Par exemple, pour les températures minima, on peut indiquer les valeurs approximatives suivantes correspondant aux diverses phases :

	Foliaison	Floraison	Maturation
	—	—	—
Blé	»	19°	20°
Orge, Avoine	»	16°	18°
Sainfoin	»	12°,7	17°
Vigne	10°,5	19°	20°
Groseillier	5°	»	18°
Pommier, Cerisier	8°	8°	18°
Pêcher	10°	9°,5	20°

Pour une phase déterminée, la germination par exemple, on aura les températures limites suivantes (1) :

	Limite inférieure.	Température optima.	Limite supérieure.
	—	—	—
Blé	5°	28°,7	42°,5
Orge	5°	28°,7	37°,7
Maïs	9°,5	33°,7	46°,2
Lin	1°,8	21°	28°
Haricot	9°,5	33°,7	46°,2
Pois	6°,7	26°	»

Si la climatologie nous donne la température moyenne sur la région à l'époque correspondant à la phase de la végétation considérée, c'est à nous de choisir la culture de manière que cette température moyenne soit comprise entre la limite inférieure et la limite supérieure qui lui correspondent, et autant que possible qu'elle se rapproche de la température optima. S'il s'agit de blé, l'on pourra sans doute par sélection obtenir des semences dont les températures optima se rapprochent le plus des températures locales qu'indique la climatologie; l'on entrevoit là un champ d'application de la météorologie qui s'étend à l'infini, car ce que nous venons d'indiquer pour la température peut se répéter pour les autres facteurs et en particulier pour la pluie.

c) *Pluie.* — On commence à être un peu renseigné depuis les travaux

(1) Les températures indiquées dans les deux tableaux ci-joints sont données pour fixer les idées ; nous ne croyons pas qu'il faille les considérer comme déterminées avec la précision que semblent indiquer les valeurs exprimées.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

récents d'Azzi sur les périodes qui correspondent à des phases particulières de la vie des diverses plantes; comme nous l'avons dit plus haut la végétation présente des *périodes critiques* soumises aux divers phénomènes météorologiques : humidité, pluie, gelée, chaleur, sécheresse. Ainsi, la période critique du blé par rapport à la pluie est celle où cette céréale a absolument besoin d'un minimum d'eau : si la pluie ne tombe pas au moment où le blé se trouve dans cette période critique par rapport à l'eau, le développement sera entravé et le rendement sera plus faible. Et vous voyez, connaissant cette période critique, comment la climatologie peut être utilisée; si dans une région particulière, la climatologie nous apprend qu'il tombe peu d'eau au moment de cette période critique, l'agriculteur pourra se défendre de trois manières : 1° déplacer la phase de la végétation à laquelle correspond la période critique, de manière qu'elle ne coïncide plus avec le minimum de pluie sur la région, changer pour cela l'époque de l'ensemencement; 2° irriguer si c'est possible au moment de la période critique; 3° sélectionner le blé, en partant de lignées pures, de manière à avoir des variétés résistant à la sécheresse (1).

Vous voyez comment le problème se présente dans sa complexité : pour chaque plante cultivée, il y a lieu de connaître les périodes critiques, les époques moyennes de l'année où elles se présentent dans les diverses régions. Il y a donc autant de cartes à dresser que de périodes critiques et de phénomènes météorologiques décisifs. Ainsi pour les céréales il y en a quatre relatives à l'humidité : germination, épiage, floraison, maturation des grains. Ces cartes pourraient rendre à l'agriculteur des services analogues à ceux que lui rendraient des cartes géologiques; elles le renseigneraient sur la plante qu'il convient de mettre de préférence dans une région déterminée et lui permettraient d'agir pour augmenter le rendement de ces plantes.

Un pareil travail sera grandement facilité par les études d'Angot sur la climatologie de la France. D'ailleurs, en attendant que les stations d'avertissements agricoles créées par le Ministère de l'Agriculture aient mené à bien un pareil travail, qui paraît entrer dans leurs attributions, on peut utiliser dans quelques cas particuliers, dès à présent, les données de la climatologie.

Examinons, par exemple, la courbe de répartition annuelle des pluies dans le sud-est de la France et en particulier dans le département de l'Hérault.

L'on voit sur la courbe que presque toute l'eau qui tombe sur cette région (environ 600 mm par an) y tombe en automne et hiver, et qu'elle présente un minimum très accusé pendant les mois d'été; de sorte que les pluies

(1) JEAN MASCART, *Notes sur la variabilité des climats*, p. 107.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'hiver forment la réserve d'eau qui est indispensable à la végétation. Or pendant l'automne et l'hiver 1922-1923, la quantité d'eau tombée sur la région a été anormalement faible; on pouvait donc prévoir que si l'été 1923 était normal, la sécheresse serait grande. Il se trouvait précisément cette année-là que, par suite de l'abondance de la récolte 1922, les prix du vin avaient rapidement baissé et qu'il y avait crise par suite d'avilissement des prix de vente. Le viticulteur avait-il intérêt à vendre sa récolte ou à la garder en escomptant un relèvement des prix? Étant donné que les prix proposés en cours de campagne étaient ruineux et que la climatologie indiquait qu'il y avait grande probabilité de sécheresse, il y avait tout intérêt à garder; aux mois de juillet-août 1923, la sécheresse faisant sentir ses effets, les prix de vente se sont relevés comme l'indique la courbe de la figure 13. Cette spéculation basée sur les données de la climatologie a donc été fructueuse.

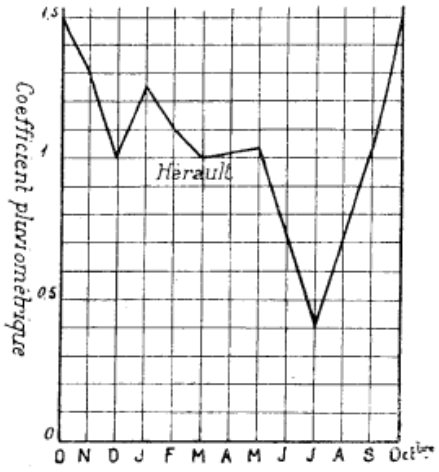


Fig. 12. — Courbe de répartition annuelle des pluies dans l'Hérault.

Prenons pour terminer un exemple de services que peut rendre la météorologie à l'agriculture quand elle veut bien s'attacher à résoudre des problèmes particuliers et en quelque sorte se spécialiser.

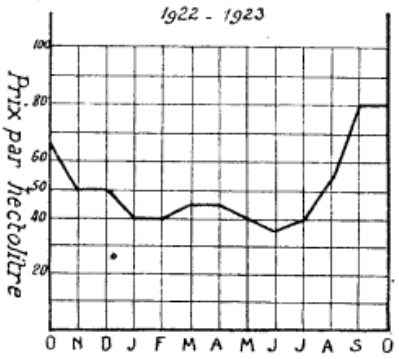


Fig. 13. — Prix du vin par hectolitre en 1922-1923.

L'on sait le rôle important que joue la pluie sur le développement des maladies cryptogamiques de la vigne, comme le mildiou.

L'étude du développement du mildiou a montré qu'il se produit trois phases : 1° la germination et pénétration dans l'hôte des germes actifs, c'est la période de *contamination* ou *attaque*; 2° le développement du parasite dans les tissus de la vigne, c'est la période d'*incubation*; 3° l'apparition au dehors des lésions formant des taches efflorescentes, c'est la période de l'*invasion*.

L'observation montre que la durée de ces trois phases est d'environ 7 jours. Ainsi donc, si l'on prévoit le moment où se produit la contamination ou attaque, on peut annoncer aux viticulteurs que l'invasion se produira 7 à 9 jours après et leur donner le conseil de sulfater.

Voici par exemple le bulletin d'avertissements agricoles communiqué le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

6 mai 1925 aux journaux de la région par la Station d'Avertissements agricoles de Montpellier :

« Les pluies qui ont débuté dans la région le 4 mai au soir sont d'ores et déjà pratiquement suffisantes pour avoir pu provoquer la germination des œufs d'hiver de mildiou, en particulier dans les endroits où l'eau tend à s'accumuler. Il est tombé, en effet, les 4 et 5 mai : (*suivent les quantités d'eau tombées en divers points de la région.*)

» La première invasion est donc vraisemblablement en route et les premières taches pourront apparaître à partir du 13 mai.

» Il convient donc, tout d'abord, de pratiquer avant cette date un sulfatage soigné dans toutes les vignes situées dans les dépressions; ne pas oublier qu'un ébourgeonnage préalable est, dans ces endroits, sinon indispensable, du moins fort utile.

» Du fait de l'abaissement notable de la température au-dessous de la normale qui a caractérisé la fin de l'hiver et le début du printemps, la végétation se présente cette année avec un retard fort variable suivant les endroits.

» Néanmoins, étant donné l'abondance des germes d'hiver, il y a lieu d'étendre le traitement cuprique non seulement à toutes les parcelles où les grappes sont d'ores et déjà bien dégagées, mais encore à toutes les autres, quitte à y pratiquer un nouveau sulfatage quand cette dernière condition se sera pleinement réalisée. »

Comme les pertes occasionnées par le mildiou sur les cépages français se chiffrent par millions, vous voyez quels services la météorologie rend dès maintenant à l'agriculture.

J'espère vous avoir montré par ces exemples l'importance de la climatologie pour l'agriculture, si on veut en faire des applications méthodiques. Il se pose là des problèmes complexes, certes, mais dignes de tenter les esprits curieux de recherches et de perfectionnements; la solution de ces questions est aussi importante pour l'agriculture que celle de la prévision du temps proprement dite.

*
* *

Je désirerais que de l'ensemble de questions que j'ai eu l'honneur d'ébaucher rapidement devant vous, se dégageât le sens dans lequel doivent s'orienter les efforts de ceux que tentent les applications de la météorologie à l'agriculture et aussi au tourisme. Il nous faut en France, en plus d'un organe central et centralisateur, des centres régionaux auxquels l'on puisse poser un certain nombre de problèmes particuliers pour la solution desquels ces centres régionaux se spécialiseront (1).

(1) Il serait injuste de ne pas signaler ici que des tentatives dans ce sens ont été faites, en France, par le Ministère de l'Agriculture, qui a organisé en divers points du territoire français des stations d'avertissements agricoles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Je crois aussi que, pour résoudre des problèmes aussi complexes, il est bon de faire appel à toutes les bonnes volontés; il ne sera pas de trop pour faire avancer des questions aussi délicates d'accepter le concours de tous ceux qui aiment la recherche scientifique et ses applications.

G. REBOUL,
professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers et à l'Institut national agronomique.

DISCUSSION.

M. MESNAGER, *président*, remercie M. Reboul de son intéressante communication. Les exemples qu'il a cités sont de nature à convaincre les sceptiques des services que la météorologie et la climatologie peuvent rendre à l'agriculture.

M. le lieutenant-colonel P. RENARD dit que la considération des vents dominants dans une région pour construire des hangars dans les conditions les plus favorables, n'avait pas échappé à ceux qui ont construit les premiers hangars destinés à abriter les ballons militaires, dirigeables ou captifs. C'est ainsi que le hangar de Chalais-Meudon, construit en 1879, a son ouverture au nord-est; ceux qui l'ont construit ainsi avaient observé pendant deux ans la direction des vents à Chalais-Meudon. On prit les mêmes précautions pour tous les hangars semblables qui furent construits dans la suite sur le territoire; mais il se produisit une « coupure » dans les traditions des constructeurs au moment où l'aérostation, démodée, n'avait pas encore été remplacée par l'aviation; et c'est ainsi que furent perdues de vue des règles de construction qui étaient parfaitement connues auparavant.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES APPLICATIONS DE LA MÉTÉOROLOGIE A LA NAVIGATION

« Sur mer, toutes les entreprises ont à compter, avec la concurrence et la rivalité, et, toutes choses égales, en paix ou en guerre, un navire réussira mieux qu'un autre, dont les officiers sauront tirer le meilleur parti du beau et du mauvais temps. Et c'est le capitaine qui sera familiarisé avec les études météorologiques qui saura le mieux, le moment voulu, utiliser sa propre expérience aussi bien que l'expérience des autres. »

SIR NAPIER SHAW (11 décembre 1914).

Les applications de la météorologie à la navigation sont innombrables. Certes, le navigateur n'est pas toujours aujourd'hui le jouet des éléments atmosphériques, mais toujours il doit en tirer parti ou lutter intelligemment contre eux. De ces applications si nombreuses, plutôt que de faire une revue rapide, dans le cadre restreint de cette étude, j'ai préféré choisir trois d'entre elles et les examiner en détail : je traiterai le problème des routes maritimes, la lutte contre les cyclones tropicaux, et les avis de tempête sur les côtes de France. Je laisserai ainsi de côté, pour ne pas dépasser le cadre qui m'est imposé — espérant avoir l'occasion dans ce Bulletin d'y revenir quelque jour — deux études pourtant très importantes pour le navigateur moderne, je veux dire la brume et les glaces marines.

La brume est sans doute dans la navigation moderne le plus grand risque qu'ait à courir le navire rapide, qu'il s'agisse pour lui d'éviter l'abordage avec ses voisins ou d'atterrir sur les côtes. Chaque année le nombre des sinistres dus à la brume est très important. La brume oblige les navires à diminuer de vitesse, justement pour réduire le plus possible ces risques d'abordage ou d'échouage, et par suite à perdre du temps. Si les études météorologiques permettent un jour d'indiquer avec certitude les zones de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

brume, les marins souvent n'hésiteront pas à faire un détour pour éviter ces régions défavorables.

La perte tragique du grand transatlantique *Titanic*, le 15 avril 1912, à la suite d'une collision avec un iceberg a attiré l'attention sur la dérive des glaces polaires dans les régions tempérées. Cette dérive est évidemment en rapport avec les conditions météorologiques et océanographiques qui règnent, ou ont régné, dans les régions polaires, et, à ce titre, son étude est bien encore une application de la météorologie à la marine, application toujours d'actualité (1).

Les routes maritimes.

Le problème des routes dans l'ancienne marine. — Du temps de la marine à voiles, le résultat le plus immédiat, et le plus important au point de vue pratique, à tirer des observations météorologiques consistait dans la détermination des routes à suivre pour faire les traversées les plus courtes. Pour le voilier, dont les seuls moyens de progression sont les courants aériens, la ligne la plus directe et la plus courte entre le point de départ et le point d'arrivée est souvent en réalité la route la plus longue à parcourir. La traversée la plus courte sera celle qui passera par des régions où les vents seront favorables, tout en s'écartant le moins possible de la route directe.

Pendant longtemps, les recherches de ce genre furent confuses et désordonnées, et les navigateurs se transmettaient des règles empiriques, qu'ils suivaient avec routine, sans essayer d'y introduire des modifications basées sur l'étude comparative des données de l'expérience.

Le véritable initiateur des recherches précises fut le Français Charles Romme, qui, en 1806, écrivait : « L'histoire et la théorie des grands mouvements de l'atmosphère et des mers, si elles étaient portées au degré de perfection qu'elles auront peut-être un jour, serviraient à diriger les routes des navigateurs et à leur indiquer les époques auxquelles, avec plus de sûreté, ils pourraient parcourir les divers parages du globe. » Charles Romme a publié un *Tableau des vents, marées et courants du globe*, qui fixe l'état des connaissances à son époque, et dont la lecture, même aujourd'hui, n'est pas dénuée d'intérêt.

(1) Je devrai naturellement, au cours de cette étude, faire quelques emprunts à des ouvrages que j'ai publiés antérieurement, en particulier au *Manuel pratique de Météorologie*, à la *Préparation météorologique des Voyages aériens*, à *l'Atmosphère et la Prévision du Temps*. Les deux premiers de ces ouvrages ont eu l'honneur d'être couronnés par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Qu'il me soit permis de lui exprimer encore une fois toute ma reconnaissance.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les travaux de Maury. — Vers 1840, le lieutenant de vaisseau Maury, de la Marine américaine, eut l'idée de coordonner toutes les observations météorologiques éparses dans les journaux de bord. Pour grouper les observations, il partagea les océans en carrés de 5 degrés de côté ; sur le même carré, il marqua toutes les observations du vent faites sur cette région à une même époque de l'année. Afin de représenter sur des cartes les résultats de ce dépouillement, Maury adopta le dispositif suivant, qui n'est pas très simple, comme on va le voir.

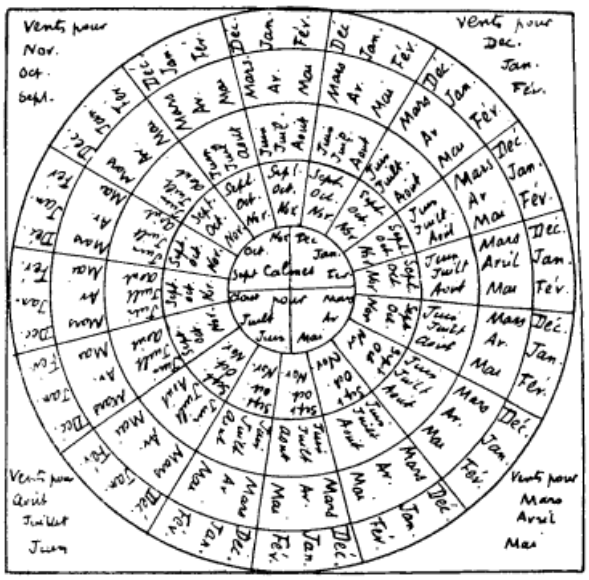


Fig. 1. — Nature des renseignements donnés par les cartes des vents de Maury.

Dans chaque carré, comprenant une zone de 5 degrés de longitude sur 5 degrés de latitude, sont tracées 5 circonférences concentriques, ce qui forme un cercle au milieu de 4 anneaux. Le cercle médian est destiné à l'inscription des calmes. Deux lignes perpendiculaires le partagent en 4 parties affectées chacune à une saison. Dans chaque partie est inscrit le nombre d'observations de calmes faites dans chaque mois de cette saison. Les anneaux sont partagés par 16 rayons en 16 secteurs égaux, qui correspondent aux 16 aires de vent principales, nord, nord-est, nord-nord-est, etc. Chaque anneau est affecté à une saison de l'année.

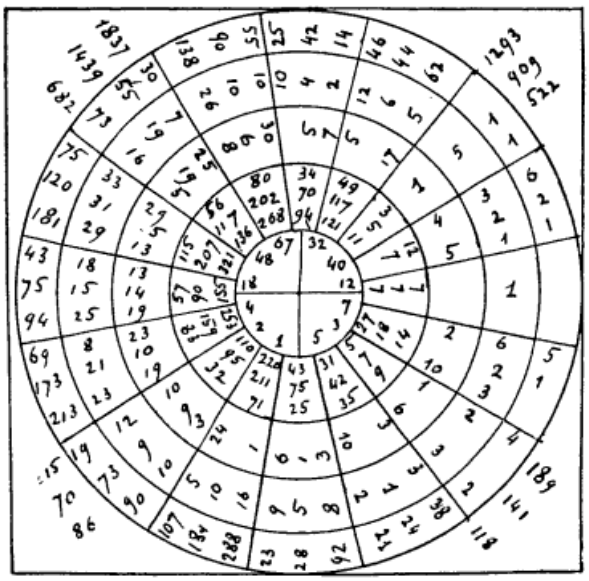


Fig. 2. — Spécimen d'un carré des cartes des vents de Maury : de 40° à 45° de latitude sud, et de 75° à 80° de longitude ouest.

Aux quatre coins du carré, en dehors des cercles, sont inscrits les nombres totaux d'observations de vent de toutes les directions, faites dans chaque mois. La figure 2 représente un des carrés des cartes des vents de Maury ; la figure 1 montre la position assignée à chaque mois dans ces carrés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le carré donné comme exemple est compris entre les méridiens de 75° à 80° de longitude ouest et les parallèles de 40° à 45° de latitude sud. On y trouve, pendant le mois de décembre, 1.293 observations de vent, 32 de calmes. Sur les 1.293 observations, le vent a soufflé 25 fois du nord, 46 fois du nord-nord-est, etc.

L'importance et l'utilité immédiate de ces cartes sont évidentes : elles indiquent les vents qu'on aura le plus de chances de rencontrer, à chaque époque, dans chaque région de l'Océan; par conséquent, les zones où l'on trouvera les vents les plus favorables pour une traversée déterminée, les routes que l'on devra suivre, l'époque à laquelle les voyages se feront le plus rapidement.

Durée des traversées. — Maury a complété ses cartes des vents par une classification des traversées, afin de connaître expérimentalement quelles sont, parmi les routes faites, les plus favorables pour se rendre d'un point à un autre.

Maury commença par étudier la route des États-Unis à l'équateur, route d'autant plus importante qu'elle était commune à tous les navires se rendant des États-Unis dans l'hémisphère austral, que leur destination définitive fût le Pacifique, la mer des Indes ou l'Atlantique. Ses recherches lui permirent bientôt d'indiquer une route bien plus avantageuse que celle suivie jusqu'alors. De 41 jours, cette traversée fut, du premier coup, ramenée à 24 jours; elle fut ensuite faite en 20 jours, puis en 18. C'était un gain de 50 p. 100.

La traversée des États-Unis en Californie exigeait, en moyenne, plus de 180 jours. En suivant les conseils de Maury, elle fut ramenée d'abord à 125 jours puis à 100 jours.

L'exemple le plus remarquable fut fourni par la traversée d'Australie. D'Angleterre à Sydney, un navire, guidé par les anciennes instructions, ne mettait pas moins de 125 jours, en doublant le cap Horn. Le retour était à peu près d'une durée égale, en sorte que le voyage total durait environ 250 jours. Maury montra qu'il y aurait un immense avantage à faire du voyage d'Australie un vrai voyage de circumnavigation, en passant d'abord par le cap de Bonne-Espérance, pour revenir par le cap Horn. L'ensemble des deux traversées s'effectuerait, disait-il, en 130 jours au lieu de 250. Ses prédictions ont été dépassées, et là encore on a gagné 50 p. 100.

A la suite de ces brillants résultats, un congrès international, réuni à Bruxelles en 1853, arrêta un plan uniforme d'observations, grâce auquel la météorologie nautique fit en quelques années d'immenses progrès. On publia, dans tous les pays maritimes, des cartes des routes analogues à celle que

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

reproduit la figure 3. Les Instructions nautiques de Maury (Sailing Directions) furent traduites dans toutes les langues, et tous les navigateurs com

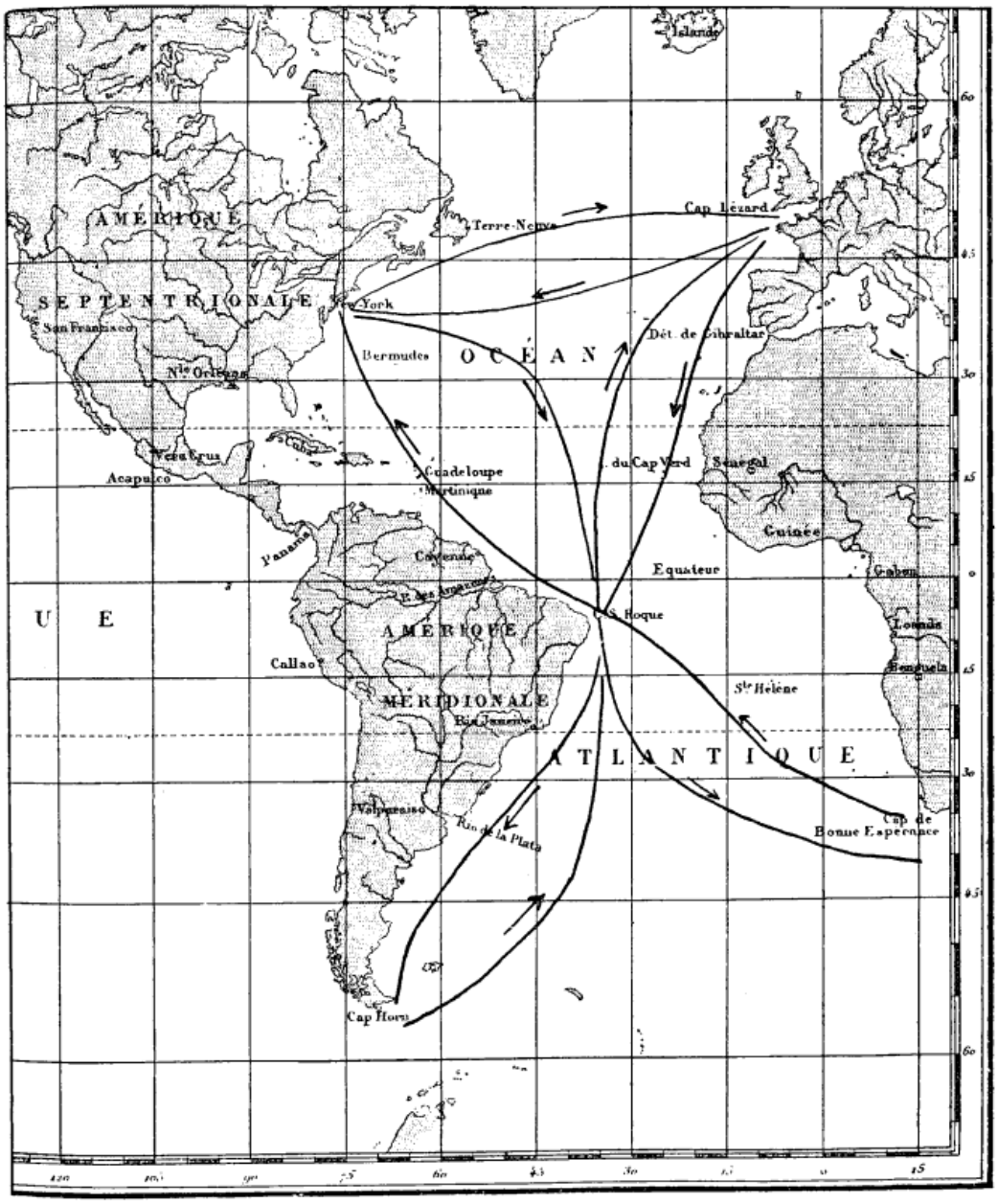


Fig. 3. — Routes des navires à voiles dans l'Océan Atlantique.

pulsaient ses « tableaux de croisement » (*crossing*), qui indiquaient les points successifs où les routes recommandées coupaient un certain nombre de parallèles et de méridiens (espacés généralement de 5 en 5 degrés) et les temps employés à aller de l'un à l'autre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a calculé, vers 1870, que l'économie réalisée à la suite des travaux de Maury dépassait 100 millions de francs par an, pour l'ensemble des marines. Ce n'était pas à l'époque une somme négligeable, et jamais les études météorologiques n'avaient eu un rendement aussi magnifique.

Les cartes de Brault, les « pilot charts ». — Le grand succès des cartes de Maury ne fut certes pas dû à leur disposition ingénieuse. A vrai dire, cette agglomération de chiffres, dont nous avons donné un exemple sur les figures 1 et 2, est fort incommode et il faut une grande habitude pour lire couramment ces cartes.

L'Amirauté anglaise les a traduites la première sous une forme géométrique plus parlante à l'œil, et, à son exemple, les Hollandais et les Français adoptèrent un dispositif analogue. La figure 4 reproduit un des carrés des premières cartes françaises. On a divisé le nombre des vents observés dans chaque rhumb par le nombre total des vents de toutes les directions, y compris les calmes. Puis, autour d'un cercle de rayon constant, tracé au centre du carré, on a tiré 16 lignes correspondant aux 16 rhumbs, et sur ces lignes on a porté, à partir du cercle intérieur, des longueurs proportionnelles aux rapports obtenus. Ces longueurs sont seules conservées sur les cartes. Les lignes sont tirées *sous le vent* : une ligne allant vers le sud-ouest représente donc un vent de nord-est. La figure 4 montre que, sur l'Atlantique, entre les Canaries et les Iles du Cap-Vert, les vents dominants sont compris entre le nord et l'est, et que les vents des régions sud y sont à peu près inconnus.

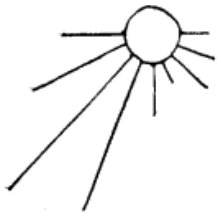


Fig. 4. — Carré de la première carte des vents de la Marine française, de 20° à 25° de latitude nord et de 20° à 25° de longitude ouest (les lignes sont tirées sous le vent qu'elles représentent).

La force du vent manque dans toutes les cartes de Maury, ainsi que dans les cartes des vents qui en dérivent. Les cartes des vents modernes comblent cette lacune. Les plus connus de ces documents sont actuellement les suivants :

1° Les *Pilot Charts*, publiés pour toutes les mers du globe, mensuellement ou trimestriellement, par le Weather Bureau de Washington. Au milieu de chaque carré de 5 degrés, il y a une petite rose au centre de laquelle aboutissent des flèches dont la direction indique les vents dominants. La longueur de chaque flèche, rapportée à une échelle existant à l'angle de la carte, indique le pourcentage de la fréquence de chaque direction. Le nombre des barbules des flèches est égal à la force moyenne du vent d'après l'échelle de Beaufort (1).

(1) L'échelle de Beaufort, qui va de zéro (calme) à 12 (tempête), est universellement adoptée pour noter la vitesse du vent. En multipliant par 2 les nombres de l'échelle de Beaufort, on a très approximativement la vitesse du vent en mètres à la seconde.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le pourcentage des calmes est indiqué par un chiffre inscrit au centre de la rose; le pourcentage des tempêtes par un chiffre extérieur à la rose (fig. 5).

2° Les cartes françaises, dessinées par le lieutenant de vaisseau Brault, se rapportent aussi à tous les océans. Quoique ces documents soient déjà anciens, ils sont les plus complets que l'on possède sur le régime des vents. Les roses des vents ne donnent pas simplement pour chaque direction la vitesse moyenne, mais, par des différences d'épaisseur ou de forme du trait, le nombre des vents faibles, modérés, des tempêtes, etc. Le pourcentage des calmes est indiqué par des cercles plus ou moins grands tracés au centre de la rose. Le nombre inscrit au centre de la rose des vents est le nombre d'observations ayant servi à la construction de cette rose (fig. 6). Les droites qui indiquent la direction des vents sont inverses dans les Pilot Charts et dans les cartes de Brault, car dans celles-ci, comme dans les premières cartes françaises, elles sont tracées sous le vent.

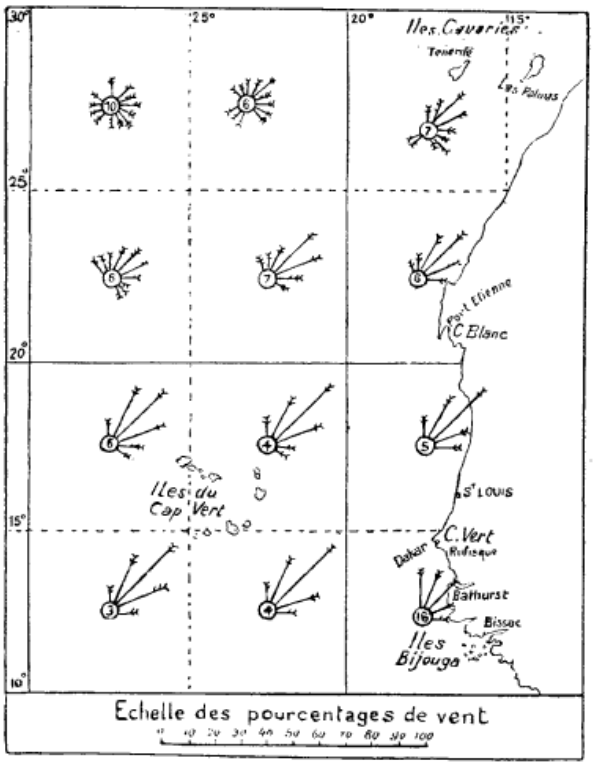


Fig. 5. — Fragment d'un Pilot Chart de l'Atlantique Nord.

3° Nous citerons aussi les cartes des vents de l'Atlantique Nord, de l'Océan Indien et de la Méditerranée publiées par le Meteorological Office de Londres, et les beaux Atlas d'observations météorologiques sur l'Océan Indien et l'Océan Atlantique, de l'Institut météorologique hollandais.

Le problème des routes maritimes sous son aspect moderne. — Les travaux de Maury et de ses continuateurs immédiats ont été faits pour le bénéfice des bateaux à voiles, et leur intérêt est aujourd'hui beaucoup moins grand qu'il y a soixante ans. Toutefois, ils ont encore des applications.

D'abord parce que les voiliers n'ont pas disparu. Si, sur les grandes routes d'Europe, vers les deux Amériques ou vers l'Extrême-Orient par le canal de Suez, ce sont les puissants paquebots et les cargos à vapeur qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dominent, au contraire, pour aller et venir d'Europe vers l'au delà du cap Horn et du cap de Bonne-Espérance, une grande route de voiliers se maintient toujours. Pendant ces traversées, en effet, le voilier utilise, sur une quarantaine de degrés de latitude, les vents réguliers par excellence, les *alizés*, dans lesquels, la voilure une fois établie, on peut faire route dans la même direction pendant des jours et des jours. Dans l'Océan Austral, il rencontre les *braves vents d'ouest*, presque aussi constants que les alizés. Le voilier moderne arrive même, dans ces conditions, à faire des vitesses moyennes

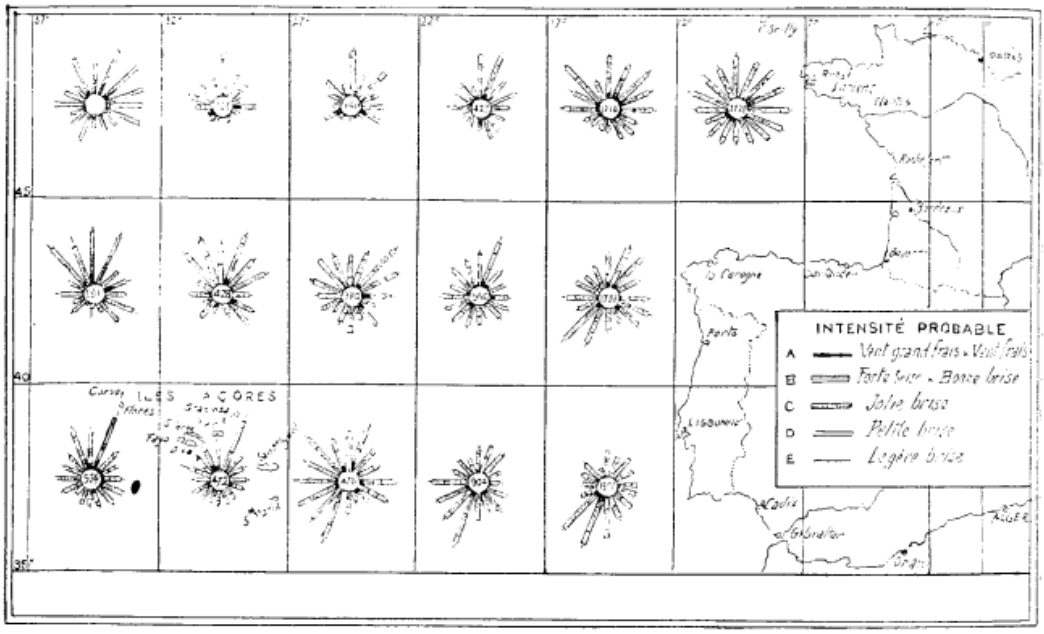


Fig. 6. — Fragment d'une carte de Brault de l'Atlantique Nord.

presque égales à celles des cargos ordinaires, c'est-à-dire 7 à 8 nœuds. Le bateau à voiles, avec son moteur qui ne coûte rien, son équipage réduit et l'utilisation de presque tout son tonnage pour la cargaison, conservera pendant longtemps, sur ces routes-là, des avantages appréciables.

Les petits cargos à faible puissance ont souvent intérêt, sinon à suivre exactement les routes des voiliers, du moins à rechercher les régions où les vents ne leur sont pas trop défavorables, car, vent et mer debout, ces petits navires perdent une grande partie de leur vitesse et brûlent leur charbon pour rien. On démontre facilement qu'un navire qui file 9 nœuds, et dont la vitesse sur la route directe serait réduite à 6 nœuds par les vents et la mer contraires (réduction qui n'a rien d'extraordinaire pour un petit navire) pourrait, sans perdre de temps sur un parcours de 10 jours (1.440 milles), s'écarter de la route directe jusqu'à 700 milles, s'il devait sur cette nouvelle route retrouver une vitesse de 9 nœuds. Les cartes des vents pourront donc être encore utiles à cette classe de navires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Une invention récente a ramené l'attention sur l'importance des cartes des vents. On sait qu'à tort ou à raison — seule l'expérience permettra d'en décider — on fonde de grands espoirs sur l'application à la navigation du principe de Magnus, et Flettner a réalisé en Allemagne, d'après ce principe, un navire à rotor qui aurait donné des résultats encourageants. A la suite de ces premières expériences, on pouvait lire dans le Lloyd Français du 10 janvier 1925, sous la signature autorisée de G. La Roerie : « Afin de se prononcer utilement sur l'intérêt de cette invention, il faudrait posséder un tableau complet des vitesses obtenues à toutes les allures, avec toutes les forces du vent. Alors, en se reportant aux cartes de Brault et aux Pilot Charts, on verrait quelle vitesse moyenne de route un navire à rotor peut espérer sur tel itinéraire commercial et si c'est pratiquement intéressant. » Voilà donc les cartes des vents revenues d'actualité.

Mais, en dehors de ces cas particuliers, on peut dire que les navires à vapeur modernes se soucient assez peu, pour choisir leurs routes, des travaux de Maury ou de ses successeurs, et je ne pense pas que l'on passe beaucoup de temps, dans les différentes écoles navales, à apprendre aux futurs navigateurs à utiliser les cartes des vents pour les besoins de la navigation. Les Services Hydrographiques ne rééditent plus les Routiers, qui étaient les livres de chevet de nos pères.

Pour un navire rapide, en effet, les documents statistiques d'éléments aussi variables que le vent ne présentent pas un grand intérêt. Il passe trop vite dans les carrés successifs de la carte pour que ses propres observations puissent, dans l'ensemble, se rapprocher des résultats des statistiques. Il n'observe qu'un cas particulier et il faut une centaine ou un millier de traversées pour réaliser la statistique. Que nous importe de savoir que nous traversons une région où le vent est 70 fois sur 100 favorable, si justement au moment où nous y passons, ce vent favorable ne souffle pas. Le problème que nous avons intérêt à résoudre est le suivant : avons-nous aujourd'hui avantage, pour aller par exemple d'Europe à New York, à nous écarter de la route directe dans le nord ou dans le sud? Et c'est là un problème de prévision du temps, et même de prévision du temps à assez longue échéance, car une traversée dure plusieurs jours. S'il s'agit d'un voyage isolé, d'un exercice ou d'opérations à la mer qui nécessitent un temps maniable, nous aurons à résoudre un problème analogue pour décider de l'époque favorable, choisir la région qui convient, et donner l'ordre de départ (1).

(1) Ce problème s'applique en navigation commerciale aux traversées dites de record, pendant lesquelles, en vue de la réclame ultérieure, un navire essaye de battre le record de vitesse de ses concurrents. Il faut, bien entendu, pour cette traversée-là choisir un temps favorable.

Le problème est évidemment du même ordre pour les expéditions aériennes de durée assez longue, telles qu'un voyage de dirigeable, ou un raid d'avion à grande portée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les types de temps. — En attendant que le problème de la prévision du temps à brève et à longue échéance soit résolu, pour répondre, au moins approximativement, à la question posée, nous faisons appel à la notion *du type de temps*, que les observations météorologiques simultanées permettent de définir.

Lorsque l'on étudie la suite des phénomènes météorologiques dans les régions tempérées, on ne peut manquer d'être frappé du fait suivant : Bien que le temps soit très variable d'un jour à l'autre, il arrive très fréquemment que des périodes assez longues présentent un caractère particulier : des mauvais temps se succèdent pendant des semaines, tandis qu'il fait beau pendant une suite d'autre semaines. Ces caractères du temps se traduisent par des dispositions barométriques différentes, révélées par les cartes météorologiques synoptiques.

L'examen des cartes synoptiques successives permet de déterminer comment évoluent ces situations barométriques, comment elles s'enchaînent entre elles, comment les isobares passent d'une forme à une autre. Beaucoup de cartes, sans présenter entre elles une ressemblance absolue, ont comme un air de famille. Et lorsqu'on cherche à classer ces cartes suivant cet air de famille, on constaste que c'est surtout la position des anticyclones qui donne à une carte son caractère, autrement dit qui caractérise ce qu'on appelle *les types de temps*.

Le météorologiste français Teisserenc de Bort, à qui l'on doit les premières recherches dans cet ordre d'idée, a donné à ces anticyclones le nom significatif de *centres d'action de l'atmosphère*. Pour notre hémisphère, les principaux centres d'action de l'atmosphère sont la zone de fortes pressions qui se trouve au nord du Tropique, et qui se subdivise en maximum de l'Atlantique central ou maximum des Açores, maximum de l'Amérique du Nord, maximum d'Asie (qui n'existe pas en été), maximum du Pacifique central ou maximum des Sandwich. Sur les cartes synoptiques, ces anticyclones se retrouvent presque toujours avec quelques variations qui ne les rendent pas méconnaissables; et, comme ils commandent la circulation des vents sur une grande étendue, ils jouent un rôle capital dans la circulation de l'atmosphère. Ils sont aussi un des facteurs déterminants des trajectoires des tempêtes, qui généralement les contournent, en les laissant à leur droite.

« L'attention des marins, écrivait Teisserenc de Bort dans son *Atlas de météorologie maritime* (1887), doit se fixer sur ce problème météorologique nouveau : définir la position relative des centres d'action de l'atmosphère et leur fixité dans les diverses situations, fixité d'où dépendent les vents généraux que l'on rencontrera. Il est hors de doute, en effet, qu'il serait très précieux pour un capitaine de savoir que, étant donnée telle situation qui a beaucoup

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de chance de durer, il trouvera des vents du sud près du Portugal, au lieu des vents du nord, qu'il attend; que, sur la route de New York, avec telle autre disposition des centres d'action, en faisant sa route très nord, il restera dans l'aire de hautes pressions avec vents faibles, tandis que, plus bas, il rencontrerait une forte dépression et des gros temps. »

L'étude des types de temps se perfectionne de jour en jour, surtout depuis qu'il est possible de dresser des cartes synoptiques embrassant des océans entiers. Alors qu'il nous est très difficile d'annoncer avec précision le temps qu'il fera le lendemain, il est vraiment assez facile de connaître les caractères généraux du temps des jours prochains et de savoir si pendant une traversée qui durera une semaine, on a des chances d'avoir dans l'ensemble du beau ou du mauvais temps, une traversée agréable ou désagréable, du retard ou de l'avance.

Je citerai un exemple de cette application de la météorologie dont j'ai été témoin, il y a près de vingt ans. Au mois de mai 1907, le croiseur cuirassé *Victor-Hugo* et le croiseur léger *Chasseloup-Laubat* furent désignés pour aller représenter la Marine française à des fêtes navales données aux États-Unis. Les deux navires partirent à peu près en même temps de Lorient, mais devaient voyager isolément, le *Victor-Hugo* devant marcher à 17 nœuds, le *Chasseloup-Laubat*, à 12 seulement. Sur le *Victor-Hugo*, nous fîmes la route directe, sans nous soucier des cartes météorologiques. Le commandant du *Chasseloup-Laubat*, après avoir étudié la carte, se décida à faire une route assez méridionale passant au sud des Açores. Or le *Victor-Hugo* fut assailli par une série de coups de vent, qui l'obligèrent à ralentir souvent, et qui même lui causèrent des avaries assez importantes. Malgré notre belle vitesse prévue de 17 nœuds, nous arrivâmes à New York peu de temps avant le *Chasseloup-Laubat*, qui avait fait une traversée beaucoup plus agréable.

Au retour, au mois de juin suivant, le souvenir de notre traversée précédente fit adopter la route méridionale mais cette fois la situation atmosphérique nous était contraire encore : nous étions dans le cas signalé plus haut par Teisserenc de Bort; les hautes pressions était cantonnées dans le nord de l'Atlantique et nous eûmes encore du mauvais temps.

Le problème des routes d'après la température. — Il arrive parfois que le navigateur a besoin de se préoccuper de la température des régions qu'il doit traverser, afin d'éviter d'endommager des cargaisons périssables.

Il y a quelques années, le commandant d'un navire chargé d'asphalte, qui devait faire la traversée d'Amérique en Europe, eut à résoudre le problème suivant. Il devait conserver à sa cargaison une température de 35° et pour cela chauffer ses cales au moyen de radiateurs à vapeur, qui dépensaient une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

quantité de charbon appréciable. Avait-il intérêt à prendre une route plus méridionale, mais plus longue, pour naviguer par des températures plus chaudes? Le service météorologique put lui fournir sur les températures des indications assez précises pour choisir en tout état de cause la route en définitive la plus économique.

Cette application de la météorologie peut paraître assez exceptionnelle, mais des exemples analogues ne sont pas rares.

Cyclones et typhons.

Historique. — Une application de la météorologie, toujours d'actualité dans la marine, car elle permet chaque année de préserver plusieurs navires et, ce qui est plus important, de sauver des vies humaines, est l'étude des dépressions tropicales. Les tempêtes qui les accompagnent causent à terre des ravages considérables; elles risquent, en mer, de mettre en péril les plus grands navires et c'est parfois une question de vie et de mort pour le navigateur d'en prévoir l'approche, d'en déterminer l'évolution, et de manœuvrer à temps pour éviter d'en être victime.

Dès l'époque des grandes découvertes maritimes, on a connu ces violentes tempêtes appelées *ouragans* (hurricanes) dans les Antilles, *cyclones* dans les parages de l'Océan Indien et de l'Océan Pacifique, *typhons* dans les mers de Chine. Le célèbre voyageur anglais Dampier en a donné, en 1687, une description saisissante, souvent reproduite. En 1698, le capitaine Langford a communiqué à la Société Royale de Londres un mémoire intéressant sur les ouragans des Antilles observés entre 1657 et 1667. Il en nota avec exactitude les signes précurseurs et proposa des règles judicieuses pour permettre aux navires surpris par un ouragan de s'en tirer sans trop de dommages. Au XVIII^{e} siècle, les descriptions de cyclones furent assez nombreuses, et il est assez curieux de constater combien est précise la description, très littéraire d'autre part, du cyclone du *Saint-Géran* dans *Paul et Virginie* (1786).

Mais les études de ces météores n'eurent vraiment une base scientifique que lorsque de nombreux navires furent munis d'instruments météorologiques, en particulier de baromètres, et ce ne fut qu'au XIX^{e} siècle qu'on découvrit leurs lois.

Le célèbre météorologiste allemand Dove, en 1828, l'ingénieur hydrographe américain Redfield, à partir de 1831, le colonel américain Reid, en 1838, consacrèrent plusieurs mémoires à l'étude des cyclones. Redfield reconnut le premier la forme parabolique de leurs trajectoires. En 1850, l'Anglais Piddington publia son *Traité sur la loi des tempêtes*, traduit dans toutes les langues et considéré pendant longtemps comme le véritable guide

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des marins de toutes nations pour tout ce qui concernait les tempêtes tropicales. Le livre de Piddington était communément désigné sous le nom de *Horn Book*, *Livre à corne*, parce qu'on y trouvait, dans des poches pratiquées dans la reliure, deux plaques de corne transparente sur lesquelles étaient gravées des figures représentant la direction des vents dans un cyclone de chaque hémisphère. En plaçant cette plaque de corne sur la carte de manière à faire coïncider le vent observé avec la position du navire, le navigateur voyait immédiatement dans quelle direction se trouvait le centre du cyclone, et, s'il connaissait la direction moyenne de la trajectoire des cyclones sur la partie de la mer où il se trouvait, il en déduisait aussitôt le changement de vent qu'il allait subir. Cette plaque de corne peut paraître un accessoire un peu enfantin à de savants météorologistes, mais ce fut justement parce qu'il ne faisait appel qu'à des notions très simples que le livre de Piddington eut un succès universel : il ne faut pas en effet demander au marin qui se débat au milieu d'une tempête de faire de longs calculs ni des raisonnements compliqués.

Plus récemment, les travaux sur les cyclones tropicaux se multiplièrent. Il faut citer ceux de Meldrum, directeur de l'Observatoire de Maurice, qui a étudié pendant quarante ans les cyclones de l'Océan Indien Austral, de l'ingénieur hydrographe français Keller, de Bridet, sur les ouragans de l'Océan Indien, de Poey, de Garriott, de Mitchell, sur les ouragans des Antilles, d'Éliot, sur les cyclones de la Mer d'Oman et du Golfe de Bengale, de S. Visher sur les cyclones du Pacifique, du P. Algué et du P. Froc sur les typhons d'Extrême-Orient.

Sans avoir à rappeler les lois de ces météores, exposées en détail aujourd'hui dans tous les traités de météorologie (1), nous nous contenterons d'indiquer comment le navigateur arrive à les prévoir et à les éviter, grâce aux études météorologiques que nous venons de citer.

Régions du globe sujettes aux cyclones. — Les régions du globe où l'on observe des cyclones ou des typhons sont données dans le tableau suivant, qui indique en même temps leur fréquence annuelle et leur fréquence mensuelle, cette dernière en pourcentage.

RÉGIONS	J	F	M	A	M	J	J	Ao	S	O	N	D	NOMBRE PAR AN
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Antilles					0,4	6,7	7,1	16,3	32,7	29,7	6,3	0,8	6
Mers de Chine.	4,0	1,9	2,3	2,6	5,1	6,1	15,4	16,0	18,3	14,4	8,6	5,2	24
Golfe du Bengale				2	14	7	7	4	11	14	30	11	5
Mer d'Oman				5	24	29				10	32		1
Océan Pacifique Nord . .		1,6				7,8	12,5	15,6	28,1	25,0	7,8	1,6	2
Océan Indien Austral . .	26,7	25,3	19,9	8,6	4,0					0,9	4,3	10,3	5
Océan Pacifique Austral.	28,4	20,6	25,0	6,2	0,7	0,7	0,3	0,3	1,1	1,7	2,6	12,4	4

(1) Voir, par exemple, *L'atmosphère et la prévision du temps*, collection Colin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le tableau précédent montre qu'il existe dans chaque région une *saison des cyclones* nettement marquée, et qui dure généralement quatre à cinq mois.

La carte de la figure 7 indique les trajectoires principales des cyclones. Ce sont là, il ne faut pas l'oublier, des trajectoires moyennes : il n'est pas rare d'observer des cyclones ou des typhons qui suivent des routes tout à fait différentes. Quelquefois la trajectoire est très sinueuse, et l'on n'y retrouve en rien la forme parabolique moyenne.

Les navigateurs ont aujourd'hui à leur disposition des atlas qui donnent d'une façon détaillée toutes les trajectoires observées. Nous citerons :

West Indian hurricanes and other tropical cyclones of the North Atlantic

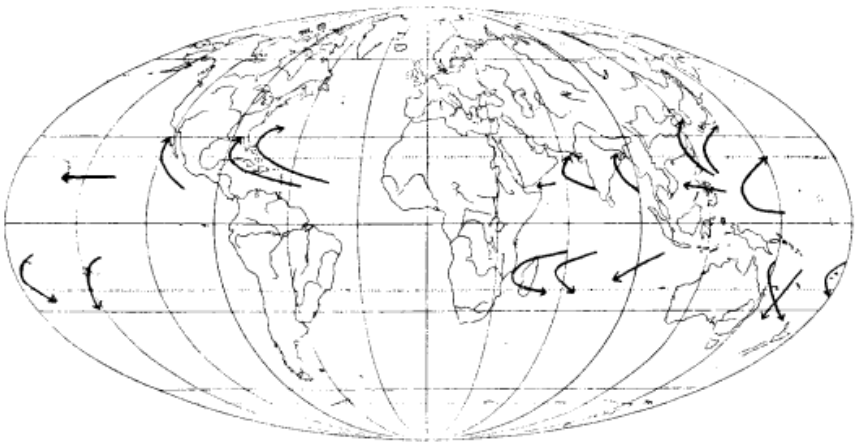


Fig. 7. — Principales trajectoires des cyclones tropicaux.

Ocean par Charles L. Mittchell (*Monthly Weather Review*, supplément nº 24, 1924);

l'*Atlas des trajectoires de 620 typhons d'Extrême-Orient*, par le P. Froc, directeur de l'Observatoire de Zi-Ka-Wei (1920). Une carte donnant les trajectoires moyennes de chaque mois a été publiée dans *Monthly Weather Review*, de novembre 1922;

Handbook of cyclonic Storms in the Bay of Bengal, Calcutta, 1890;

Tropical cyclones in the North East Pacific, between Hawaii and Mexico, par Stephen S. Visher (*Monthly Weather Review*, juin 1922);

Cyclones tracks in the South Indian Ocean, from information compiled by Dr Meldrun, par Rob. H. Scott, Londres, 1891. Une carte des trajectoires des cyclones de l'Océan Indien Austral, d'après des documents plus récents, a été publiée dans *Monthly Weather Review*, juin 1922.

Tropical cyclones in Australia and the South Pacific, and Indian Oceans, par Stephen S. Visher (*Monthly Weather Review*, juin 1922).

Prévision des cyclones d'après la carte du temps. — La prévision rationnelle des cyclones tropicaux, comme celle des dépressions des régions tem-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pérées, est basée sur l'étude des cartes synoptiques des éléments météorologiques. Pour dresser ces cartes synoptiques, et en tirer à temps des conclusions, il faut recevoir, par télégraphe ou par T. S. F., les observations de plusieurs stations plus ou moins éloignées. Par suite, la prévision nécessite une organisation préalable, autrefois irréalisable, aujourd'hui possible, non seulement dans les pays civilisés, mais dans la plupart des régions du globe, les câbles télégraphiques, les stations radio-télégraphiques s'étant multipliées et tous les navires importants ayant la T. S. F. (1).

La carte synoptique, dans les régions tropicales, est presque toujours extrêmement simple. La distribution des isobares y est très régulière, et elle n'est troublée que par les cyclones. Dans ces conditions, rien n'est plus facile que de déceler, sur une carte, l'existence de ces météores, caractérisés par d'importantes baisses barométriques.

Pour savoir où se dirige le cyclone révélé par la carte synoptique, on a proposé de nombreuses règles, parfois contradictoires. A mon avis, celle qui donne les meilleurs résultats — ou des résultats au moins équivalents à ceux que donnent des règles beaucoup plus compliquées — est une vérité de La Palice : le cyclone se dirige vers les régions où le baromètre baisse et s'éloigne des régions où le baromètre monte. Cette règle a l'avantage essentiel de pouvoir être appliquée par tout le monde, sans avoir besoin d'être un fin météorologiste.

La carte synoptique permet aussi d'avoir une idée sur la forme probable de la trajectoire, qui, comme nous l'avons indiqué, peut dans chaque cas particulier s'écarter beaucoup des trajectoires moyennes. Cette trajectoire est influencée en effet par la distribution des pressions sur les régions voisines. La présence d'un anticyclone à l'avant d'un cyclone fait infléchir la trajectoire. Dans notre hémisphère, le cyclone a tendance à laisser sur sa droite les anticyclones. Au contraire, un cyclone trouve un chemin tout tracé dans une zone de basses pressions. Il semble aussi que les cyclones successifs suivent volontiers la même route, comme si les obstacles y avaient été aplanis.

Prévision d'après les observations locales. — L'échange des renseignements météorologiques par T. S. F. est parfois en mer fort réduit, car les navires ne sont pas toujours nombreux dans les parages intéressants. Pour ne citer qu'un exemple, c'est ce qui se produit pour les typhons d'Extrême-Orient, qui naissent au milieu du Pacifique, dans une région où il n'y a

(1) J'ai pris part, il y a une vingtaine d'années, à la mission océanographique qui a précédé l'établissement du câble reliant l'Ile Maurice, La Réunion et Madagascar. Une des raisons invoquées pour l'établissement du câble fut la possibilité d'annoncer à Madagascar les cyclones observés à La Réunion ou à Maurice, lorsque fonctionneraient les transmissions télégraphiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

généralement pas de navires. D'autre part, pendant une tempête, il ne faut pas trop compter sur le fonctionnement régulier des postes de T. S. F. Dans ce cas, il faut suppléer à la carte synoptique, inexistante ou incomplète, par des observations locales, de toute façon nécessaires d'ailleurs, car elles permettent de préciser les données de la carte, et elles sont indispensables à une interprétation judicieuse des phénomènes. Même réduit à ses seules ressources, l'observateur avisé n'est pas complètement désarmé.

Les cyclones causent à l'atmosphère un tel ébranlement que les effets s'en font sentir à grande distance. Ces effets constituent autant de *signes précurseurs*, qu'il est indispensable de connaître, mais le marin expérimenté sait bien qu'ils ne donnent pas la certitude absolue de l'arrivée d'un cyclone, car ils peuvent se produire dans d'autres cas. De plus, ils ne se manifestent pas tous ensemble dans tous les cyclones, mais quand ils apparaissent dans des pays à cyclones, et surtout pendant la saison où ces phénomènes sont fréquents, ils doivent mettre l'observateur en éveil. Un signe isolé doit toujours attirer l'attention, la simultanéité de deux ou trois d'entre eux donne la certitude du mauvais temps prochain.

Variation du baromètre. — La pression barométrique est très régulière dans les régions tropicales où sévissent les cyclones. En temps normal, la pression ne change pas sensiblement d'un jour à l'autre, si ce n'est pour la très lente variation annuelle, dont l'amplitude ne dépasse pas généralement une dizaine de millimètres. Chaque jour, la courbe barométrique présente la double oscillation de faible amplitude connue sous le nom de *marée barométrique* : les hauteurs maxima s'observent vers 10 h. et 22 h. et les hauteurs maxima vers 4 h. et 16 h. Dans ces conditions, toute variation anormale de la pression est importante.

A l'approche d'un cyclone, et lorsque le météore est encore éloigné, on observe souvent une augmentation de pression. Le baromètre est notablement plus haut que les jours précédents et plus haut que ne l'indique la valeur normale du mois. Cette augmentation de pression est considérée par certains météorologistes comme le premier signe de l'existence de la tempête, et comme une indication de son importance. C'est, par exemple, une opinion courante aux Antilles que, sans augmentation préalable de pression, il peut y avoir tempête, mais pas tempête destructive.

La baisse du baromètre constitue l'avertissement le plus important. A la périphérie d'un cyclone, à 1.000 ou 2.000 km du centre, il existe une zone assez étendue, où la baisse barométrique est lente, par exemple de 1 mm à 2 mm par jour. Pendant cette *baisse lente*, la marée barométrique continue à se faire sentir, mais en s'altérant peu à peu : les périodes de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

baisse sont plus prononcées, les périodes de hausse beaucoup moins accusées. Si le cyclone passe très loin de la station, le baromètre ne tarde pas à remonter et la marée barométrique à reprendre son allure normale (fig. 8).

Si le cyclone continue à se rapprocher, à cette période de baisse lente succède une période de *baisse marquée*, pendant laquelle la marée barométrique s'atténue de plus en plus, jusqu'à ne plus se faire sentir. Au point de vue pratique, dès que le baromètre ne monte plus pendant les périodes normales de hausse de la marée barométrique (de 4 h. à 10 h. et de 16 h. à 22 h.), mais reste stationnaire ou baisse, il faut s'attendre à ressentir les effets de la tempête et il faut prendre toutes les précautions nécessaires. On peut d'ailleurs, surtout si l'on n'est pas trop près de l'équateur, avoir une vingtaine d'heures devant soi avant d'essuyer le maximum de la tempête. A partir du moment où commence la baisse marquée, l'aspect du ciel prend une allure plus menaçante et les grains de pluie et de vent commencent bientôt.

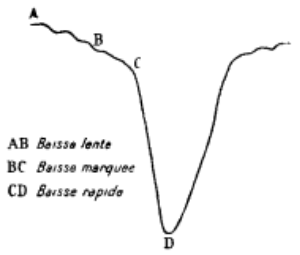


Fig. 8. — Baisse barométrique dans la région d'un cyclone.

A la période de baisse marquée, souvent de très courte durée, succède une période de *baisse rapide*, la courbe du baromètre enregistreur dessinant une ligne presque verticale. On a observé dans les cyclones tropicaux des baisses barométriques dépassant 20 mm en une heure. Dans les régions tempérées, des baisses de 5 mm à l'heure sont très rares. Au moment de la baisse rapide, on est en plein cyclone, et il ne s'agit plus d'en prévoir l'approche, mais de s'en tirer sans trop de dommages.

État du ciel et vents. — Les cirrus, qui s'échappent du cyclone en panaches divergents, sont souvent observés bien avant la baisse barométrique. Ils constituent donc un signe précurseur de premier ordre. On a observé les cirrus, à Manille, à 1.000 km du centre. Dès que les cirrus apparaissent dans le ciel, il faut déterminer leur mouvement : s'il est rapide, il y a des chances pour que le sens de leur mouvement indique la direction d'une perturbation atmosphérique importante. Il faut alors veiller très soigneusement à la baisse barométrique. Lorsque les cirrus se présentent en bandes convergentes vers l'horizon, le point de convergence indique approximativement le relèvement du centre du cyclone. Des cirrus pâles, aux contours diffus, indiquent un cyclone formé depuis longtemps et de grande étendue ; des cirrus très blancs et très nets indiquent un cyclone récemment formé, de petit diamètre, mais d'une grande violence.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si les cirrus s'épaississent en voile de cirro-stratus de couleur blanc sale, donnant naissance à des halos solaires et lunaires et à de brillantes colorations rouges cuivrées au lever et au coucher du soleil, le signe précurseur est encore plus valable.

Le P. Froc, directeur de l'Observatoire de Zi-Ka-Wei, a attiré l'attention des navigateurs sur les lambeaux de nuées basses et noirâtres, que les Anglais appellent *scuds*. « Les scuds, dit le P. Froc, se voient infailliblement avant le passage des typhons. Ils ressemblent à des lambeaux d'étoffe noire, fréquemment déchiquetés, ayant l'aspect d'immenses chauves-souris glissant sournoisement à quelques degrés au-dessus de l'horizon, parfois en files, en chapelets, dans la lumière affaiblie du matin ou du soir, souvent sur un ciel très pur. »

Enfin il faut signaler qu'à la périphérie du cyclone des brouillards très denses sont très fréquemment observés.

Les scuds et les brouillards font déjà partie du météore. A l'extérieur du cyclone, on observe généralement une atmosphère très limpide, à travers laquelle les étoiles brillent d'un vif éclat.

A l'arrivée du cyclone, le temps est lourd, oppressant, causant une impression physiologique très nette, qui n'échappe pas aux marins habitués à observer les phénomènes atmosphériques. Ce calme, qui précède la tempête, est troublé parfois par des bouffées d'air subites, d'un caractère très particulier, qu'on appelle des *rafales sourdes*.

Parfois, dès que la marée barométrique commence à s'altérer, on aperçoit à l'horizon un amas considérable de nuages très épais, qui constituent ce qu'on appelle la *panne d'ouragan* (*barra del hurracan*, aux Antilles).

La cessation de phénomènes réguliers, comme la brise de terre et de mer, ou comme la mousson sur les côtes de Chine, constitue aussi un signe précurseur qu'il ne faut pas négliger.

Houle. — Non seulement les cyclones créent, par la violence du vent, une mer démontée, mais les variations rapides de pression qui les caractérisent produisent dans la masse de l'Océan un ébranlement profond, capable de se répercuter à distance sous forme de houle. Cette houle sourde, allongée, se propage souvent jusqu'à une distance de 2.000 km du centre du cyclone, et constitue, pour le navigateur attentif, un signe précurseur très important, si une barrière d'îles ou de récifs ne vient pas troubler sa propagation. En arrivant au rivage, cette houle de fond détermine souvent des raz-de-marée désastreux. Aux Antilles, à La Réunion, la corrélation de ces raz-de-marée avec le cyclone, qui les provoque et qui les suit, n'a pas échappé aux populations riveraines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Détermination de la trajectoire d'un cyclone d'après les observations locales. — Dès que la baisse barométrique, l'état du ciel et les autres signes précurseurs ont donné l'éveil, il faut, pour choisir une route judicieuse, connaître la trajectoire et la vitesse du cyclone. Une pareille détermination est, le plus souvent, impossible pour un observateur isolé, et les règles données à ce sujet ne s'appliquent qu'à un cyclone théorique, présentant une baisse de pression régulière autour du centre, progressant en ligne droite et avec une vitesse uniforme. Or chaque cyclone a une physionomie particulière et sa trajectoire est souvent capricieuse. La carte synoptique tracée à intervalles rapprochés permet seule de résoudre le problème.

Tout ce que peut faire l'observateur isolé, et encore avec une approximation grossière, c'est de déterminer le sens général du déplacement du centre. Il ne peut le faire que quand il est en plein dans la zone d'action du météore. Dans l'hémisphère Nord, le mouvement du tourbillon est inverse de celui des aiguilles d'une montre : en faisant face au vent, conformément à la loi de Buijs-Ballot, et en tenant compte de la convergence du vent vers le centre, l'observateur a le centre sur sa droite et un peu en arrière, à 120° environ à la périphérie du cyclone, quand la baisse barométrique marquée est commencée; à 100° et même à 90° dans la partie voisine du centre, lorsque la baisse du baromètre a atteint 12 à 15 mm.

Dans l'hémisphère Sud, le mouvement du tourbillon est dans le sens des aiguilles d'une montre : en faisant face au vent, l'observateur a donc le centre sur sa gauche.

Si l'on note à des heures successives la direction du vent, en appliquant la règle précédente, on obtiendra les directions successives du centre du cyclone. Si l'on admet l'uniformité de la vitesse de propagation, sans faire d'hypothèse sur la valeur inconnue de cette vitesse, et si l'on intercale, entre les directions du centre du cyclone, des segments proportionnels aux intervalles écoulés entre deux observations successives, on a la direction de la trajectoire.

Il y a une vingtaine d'années, l'amiral Fournier a proposé, pour construire la direction de la trajectoire, une méthode dont l'application a fourni de bons résultats. Soit P la pression barométrique à l'extérieur du cyclone, P' et P'' les pressions barométriques à deux instants successifs, D' et D'' les distances correspondantes du centre du cyclone, la variation de pression est inversement proportionnelle à la distance du centre à l'observateur, de sorte que $\frac{P - P'}{P - P''} = \frac{D''}{D'}$. D'après l'amiral Fournier, la pression P est égale à la hauteur du baromètre quand il a commencé son mouvement de baisse, diminuée de 3 mm. Connaissant, d'après la loi de Buijs-Ballot, le relèvement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du centre au moment des observations de pression P′ et P″, et en se donnant arbitrairement la distance du centre correspondant à l'une de ces deux observations, on construit facilement une parallèle à la direction de la trajectoire.

Quant à la distance réelle du centre, elle est toujours difficile à estimer. La façon dont varie le vent et l'allure du baromètre permettent de l'apprécier, au moins approximativement. Si le baromètre baisse assez vite, si le vent force rapidement, tout en conservant à peu près la même direction, le relèvement du centre varie très peu, on se trouve sur la trajectoire, ou du moins très près de cette trajectoire. Si, au contraire, la direction du vent change graduellement, qu'en même temps le baromètre ne baisse pas trop vite et que la vitesse du vent augmente lentement, on est assez loin de la trajectoire.

Le tableau suivant donne, très grossièrement, la distance du centre en fonction de la valeur de la baisse barométrique :

Baisse par heure.	Distance du centre.
0,5 mm à 1,5 mm	500 à 300 km
1,5 — à 2 —	300 à 200 —
2 — à 3 —	200 à 150 —
3 — à 4 —	150 à 100 —

Bien qu'incertaines, les données de ce tableau, comme la règle de l'amiral Fournier citée plus haut, ont l'avantage de fournir au navigateur une indication sur laquelle il peut tabler pour adopter une manœuvre. Rien n'est plus mauvais, dans une tempête comme dans une bataille, que l'indécision, et ces petits calculs, en fixant au centre du cyclone une position bien définie sur la carte, donnent au navigateur une tranquillité d'esprit, beaucoup mieux que ne le feraient de longs raisonnements plus savants.

Manœuvre en cas de cyclone. — A la mer, un navire surpris par un cyclone et qui n'a pas pu rallier un port abrité — on désigne en Extrême-Orient ces ports sous le nom de *ports à typhons* — doit s'efforcer de s'éloigner le plus possible du centre. C'est là une obligation même pour les plus grands navires, car un navire qui passe au voisinage du centre d'un cyclone est toujours sûr, pour le moins, de se faire des avaries importantes, qu'une manœuvre judicieuse aurait pu lui éviter.

Suivant une appellation très ancienne, on désigne sous le nom de *demi-cercle dangereux* la partie du cyclone qui se trouve à droite de la trajectoire dans l'hémisphère Nord, à gauche de la trajectoire dans l'hémisphère Sud, et *demi-cercle maniable* la partie du cyclone qui se trouve à gauche de la trajectoire dans l'hémisphère Nord, à droite de la trajectoire dans l'hémi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sphère Sud. Ces dénominations ont été données parce qu'on croyait que le vent était plus fort dans un demi-cercle que dans l'autre, la vitesse de translation du météore s'ajoutant dans le demi-cercle dangereux à la vitesse de rotation; il est à peu près prouvé qu'il n'en est rien. Toutefois ces dénominations peuvent être conservées, car, dans le demi-cercle dangereux, le vent, dans la partie antérieure du météore, tend à entraîner un navire sur l'avant du centre, tandis qu'il tend, dans le demi-cercle maniable, à l'écarter de la trajectoire.

La façon dont varie la direction du vent indique dans quel demi-cercle on se trouve (fig. 9). Si on observe que le vent tourne de gauche à droite dans l'hémisphère Nord — de droite à gauche dans l'hémisphère Sud — on est dans le demi-cercle dangereux; s'il tourne en sens inverse, on est dans le demi-cercle maniable. Pour bien reconnaître cette rotation du vent, le navire devra faire route à la plus petite vitesse possible. S'il marche rapidement et si le cyclone se déplace lentement ou reste stationnaire, il pourrait observer en effet une rotation du vent due à son propre déplacement et non au déplacement du cyclone et en tirer des conclusions tout à fait erronées. Comme il est prudent de supposer *a priori* qu'on est dans le demi-cercle dangereux, on prend tout de suite l'allure qui convient à ce demi-cercle, et qui consiste, comme nous allons le voir, à recevoir le vent par tribord devant dans l'hémisphère Nord — par bâbord devant dans l'hémisphère Sud. Cette allure d'observation s'appelle l'allure préventive.

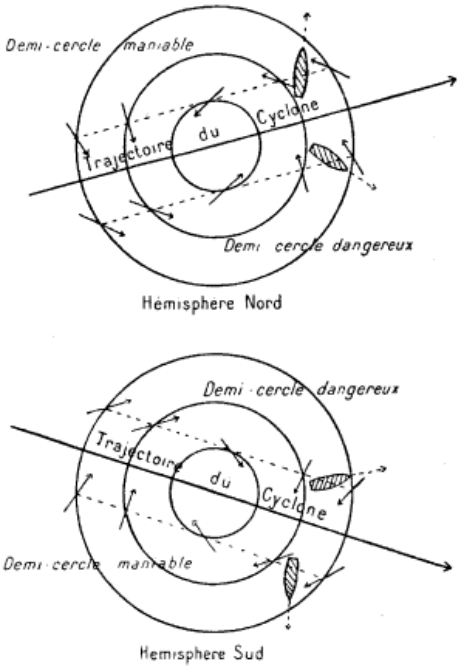


Fig. 9. — Manœuvres à faire dans un cyclone.

Dans le demi-cercle dangereux, la route suivie ainsi est bien en effet celle qui fait éloigner du centre, et dès qu'on aura reconnu, par la rotation du vent, qu'on est bien dans le demi-cercle dangereux, il y aura intérêt à marcher à cette allure aussi rapidement que le permettra l'état de la mer.

Si l'on reconnaît au contraire que l'on est dans le demi-cercle maniable, il faut recevoir le vent par tribord arrière dans l'hémisphère Nord, — par bâbord arrière dans l'hémisphère Sud. Il faut conserver ensuite la même route vraie, sans tenir compte des rotations de vent ultérieures. Si la mer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est trop grosse pour naviguer en recevant ainsi le vent et la mer par la hanche, et qu'on soit obligé, pour la sécurité du navire, de faire route debout à la lame, il faudra faire le moins de route possible à cette allure.

Si le vent varie très peu en direction, tandis que le baromètre baisse rapidement, on se trouve près de la trajectoire. Si l'on est encore assez loin du centre, on peut gagner le demi-cercle maniable en faisant la route prévue pour ce demi-cercle. Si l'on se croit plutôt dans le demi-cercle dangereux et qu'on craigne de ne pas avoir le temps de passer sur l'avant du centre, il faut prendre l'allure qui convient au demi-cercle dangereux.

Il ne faut, dans aucun cas, fuir vent arrière dans un cyclone. Cette manœuvre conduit en effet infailliblement à passer au centre, car le vent converge vers le centre.

Pour juger sainement de la situation, il faut évidemment être habitué de longue date à étudier les tempêtes et être versé dans les lois de la météorologie, car les événements se précipitent. Le capitaine d'un navire qui a à lutter contre un ouragan, et qui doit prendre une décision dont dépendront la sécurité de son bâtiment et la vie du personnel qui lui est confié, ne peut pas alors compter sur le secours d'un spécialiste plus ou moins lointain. Il doit être pour lui-même son propre météorologiste. Et pour l'être dans ces circonstances difficiles, il faut qu'il le soit tout le temps, à tout moment de sa carrière. C'est pourquoi les marins de tous les pays ont toujours lutté contre la tendance, souvent renouvelée, qui veut faire de la météorologie l'apanage de quelques spécialistes, qui, eux, restent sur le rivage.

Les avis de tempête.

Les dépressions des régions tempérées, beaucoup plus étendues que les cyclones tropicaux, n'ont jamais leur violence. Aussi l'application des règles de manœuvre, que l'on peut considérer comme impérieuse dans un cyclone, sous peine des plus grands dangers, même pour les plus grands navires, cesse d'être indispensable dans une dépression. Cependant la prévision des tempêtes sur nos côtes est très importante, car les petits navires, caboteurs et pêcheurs, surpris au large par un coup de vent, peuvent se trouver en mauvaise posture. Que de barques de pêche chaque année ne rentrent pas dans nos ports! Aussi un des buts principaux que se sont toujours proposés les services météorologiques officiels a été l'annonce de ces tempêtes.

Historique. — On sait que la prévision rationnelle du temps, basée sur l'établissement des cartes synoptiques, telle qu'elle est actuellement organisée, a comme origine l'enquête entreprise par Le Verrier dans le but

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'étudier la tempête qui assaillit, le 14 novembre 1854, les flottes française et anglaise de la Crimée, et causa la perte du vaisseau *Henri IV*.

A la suite de cette étude, le 1er avril 1860, l'Observatoire de Paris fut autorisé à envoyer aux ports des dépêches donnant l'état du temps en divers points de l'Europe. Ces télégrammes ne furent expédiés régulièrement qu'à partir de 1863. Ils ne comportaient pas une véritable prévision et ils se bornaient le plus souvent à donner des renseignements sur l'état du temps dans les régions voisines du district maritime intéressé. Voici par exemple la teneur d'un de ces télégrammes : « Nouvelle dépression Ouest Irlande. Baisse de 3 mm sur l'Europe du Sud avec temps calme. »

En même temps que Le Verrier procédait avec prudence à l'organisation de ce service d'avertissements aux ports, l'amiral anglais Fitz-Roy, plus téméraire, créait en Angleterre, au mois de février 1861, un véritable service d'annonce de tempêtes. A la réception des télégrammes météorologiques quotidiens, les sémaphores hissaient des signaux conventionnels, consistant en cônes ou cylindres de toile noire. « Ces signaux, disait d'ailleurs l'amiral Fitz-Roy, ne sont qu'un avertissement. Ils signifient uniquement : « Veillez, soyez sur vos gardes. Attention au baromètre et aux signes du temps. Il y a une grande perturbation dans l'atmosphère (1). »

Le service d'annonce des tempêtes de Fitz-Roy devint très rapidement populaire. A la demande des marins français, les avis furent télégraphiés de Londres à Paris pour être répartis aux différents ports. Ce fut là vraiment l'origine de notre service d'avertissements de tempête, qui, comme on le voit, fut un service anglais au début.

Ce n'est que le 1er septembre 1881, que le Bureau central météorologique de France fut chargé de la préparation des avis de tempête. Jusqu'à la fin de la dernière guerre, ce service ne subit pas de modifications importantes. Une dépêche spéciale, portant l'indication : *Hissez cône sud* ou *Hissez cône nord*, était préparée au Bureau central météorologique, lorsque les conditions atmosphériques laissaient supposer que des coups de vent devaient se produire dans un district. Les avis étaient télégraphiés par les soins du Ministère de la Marine aux sémaphores et à un certain nombre de ports du district. Ils étaient portés à la connaissance du public intéressé par voie d'affichage, ainsi qu'à l'aide de signaux spéciaux hissés par les sémaphores. Ces signaux consistaient en un cône de toile noire dont la pointe était tournée vers le bas ou vers le haut, suivant que le coup de vent devait venir du sud (sud-est à nord-ouest par le sud) ou du nord (nord-ouest à sud-est par le nord). On ajoutait un cylindre au cône lorsque le coup de

(1) Le *Weather Book*, par Fitz-Roy, traduit en français par Mac Cleod, professeur d'anglais à l'École navale impériale.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vent devait être particulièrement violent. Les signaux restaient hissés pendant 48 heures, à moins qu'une nouvelle prévision, faite dans l'intervalle, ne vînt indiquer que la tempête devait cesser et qu'il y avait lieu de les amener.

Fonctionnement actuel des avis de tempête. — Depuis la création de l'Office national météorologique, qui a remplacé en 1920 le Bureau central météorologique, le service des avis de tempête a été légèrement modifié.

L'Office national météorologique télégraphie à un certain nombre de points du littoral des avis de tempête, quand on prévoit des vents supérieurs à 7 de l'échelle de Beaufort, c'est-à-dire d'une vitesse supérieure à 15 m : s.

Les avis sont établis séparément pour chacun des secteurs Manche, Bretagne, Océan, Roussillon, Provence. Ces secteurs sont délimités de la façon suivante :

Manche, de la frontière belge au parallèle de Saint-Hélier (île de Jersey);

Bretagne, du parallèle de Saint-Hélier à Noirmoutiers;

Océan, de Noirmoutiers à la frontière espagnole;

Roussillon, de la frontière espagnole à Faraman;

Provence, de Faraman à la frontière italienne, ainsi que les côtes de Corse;

Méditerranée est employé, le cas échéant, pour désigner l'ensemble *Roussillon-Provence*.

Le texte des avis de tempête comprend : le nom du jour de la semaine, l'heure, le nom du secteur menacé, le mot tempête, la direction initiale du coup de vent probable.

Exemple : jeudi, 15 h., Manche, tempête nord-ouest.

L'avis est valable pour 24 heures, à partir de l'heure indiquée au début du télégramme. Un nouvel avis est lancé quand cette durée doit être prolongée. Il est lui-même valable pour 24 heures, à partir de l'heure qui y figure.

Au reçu de ces avis, les sémaphores hissent les signaux spéciaux et les gardent hissés pendant les durées de validité ainsi définies. Les signaux actuellement employés diffèrent légèrement de ceux dont on se servait avant la guerre. Un cône pointe en bas signifie : probabilité de coup de vent de la partie sud-ouest. Un cône pointe en haut signifie : probabilité de coup de vent de la partie nord-ouest. Deux cônes pointes en bas signifient : probabilité de coup de vent de la partie sud-est. Deux cônes pointes en haut signifient : probabilité de coup de vent de la partie nord-est. Deux cônes opposés par la base signifient : ouragan (fig. 10).

Certains ports affichent en outre les télégrammes.

Quand un avis doit être annulé avant le délai de 24 heures prévu, les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

destinataires en sont prévenus par un message de la forme : Telle zone, annulez tempête. Les cônes sont aussitôt amenés.

Transmission par T. S. F. des avis de tempête. — Les avis de tempête établis par l'Office national météorologique sont transmis par T. S. F., par des postes côtiers désignés (Cherbourg, Brest-Mengam, Lorient, Rochefort, Porquerolles, Ajaccio).

Ces postes de T. S. F. émettent les avis de tempête dans l'heure qui suit le moment où ils les reçoivent, autant que possible à une heure ronde + 15 minutes ou + 45 minutes.

Le poste émet d'abord le signal de sécurité T T T (convention internationale de Londres 1914). L'avis de tempête est passé une minute après. L'ensemble de l'émission est répété au bout de quelques minutes.

L'avis lui-même est rédigé en clair sous la forme indiquée plus haut.

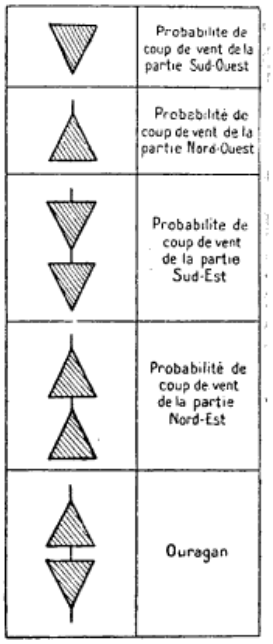


Fig. 10. — Signaux de mauvais temps sur les côtes de France.

Avis de tempête à l'étranger. — La plupart des pays étrangers possédant un service météorologique ont aussi leurs avis de tempête signalés par les sémaphores au moyen de signaux spéciaux (cônes et cylindres dans les Iles Britanniques, pavillons aux États-Unis, etc.). La nuit, des fanaux spéciaux sont aussi hissés comme avis de tempête dans beaucoup de pays maritimes (1).

Dans quelques pays étrangers, au lieu de hisser des signaux donnant brutalement et sans explication un avertissement de tempête, on a préféré signaler aux navigateurs un résumé de la situation météorologique, lui laissant le soin d'en déduire les conséquences pouvant l'intéresser.

C'est ainsi que le célèbre météorologiste hollandais Buijs-Ballot fit doter dès 1866 les sémaphores hollandais d'un appareil de signalisation qu'il appela l'*aéroclinoscope*.

Cet appareil consistait en une sorte de bras porté par un mât qu'on pouvait tourner dans la direction du gradient barométrique et incliner plus ou moins vers l'horizon. La partie du bras mobile dirigée vers le nord était rouge, la partie dirigée vers le sud était blanche et portait une grande sphère. On voyait ainsi d'une grande distance la direction dans laquelle on avait la plus grande différence barométrique, et l'inclinaison du bras donnait une mesure de la valeur de cette différence.

(1) En France, les signaux de tempête de nuit, souvent discutés, n'ont jamais été réalisés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le même ordre d'idées, il faut citer les signaux des mers de Chine, organisés avec le plus grand succès par le P. Froc, directeur de l'Observatoire de Zi-Ka-Wei, et qui peuvent être considérés comme les meilleurs signaux de tempête du monde. Ces signaux, qui se composent de 10 figures géométriques, indiquent la position du centre de la dépression ou du typhon par sa latitude ou sa longitude, la direction dans laquelle le météore se déplace, son intensité, ainsi que son rayon. Des signaux lumineux fournissent des renseignements plus sommaires pendant la nuit.

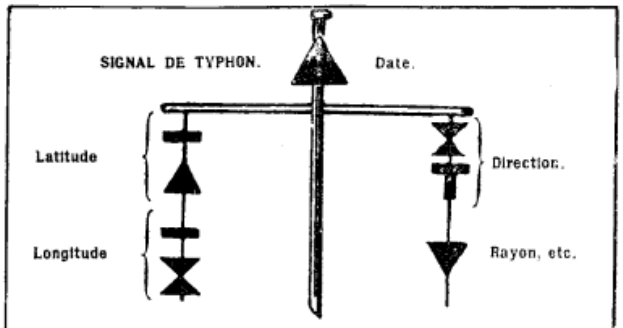


Fig. 11. — Avis de tempête du P. Froc dans les mers de Chine.

Les deux figures 11 et 12 donnent deux exemples de ces signaux avec leur interprétation.

Efficacité des avis de tempête. — L'exactitude des avis de tempête a été vérifiée plusieurs fois depuis leur création, et cela pour répondre aux critiques souvent faites par les marins. Il est évident qu'il faut que les avis de tempête soient suivis d'effet au moins une fois sur deux pour que les marins leur attribuent de l'importance et prennent les précautions voulues chaque fois que les sémaphores hissent les cônes avertisseurs.

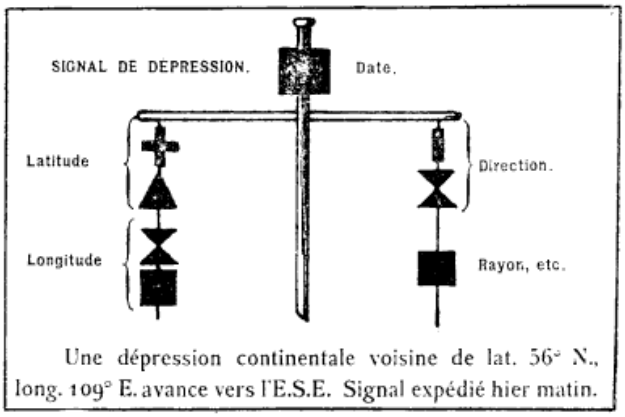


Fig. 12. — Avis de tempête du P. Froc dans les mers de Chine.

La première vérification a été faite en France en 1866 par le capitaine de vaisseau de Rostaing, chargé du service météorologique au Ministère de la Marine. Les avis de tempête étaient alors envoyés aux ports français, comme nous l'avons dit, par le service météorologique anglais (1).

(1) La *Revue maritime* en 1867 a publié le rapport du Commandant de Rostaing sous le titre : *Comparaison des prévisions de l'Office météorologique de Londres pour les côtes nord et ouest de France avec l'état réel du temps observé sur nos côtes.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Voici les conclusions du rapport du commandant de Rostaing : « En prenant la moyenne des deux derniers hivers, sur 100 prédictions de vents forts, 76 ont été réalisées, et sur 100 vents forts ressentis sur nos côtes de la Manche et de l'Océan, 89 avaient été prédits. Ces résultats sont fort beaux, et montrent que S. E. le ministre de la Marine et des Colonies, M. le marquis de Chasseloup-Laubat, n'a eu qu'à se féliciter en se servant, pour la Marine impériale, des prévisions et avertissements de l'Office météorologique de Londres. »

Ces conclusions optimistes, qui ne se retrouveront plus dans la suite, étaient loin d'être partagées par tous les marins français, et même — chose curieuse — par l'Office météorologique de Londres. Car, dans un rapport de février 1873, rédigé par le directeur même de cet office, H. Scott, on lit qu'en 1870-1871, pour les côtes anglaises, il y a eu 46 p. 100 seulement des avertissements qui ont été suivis de coups de vent (1).

Les avis de tempête du Bureau central météorologique. — La vérification des avis de tempête du Bureau central météorologique a été faite à deux reprises par M. Ch. Goutereau, dans les *Annales du Bureau central météorologique* (2).

De 1891 à 1897, le Bureau central météorologique a expédié 448 avis de tempête aux ports de la Méditerranée. Sur ce nombre, 99 (22 p. 100) n'ont été suivis d'aucun vent très fort et sont par conséquent absolument mauvais. La proportion des avis favorables au nombre des prévisions est de 78 p. 100, en comptant comme avis favorables les avis qui se sont réalisés dans une seule station seulement du district prévu. Ce serait là un résultat global intéressant, mais, en examinant d'un peu près le mémoire de M. Goutereau, on constate qu'il a supposé que le signal de tempête était hissé immédiatement après la dernière observation qui a précédé l'envoi de l'avertissement, c'est-à-dire juste après 7 h. du matin pour les avis expédiés dans la matinée, et immédiatement après midi pour ceux qui sont envoyés le soir. Or, comme les avis du matin sont en réalité télégraphiés entre 10 h. et 11 h., ils ne parviennent aux intéressés qu'à midi au plus tôt, et c'est une conception bien théorique de supposer qu'un avis, parti de Paris vers 10 h. 30 m. et arrivé à midi, est hissé à 7 h. du matin.

D'autre part dans ces 78 p. 100 d'avis considérés comme favorables, M. Goutereau compte comme favorables ceux qui sont vérifiés dans une seule station seulement du district signalé. Chaque station considérée individuellement aura naturellement un pourcentage de réussites nettement inférieur.

(1) *Revue maritime*, 1873.

(2) 1° *Vents très forts et tempêtes sur les côtes françaises de la Méditerranée* (Mémoires de 1899). 2° *Le service des avertissements en prévision du temps. Fréquence des coups de vent sur les côtes de la Manche et de l'Océan* (Mémoires de 1903).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La vérification pour les ports du Nord est plus explicite. Sur 100 avis envoyés de 1891 à 1900 aux ports de la Manche, 37 avis ne se sont pas trouvés vérifiés, 18 sont exacts pour une station, 13 pour deux stations, et 32 pour trois ou plus de trois stations du district.

Vérification des avis de tempête envoyés actuellement par l'Office national météorologique. — L'attention du Ministère de la Marine a été attirée à plusieurs reprises sur l'inexactitude des avis de tempête envoyés par l'Office national météorologique, ce qui semble prouver que la prévision du temps progresse en pratique très lentement.

Le 4 novembre 1922, le vice-amiral Schwerer, commandant en chef les frontières de l'Atlantique, écrivait :

« La recherche des thonniers et l'exécution d'un exercice que je voulais faire au large à la fin d'octobre, m'a conduit à porter une attention particulière sur la prévision du temps et je ne puis passer sous silence la surprise que j'ai éprouvée en constatant les erreurs constantes des prévisions du temps de l'Office national météorologique (1). »

A la suite de la catastrophe du *Dixmude*, quelques journalistes ayant prôné d'une façon inconsidérée l'infaillibilité des avis de tempête et accusé le commandant du *Dixmude* de n'en avoir pas tenu compte, une vérification précise des avis de tempête a été faite pour la Bretagne par le lieutenant de vaisseau Rey, professeur à l'École navale, et pour la Provence et le Roussillon par le capitaine de frégate Ladonne, chef de la Section de Météorologie maritime au Service hydrographique.

Pour la Bretagne, en ne tenant compte bien entendu que des signaux de tempête hissés après une période de beau temps (2), on trouve que, pour les années 1921, 1922, 1923, 31 p. 100 des avis ont été réellement efficaces,

(1) Toute la fin de la lettre est à citer, La voici :

« Beaucoup de nos sémaphores et de nos postes de T. S. F. passent une grande partie de leur temps à recevoir et à transmettre des messages météorologiques et la Marine dépense pour ce service des sommes importantes.

D'autre part, le nombre des stations météorologiques, les sondages aériens, les communications instantanées avec le large, grâce à la T. S. F. auraient dû faire progresser beaucoup la science météorologique. Cependant j'ai le regret de constater que les prévisions reçues semblent plus que jamais confirmer le proverbe : « Qui veut mentir n'a qu'à prédire le temps. »

Je pourrais citer de très nombreux exemples depuis une quinzaine de jours. Je me bornerai aux plus récents :

Prévision pour la journée du 1er novembre : Pour toute la France, vent du nord faible, temps frais ou froid. En Bretagne, amélioration momentanée. Vents faibles s'orientant du sud-ouest.

Temps réel : violent coup de vent d'ouest, commençant dans la nuit du 31 octobre au 1er novembre et durant toute la journée du 1er. Hausse de température. Forte pluie.

Prévision pour la journée du 3 novembre : En Bretagne, temps couvert avec quelques pluies. Vent du sud-est prenant de la force.

Temps réel : Petit coup de vent d'ouest à nord-ouest. »

(2) Il est bien en effet évident, disait M. Goutereau, que les signaux maintenus, quand les mauvais temps paraissent devoir continuer, pourront être suivis de vents très forts à la première observation suivante sans qu'on puisse dire qu'ils n'ont pas été expédiés à temps.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

33 p. 100 n'ont pas été suivis de tempête, et 36 p. 100 ont été envoyés (je ne dis pas reçus) après le début de la tempête (1).

Pour la zone de la Provence, en 1923, on trouve les résultats suivants en pourcentages pour les divers sémaphores.

Sémaphores.	Avis efficaces.	Avis envoyés après le début du coup de vent.	Avis non suivis de coup de vent.
Croisettes	29	13	58
Sicié.	39	3	58
I. du Levant. . . .	27	15	58
Ferrat.	0	3	97
Cap Corse	25	6	69
Sanguinaires. . . .	19	3	78
Pertusato	13	3	84

Le nombre des avis efficaces est en général inférieur à 30 p. 100 et pour quelques stations inférieur à 20 p. 100.

Dans ces conditions, il est assez naturel que les marins aient une opinion un peu sceptique sur l'efficacité des avis de tempête et qu'ils regardent souvent avec indifférence les cônes de mauvais temps hissés par les sémaphores.

A notre avis, le rendement des avis de tempête serait amélioré si l'on substituait à la prévision du temps centralisée, expédiée de Paris, une prévision régionale (2).

Non pas que nous voulions dire qu'il faut attribuer le pourcentage un peu décevant à l'incompétence de l'Office national météorologique, mais il est très difficile, pour le personnel de l'Office national météorologique, d'acquérir à Paris une expérience suffisante de nos climats maritimes et des circonstances locales, si diverses sur nos côtes. Et c'est vraiment folie de prétendre prédire le temps en mer sans avoir cette expérience. Aujourd'hui qu'il existe une station météorologique de la Marine dans chaque arrondissement maritime, que cette station peut recevoir sans difficulté par la télégraphie et la téléphonie sans fil les renseignements nécessaires à l'établissement des cartes du temps, c'est elle qui devrait être chargée de faire hisser dans son district les signaux de tempête.

Enfin, je préférerais, pour ma part, aux signaux d'avertissement de tempêtes, des signaux analogues à ceux que le P. Froc a réalisés avec tant de bonheur dans les mers de Chine, c'est-à-dire des signaux indiquant

(1) Pour citer un exemple récent, la tempête du 23 mai 1925, qui causa à Penmarch la mort de 27 marins, et qui mit en deuil toute la Bretagne, n'avait pas été annoncée.

(2) Nous avons défendu cette opinion dans nos principaux ouvrages de météorologie, en particulier dans le *Manuel pratique de météorologie* (Masson, édit.) et dans les *Méthodes de prévision du temps* (Alcan, édit.).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

simplement au navigateur les caractères principaux de la carte du temps, ainsi que son évolution probable, laissant à chaque navigateur le soin d'en déduire le temps qu'il doit subir dans les circonstances particulières où il se trouve. L'opinion de Buijs-Ballot me paraît en effet aussi juste aujourd'hui qu'il y a 50 ans.

« Les signaux de tempête, disait le savant météorologiste hollandais, sont considérés par les marins comme un avertissement officiel, qu'ils adoptent tels quels sans se donner la peine de faire eux-mêmes des observations. Des signaux leur donnant simplement les caractères météorologiques les plus saillants les inviteront à prendre garde, en les obligeant à suivre eux-mêmes le temps avec une assiduité plus grande. »

J. ROUCH,
capitaine de corvette,
ancien chef du Service météorologique des Armées
et de la Marine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES TRANSMISSIONS. RELATIONS DES PHÉNOMÈNES ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES ET DES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES

Compte rendu analytique de la conférence faite le 16 mai 1925

par M. le capitaine R. BUREAU,
chef de la Section des Transmissions à l'Office national météorologique.

La radiotélégraphie et la météorologie sont aujourd'hui de plus en plus intimement liées. C'est ce que se propose de montrer M. le capitaine Bureau.

L'application de la télégraphie sans fil, à la météorologie, en permettant la transmission rapide de renseignements météorologiques nombreux et aussi leur diffusion mondiale, a rendu possible l'essor de la météorologie moderne. Inversement, la connaissance des phénomènes atmosphériques permet d'interpréter et d'étudier certains phénomènes électromagnétiques qui avaient conservé jusqu'ici un caractère mystérieux.

Les transmissions des renseignements météorologiques dont dépendent la précision et l'utilité de la science météorologique elle-même, sont maintenant basées presque uniquement sur la radiotélégraphie. Il faut, en effet, que, dans chaque état important, un institut météorologique national centralise le plus possible de renseignements émanant d'un grand nombre de stations différentes et qu'il diffuse les renseignements ainsi réunis dont profiteront les autres instituts nationaux. Ainsi, chacun de ces organismes, possédant les observations faites, à un même moment, en un grand nombre de points répartis sur une surface importante du globe terrestre, est en mesure de construire des cartes météorologiques, de suivre les perturbations atmosphériques, d'en étudier l'évolution et par suite d'élaborer des avertissements météorologiques ou prévisions, tout en travaillant au progrès de la science de l'atmosphère.

Il est donc de toute nécessité de faire des transmissions une organisation internationale pourvue d'une technique spéciale, et c'est la radiotélégraphie qui a permis la solution de ces problèmes; c'est elle aussi qui a rendu possible une protection efficace de la navigation aérienne.

Avant la guerre, la concentration des renseignements météorologiques dans les instituts nationaux avait lieu par télégraphe. Les transmissions, très onéreuses, étaient peu nombreuses; il y avait des retards considérables. La France a pris la tête du mouvement en utilisant la radiotélégraphie; l'exemple a été suivi, si bien

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'en 1925 le Comité météorologique international reconnaissait les faits et supprimait les télégrammes météorologiques.

Il en est résulté un double gain : d'abord dans la rapidité, ensuite dans la densité des renseignements reçus. Aujourd'hui, la plus grande partie des renseignements météorologiques est concentrée une heure après les observations correspondantes. On a pu ainsi réunir les observations d'un nombre de stations toujours croissant et obtenir, pour chacune d'elles, des renseignements sans cesse plus fréquents et plus détaillés : observations au sol, sondages par ballons pilotes, sondages de température, d'humidité, etc.

En France, il existe une concentration des renseignements à l'Office national météorologique qui élabore les cartes et les prévisions générales. De plus, en raison de la protection de l'aviation, on réalise une concentration dans les aérodromes où des spécialistes sont chargés de traduire les messages et d'en extraire les renseignements utiles. La diffusion est assurée par les radiogrammes internationaux (Météo-France et Météo-Europe de la Tour Eiffel) et par les émissions de six stations radiotélégraphiques régionales propageant, chacune, les renseignements de sa région.

Les émissions ont lieu à des heures rigoureusement fixes, déterminées pour chaque poste, et l'écoute de ces émissions peut être faite par tous les organismes français ou étrangers qui utilisent les renseignements météorologiques.

L'exemple de la France a été suivi par de nombreux pays. Aux termes d'un accord conclu en 1922 entre l'Office national météorologique et le Weather Bureau, la France centralise les observations d'un certain nombre de stations américaines qu'elles diffuse en Europe; inversement, elle effectue la concentration des renseignements européens pour les transmettre aux États-Unis. Depuis 1924, la Russie transmet des radiogrammes concernant les postes météorologiques de la Russie, de la Sibérie, du Caucace et du Turkestan.

Il est ainsi devenu possible de dresser des cartes intéressant une grande partie de l'hémisphère Nord. Malheureusement, une lacune subsiste : l'Océan Atlantique. On a songé à réunir les observations des navires en mer et à utiliser les postes de T. S. F. que possèdent ces navires. Chaque pays a tenté de centraliser les renseignements de sa propre marine: les résultats ont été peu encourageants. On n'obtenait que des données irrégulières, incohérentes et trop tardives; aussi, l'Office national météorologique a-t-il essayé d'y remédier en créant une station flottante de centralisation.

Le *Jacques-Cartier*, navire-écol de la Compagnie générale transatlantique, naviguant dans l'Atlantique Nord, recueille les observations des divers navires et les paye avec des prévisions. Mais les navires ne s'exécutent guère que dans la mesure où on leur fournit des prévisions utiles; aussi le nombre de renseignements recueillis n'est-il important que par mauvais temps. Ce procédé, qui donnait, au début, 6 à 8 observations par jour, arrive à en fournir jusqu'à 60 dans le même temps. Elles sont transmises à l'Europe par T. S. F. Grâce au *Jacques-Cartier*, on arrive à relier les cartes météorologiques de l'Amérique du Nord à celles de l'Europe et on peut ainsi utiliser, pour la prévision, une connaissance étendue de la situation atmosphérique sur la presque totalité de l'hémisphère boréal.

Malheureusement, la radiotélégraphie présente des inconvénients. Il y a des irrégularités dans les réceptions; il existe aussi des « émissions naturelles » couvrant

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les émissions radiotélégraphiques intentionnelles. Or, ces phénomènes sont dus, pour une grande part, à des causes météorologiques.

Les émissions naturelles sont des « parasites » qu'on appelle aujourd'hui « atmosphériques ». On en a cherché des explications compliquées dans des causes extra-terrestres : les particules électrisées envoyées par le soleil, par exemple. Mais des études récentes ont montré qu'il fallait écarter les causes de cette nature puisque les phénomènes observés ne le sont pas également sur toute la surface de la terre, mais varient, au contraire, beaucoup d'un lieu à un autre. On a cherché alors à les rapporter à des phénomènes locaux : figures isobariques, noyaux de pluie; mais les résultats n'ont pas été satisfaisants. Il semble qu'il faille les rattacher à l'ensemble des perturbations atmosphériques, à ces chapelets de perturbations dits « front polaire » ou « pseudo-front polaire ». Ce sont des masses d'air à températures différentes qui, en se remplaçant l'une l'autre, causent l'apparition ou la disparition des « atmosphériques ».

L'arrivée d'un front froid et l'invasion de l'air polaire font apparaître les parasites. L'arrivée d'un front chaud, les fait au contraire disparaître. Pendant les baisses de température, en effet, on constate un maximum de transmissions troublées; par contre, lorsque la température s'élève, les brouillages se réduisent au minimum.

Les « atmosphériques » varient dans le cours d'une journée et même d'une heure à l'autre, et l'on rencontre de grandes difficultés dans l'étude de leur périodicité si l'on ne sépare pas les diverses causes météorologiques qui peuvent agir en pareil cas.

A côté de ces « émissions naturelles » que sont les « atmosphériques », on constate que la propagation des ondes télégraphiques dans l'atmosphère est influencée par les phénomènes météorologiques.

Les ondes ne se propagent pas d'une façon régulière. Pour une intensité d'émission constante, l'intensité du champ de réception en un lieu donné est extrêmement variable. Des études faites en France, à Meudon, en Amérique, en Allemagne, ont montré que la courbe représentative de l'intensité du champ de réception est semblable à celle qui représente la variation simultanée de l'inverse de la température. Lorsqu'une surface de discontinuité thermique (front froid ou chaud) se trouve entre les deux postes émetteur et récepteur, l'intensité de la réception est diminuée; si, au contraire, cette surface de discontinuité passe par l'un des postes, l'intensité de réception est augmentée comme si la surface de discontinuité réfléchissait les ondes.

Outre les variations de l'intensité, il y a des variations importantes dans la direction des ondes; ces irrégularités, très fortes pour les courtes distances (300 à 400 km), diminuent au fur et à mesure que la distance augmente.

La propagation des ondes courtes présente des anomalies beaucoup plus sensibles que celle des ondes longues. Les variations périodiques sont, en quelque sorte, poussées à l'extrême; on en constate avec le jour, avec le lieu. Pour certaines ondes, l'intensité du champ de réception semble augmenter avec l'éloignement du poste émetteur; on ne peut plus, dès lors, parler de la « portée » de ces ondes. Dans les conditions où elles « doivent passer », on peut réduire à l'extrême la puissance du poste émetteur sans que l'onde cesse d'être perçue; dans les conditions défavorables, au contraire, l'onde ne passe pas, quelle que soit la puissance d'émission. Tous ces phénomènes paraissent liés en partie aux phénomènes météorologiques, notamment au front froid, aux surfaces de discontinuité, qui jouent, vis-à-vis des ondes courtes, le rôle qu'elles ont par rapport aux ondes longues.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La météorologie est donc appelée à jouer un grand rôle en T. S. F. et paraît devoir fournir la clé de problèmes très complexes qui se posent en radiotélégraphie. D'autre part, la T. S. F., offrant à la météorologie un nouveau mode de sondage en altitude et à grande distance, fournira, dès lors des renseignements précieux sur la naissance et l'avenir des grands phénomènes isobariques : cyclones et anti-cyclones, et pourra nous apprendre à connaître certaines propriétés intimes de notre atmosphère.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BUL. DE LA SOC. D'ENC. POUR L'INDUSTRIE NATIONALE. — JUIL.-AOUT-SEPT. 1925.

MÉTHODES FRANÇAISE ET NORVÉGIENNE DE PRÉVISION DU TEMPS

Compte rendu analytique de la conférence faite le 16 mai 1925

par M. le capitaine P. WHERLÉ,
chef de la Section des Avertissements à l'Office national météorologique.

L'extension du réseau météorologique, c'est-à-dire du nombre de postes, du nombre et de l'importance des observations, ainsi que le perfectionnement des moyens de transmission, ont permis de saisir, dans le plus bref délai possible, l'état de l'atmosphère sur une très vaste étendue de l'hémisphère Nord et d'en suivre, en quelque sorte pas à pas, les transformations. De plus, les météorologistes modernes, renonçant à l'utilisation des moyennes, se sont attachés à l'étude détaillée de cas individuels, puis, ayant poussé à fond leur connaissance d'un certain nombre de perturbations particulières, à travers toutes leurs modifications, toutes leurs vicissitudes, ils ont généralisé. Il en est résulté un progrès immédiat dans nos connaissances de la structure des perturbations et de leur évolution, ce qui a permis d'édifier des méthodes précises de prévision, basées sur des mesures quantitatives. M. le capitaine Wehrlé, chef de la Section des Avertissements à l'Office national météorologique, s'est proposé d'exposer les méthodes de prévision qui ont été élaborées séparément en France et en Norvège, et de montrer comment elles se correspondent et se complètent.

La méthode française est basée sur deux notions : celle de « noyau de variation de pression » et celle de « système nuageux ».

Si, au lieu de porter sur une carte la valeur des pressions, on porte la variation de la pression dans un intervalle de temps donné et qu'on joigne les points pour lesquels cette variation est la même, on obtient des « isallobares » ou lignes d'égale variation.

Les cartes d'isallobares mettent en évidence des courbes fermées rappelant l'aspect des dépressions et constituant des « noyaux » bien centrés de hausse (noyaux positifs) ou de baisse (noyaux négatifs).

Ce procédé a permis de séparer la perturbation elle-même du champ de pression dans lequel elle se déplace, c'est-à-dire des figures isobariques (anti-cyclones et dépressions). L'importance de cette séparation est considérable.

Les dépressions se déforment. Lorsque les isobares sont très écartées, autrement dit lorsque la « pente barométrique », le « gradient », comme on dit, est faible, la perturbation qui se déplace modifie sensiblement l'allure des courbes isobariques et ainsi conserve sa forme; mais lorsque les isobares sont rapprochées, c'est-à-dire quand le « gradient » est fort, la perturbation ne laisse qu'une trace insignifiante. Grâce aux « isallobares », au contraire, le noyau de variation conserve son individualité propre et reste semblable à lui-même, représentant toujours la perturbation.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a créé toute une gamme d'intervalles pour l'étude de ces noyaux de variation. Ainsi, on envisage les variations en 24 heures, en 12 heures, en 6 heures et en 3 heures. La variation en 3 heures a pris le nom de « tendance ».

L'examen des cartes de variation montre qu'un noyau de baisse est ordinairement suivi d'un noyau de hausse. Il se produit ainsi un phénomène oscillatoire dont il est important de définir la « période ». La période est, pour un point déterminé situé sur l'axe de marche du noyau, le temps qui correspond au passage d'un noyau de baisse et du noyau de hausse qui le suit. La somme algébrique des variations de pression durant la période peut être nulle, si la baisse est compensée par la hausse suivante.

La « demi-période » est le temps qui sépare le passage de deux noyaux consécutifs de signes contraires. La variation de pression pendant la demi-période donne la valeur de la perturbation. Or, la demi-période peut être égale à 24 heures, mais elle est souvent plus courte, d'où l'avantage de la gamme employée pour l'étude des variations.

Cette gamme a une autre utilité. On compare la variation en 24 heures ou en 12 heures à la variation en 3 heures (tendance). Si la perturbation reste stationnaire, on constate que le noyau de variation en 3 heures et le noyau de variation en 24 heures coïncident. Si la perturbation, au contraire, se déplace vers l'Est, le noyau de tendance (variation en 3 heures) est décalé vers l'Est par rapport au noyau de variation en 24 heures. De la comparaison des cartes successives, on peut déduire la vitesse de déplacement du noyau. On calcule aussi la vitesse avec laquelle le noyau se creuse ou se comble, ce qui permet, par extrapolation, de connaître approximativement la position et la profondeur futures de ce noyau.

Il y a donc, comme nous venons de le voir, des noyaux de variation fixes et des noyaux mobiles. Les premiers disparaissent à la place où ils sont nés; les autres se déplacent avec une vitesse à peu près uniforme comprise entre 30 et 60 km : h. et sensiblement constante dans une même saison.

S'il existe un anti-cyclone bien caractérisé, les noyaux le longent en le laissant à leur droite. De même, ils contournent les dépressions en les laissant à leur gauche. Les noyaux de variation se succèdent ainsi formant des « courants de perturbations » dont la trajectoire est déterminée par la présence de « centres d'action » qui sont les anti-cyclones et les dépressions. Dans nos régions, les centres d'action importants sont l'anti-cyclone atlantique et l'anti-cyclone sibérien. Les courants de perturbation longent le flanc nord de l'anti-cyclone atlantique, puis ils se divisent en deux branches : l'une qui côtoie l'anti-cyclone sibérien en passant sur le nord de l'Europe et de l'Asie, l'autre qui traverse la France, en longeant l'anti-cyclone atlantique. D'autres courants, d'une autre origine, peuvent venir de la Méditerranée et rencontrer le courant descendant d'origine atlantique. Les deux courants alors interfèrent; les noyaux de variation se renforcent, se compensent ou se fragmentent, donnant des phénomènes qu'il serait difficile de suivre, surtout d'interpréter, en dehors de cette conception.

L'étude des noyaux de variation ne prend toute son importance que si on l'associe à celle des nuages. Le progrès le plus sérieux peut-être, réalisé par le problème de la prévision, a été d'établir un rapprochement entre l'état du ciel et les phénomènes de pression.

Les nuages ne sont pas des individus isolés; ils possèdent, en quelque sorte, une « organisation sociale », se groupant en vastes ensembles où chaque espèce nuageuse

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

occupe une place bien déterminée. Ces ensembles, doués d'une individualité persistante, sont les « systèmes nuageux ».

Un système nuageux possède une forme grossièrement elliptique et se déplace suivant le grand axe de cette ellipse. On l'a divisé en secteurs topographiques, caractérisés chacun par une catégorie particulière de nuages. A l'avant, se trouve le « front » avec des nuages élevés (cirrus et cirro-stratus), formés d'aiguilles de glace, et dans lesquels la lumière du soleil ou de la lune donne des phénomènes optiques particuliers (halos); puis vient le « corps », formé de nuages beaucoup plus bas : un voile d' « alto-stratus », doublé en dessous de « nimbus » formant un « plafond » inférieur. Ce « corps » contient le « noyau de pluie », légèrement décalé vers l'arrière. Sur les bords, se trouvent les « marges », caractérisées par des nuages divisés, en balles, d'altitude moyenne et dont les bancs présentent une extraordinaire instabilité. Le nuage de marge par excellence est l' « alto-cumulus » qui donne au ciel l'aspect moutonné. Enfin, à l'arrière, vient la « traîne », région de ciel bigarré avec des alternatives de ciel presque pur et de ciel très nuageux, et des nuages de toutes les altitudes. Là sont les grosses masses de « cumulus » donnant des averses, et les « cumulo-nimbus », aux formes imposantes, donnant les « grains ».

En dehors des systèmes nuageux, dans « l'intervalle » de ces systèmes, le ciel est pur ou bien il existe des nuages de formation locale, non organisés et sans signification spéciale tels que les cumulus de beau temps et les brouillards élevés ou « stratus ».

Les différentes catégories de nuages constituant un système se déplacent, chacune avec les courants aériens existant à l'altitude où elle se trouve. Il peut en résulter des déformations plus ou moins sensibles du système, mais l'ensemble le plus important, c'est-à-dire celui qui constitue le « corps », subsiste et est entraîné par les vents régnant au voisinage de 4.000 m d'altitude. On conçoit donc l'importance des sondages qui permettent de déterminer la direction et la vitesse des courants aériens entraînant ce corps.

Suivant la situation qu'occupe un point par rapport à l'axe d'un système, il s'y succédera telles ou telles catégories de nuages : il y aura de la pluie ou du beau temps; une visibilité bonne ou mauvaise. Et c'est là le point essentiel de la méthode de prévision française : les systèmes nuageux sont liés aux noyaux de variation de pression et se déplacent avec eux; le corps correspond à un noyau de baisse; la traîne à un noyau de hausse. Dès lors, la prévision du temps consiste à déterminer indirectement l'état futur des systèmes nuageux et leur position en leur substituant les noyaux de variation qui sont susceptibles d'une étude quantitative précise.

***

De leur côté, les Norvégiens sont arrivés, à la suite des travaux du météorologiste Bjerknès, à une conception très intéressante et très importante de la structure des dépressions et de la cause des perturbations atmosphériques.

Dans une dépression, il existe un « secteur chaud » avec vents du Sud-Ouest ou du Sud, pénétrant comme un coin dans un ensemble froid, avec systèmes de vents convergents du Nord-Est, du Nord et du Nord-Ouest. La surface de discontinuité séparant l'air chaud, tropical, de l'air froid, polaire, rencontre le sol suivant deux lignes qui se rejoignent au centre de la dépression. L'une de ces lignes, située

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

grossièrement dans le sens de déplacement du cyclone, a reçu le nom de « ligne de direction »; l'autre, située en arrière, a été dénommée « ligne de grain ».

En avant, l'air du secteur chaud s'élève en glissant au-dessus de l'air froid qui souffle dans une direction différente. Tout le long de cette sorte de plan incliné, il y a condensation et formation de nuages dont les plus élevés sont naturellement le plus en avant et forment le « front » du système nuageux, tandis que les plus bas, situés en arrière, en constituent le « corps » et donnent des pluies.

Le secteur chaud proprement dit, c'est-à-dire la région où l'air chaud existe seul, est une région de ciel pur.

En arrière, l'air froid pénètre comme un coin sous le secteur chaud et cet air chaud, forcé de s'élever et de se refroidir, donne des condensations et de la pluie. C'est la « ligne de grain ».

La ligne de direction est aussi appelée « front chaud ». Elle correspond à l'arrivée au sol du secteur chaud. La ligne de grain est aussi appelée « front froid » parce qu'elle correspond à la propagation au sol du secteur froid.

Les masses d'air froid, situées à l'avant et à l'arrière de la dépression, peuvent se réunir en glissant sous le secteur chaud. L'air chaud ne touche plus alors le sol et forme une lentille chaude isolée en altitude. On dit que le cyclone est « occlus ».

De plus, un cyclone n'existe pas seul. Il donne lieu à des cyclones secondaires par ondulation de sa ligne de grain, le front chaud du cyclone suivant étant ainsi la prolongation du front froid de celui qui le précède. Il se constitue de cette manière, des « familles de cyclones » avec une surface de discontinuité unique et ondulée, séparant l'air froid polaire au nord et l'air chaud tropical au sud; l'intersection de cette surface avec le sol donne une ligne ondulée qui est le « front polaire ».

***

La différence qui apparaît au premier abord entre la conception française et la conception norvégienne s'explique aisément par des différences de latitude : les Norvégiens se trouvent au centre des cyclones; ils peuvent constater la présence du secteur chaud. La France, située plus au sud, n'est intéressée que par la marge des dépressions et n'a ordinairement affaire qu'à des cyclones occlus. Les deux conceptions ne s'opposent pas; bien au contraire, elles concordent admirablement et se complètent. Avec l'arrivée du front chaud, la densité de l'air diminuant, il se produit une baisse barométrique : c'est le « noyau de baisse » coïncidant avec le « corps » du système nuageux. Avec l'arrivée du front froid, au contraire, la densité de l'air augmentant, il y a une hausse barométrique : c'est le « noyau de hausse » correspondant à la « traîne » du système nuageux.

La conception norvégienne a le mérite de mieux marquer la liaison qui existe entre le système nuageux et les phénomènes mesurables : température et pression. Elle rend aussi compte, d'une façon très remarquable, du mode de formation des systèmes nuageux.

La conception française, en revanche, donne des résultats plus pratiques pour la prévision du temps puisqu'elle permet d'étudier, d'une manière simple, la propagation des perturbations.

Remarquons, enfin, que chacune a sa valeur spéciale pour la région où elle est née et à laquelle elle est naturellement adaptée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BULL. DE LA SOC. D'ENC. POUR L'INDUSTRIE NATIONALE. — JUIL.-AOUT-SEPT. 1925.

ORGANISATION RATIONNELLE D'UN SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE NATIONAL

Compte rendu analytique de la conférence faite le 23 mai 1925

par M. le colonel E. DELCAMBRE,
directeur de l'Office national météorologique.

Le but principal de la météorologie est de prévoir le temps. Comme toutes les sciences, elle n'existe pas en elle-même et pour elle-même : elle progresse par la recherche des applications et sous l'empire des nécessités.

Le service météorologique, dit son directeur, M. le colonel Delcambre, est avant tout un service d'exploitation à la disposition de la navigation aérienne; et l'Office national météorologique (O. N. M.) a été conçu comme un établissement d'un caractère à la fois scientifique, industriel et commercial.

Les relations de la météorologie avec l'activité nationale sont nombreuses et le grand public les ignore en partie. L'agriculture, le commerce, les travaux publics, les organisations de chauffage et de ventilation, les constructeurs de moteurs éoliens, les sociétés hydroélectriques, les sociétés de transports, les services d'hygiène, de voirie, les stations balnéaires, le tourisme, l'armée, la marine et les douanes en sont plus ou moins tributaires; mais c'est avec la navigation aérienne que la météorologie est le plus étroitement liée; aussi, l'Office national météorologique a-t-il été rattaché au Sous-Secrétariat d'État de l'Aéronautique. L'aéronautique, en effet, réclame, à elle seule, la solution de tous les problèmes qui peuvent être posés par les autres usagers : les aéronefs et les avions sillonnent une couche d'air de 10.000 m d'épaisseur, c'est-à-dire la région même où s'élaborent les phénomènes météorologiques; il leur faut des renseignements sur toute cette région. En retour, ils peuvent fournir sur l'atmosphère les données les plus précieuses, et cela sans frais spéciaux d'exploitation.

On demande à la météorologie trois catégories de renseignements : des prévisions générales et régionales, des observations spéciales, des documents statistiques ayant trait à la climatologie. Pour répondre à ces demandes diverses, un service météorologique national comprend nécessairement un service central et des services régionaux.

Le service central, installé 176, rue de l'Université, à Paris, est divisé en un certain nombre de sections, l'ensemble étant groupé en deux sous-directions : l'une technique, l'autre administrative. Les sections les plus intéressantes pour les usagers sont les sections des transmissions, des avertissements, de la climatologie et des recherches.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La Section des Transmissions est chargée, d'une part, de la concentration de tous les renseignements ayant une valeur météorologique, d'autre part, de la diffusion des avis, avertissements ou prévisions élaborés par l'Office, notamment de ceux qui sont destinés aux lignes aériennes.

La Section des Avertissements s'occupe de traduire en langage clair les messages chiffrés, d'établir des cartes d'après les renseignements de ces messages et d'exploiter ces cartes en élaborant des avertissements ou prévisions. Elle assure, en outre, la rédaction de deux bulletins quotidiens : un bulletin de renseignements destiné au grand public et un bulletin d'études. Enfin, elle s'occupe des questions scientifiques pouvant servir à améliorer les méthodes de prévision du temps.

La Section de Climatologie coordonne et communique des renseignements statistiques relatifs au temps passé et intéressant la France, les colonies et les pays de protectorat français. C'est elle qui publie le Bulletin climatologique mensuel de l'Office.

La Section des Recherches étudie les problèmes de la haute atmosphère, se tient au courant des recherches de physique pouvant intéresser la météorologie et, enfin, assure le contrôle des appareils de l'Office.

Les services régionaux sont constitués par un grand nombre de postes d'observation, formant un réseau météorologique tel qu'aucun phénomène intéressant ne puisse se produire ni se propager sans être observé, étudié et, si possible, mesuré.

Les attributions de ces services sont doubles : faire des observations météorologiques qui seront transmises à l'O. N. M.; fournir des renseignements aux organisations aéronautiques et à tous ceux qui leur en font la demande.

D'un point de vue à la fois administratif et scientifique, on distingue deux catégories de postes :

1° les postes proprement dits, relevant directement de l'Office et pourvus d'un personnel spécialisé. Ces postes assurent la protection de l'aéronautique et font des observations toute la journée;

2° des stations régionales qui groupent les renseignements fournis par les postes et servent d'intermédiaires entre ces postes et le service central. Ces stations sont, en outre, chargées d'une gestion scientifique de la région. Elles provoquent, groupent et coordonnent les observations et les études météorologiques, s'efforçant d'améliorer l'organisation et le rendement du réseau régional.

A l'exception de la Station de Mayence, qui fonctionne normalement, les dix stations régionales prévues pour la France sont encore, faute de crédits suffisants, à l'état embryonnaire. Toujours par raison d'économie, on n'a pu multiplier le nombre des postes spécialement météorologiques et relevant de l'Office. On utilise alors des postes accessoires n'employant pas de personnel spécialisé et dépendant d'organisations ou de services divers : écoles normales d'instituteurs ou écoles départementales d'agriculture, par exemple. On a même fait appel à des observateurs soigneux et bénévoles, aux agents subalternes de certaines administrations : éclusiers, forestiers, douaniers. Ces observateurs se bornent à signaler les phénomènes accidentels, fournissent quelques données intéressant la climatologie et peuvent servir à compléter le réseau protecteur de l'aviation.

Pour terminer, M. le colonel Delcambre donne un aperçu de l'organisation météorologique internationale, telle qu'elle est en train de se réaliser.

Le problème de la prévision exige des renseignements de plus en plus variés, se

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rapportant à des surfaces sans cesse plus étendues. D'autre part, la météorologie est de plus en plus liée à l'aéronautique; or, certaines lignes aériennes intéressent plusieurs nations et doivent pouvoir compter sur les météorologistes de tous les pays.

Le plan d'une organisation mondiale a été présenté au Congrès d'Utrecht en 1923 : Chaque continent posséderait un bureau central doué de larges moyens d'action, réunissant les efforts des savants de nombreux pays, et possédant un poste radiotélégraphique émetteur puissant afin d'assurer sa liaison avec les autres grands bureaux internationaux. On aboutirait ainsi à une coordination météorologique de tout l'hémisphère Nord.

Lorsque l'organisation de ce réseau boréal sera réalisée, peut-être sera-t-il possible d'étudier les modifications subies par les grands centres d'action de l'atmosphère et de résoudre ainsi le problème de la prévision du temps à longue échéance qui préoccupe tant l'agriculture.

Discussion.

M. le lieutenant-colonel P. Renard croit devoir faire part de réflexions qui lui ont été suggérées par la communication de M. le colonel Delcambre. Comme lui, il croit à la nécessité d'une collaboration aussi étroite que possible, non seulement entre l'Office national météorologique et les autres offices nationaux, mais aussi avec le public, celui-ci n'étant pas limité aux seuls usagers mais comprenant tous ceux qui, à un titre quelconque, savants ou non, s'intéressent à la météorologie. Il croit aussi à la nécessité d'un contact permanent avec les usagers. Cette permanence est déjà réalisée avec les aéronautes. Il pense que quelque chose de durable devra rester des intéressantes conférences qui viennent d'être faites à la Société d'Encouragement. Sans doute, leur texte sera reproduit dans le *Bulletin* de la Société mais cela ne lui paraît pas suffisant. Puisque en somme l'Office national météorologique « tient boutique » de renseignements, mais de renseignements fournis gratuitement aux usagers, la Société d'Encouragement ne pourrait-elle pas être un de ces clients et recevoir le Bulletin quotidien de l'Office et ses autres publications (Mémorial, Bulletin mensuel climatologique, etc.)? Le Bulletin quotidien serait affiché dans le vestibule de l'hôtel de la Société où il serait consulté par les nombreuses personnes cultivées qui le fréquentent; les publications seraient versées à notre Bibliothèque et mises à la disposition des sociétaires et des lecteurs. Le colonel Renard est convaincu qu'une demande officielle adressée à cet effet à M. le Sous-Secrétaire d'État de l'Aéronautique recevrait un bon accueil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES APPLICATIONS DE LA MÉTÉOROLOGIE A LA MÉDECINE ET A L'HYGIÈNE

De nos jours la prévision du temps à venir est le but principal des observations et des recherches météorologiques.

Elle est la préoccupation dominante de la plupart des établissements chargés de recueillir les observations et de les discuter, et le public ne s'intéresse à ces observations que dans la mesure où il en attend des lumières sur le temps qu'il fera.

La prévision du temps constitue évidemment l'application la plus naturelle des connaissances que nous pouvons acquérir sur l'enchaînement des phénomènes atmosphériques. Les marins et les agriculteurs, attentifs depuis la plus haute antiquité à l'état du ciel, n'ont jamais eu d'autre objet, en examinant les colorations du levant ou du couchant, ou la course et la forme des nuages, que d'y découvrir les signes du temps futur.

Mais si l'observation empirique, devançant l'observation systématique des innombrables stations météorologiques de notre époque, s'est dès l'origine assigné comme but la prévision du temps, il en a été longtemps tout autrement pour les recherches d'un caractère scientifique.

Au milieu du siècle dernier, loin d'être à la mode comme à présent, la prévision du temps était fort mal considérée des hommes de science qui s'occupaient de météorologie. Ils la jugeaient certainement désirable, mais elle leur paraissait tellement au-dessus des possibilités de leur époque, qu'ils regardaient comme antiscientifique de s'en occuper. C'était sagement raisonner. Une science naissante est impuissante à prévoir les faits. Elle doit commencer par les observer et les classer, puis s'efforcer d'en déterminer les relations. Ce n'est qu'après bien des siècles d'observations et de méditation que les astronomes sont parvenus à résoudre le problème, relativement très simple, du calcul des positions futures des planètes. Comment la météorologie aurait-elle pu s'attaquer, dès son enfance, au problème infiniment compliqué que comporte la prévision des états futurs de l'atmosphère?

Même à l'époque actuelle où un progrès appréciable et encourageant a été déjà réalisé, beaucoup d'esprits scientifiques se détourneraient de la pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vision du temps si les cartes synoptiques dont elle fait grand usage n'offraient pas en elles-mêmes un vif intérêt comme moyen d'analyse des processus atmosphériques.

Un exemple caractéristique montre quel était jadis à cet égard l'état de l'opinion.

En 1852, la Société météorologique de France se constituait sous la présidence de l'illustre Bravais, en vue de coordonner les efforts, jusqu'alors dispersés, des savants adonnés à la science de l'atmosphère.

L'article 2 de son règlement constitutif définit d'une manière concise mais fort nette le but de la Société. Il est « de concourir à l'avancement de la météorologie et de la physique terrestre et particulièrement de faire connaître le climat de la France, tant en lui-même que dans ses rapports avec l'agriculture, l'hygiène et les arts industriels ».

Dans ce texte, pas la moindre allusion à la prévision du temps, qui, durant de longues années, n'est pas davantage représentée dans les tables des matières des annuaires de la Société.

Une quinzaine d'années plus tard, quand le Service d'avertissement des tempêtes, fondé par Le Verrier, eut commencé à donner des résultats, la situation changea quelque peu, mais l'étude de la nouvelle méthode de prévision par cartes synoptiques resta longtemps l'apanage d'un petit nombre de spécialistes. La grande majorité des météorologistes continuaient à diriger leurs efforts vers d'autres buts.

Quels étaient ces buts? Ceux-là même que la Société météorologique de France s'était fixés et tout particulièrement les rapports des climats et de l'hygiène. C'est un fait sur lequel il n'est pas inutile d'insister car en éclairant le passé on projette souvent des lueurs sur l'avenir.

Dans son *Traité de météorologie* publié en 1774, Cotte mentionne les recherches de météorologie agricole de Duhamel et il ajoute : « En 1746, M. Malouin annonça des observations météorologiques *d'un genre encore plus intéressant*. Elles avaient pour objet de faire connaître l'effet des variations de l'air dans les différentes maladies.... Il les continua pendant neuf années. »

Au XIX^{e} siècle, les Malouins furent légion. La plupart des séries météorologiques, poursuivies parfois pendant toute une existence humaine avec une inlassable persévérance, n'eurent pas d'autre raison d'être que la recherche des relations entre l'état de l'atmosphère et la santé humaine. On pourrait en citer d'innombrables exemples. Choisissons-en un parmi les plus typiques.

L'Observatoire de Perpignan, bien connu de tous les météorologistes, a été fondé par le D^{r} Fines, qui était à la fois un savant physicien et un habile médecin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quelques passages de son premier ouvrage (1) feront bien comprendre le but qu'il s'était fixé :

« La météorologie médicale doit s'occuper de tous les phénomènes qui se passent dans la masse gazeuse qui nous enveloppe et dans laquelle nous vivons, et surtout de toutes les impressions physiologiques ou pathologiques que ces phénomènes font ressentir à nos organes. Ces impressions doivent être attentivement étudiées avant d'être inscrites; elles doivent être le résultat d'un véritable jugement, d'une opération intellectuelle assurément moins exacte que l'inscription mécanique d'un instrument; leur délicatesse peut même les faire varier plus ou moins, suivant les aptitudes personnelles, mais elles sont de la plus grande utilité pratique, et malgré la difficulté, elles doivent être recherchées et notées avec le plus grand soin

« Les observations physiques permettent aux météorologistes d'étudier les lois qui régissent les phénomènes atmosphériques. Les modifications physiologiques ou pathologiques produites sur nos organes doivent être notées très attentivement, afin de permettre au médecin d'indiquer les règles de l'hygiène climatologique et de créer la météorologie médicale....

« Notre travail sera la relation historique fidèle de ce que nous aurons vu. Nous constaterons des coïncidences; celles-ci se produiront quelquefois dans des circonstances opposées et paraîtront être de véritables contradictions que nous enregistrerons avec impartialité. Le grand nombre, la fidélité, l'exactitude des documents peuvent seuls permettre d'éliminer les contradictions apparentes et de voir les rapports vrais qui doivent exister entre les agents atmosphériques et la pathogénie.

« Comme sauvegarde contre le découragement que pourrait amener une étude si longue et si pénible, nous avons contracté l'obligation de lire régulièrement des rapports mensuels aux séances que tient chaque mois la section des sciences de notre Société (2). »

Quels résultats donnèrent les recherches de cette nature, si nombreuses au XIX[e] siècle?

Personne, à notre connaissance, n'en a fait l'inventaire, mais, de toute évidence, ils se réduisent à peu de chose. Il est très probable que les médecins qui se sont livrés à ces recherches ont acquis des connaissances précieuses pour la pratique de leur profession. Il est plus douteux qu'ils eussent été en mesure de les formuler d'une manière assez précise pour que d'autres qu'eux-mêmes pussent en profiter.

Pourtant il ne semble pas que les chercheurs engagés dans cette voie

(1) Dr J. FINES, *Météorologie et maladies régnantes observées à Perpignan pendant l'année 1869.* Perpignan, 1870.

(2) La Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

aient jamais connu le découragement que craignit Fines au début de sa carrière, mais la révolution qui s'accomplissait dans la science médicale ne devait pas tarder à raréfier leurs imitateurs.

Le triomphe de la doctrine pastorienne paraissait en effet rendre vaine toute idée de liaison entre les maladies et les phénomènes atmosphériques. Étant admis que le microbe était la cause nécessaire et suffisante de la maladie, l'apparition de celle-ci s'expliquait très simplement par l'arrivée de celui-là, sans qu'il fût besoin de s'embarrasser d'autres considérations. Le médecin et l'hygiéniste se détournèrent de la climatologie en faveur de la bactériologie.

Mais on sait que depuis un certain nombre d'années cette doctrine trop absolue est en recul. Le rôle du microbe apparaît comme moins exclusif qu'on ne l'avait cru. Celui du milieu reprend de l'importance et l'observation des modifications physiques de l'atmosphère, au sein de laquelle nous vivons, commence à s'imposer de nouveau à l'attention.

A peu près simultanément, comme il arrive d'ordinaire quand les esprits s'orientent vers une nouvelle direction, divers travaux ont paru récemment aux États-Unis, en Angleterre et en France sur les relations entre la santé humaine et le temps. Leur analyse nous entraînerait dans trop de détails. Un fait significatif est toutefois à signaler. En 1921, le National Research Council des États-Unis a nommé un comité chargé de l'étude de ce sujet. Le professeur Ellsworth Huntington, chargé de rédiger un rapport préliminaire, y a tracé un programme de recherches très complet dont l'exécution est en cours.

Les données dont on peut se servir sont à l'heure actuelle beaucoup plus nombreuses et plus précises.

Dans la plupart des grandes villes, la mortalité est enregistrée avec soin. La nomenclature des causes de mort est plus détaillée et plus uniforme. La statistique a accompli de grands progrès non seulement sous le rapport de l'enregistrement des faits, mais aussi sous celui de leur discussion mathématique. Elle possède maintenant des moyens variés et efficaces de mettre en évidence les relations qui peuvent exister entre deux ordres de faits.

Que la mortalité d'une grande agglomération urbaine soit sous la dépendance de l'état de l'atmosphère, c'est ce qu'il est facile de démontrer. La figure 1 en fournit une preuve assez nette. La ligne brisée supérieure représente la mortalité à Paris, en janvier, de 1880 à 1914. La ligne inférieure indique, pour les mêmes mois, la proportion pour 100 des vents de Sud à Sud-Ouest (courant équatorial), mais on en a renversé l'échelle, de sorte que la ligne monte quand ces vents ont été rares et descend lorsqu'ils ont régné plus souvent que de coutume. On voit que les deux lignes offrent un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

caractère évident de parallélisme, d'où il résulte qu'en hiver les vents doux et humides sont favorables, contrairement à une opinion très répandue dans le public.

Les grandes pointes de la ligne de mortalité en 1890 et 1892 sont dues à des épidémies, phénomènes accidentels dont les causes n'étaient pas du domaine de la climatologie.

Signalons encore une remarque intéressante à faire sur cette figure. Il est visible que les deux courbes se sont rapprochées progressivement, ce

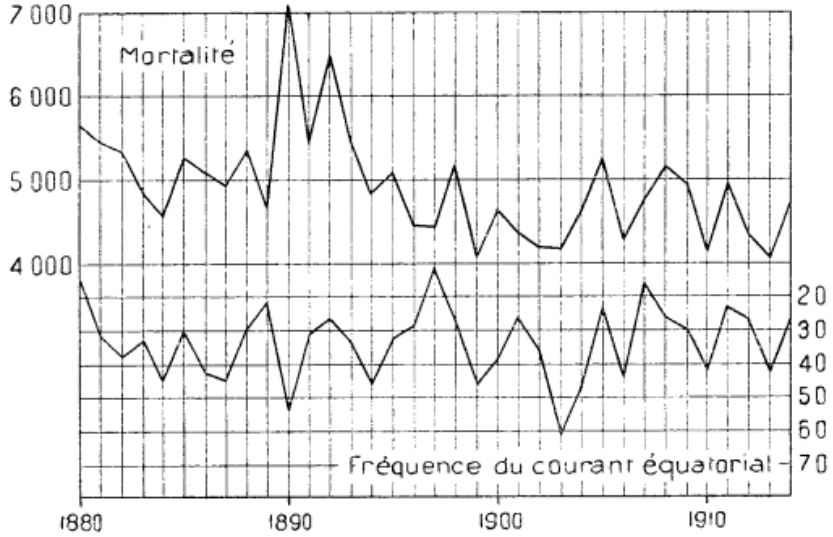


Fig. 1. — Mortalité générale à Paris en janvier, comparée à la fréquence du courant équatorial.

qui montre qu'à égalité de conditions climatologiques la mortalité a diminué à Paris. Cette diminution apparaîtrait davantage encore si l'on avait tenu compte de l'accroissement de la population.

De tous les éléments météorologiques, la température est, de beaucoup, celui qui a le plus d'influence sur la mortalité et l'on conçoit aisément que cette influence soit particulièrement forte sur le nombre des décès par maladies inflammatoires des organes de la respiration.

On a pu déterminer numériquement cette relation pour Paris, d'après les données fournies par le *Bulletin hebdomadaire de Statistique municipale*. Elle est indiquée par la courbe de la figure 2 où les températures sont portées horizontalement et le nombre de décès par semaine verticalement. Les croix représentent les résultats bruts de statistique, qui a porté sur dix années (de 1904 à 1913). Ils déterminent la courbe avec une précision qui égale celle de beaucoup d'expériences de physique.

La comparaison des variations de la température et de celles du nombre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des décès avait montré qu'il existe entre elles un décalage moyen de trois semaines. C'est donc de la température de l'antépénultième semaine que dépend principalement le nombre de décès. De 0° à 14°, celui-ci diminue régulièrement de 9,2 quand la température augmente de 1 degré, puis l'effet s'atténue et de 18° à 24° la température n'a presque plus d'influence.

La direction du vent dominant joue, elle aussi, un rôle, indépendant de celui de la température. Toutes choses égales d'ailleurs, les vents d'entre

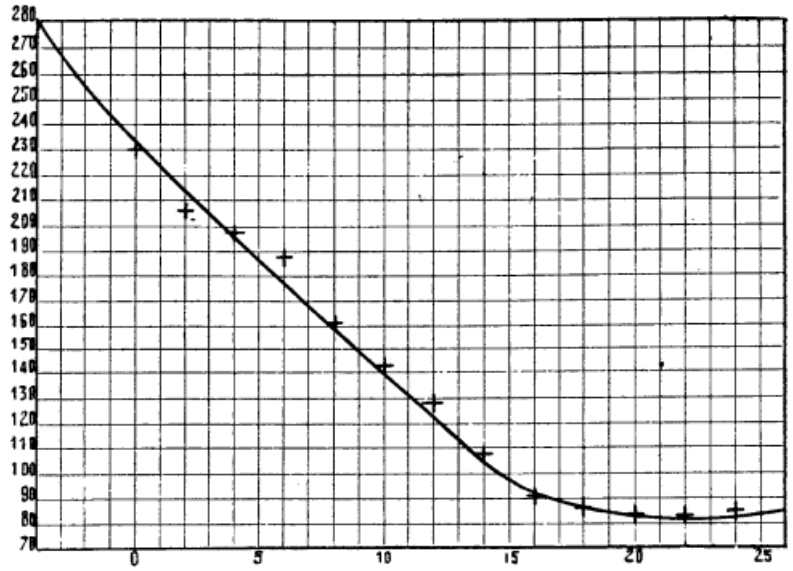


Fig. 2. — Nombre hebdomadaire de décès par maladies des voies respiratoires à Paris, en fonction de la température moyenne de l'antépénultième semaine.

Nord et Est augmentent le nombre des décès par maladies des voies respiratoires pendant la saison froide.

La mortalité par diarrhée infantile a été l'objet d'une étude analogue. Cette maladie, qui a fait périr à Paris en été de 1904 à 1913 plus de 10.000 enfants en bas âge, a des liens très étroits, mais assez compliqués, avec la température.

Il est possible de calculer assez exactement le nombre de décès d'après la marche du thermomètre.

L'intérêt de ces relations numériques au point de vue de l'hygiène est évident. Elles permettent de se rendre compte, plus exactement que par les statistiques brutes, de l'état sanitaire d'une collectivité. Un excès soutenu de la mortalité calculée relativement à la mortalité constatée révèle la présence d'une cause morbifique inhabituelle.

D'autre part, c'est seulement après avoir éliminé l'effet, très important,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des causes climatiques, qu'on peut espérer constater celui des mesures prophylactiques ou autres qui ont été appliquées et juger si l'état sanitaire s'est réellement amélioré.

A ce propos il nous est agréable de faire connaître que l'application de cette méthode met en lumière une diminution considérable du taux intrinsèque de la mortalité par diarrhée infantile à Paris. Il est tombé aux 6 dixièmes de ce qu'il était avant 1914.

Une autre application de la météorologie à l'hygiène a pris depuis quelques années une importance qui ne peut que s'accroître. Nous voulons parler de l'étude climatologique des stations de cure ou de repos.

Jadis on se déplaçait peu. Les personnes qui prenaient des vacances les passaient généralement dans une maison de campagne. Quelques malades seulement faisaient une *saison*. De nos jours, il est peu de gens qui n'aillent chaque année se reposer ou se soigner à la mer, à la montagne ou dans une station thermale.

Il en est résulté des besoins nouveaux d'information. On s'est aperçu que les qualités des eaux et les propriétés climatiques des diverses stations étaient mal connues. Une loi a créé en 1919 l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie du Collège de France, qui a reçu mission d'étudier, au point de vue de la médecine et de l'hygiène, les eaux et les climats.

La climatologie des stations de cure et de repos est assez différente de la climatologie ordinaire. Celle-ci se propose d'établir des lois générales. Par suite, les stations dont elle utilise les observations sont celles qui présentent à peu près les conditions moyennes de la région, sous le rapport de l'altitude et de la configuration du sol. De plus, pour mieux éliminer les particularités locales, elle réduit au niveau de la mer tout ce qui peut l'être.

Au contraire, la climatologie spéciale dont nous parlons s'attache à l'étude des cas particuliers. Ce qui l'intéresse, c'est le climat réel de la station de cure, quelque anormal qu'il puisse être.

D'ailleurs, une station climatique a nécessairement un climat anormal, sans quoi, où serait sa supériorité?

Dans certaines régions, notamment sur la côte de Provence, les conditions varient beaucoup d'un point à un autre, suivant la situation plus ou moins abritée, la distance de la mer, l'orientation, etc. Il est alors nécessaire de multiplier les stations si l'on veut que les résultats obtenus soient réellement utiles, ce qui complique la tâche.

En revanche, celle-ci est généralement simplifiée par le fait que, dans les stations de cure, il n'est pas indispensable que les observations soient poursuivies sans interruption toute l'année. Il suffit qu'elles soient faites

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pendant la *saison*. En effet, du point de vue spécial dont il s'agit, le climat de Nice en été et celui de Dieppe en hiver n'ont pas d'intérêt.

Si l'on ne possède que très peu de renseignements précis sur le climat des villes d'eaux et des stations balnéaires, c'est que la climatologie générale exigeait des observations ininterrompues qu'il était à peu près impossible d'obtenir dans ces localités, presque sans habitants en dehors de la saison.

Les stations purement hydrominérales rentrent, elles aussi, dans le cadre de cette étude, car le temps qu'il y fait agit nécessairement sur les malades et l'on conçoit qu'il puisse modifier sensiblement l'effet des eaux, dans un sens plus ou moins favorable.

D'ailleurs les malades sont ordinairement accompagnés d'une partie de leur famille. S'il y a des enfants, les conditions climatiques auront particulièrement de l'importance pour le choix de la station.

La loi du 13 avril 1910, complétée par une autre en 1919, a donné une existence légale à la dénomination de station climatique, qu'elle a réservée aux localités offrant aux malades « des avantages climatiques ». La procédure d'attribution de ce titre, telle qu'elle est pratiquée actuellement, a soulevé d'assez vives critiques. On réclame plus de garanties scientifiques. On demande surtout que les avantages climatiques allégués soient établis par des observations météorologiques irréprochables. Un mouvement d'idées très net se dessine, en ce moment, dans les milieux médicaux, en faveur de la climatologie.

Mais le rôle de celle-ci ne consiste pas seulement à recueillir des renseignements et à documenter sur le climat des diverses stations les médecins et les malades. Il faut aussi qu'elle découvre les raisons pour lesquelles tel climat jouit de telles propriétés. Il faut que, dans l'ensemble complexe des agents atmosphériques connus ou inconnus, elle discerne celui ou ceux qui produisent les effets constatés. Dans ce domaine, malheureusement très difficile, la météorologie trouvera une de ses plus belles et plus utiles applications.

LOUIS BESSON,
Chef du Service météorologique de la Ville de Paris,
chef du Service climatologique de l'Institut d'Hydrologie et de Climatologie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

Météorologie pratique. Comment prévoir le temps, par M. l'abbé Th. Moreux, directeur de l'Observatoire de Bourges. Un vol. (21 × 13 cm.), de 266 p., avec 48 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 2e édition, 1925.

La science météorologique, qui semble, au premier abord, n'être, de la part du grand public, qu'un objet de discrédit, est peut-être cependant celle qui rencontre le plus de bonnes volontés. Presque personne n'est demeuré indifférent à ses progrès ni aux services qu'elle peut rendre; mais beaucoup, sans doute, après avoir consciencieusement relevé jour par jour les variations de la température, de la pression et du vent, ont fini par se décourager, parce qu'ils ne parvenaient à tirer de leurs observations aucun résultat pratique.

Ce n'est pas qu'on ait négligé de grouper ces bonnes volontés. Il existe, dans de nombreux départements français, des commissions météorologiques régionales qui coordonnent les observations de nombreux petits postes confiés à des instituteurs, des gardes forestiers, des éclusiers, des agriculteurs. Tous les renseignements fournis par ces observateurs bénévoles sont centralisés à l'Office national météorologique où l'on sait parfaitement les utiliser à une étude climatologique de notre pays; mais, ceux-là mêmes qui ont fourni les données météorologiques ignorent ce qu'elles deviennent et n'en profitent pas. Ils n'ont pas la satisfaction de pouvoir s'en servir eux-mêmes et de se rendre compte ainsi de l'utilité de leurs efforts.

C'est à eux que s'adresse le livre de M. l'abbé Moreux. En un langage simple et clair, le directeur de l'Observatoire de Bourges voudrait offrir à chacun le moyen de s'initier à la météorologie et il n'est pas douteux qu'il atteigne son but.

Cet ouvrage insiste sur tout ce qui est fondamental, ne négligeant jamais les renseignements pratiques. A propos de chaque élément météorologique : température, pression, état hygrométrique, etc., on trouvera des notions sur les instruments qui permettent de les mesurer, sur leur choix, leur installation, leur emploi.

Après avoir envisagé ces sujets, l'auteur aborde l'étude du ciel, c'est-à-dire des nuages. Puis il passe en revue les perturbations atmosphériques : dépressions, tempêtes, cyclones, orages.

Il montre alors comment on représente, sur une carte, les différents phénomènes isobariques et comment se répartissent, dans une dépression ou un anticyclone, les éléments météorologiques précédemment étudiés : température, vent, nébulosité.

Un chapitre est consacré à l'étude du déplacement des dépressions et à la prévision de ce déplacement; un autre s'occupe de la prévision particulière des principales situations météorologiques : beau temps, mauvais temps, chaleurs et froids, orages, gelées et brouillards.

L'ouvrage se termine par un recueil de proverbes météorologiques

En annexe, on trouvera une série de tables pour les calculs de la pression barométrique, de l'humidité, des tableaux et un abaque pour la prévision des gelées, ainsi que des modèles de calculs qui rendront service aux débutants en météorologie.

On peut regretter toutefois que dans cet ouvrage la liaison entre les phénomènes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

météorologiques et les différents secteurs d'une dépression n'ait pas été indiquée d'une manière plus précise. La relation qui existe entre la répartition des températures, celle des pressions et celle des nuages est en effet une des acquisitions les plus fécondes de la météorologie contemporaine, celle peut-être qui donne à cette science le plus d'unité et de vie.

On relève aussi des négligences dans la classification des nuages qui, bien qu'utilisant les termes classiques, n'est pas toujours en accord avec celle qui est généralement admise aujourd'hui. C'est ainsi que le tableau de la page 258 semble faire de l'alto-cumulus une simple variété de cumulus, que l'alto-stratus est présenté comme une variété de stratus, qu'une hauteur de 1.000 à 1.200 m est attribuée au nimbus tandis que les stratus sont placés de 500 à 900 m.

En dehors de ces détails au moins discutables, l'ouvrage de l'abbé Moreux constitue cependant une bonne initiation et pourra rendre service aux amateurs de météorologie. Les lecteurs habituels de l'abbé Moreux y trouveront de quoi satisfaire une fois de plus leur curiosité scientifique.

Études élémentaires de météorologie pratique, par M. Albert Baldit, ancien officier de marine, ancien chef du Service météorologique du Groupe des Armées du Centre, président de la Commission météorologique de la Haute-Loire. Un vol. (25 × 16 cm), de XIII + 428 p., avec 132 fig. et cartes. Paris, Gauthier-Villars et C^ie^, 55, quai des Grands-Augustins (6^e^), 2^e^ édition, 1922.

Cet ouvrage, dont la réputation n'est plus à faire, est le fruit d'une expérience personnelle acquise en partie durant la guerre; car, il faut bien le dire, c'est la guerre qui a donné à notre météorologie nationale tout l'essor qu'elle a pris aujourd'hui.

Sous l'empire des nécessités, on dut organiser un service météorologique doué de moyens d'action dont la météorologie n'avait jamais disposé jusqu'alors. Le nombre de renseignements réclamés journellement de ce service était considérable et, au premier plan, venait la prévision du temps, élément essentiel dans la préparation de toutes les opérations militaires. L'ensemble des notions nouvelles acquises dans ces conditions, des problèmes posés et résolus, a grandement enrichi le capital des météorologistes dont l'effort fut constamment encouragé.

Or, cette organisation météorologique de la guerre, on ne saurait mieux faire que la conserver et l'adapter à la France de la paix. Les problèmes qu'on se posait sur le front sont d'une utilité et d'un intérêt permanents. C'est à cette œuvre d'adaptation que M. Baldit veut contribuer. Il estime que l'esprit de la météorologie doit évoluer. Elle doit d'abord s'alléger, dit-il, de tout ce qui n'a pas un rapport direct avec elle, comme la sismologie et l'étude du magnétisme terrestre, qui seront laissés à un institut de physique du globe. Il pense de plus que tous les efforts doivent tendre à la prévision du temps qui constitue, selon lui, le problème primordial de la météorologie. La climatologie, qui a trop absorbé l'attention durant ces dernières années, devra désormais être envisagée dans ses rapports avec la prévision et en constituer l'aide incessante. Ce n'est pas là, du reste, amoindrir la météorologie. Les éléments météorologiques seront étudiés, mais dans leurs rapports avec les grandes perturbations atmosphériques; on y joindra des études auxquelles on n'attachait pas jusqu'ici assez d'importance, comme par exemple celle de la nature des nuages, de leur formation, de leur disparition; on cherchera comment ces éléments divers s'associent aux formations particulières de la carte du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

temps; comment ils varient; quels rapports ils ont entre eux. Et l'on peut espérer qu'ainsi, la science de l'atmosphère, cessant d'être une science de moyennes, deviendra plus vivante, prendra plus d'ampleur, s'enrichira de la solution d'une foule de problèmes théoriques ou pratiques encore à peine entrevus.

M. Baldit se défend de vouloir faire un traité de météorologie. Son livre est en effet très différent d'un exposé didactique; mais on pourrait le qualifier de « traité de technique météorologique ».

Il s'attache, en effet, bien moins à exposer les résultats qu'à pénétrer dans le détail et la pratique des méthodes; il s'adresse au météorologiste de carrière dont il veut être le guide. L'homme de métier y trouvera une mise au point lumineuse de tous les problèmes techniques qui peuvent se poser à lui dans la pratique.

Cet ouvrage est beaucoup trop important et trop complexe pour qu'on puisse en indiquer ici autre chose que les grandes lignes.

Il est divisé en trois parties.

La première traite des méthodes générales et des procédés particuliers d'observation. A côté d'un chapitre réservé aux sondages aérologiques dont l'importance croît de jour en jour, M. Baldit a consacré un exposé spécial à deux remarquables outils d'observation de grand avenir : le ballon captif et l'avion météorologiques. C'est là une innovation dont on lui saura gré.

Mais, avant de se livrer à des observations, il faut installer les postes et les stations dont c'est le travail. M. Baldit, et c'est une des originalités de son ouvrage, consacre de longues pages à l'installation des postes et des stations météorologiques, à leur organisation, ainsi qu'à celle d'un service météorologique général de la France.

La seconde partie est plus proprement technique et même pratique; elle montre comment devront être résolus les problèmes qui se posent journellement au météorologiste à propos de la pression barométrique et du vent.

La troisième enfin, qui paraîtra de beaucoup la plus attachante, est entièrement consacrée à un exposé scientifique d'ensemble du problème de la prévision du temps tel qu'il se pose aujourd'hui. On y lira, avec beaucoup d'intérêt, des études fort bien faites sur les grains, les orages, la radiation nocturne, les éclaircies; puis, après les méthodes de prévision de ces phénomènes particuliers, celles, plus complexes, plus ardues, de la prévision en général. Qu'on ne s'attende pas toutefois à trouver résolue la prévision à longue échéance si avidement désirée de tous. La météorologie n'en est pas encore là et la prévision à brève échéance est elle-même loin d'être fondée d'une manière définitive; mais il existe aujourd'hui un ensemble de règles d'une indiscutable valeur dues aux travaux des savants de tous les pays et qui, employées isolément ou combinées, donnent une proportion déjà satisfaisante de prévisions exactes. M. Baldit les expose loyalement, les montre à l'œuvre à l'aide de nombreux exemples, les soumet au contrôle de l'expérience, en dégage impartialement les mérites, en fait ressortir les imperfections. On trouvera, par exemple, une analyse critique des « règles de Guilbert » qui ont, plus d'une fois, donné lieu à des discussions passionnées; un chapitre enfin est réservé à l'exposé des travaux de Bjerknès dont les conceptions récentes apparaissent déjà si fécondes.

On ne saurait trop recommander la lecture de ces pages à tous ceux qui sont doués d'une culture scientifique suffisante; ils y trouveront la mise au point la plus claire, la plus précise et aussi la plus impartiale qui ait été faite en France, d'un sujet bien propre à passionner tous les esprits. Enfin, il n'est pas douteux que,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans son ensemble, cet ouvrage remarquable ne devienne en quelque sorte le « livre de chevet » du météorologiste.

L'atmosphère et la prévision du temps, par M. J. ROUCH, capitaine de corvette, ancien chef du Service météorologique des Armées et de la Marine, professeur à l'École navale. Un vol. (17 × 11 cm), de 207 p., avec 35 fig. Collection Armand Colin (Section de physique), n° 36. Paris, A. Colin, 103, boulevard Saint-Michel, 1923 (Prix : 5 f).

Ce livre, dit l'auteur, est destiné à donner un aperçu général de la météorologie. Qu'on n'imagine pas toutefois y trouver une œuvre de vulgarisation; c'est un véritable petit traité de la science de l'atmosphère, clair, précis, d'une lecture facile, où les données concrètes abondent.

Le plan en est simple, logique, naturel : « suivre la méthode que l'homme a suivie lui-même pour pénétrer peu à peu les secrets de la nature » : c'est-à-dire observer d'abord, puis comparer entre elles les observations ainsi recueillies en des temps ou en des lieux différents, enfin chercher à découvrir les liens qui unissent les phénomènes.

L'ouvrage est divisé en trois parties bien distinctes.

La première est consacrée à l'observation des éléments météorologiques : pression, température, état hygrométrique, insolation, nébulosité, précipitations et vent. Les méthodes et les instruments d'observation sont successivement passés en revue. L'auteur insiste, tant sur les questions pratiques que sur les notions théoriques. Il n'oublie rien de ce qui est fondamental : définitions, descriptions, calculs. Il donne de nombreux exemples concrets, et des tables permettent au météorologiste débutant de se débrouiller seul dans l'utilisation technique des instruments.

Mais, les observations les plus diverses étant faites, leur comparaison permet, avons-nous dit, d'arriver à une connaissance générale de notre atmosphère. C'est l'exposé de cette connaissance que comprend la seconde partie. L'auteur y étudie les variations des éléments météorologiques avec le temps : variations diurnes, variations annuelles; puis les variations dans l'espace, en altitude comme en surface, c'est-à-dire la répartition géographique des phénomènes. Rien d'important n'est omis : c'est tout un exposé de la climatologie en 97 pages.

La troisième partie de l'ouvrage est réservée aux applications de la météorologie. L'auteur croit répondre ainsi, dit-il, « aux préoccupations positives des générations nouvelles, toujours prêtes à demander : à quoi cela sert-il? » Bien qu'il ait eu, comme marin, à utiliser souvent ses connaissances météorologiques, M. le commandant Rouch n'est pas de ceux qui pensent que la prévision du temps est le but unique de la science de l'atmosphère et sa seule raison d'existence; mais, à vrai dire, c'est par ses applications qu'elle joue un rôle social et prend chaque jour plus d'importance. Or, la prévision est l'application principale de la météorologie et, en quelque sorte, celle qui comprend et résume la plupart des autres. Aussi l'auteur lui consacre-t-il la première place. Mais ce n'est pas la seule, ainsi qu'on s'en rendra compte aisément en lisant les paragraphes qui traitent des applications de la météorologie à l'artillerie, à l'aviation, à l'agriculture. Cette partie de l'ouvrage n'est certes pas la moins intéressante; et ceux qu'un esprit pratique a conduit vers ce livre n'y rencontreront pas de déception.

Ajoutons que l'auteur, si bien au courant des plus récents progrès dans un

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

domaine qu'il a su lui-même enrichir, a pu nous faire bénéficier ici de sa longue expérience personnelle et de ses propres travaux scientifiques. Nous lui savons gré d'offrir aux débutants en météorologie un guide précieux où l'originalité scientifique ne le cède en rien à la précision et à la sûreté de la méthode.

La prévision du temps en agriculture, par M. JOSEPH SANSON, Ingénieur-agronome. Un vol. (19 × 12 cm) de l'*Encyclopédie agricole*, publiée sous la direction de M. G. WERY, de 320 p., avec 69 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925 (Prix : 10 f).

L'ouvrage de M. J. Sanson sur la prévision du temps en agriculture fait partie de l'Encyclopédie agricole publiée par MM. Baillière sous la direction de notre distingué collègue M. G. Wery, directeur de l'Institut national agronomique.

Ce livre est arrivé à propos dans la période où notre Société instituait, au mois de mai de cette année, une série de conférences publiques sur les progrès récents et les applications de la météorologie.

Depuis de longues années la question de la météorologie préoccupe le Comité d'Agriculture et dès 1921 j'avais établi en son nom une note (1) relative à la météorologie en France et notamment au Service des Avertissements agricoles organisé au Ministère de l'Agriculture.

C'est en 1911 que le Service de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles, dont j'étais directeur, jeta les bases d'un Service de Météorologie agricole qui fut définitivement constitué en 1912, d'accord avec le Parlement. Pendant la guerre, les agents de ce service furent mis à contribution et c'est au lieutenant David, directeur de la Station régionale de Météorologie agricole de Montpellier, qu'est due l'organisation, à Dugny, près de Paris, du Service central de Météorologie aux Armées qui se développa ensuite sous les ordres du lieutenant de vaisseau Rouch, du capitaine Scherechewsky, du colonel Delcambre et du général Bourgeois. L'entente entre les services, qui s'était établie pendant la guerre, se continua après la cessation des hostilités. L'essor donné à l'aviation civile amena la création d'un service météorologique rattaché au Sous-Secrétariat d'État de la Navigation aérienne (Ministère des Travaux publics) et ce service s'organisa d'une façon complète en 1920 sous le titre « Office national météorologique », englobant le Bureau central météorologique créé au Ministère de l'Instruction publique en 1878. Le Service de Météorologie agricole du Ministère de l'Agriculture fut alors modifié et son rôle fut plus restreint : il prit le titre de « Service des Avertissements agricoles et de Météorologie appliquée à l'Agriculture ». En 1922, ce service fut rattaché à l'Institut des Recherches agronomiques et fut dénommé « Service des Avertissements agricoles ». Son action fut de nouveau limitée. Il ne fit plus de prévision du temps : il se borna à se servir des prévisions de l'Office national météorologique. Un décret du 5 novembre 1923 a précisé définitivement les attributions de ce service qui est spécialisé dans les recherches concernant les applications de la physique à l'agriculture et l'utilisation des observations météorologiques en vue d'avertissements à donner aux agriculteurs.

L'ouvrage de M. Sanson débute par une introduction, assez développée, qui est relative à l'organisation des divers services chargés de la prévision du temps. L'auteur fait l'historique de la prévision du temps à travers les siècles : celle des

(1) Voir le *Bulletin* d'octobre 1921.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

anciens était rudimentaire et il faut arriver à l'illustre astronome Le Verrier pour l'établissement de bases permettant la prévision scientifique du temps. Dès 1878, c'est le Bureau central météorologique, dépendant du Ministère de l'Instruction publique, qui devient un organisme important diffusant chaque jour les avis de prévision. Peu de détails sont donnés sur le fonctionnement de ce Bureau qui, cependant, a été dirigé par des savants tels que Mascart et Angot.

Un chapitre spécial est réservé à l'Office national météorologique. M. Sanson indique les stations qui ont été installées par l'Office et donne des détails sur leurs rapports avec cet organisme. Il relate également les stations utilisées par l'Office et qui dépendent soit du Ministère de l'Instruction publique, soit du Ministère de l'Agriculture.

En ce qui concerne les stations du Ministère de l'Agriculture, l'auteur s'y arrête un instant. Ces stations sont en effet assez nombreuses et il faut signaler celle de Cadillac (Gironde), qui fut dirigée par M. Capus, et celle de Montpellier, par M. Ravaz. La station de Cadillac, transférée il y a peu d'années à Villenave-d'Ornon, près Bordeaux, et la station de Montpellier sont installées d'une façon remarquable et permettent les recherches les plus délicates. En 1918 et 1919, le Ministère de l'Agriculture publia dans les *Annales de la Direction générale des Eaux et Forêts* des rapports sur les études entreprises dans ces deux stations; elles ont rendu de grands services à la viticulture en annonçant plusieurs jours à l'avance la date des invasions du mildiou et donnant par suite la possibilité aux vignerons de procéder aux traitements préventifs de la vigne. C'est d'ailleurs en raison des résultats pratiques obtenus à Montpellier et à Cadillac pendant de longues années que l'Administration de l'Agriculture décida la création d'un réseau de stations météorologiques.

M. Sanson signale ces stations et indique les principaux résultats obtenus mais sans entrer dans le détail de leur fonctionnement et sans préciser les études effectuées par MM. Capus et Ravaz relatives à la météorologie appliquée à l'agriculture.

Le service météorologique aux États-Unis fait l'objet d'un chapitre. C'est avec raison que l'auteur a donné des renseignements détaillés sur le fonctionnement de ce service qui est installé à Washington et relève du Ministère de l'Agriculture. Il fonctionne dans d'excellentes conditions. Doté d'un important crédit, il rend les plus grands services aux agriculteurs par ses avertissements. Lors d'une mission aux États-Unis, en 1910, j'ai été frappé des résultats obtenus par cet organisme et j'eus dès lors la préoccupation de développer nos stations françaises et de coordonner leurs efforts en vue de la création d'un organisme analogue à celui de Washington. A cette même époque, le Parlement s'était déjà occupé de cette coordination des études de météorologie entreprises par la Direction de l'Hydraulique et des Améliorations agricoles et désirait qu'elle s'orientât dans cette voie. Aussi, dès 1911, fut étudiée sous ma direction et sur le rapport de M. Rey, chef de la Station de Météorologie agricole de Montpellier, l'organisation d'un service général de météorologie agricole.

L'ouvrage de M. Sanson comprend, en dehors de l'introduction que nous venons d'examiner, quatre parties complétées par un appendice. Toutes ces parties sont relatives à la météorologie pure et aux moyens employés pour la prévision du temps.

La première partie est consacrée à l'étude des perturbations atmosphériques. Elle comprend de nombreux chapitres : le tracé des cartes synoptiques et leur utilité; les dépressions barométriques avec examen du rôle des vents, de l'influence

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des dépressions sur le temps; étude des théories norvégiennes, les fronts polaires; les anticyclones; les types isobariques secondaires; les centres d'action de l'atmosphère; les tempêtes; les trombes et les tornades; les grains et les orages.

La deuxième partie est relative à la prévision du temps à courte échéance par les cartes synoptiques. C'est l'étude de l'utilisation, pour la prévision des principaux phénomènes météorologiques (vents, température, brouillard, orages, etc.), des cartes diverses en usage : cartes isobariques et isothermiques; cartes d'isallobares et de nébulosité. Elle contient un chapitre relatif à l'étude de la méthode Guilbert. L'auteur donne les règles établies par ce distingué météorologue. Une section spéciale a été réservée à la diffusion des cartes synoptiques et des prévisions officielles. C'est grâce à la centralisation de tous les renseignements officiels venus des diverses parties du monde, que l'Office national météorologique établit le tracé des cartes synoptiques. D'autre part, en 1922, a commencé journellement la diffusion par téléphonie sans fil de bulletins météorologiques établis par l'Office; quatre émissions ont lieu régulièrement chaque jour; elles comportent des prévisions générales et des prévisions régionales. Ces dernières peuvent être précieuses pour l'agriculteur.

La troisième partie se rapporte à la prévision du temps à courte échéance sans l'emploi de cartes synoptiques. L'auteur donne des indications sur l'emploi du baromètre et du psychromètre qui permettent la prévisision des brouillards et des gelées printanières si redoutées des cultivateurs. Il examine ensuite la prévision du temps par l'observation des phénomènes naturels. Ces études intéressent plus particulièrement les agriculteurs qui ont coutume de faire eux-mêmes des prévisions de ce genre. Les pronostics sont basés sur l'observation des vents et des nuages ou sont tirés de l'état de l'atmosphère ou même fournis par l'observation des animaux et des végétaux. L'auteur cite tout un passage du cours d'agriculture de Gasparin où il est traité d'une façon parfaite des pronostics tirés de l'état de l'atmosphère.

La quatrième partie se rapporte à la prévision du temps à longue échéance. La question est traitée d'une façon succincte et ne comporte pas de conclusion précise. Cette réserve est naturelle car la prévision à longue échéance est très discutée. M. Sanson examine les influences solaires et l'action des taches solaires sur les différents phénomènes météorologiques. Il étudie ensuite les influences lunaires. C'est une partie qui sera lue avec intérêt par les agriculteurs qui attachent souvent une grande importance aux phases de la lune et à leur influence sur le temps. Les mauvais effets produits par la lune rousse sont dans tous les esprits et l'auteur donne son avis sur son action qui, d'après lui, ne serait pas tout à fait négligeable. M. Sanson termine cette quatrième partie par un relevé des principaux dictons et proverbes météorologiques. Il n'a pas confiance dans ces dictons qui, souvent, remontent à la plus haute antiquité, mais il pense qu'il est utile de les connaître. « D'une façon générale, dit-il, leur plus grand défaut est d'être trop absolus et « d'indiquer, comme devant arriver à une date fixe, des phénomènes qui peuvent « très bien se produire plus tôt ou plus tard. »

L'appendice qui termine l'ouvrage est relatif à la téléphonie sans fil et aux prévisions agricoles.

La téléphonie sans fil est un moyen merveilleux pour la diffusion dans la France entière des prévisions météorologiques. Avant la guerre on était limité à l'emploi du télégraphe qui présentait de nombreux retards dans la transmission des dépêches.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Aujourd'hui, la diffusion est immédiate et les renseignements peuvent parvenir dans les communes les plus reculées et les plus inaccessibles situées dans les hautes montagnes. Les nécessités de la guerre avaient développé l'emploi de la téléphonie sans fil, si bien que nous pouvions espérer, au Ministère de l'Agriculture, après l'armistice, utiliser le nouveau mode de communications pour les stations de météorologie agricole. Cette idée a été appliquée par l'Office national météorologique et fut réalisée en 1922 à la suite d'un accord intervenu entre cet Office et le Ministère de l'Agriculture. M. Sanson donne des extraits de la circulaire envoyée aux préfets par le Ministre de l'Agriculture en juin 1922 pour annoncer que les prévisions de l'Office national météorologique seraient désormais transmises par ses soins, par l'intermédiaire du poste de T. S. F. de la Tour Eiffel, à des heures déterminées. Il est conseillé aux communes d'installer un poste récepteur de téléphonie sans fil et des indications générales sont données à ce sujet. Le Ministre de l'Agriculture ajoute « que de son côté, il possède une organisation des avertissements agricoles, « avec un certain nombre de stations régionales, dont la mission est notamment de « traduire en conseils pratiques aux cultivateurs les phénomènes constatés et d'en « faire l'objet de toutes les recherches et applications scientifiques qu'ils comportent. »

L'auteur donne dans un dernier paragraphe quelques indications d'ordre général pour l'installation d'un poste de téléphonie sans fil. LÉON DABAT.

La prévision scientifique du temps. Traité pratique, par M. GABRIEL GUILBERT, chef de service de l'Office national météorologique de France, lauréat de l'Institut, lauréat du Concours international de Liége. Un vol. (25 × 16 cm) de IX + 439 p., avec 27 fig. Paris, A. Challamel, 17, rue Jacob (6e), 1922 (Prix : 22 f).

« En écrivant cet ouvrage, dit l'auteur au début de son livre, j'ai voulu présenter le résumé de toute ma carrière scientifique. » C'est en effet une œuvre essentiellement personnelle, produit de quarante années d'observations et de travail, et cette considération, jointe à la réputation météorologique de M. Guilbert, apporte un attrait de plus à ces pages toujours si intéressantes et surtout si pleines de vie.

Tous ceux qui s'intéressent à la prévision du temps ont entendu parler de la « méthode Guilbert ». Ces mots éveillent invariablement l'idée des vents anormaux, convergents ou divergents, car c'est surtout à la connaissance et à l'utilisation des vents de surface que se trouve lié le nom de M. Guilbert. Ce qu'on sait moins, c'est qu'il est l'auteur d'une autre méthode de prévision basée sur l'étude des nuages, mise au point dès 1886.

On reconnaît la part très grande faite par les météorologistes modernes aux nuages, dans leurs systèmes de prévision du temps, en France notamment. Aussi une étude des individualités nuageuses ou des ensembles nuageux est-elle plus que jamais d'actualité.

Cette méthode est la première en date dans l'œuvre de M. Guilbert. Ainsi qu'il a bien voulu l'exposer lui-même, dans une vivante conférence faite le 30 mai 1925 devant la Société d'Encouragement, l'auteur, encore tout jeune, isolé, sans livres, sans maître, devait s'adresser tout d'abord à l'observation des nuages et essayer d'en tirer des règles. C'est ainsi qu'il arriva à la conception des « successions nuageuses », que l'on trouvera exposée dans son livre.

Plus tard, la carte isobarique en main, se basant cette fois sur la répartition de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

la pression barométrique et l'étude du vent, l'auteur fut amené à formuler une seconde méthode de précision, plus précise. Cette méthode, condensée en un certain nombre de lois d'observation constituant une partie des « règles de Guilbert », s'adresse aux météorologistes de métier, ceux qui, pourvus d'un outillage spécial, disposent de cartes isobariques et de renseignements météorologiques quotidiens ; quant à l'examen des nuages, il constitue encore la base de toute prévision locale pour un observateur isolé.

D'ailleurs, depuis 1891, M. Guilbert s'est attaché à utiliser simultanément et à combiner ses deux méthodes, réalisant ainsi une méthode mixte de prévision du temps dont l'exposé constitue l'objet principal de son ouvrage. C'est cette méthode qui sert de base aux prévisions météorologiques publiées chaque jour, par le journal *Le Matin*, et dont chacun a pu apprécier la valeur.

L'ouvrage de M. Guilbert est divisé en trois parties.

La première est un exposé scientifique des règles et méthodes de prévision de l'auteur. On y trouvera l'étude des nuages et des successions nuageuses et l'énoncé des vingt-sept règles de Guilbert. Un des principaux intérêts de cette partie est certainement l'exposé des conceptions de ce météorologiste sur les nuages ; et la classification qu'il propose, basée sur la structure physique et l'altitude, est entièrement originale et profondément différente de celle qui est généralement admise aujourd'hui.

La seconde partie envisage, d'une façon avant tout pratique, la prévision d'un certain nombre de phénomèmes météorologiques : tempêtes, orages, grains, pluie, chaleur, froid, neige, brouillard, gelée blanche, nébulosité, et enfin du beau temps. Sur toutes ces questions particulières, l'auteur présente des idées et des conceptions personnelles. La façon de comprendre la formation de la pluie, bien qu'elle soit fort discutée, n'en présente pas moins un grand intérêt.

Enfin, dans la troisième partie de son ouvrage, l'auteur compare sa méthode à d'autres actuellement employées, notamment celle des tendances. Il discute ces méthodes et réfute les objections qu'on a pu adresser à la sienne. Les résultats qu'elle donne suffisent, du reste, à en légitimer *a posteriori* les principes. M. Guilbert réclame, en effet, un succès moyen de 92 p. 100 pour ses règles. La première donne même 100 p. 100 de succès et la deuxième arrive à 93 p. 100. M. Guilbert ne pense pas, du reste, que la prévision du temps soit le but de la météorologie, mais elle en est dit-il, la « pierre de touche ». Il estime donc, à bon droit, que ses succès pratiques, incontestables, viennent à l'appui de l'ensemble de ses conceptions scientifiques.

Comme son titre l'indique, le livre de M. Guilbert est un traité pratique, et l'on sent à chaque instant la préoccupation de l'auteur d'en faire un ouvrage utile et utilisable. Il a insisté sur ce fait que n'importe qui peut, après quelques semaines d'application, employer ses méthodes et devenir rapidement capable de fournir, à lui ou aux autres, des prévisions satisfaisantes. Et ce n'est pas seulement au météorologiste de métier que M. Guilbert a songé : il s'adresse, dit-il, à tous ceux qu'intéresse la météorologie, au marins, aux agriculteurs, aux aviateurs ou simplement aux « curieux du temps à venir ». Et le titre de nombreux paragraphes suffit à montrer qu'au contraire de beaucoup de météorologistes, il n'a point oublié l'observateur isolé réduit aux données de son baromètre et de sa girouette, ou même complètement privé d'informations et dénué d'instruments. Les titres suivants sont significatifs à cet égard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« Comment et quand l'observateur isolé peut-il prévenir le vent? — Les variations horaires du baromètre et la prévision de la pluie; — La coloration des nuages; — Les halos, signes de pluie; — La transparence de l'air; — Les « échos du Sud »; — La brume, le brouillard et leurs rapports avec la pluie; etc. »

M. Guilbert s'afflige de ce que, depuis soixante années, la météorologie ait fait si peu de progrès. Son ambition serait de contribuer à la relever en permettant aux personnes instruites et bien douées de s'initier aux lois de la prévision du temps dont il est un des principaux promoteurs, afin d'appliquer et même de perfectionner ses méthodes.

On lira avec beaucoup d'intérêt ce captivant ouvrage qui renferme tout l'ensemble des idées de l'auteur sur la météorologie, ses théories, ses méthodes et son avenir et qui, bien loin de présenter l'aridité d'un traité, est, avant tout, une œuvre profondément originale.

Les méthodes de prévision du temps, par M. J. Rouch, capitaine de corvette, ancien chef du Service météorologique des Armées et de la Marine. Un vol. (19 × 12 cm) de 280 p., avec 17 fig. Nouvelle collection scientifique. Paris, Alcan, 108, boulevard Saint-Germain, 1924 (Prix : 10 f).

Voici un livre spécialement consacré à la prévision du temps, c'est-à-dire au problème le plus important et aussi le plus difficile que se pose la météorologie, celui qui semble même, aux yeux du plus grand nombre, la seule raison d'être de cette science. Il arrive à son heure, au moment où l'organisation de l'Office national météorologique, ses progrès rapides et les services toujours plus considérables qu'il rend à l'activité économique du pays, ont mis en quelque sorte la météorologie à l'ordre du jour.

Si la connaissance du temps est, à bon droit, la préoccupation fondamentale des météorologistes actuels, si elle inquiète, il faut bien le dire, chacun de nous, les modernes ne sont pas les seuls à s'être posé le problème et à s'être efforcés de le résoudre. C'est l'histoire de ce problème et des efforts qu'il a suscités que nous présente M. le commandant Rouch, l'un des météorologistes français à qui la question doit ses plus récents progrès et dont la personnalité est si sympathiquement connue.

Cet ouvrage revêt naturellement la forme historique, mais c'est avant tout une œuvre critique dont la portée philosophique n'échappera à personne.

Le livre de M. le commandant Rouch comprend trois parties qui correspondent aux trois étapes par lesquelles sont passés les systèmes météorologiques.

Dans une première phase dite empirique, on a cherché à relier le temps à des influences astrales, et on a cru trouver des signes dans les apparences du soleil ou des étoiles, l'aspect des plantes et les allures des animaux. Cette manière de concevoir la prévision météorologique a régné, comme l'on pense, durant toute l'antiquité; bien plus, elle n'a pas encore disparu puisqu'on la trouve sous forme de proverbes, enracinée dans les croyances et les traditions populaires. Nombreux sont, de nos jours, ceux qui croient aux influences de la lune. On a beau montrer que leur opinion est sans fondement sérieux, le préjugé de l'influence de la lune sur le temps demeure tenace. C'est, dit l'auteur, parce que les hommes préfèrent une explication fausse à pas d'explication du tout, et l'on abandonnera la lune lorsque les météorologistes auront apporté une règle de prévision à longue échéance qui vaudra mieux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec l'observation locale des éléments météorologiques et l'emploi des instruments, la prévision du temps entre dans une seconde phase. M. le commandant Rouch montre successivement les méthodes basées sur l'observation des nuages et du vent, sur les observations barométriques locales, sur les observations de la température et de l'humidité. Chaque chapitre est accompagné de tableaux montrant comment ces méthodes étaient appliquées et peuvent même l'être encore, car il ne faut pas oublier que c'est à de telles règles que l'observateur isolé doit toujours avoir recours.

La troisième phase est celle où se trouve la météorologie d'aujourd'hui. Elle a commencé le jour où les météorologistes, cessant d'attribuer une importance prépondérante aux observations locales considérées en elles-mêmes, se sont attachés à la comparaison d'observations faites simultanément en un grand nombre de points. Les résultats de ces comparaisons, traduits en cartes météorologiques ou cartes du temps, sont le fondement de la météorologie proprement scientifique. Cette méthode, qui a servi de base aux travaux du Bureau central météorologique, en France, vient d'être élargie par l'Office national météorologique qui lui donne chaque jour plus d'importance et ne néglige rien pour l'assurer. Le temps n'est plus où les météorologistes croyaient pouvoir se contenter de quelques données recueillies sur un espace restreint. On utilise aujourd'hui de nombreux éléments météorologiques et on étend leur comparaison à une grande partie de l'hémisphère nord. Des postes d'observation et de centralisation sont créés, même sur mer. Les phénomènes atmosphériques apparaissent si intimement liés les uns aux autres, qu'on ne peut espérer donner une solution sérieuse au problème de la prévision qu'en étendant nos connaissances à la totalité de l'atmosphère qui nous est accessible, c'est-à-dire à la surface de la terre entière et à des altitudes de 8.000 ou 10.000 m.

Mais, chose curieuse, les météorologistes modernes, rompus par une longue pratique à la prévision du temps, en dépit de leurs moyens sans cesse plus étendus et de leurs connaissances plus approfondies des lois de l'atmosphère ou plutôt, à cause même de leur expérience, n'ont plus en leurs méthodes la même confiance que les premiers observateurs du ciel et des nuages. Le débutant et l'empirique, trompés par leur ignorance des choses, croyant simples les cas où se cache la plus inextricable complexité, appliquent leurs règles avec assurance. Qui n'a lu ces prévisions du temps établies d'avance pour toute une année et publiées par les almanachs? Les savants d'aujourd'hui sont plus prudents et substituent aux affirmations tranchées ces expressions de doute laissant place à toutes les possibilités, qu'on leur a si souvent reprochées.

M. le commandant Rouch nous apprend que ce n'est pas une raison de désespérer de la science météorologique, bien au contraire. C'est grâce aux chercheurs prudents et de bonne foi que notre connaissance de l'atmosphère s'est perfectionnée et si nous sommes encore loin d'avoir atteint le but, du moins avons-nous la quasi-certitude d'être sur la voie qui nous y conduira. C'est ce dont seront convaincus ceux qui auront lu ce livre capable, croyons-nous, de susciter beaucoup d'intérêt pour les efforts de la météorologie et d'assurer à cette science de nombreuses sympathies.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour comprendre le ciel et l'atmosphère, par M. Jean ROUCH, capitaine de corvette, professeur à l'École navale de Brest. Un vol. (12 × 18 cm.) de 352 pages, avec 340 figures et 18 planches (dont 3 en couleurs). Paris, Librairie Hachette, 1925.

« Ce que j'ai voulu, dit l'auteur dans son introduction, c'est indiquer aux touristes les observations curieuses, faciles à faire, en se promenant, si j'ose dire.... Ce n'est pas toute l'astronomie ou toute la météorologie que je leur présente, mais les parties de ces sciences qui ont pour eux un intérêt immédiat. Les problèmes d'orientation, la mesure de l'heure, la reconnaissance des constellations, les heures des levers et des couchers des astres, les données sur le climat, la prévision du temps, sont autant de questions pratiques qui entrent presque obligatoirement dans le bagage scientifique du voyageur. D'autre part, à propos des phénomènes... qu'on ne peut pas ne pas remarquer, tels... qu'un arc-en-ciel, ou... les phases de la lune, il est mille questions que le spectateur se pose naturellement, et qu'il ne peut laisser sans réponse, sans risquer de diminuer sa jouissance des spectacles de la nature. Les émotions artistiques elles-mêmes ne sont complètes que si on connaît la raison des choses. »

Ayant ainsi défini l'objet de son volume, le commandant Rouch l'a partagé en deux parties : le ciel et l'atmosphère. L'une et l'autre sont fort intéressantes et fort bien présentées. Mais, comme ce compte rendu doit être inséré dans le numéro du Bulletin consacré spécialement à la météorologie, je ne parlerai que de la deuxième partie, consacrée à l'atmosphère.

L'auteur parle nécessairement de la composition chimique de l'atmosphère, de la température, de la pression barométrique, du vent, de l'humidité atmosphérique et des précipitations. Il étudie ensuite les phénomènes optiques et électriques dont l'atmosphère est le siège. Le plus long des chapitres qui vient après ceux dont je viens de parler est consacré à la prévision du temps, sujet éminemment pratique que le commandant Rouch traite d'une façon magistrale grâce à ses études antérieures et à l'expérience acquise notamment comme chef du Service météorologique aux Armées pendant la Grande Guerre.

Les dernières pages sont consacrées aux phénomènes magnétiques.

L'ouvrage se termine par des tableaux synoptiques de prévision du temps, qui permettront à tout le monde de s'initier à cette intéressante question et de devenir soi-même un météorologiste.

Il est inutile d'ajouter que les questions sont traitées avec la clarté et l'élégance dont l'auteur a le secret. Il a su une fois de plus présenter au public éclairé un ouvrage d'une incontestable utilité et d'une lecture attrayante.

Mentionnons pour terminer deux autres ouvrages du même auteur : *Pour comprendre la mer*, de la même collection Hachette, édité en 1923, et *Pour voyager en paquebot*, édité chez Masson en 1923, tous deux conçus dans le même esprit.

Lieut.-Colonel P. RENARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE BULLETIN DE JUILLET-AOUT-SEPTEMBRE 1925.

Pages.

Introduction, par M. E. LEMAIRE 521
Considérations générales sur la météorologie et ses applications à l'aéronautique, par M. le lieutenant-colonel PAUL RENARD 522
La prévision des variations de pression, par M. GABRIEL GUILBERT 551
Discussion 574
Les applications de la météorologie à l'agriculture et au tourisme, par M. G. REBOUL 577
Discussion 594
Les applications de la météorologie à la navigation, par M. le capitaine de corvette J. ROUCH 595
Les transmissions. Relations des phénomènes électromagnétiques et des phénomènes météorologiques, par M. le capitaine R. BUREAU (*Compte rendu*). 625
Méthodes française et norvégienne de prévision du temps, par M. le capitaine PH. WEHRLÉ (*Compte rendu*) 629
Organisation rationnelle d'un service météorologique national, par M. le colonel E. DELCAMBRE (*Compte rendu*) 633
Discussion 635
Les applications de la météorologie à la médecine et à l'hygiène, par M. LOUIS BESSON 636
Bibliographie :
Météorologie pratique. Comment prévoir le temps, de M. l'abbé Th. Moreux 644
Études élémentaires de météorologie pratique, de M. Albert Baldit . . 645
L'atmosphère et la prévision du temps, de M. le capitaine de corvette J. Rouch 647
La prévision du temps en agriculture, de M. Joseph Sanson, par M. DABAT 648
La prévision scientifique du temps. Traité pratique, de M. Gabriel Guilbert 651
Les méthodes de prévision du temps, de M. le capitaine de corvette J. Rouch 653
Pour comprendre le ciel et l'atmosphère, de M. le capitaine de corvette J. Rouch, par M. le lieutenant-colonel PAUL RENARD 655

L'agent général, gérant.
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

124e ANNÉE. OCTOBRE 1925.

BULLETIN

DE

LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

CLASSIFICATION UNIFORME DES MATIÈRES GRENUES ET PULVÉRULENTES

recommandée par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

Les matières formées d'un ensemble de morceaux plus ou moins gros ou de grains plus ou moins fins, *matières grenues ou pulvérulentes*, doivent souvent être définies quant aux dimensions de leurs éléments constituants, et la *normalisation* des méthodes employées pour y arriver présente un intérêt évident. La Société d'Encouragement, après avoir étudié cette question, propose d'adopter la classification résultant des travaux de M. René Feret, chef du Laboratoire des Ponts et Chaussées de Boulogne-sur-Mer.

Les études de M. Feret sur les matières granuleuses ou pulvérulentes ont fait d'abord l'objet de deux communications à l'Association franco-belge pour l Essai des Matériaux, les 29 janvier et 12 novembre 1921. Dans ces communications, l'auteur s'est appliqué à définir avec précision la « composition granulométrique », c'est-à-dire la proportion des éléments de différentes grosseurs que contient une matière granuleuse ou pulvérulente, et à montrer comment elle peut être représentée par un graphique. Il a fait voir la nécessité de substituer au *diamètre moyen* — diamètre de la sphère de volume égal à celui du grain, dont il est souvent fait usage, — la mesure, plus pratique, de la *largeur moyenne*. Puis, passant en revue les moyens utilisés pour effectuer la séparation d'un ensemble en éléments de différentes grosseurs, — notamment les études minutieuses auxquelles le tamis a donné lieu aux États-Unis — il a été amené à conclure que la passoire est le moyen le plus précis dont on puisse faire usage pour les matières granuleuses. En ce qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

concerne les matières dont les éléments sont trop petits pour qu'on puisse utiliser la passoire, M. Feret a examiné les méthodes basées sur la sédimentation, la lévigation et la ventilation.

Dans l'un et l'autre cas, il a reconnu qu'aucun procédé de triage ne peut servir de base à une classification générale. Pour établir une classification rationnelle des grains et définir avec précision la composition granulométrique d'un mélange, il est nécessaire d'avoir recours à la mesure directe des éléments et de déterminer la *largeur moyenne* de ceux-ci par les procédés les mieux appropriés à chaque ordre de grandeur.

Dans un mémoire paru dans le *Bulletin* d'avril 1924 de la Société d'Encouragement, M. Feret développe cette idée, en donnant des précisions sur la façon dont elle peut être mise en pratique. La classification en catégories comportant des subdivisions, qu'il préconise, est établie, en ce qui concerne l'échelonnement des divisions, suivant les règles de normalisation adoptées par la Commission permanente de Standardisation (Ministère du Commerce), dont l'usage facilite la représentation par graphique étudiée par l'auteur.

Par la voie de son *Bulletin* (numéro d'avril 1924) et par correspondance directe, la Société d'Encouragement a prié ses membres, tous les syndicats professionnels, tous les services techniques de l'État intéressés, de faire connaître les observations auxquelles les règles proposées par M. Feret et appuyées par la Société d'Encouragement pourraient donner lieu, ouvrant ainsi une très large enquête publique qui a été close le 21 novembre 1924.

Résultats de l'enquête publique.

Bien qu'étendue à un grand nombre de personnalités et de sociétés, l'enquête ouverte par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale au sujet du projet de classification exposé à partir de la page 373 de son *Bulletin* d'avril 1924, n'a provoqué que très peu d'observations.

Les principales ont porté sur les points suivants.

Dans une série d'articles sur la composition granulométrique des matières colorantes, la revue *Peintures, pigments, vernis* avait déjà, à plusieurs reprises, cité les études de l'auteur du projet de classification. Approuvant ce projet, elle en a publié un résumé, ainsi que l'appel de la Société d'Encouragement. Cette revue annonce d'autre part la description d'un « dispersomètre » de MM. Audubert et Rabaté, appareil destiné à déterminer la composition granulométrique des poudres impalpables, dont l'emploi ne pourra que faciliter les applications de la classification proposée.

M. Ratel a envoyé sans commentaire un exemplaire d'un article publié par lui sur « la standardisation des tissus métalliques et l'unification des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

diagrammes de broyage », paru dans le numéro de juillet 1924 de la revue *Chimie et Industrie*, par conséquent postérieurement à l'ouverture de l'enquête.

La normalisation de ces tissus est réalisée depuis quelques années aux États-Unis et serait certainement désirable en France. Mais elle ne saurait fournir une solution générale, attendu que le mode de séparation par tamisage n'est pas applicable à toutes les catégories de matières fines. M. Feret avait d'ailleurs signalé, dans une communication présentée le 29 janvier 1921 à l'Association franco-belge pour l'Essai des Matériaux, que, si exacte que soit la définition d'une toile métallique, on ne peut fabriquer industriellement une pareille toile sans des irrégularités qui rendent toute précision illusoire; en outre, la grosseur limite des grains séparés dépend des conditions de construction et d'emploi des tamis.

Quant au mode de représentation graphique exposé par M. Ratel, d'une manière d'ailleurs assez confuse, son principe ne semble pas différer de celui qui a été défini dans le projet publié par la Société d'Encouragement (1).

La seule critique qui ait été formulée contre ce projet émane d'une société métallurgique, qui, tout en trouvant l'idée très intéressante et très utile, reproche au mode de classification proposé d'être trop savant pour pouvoir être appliqué sans indications complémentaires dans la plupart des laboratoires industriels. Ainsi, en ce qui concerne les sables de moulage, qui l'intéressent plus spécialement, cette société voudrait qu'on pût en définir la qualité par exemple par quelque fonction des proportions de résidu laissées par chaque échantillon sur certains tamis déterminés.

Sur ce dernier point, il est évident qu'aucune règle générale de classification ne saurait prévoir explicitement tous les cas possibles d'applications. Dans chaque industrie, c'est aux intéressés eux-mêmes, producteurs ou consommateurs, qu'il appartient de fixer les conditions auxquelles doivent satisfaire les matières dont ils jugent la réglementation désirable. Tout ce qu'on demande, c'est que les définitions granulométriques qu'ils adopteront soient basées sur la classification unifiée.

La première objection semble fondée dans une certaine mesure. A la bien examiner, la seule difficulté qui la justifie est qu'en général les méthodes d'essai dont on dispose ne séparent pas les matières conformément aux dimensions normalisées.

Pour les matières grenues, il a été exposé qu'on pouvait pratiquement employer des passoires à trous circulaires, étant bien entendu que les largeurs moyennes des grains limites ne sont pas les diamètres des ouvertures; le

(1) Ce mode de représentation, développé dans la communication de 1921 précitée, avait été exposé par M. Feret dès 1893 dans le rapport XXXI à la Section B de la Commission d'Unification des Méthodes d'Essai des Matériaux de Construction. C'est donc à tort que M. Ratel avance qu'il a été imaginé en 1910 par les Américains.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

coefficient de correspondance entre ces deux dimensions dépend de la forme des grains et doit être déterminé expérimentalement pour chaque matière selon son mode de concassage. De même pour les autres modes de séparation, avec cette différence qu'ils ne se prêtent pas tous, comme les passoires, à un échelonnement régulier des dimensions correspondantes. Après avoir déterminé pour chacun, sous la loupe ou le microscope, la largeur moyenne des grains passant à la fin de l'opération, exécutée dans des conditions bien définies, il suffit de construire la courbe représentative de la composition granulométrique de la matière et d'en déduire par interpolation graphique les proportions des grains correspondant à chacune des dimensions normalisées.

Il va sans dire que ces opérations un peu compliquées, réservées aux mesures de précision, peuvent être remplacées, dans la pratique courante, par d'autres beaucoup plus simples, à fixer selon les cas. C'est ainsi qu'un tailleur peut, sans le moindre inconvénient, se servir d'un simple mètre en ruban, sans avoir à le faire étalonner au Bureau international des Poids et Mesures.

En tout cas, on ne doit pas perdre de vue que, pour présenter toute la généralité désirable, les dimensions types doivent être indépendantes des procédés servant à séparer les diverses catégories de grains, attendu que ces procédés diffèrent nécessairement selon les matières et les ordres de grosseur envisagés, et ne fournissent jamais une discrimination assez parfaite et assez constante pour servir de base à une classification susceptible d'être adoptée comme étalon.

Sous réserve de ces quelques indications complémentaires, le Conseil de la Société d'Encouragement, dans sa séance du 23 avril 1925, a été d'avis que rien ne s'oppose à ce que la classification proposée soit adoptée définitivement.

Il convient seulement d'y remplacer, aux trois dernières lignes du tableau A (page 376) et à la troisième ligne de la page 377, le symbole $\mu\mu$ employé pour désigner les millièmes de micron, par le symbole $m\mu$, conforme aux notations fixées pour les unités de mesure par le décret ministériel du 26 juillet 1919, dont bien peu d'auteurs, d'imprimeurs et d'éditeurs ont d'ailleurs tenu compte jusqu'à présent (2).

En conséquence, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale a adopté, propose et recommande les règles ci-après en vue d'unifier les définitions des matières grenues et pulvérulentes quant aux dimensions et aux proportions de leurs éléments de diverses grosseurs, et engage vivement les intéressés à s'y conformer à l'avenir. Pour plus de détails, notamment pour la justification de ces règles, elle renvoie au projet exposé à la page 373 du *Bulletin* d'avril 1924, auquel rien n'a été changé.

(2) *Journal officiel* du 5 août 1919 et *Bulletin de la Société d'Encouragement* de novembre-décembre 1919, p. 373.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Règles à suivre.

I. — LARGEUR MOYENNE.

En raison de leur forme généralement très irrégulière et quels que soient cette forme, leur nature, leur ordre de grandeur et le mode de séparation adopté, les divers éléments d'un mélange grenu ou pulvérulent quelconque seront définis quant à leur grosseur par une dimension linéaire conventionnelle appelée *largeur moyenne*.

La *largeur moyenne* sera la moyenne, pour un nombre suffisant d'éléments de grosseurs très voisines (3), des distances de deux tangentes à chacun, parallèles à une direction fixe arbitraire, quelle que soit l'orientation de l'élément par rapport à cette direction.

[Dans le cas d'éléments assez fins pour être examinés au microscope, la largeur de chacun est fournie immédiatement par l'écart des divisions du micromètre oculaire tangentes de part et d'autre à son contour apparent, le grossissement étant connu. Pour les grains plus gros, on peut la mesurer au moyen d'une vis micrométrique, soit en les amenant à être tangents successivement par les deux bords opposés à un plan de visée fixe dans l'espace et perpendiculaire à la direction de la translation, soit en déplaçant le plan de visée par rapport aux grains laissés immobiles.]

II. — CATÉGORIES D'ÉLÉMENTS.

Quel que soit le procédé adopté pour la séparation matérielle des éléments par catégories de diverses grosseurs, chacune de ces catégories sera définie par un symbole obtenu en inscrivant dans une parenthèse les limites maximum et minimum des largeurs moyennes, exprimées en centimètres, des éléments qu'elle comprend, la plus grande d'abord, séparée de la plus petite par un tiret.

Selon le degré d'approximation avec lequel on voudra définir un mélange quant aux dimensions de ses éléments, on subdivisera ceux-ci en catégories normales comprises entre des limites plus ou moins voisines.

Les catégories normales primaires seront réparties en neuf ordres de grandeur numérotés de 1 à 9 (1re colonne du tableau A) et auront pour limites les largeurs moyennes mesurées par les puissances entières négatives successives de 100 et de 10, la valeur absolue de l'exposant désignant l'ordre de grandeur correspondant (3e colonne du tableau A).

(3) Par exemple, si la séparation de deux catégories successives est effectuée au moyen d'un tamis, la largeur moyenne des grains limites pourra être déterminée sur les grains, sensiblement égaux, qui traversent encore la toile quand on prolonge un peu le tamisage au delà de l'instant où on a considéré celui-ci comme terminé.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU A

ORDRE DE GRANDEUR 1	DÉSIGNATION 2	DIMENSIONS LINÉAIRES LIMITES — CATÉGORIES PRIMAIRES — C. G. S. 3	DIMENSIONS LINÉAIRES LIMITES — CATÉGORIES PRIMAIRES — Pratiques. 4	DIMENSIONS LINÉAIRES LIMITES — CATÉGORIES DU 2e AU 5e RANG (1) — C. G. S. 5	DIMENSIONS LINÉAIRES LIMITES — CATÉGORIES DU 2e AU 5e RANG (1) — Pratiques. 6
		Centimètres.		Centimètres.	
1	Mégagranes . . .	$(100 - 10)10^{-1}$	$(100 - 10)$ mm	$(M - N)10^{-1}$	$(M - N)$ mm
2	Mésogranes . . .	$(100 - 10)10^{-2}$	$(10 - 1)$ mm	$(M - N)10^{-2}$	$\left(\frac{M}{10} - \frac{N}{10}\right)$ mm
3	Microgranes . . .	$(100 - 10)10^{-3}$	$(1 - 0,1)$ mm	$(M - N)10^{-3}$	$\left(\frac{M}{100} - \frac{N}{100}\right)$ mm
4	Mégapulves . . .	$(100 - 10)10^{-4}$	$(100 - 10)\mu$	$(M - N)10^{-4}$	$(M - N)\mu$
5	Mésopulves. . . .	$(100 - 10)10^{-5}$	$(10 - 1)\mu$	$(M - N)10^{-5}$	$\left(\frac{M}{10} - \frac{N}{10}\right)\mu$
6	Micropulves . . .	$(100 - 10)10^{-6}$	$(1 - 0,1)\mu$	$(M - N)10^{-6}$	$\left(\frac{M}{100} - \frac{N}{100}\right)\mu$
7	Mégacols.	$(100 - 10)10^{-7}$	$(100 - 10)$ mμ	$(M - N)10^{-7}$	$(M - N)$ mμ
8	Mésocols.	$(100 - 10)10^{-8}$	$(10 - 1)$ mμ	$(M - N)10^{-8}$	$\left(\frac{M}{10} - \frac{N}{10}\right)$ mμ
9	Microcols	$(100 - 10)10^{-9}$	$(1 - 0,1)$ mμ	$(M - N)10^{-9}$	$\left(\frac{M}{100} - \frac{N}{100}\right)$ mμ

(1) M et N désignent deux termes quelconques, consécutifs, compris entre 100 et 10, de l'une quelconque des séries normalisées.

Les catégories normales du 2e au 5e rang auront pour largeurs moyennes limites, de plus en plus resserrées, les produits des mêmes puissances de 10 par deux termes successifs (désignés par M et N dans les 5e et 6e colonnes du tableau A) de quatre séries déduites de la série, dite de Renard, adoptée par la Commission permanente de Standardisation pour la « normalisation des dimensions » en général. Ces séries sont formées de nombres simples (colonnes 2, 3, 4 et 5 du tableau B) s'écartant très peu des termes de progressions géométriques limitées par les nombres 100 et 10 et ayant pour raisons respectivement

$$\frac{1}{\sqrt[5]{10}}, \qquad \frac{1}{\sqrt[10]{10}} \text{ (série de Renard)}, \quad \frac{1}{\sqrt[20]{10}} \qquad \text{et} \qquad \frac{1}{\sqrt[40]{10}}.$$

[Dans la pratique courante, notamment dans les industries où l'on s'occupe généralement d'éléments compris dans une région restreinte de la classification, si l'on juge les symboles officiels trop abstraits ou incommodes, on pourra les simplifier en adoptant comme unités le millimètre (mm) pour les trois premiers ordres de grandeur, le millième de millimètre ou micron (μ) pour les trois suivants, et le millième de micron ou millimicron (mμ) pour les trois derniers; on aura alors soin de toujours faire suivre la parenthèse de l'indication abrégée de l'unité choisie. Les symboles correspondants sont donnés par les colonnes 4 et 6 du tableau A.]

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLEAU B

CATÉGORIES									
PRIMAIRE (1er rang).	SECONDAIRES (2e rang).		TERTIAIRES (3e rang).		QUATERNAIRES (4e rang).		QUINAIRES (5e rang).		
	Désignation.	Limites en mm.	Désignation.	Limites en mm	Désignation.	Limites en mm.		Limites en mm.	
1	2		3		4			5	
1er ordre Mégagranes (100-10) mm	A	(100-64)	a_1	(100-80)	α'_1	(100-90)		(100-95)	
								(95-90)	
					α''_1	(90-80)		(90-85)	
								(85-80)	
			a_2	(80-64)	α'_2	(80-72)		(80-76)	
								(76-72)	
					α''_2	(72-64)		(72-68)	
								(68-64)	
	B	(64-40)	b_1	(64-50)	β'_1	(64-56)		(64-60)	
								(60-56)	
					β''_1	(56-50)		(56-53)	
								(53-50)	
			b_2	(50-40)	β'_2	(50-45)		(50-47,5)	
								(47,5-45)	
					β''_2	(45-40)		(45-42,5)	
								(42,5-40)	
	C	(40-25)	c_1	(40-32)	γ'_1	(40-36)		(40-38)	
								(38-36)	
					γ''_1	(36-32)		(36-34)	
								(34-32)	
			c_2	(32-25)	γ'_2	(32-28)		(32-30)	
								(30-28)	
					γ''_2	(28-25)		(28-26,5)	
								(26,5-25)	
	D	(25-16)	d_1	(25-20)	δ'_1	(25-22,4)		(25-23,6)	
								(23,6-22,4)	
					δ''_1	(22,4-20)		(22,4-21,2)	
								(21,2-20)	
			d_2	(20-16)	δ'_2	(20-18)		(20-19)	
								(19-18)	
					δ''_2	(18-16)		(18-17)	
								(17-16)	
	E	(16-10)	e_1	(16-12,5)	ε'_1	(16-14)		(16-15)	
								(15-14)	
					ε''_1	(14-12,5)		(14-13,2)	
								(13,2-12,5)	
			e_2	(12,5-10)	ε'_2	(12,5-11,2)		(12,5-11,8)	
								(11,8-11,2)	
					ε''_2	(11,2-10)		(11,2-10,6)	
								(10,6-10)	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

[En même temps, on pourra employer une nomenclature plus concrète en adoptant pour les catégories primaires les dénominations spéciales données par la 2e colonne du tableau A et, pour les trois suivantes, en adjoignant soit à ces noms, soit au numéro de l'ordre de grandeur correspondant, des lettres majuscules, minuscules ou grecques, les mêmes pour les neuf ordres de grandeur, comme l'indiquent les colonnes 2, 3 et 4 du tableau B, qui donne la subdivision de la première catégorie primaire (4). Aucune désignation analogue n'est prévue pour les catégories du 5e rang.]

III. — COMPOSITION GRANULOMÉTRIQUE.

La *composition granulométrique* d'un mélange grenu ou pulvérulent quelconque est définie par les proportions relatives, en volumes absolus, des éléments contenus de chaque grosseur.

Selon le degré d'approximation avec lequel on voudra l'exprimer, on subdivisera les éléments en catégories normales de 1er, de 2e, de 3e, de 4e ou de 5e rang.

Ce rang choisi, on indiquera les proportions centésimales de la totalité des éléments plus fins que la limite supérieure de chacune des catégories correspondantes (5).

En outre, la composition granulométrique d'un mélange quelconque pourra être représentée graphiquement par une courbe ayant pour ordonnées les proportions ainsi totalisées et pour abscisses soit les dimensions limites correspondantes, croissant en progression géométrique, soit les logarithmes de ces limites, équidistants.

[Quand on ne pourra pas exprimer les proportions en volumes absolus, quotients des poids par les poids spécifiques, on mentionnera comment les proportions indiquées auront été évaluées, soit en poids (ce qui reviendra au même dans le cas d'éléments tous d'égal poids spécifique), soit de toute autre manière jugée plus

(4) Par exemple, les grains $(50\text{-}40)10^{-3}$ peuvent être désignés aussi par le symbole (0,5-0,4) mm et appelés microgranes b_2 ou éléments $3b_2$; les grains $(25\text{-}16)10^{-3}$ peuvent être désignés par (2,5-1,6)μ et appelés mésopulves D ou éléments 5D. Mais la désignation normale officielle reste celle qui est basée sur le symbole où l'unité est le centimètre.

(5) Si, par exemple, un mélange est composé des éléments :

$(40\text{-}25)10^{-3}$	$(25\text{-}16)10^{-3}$	$(16\text{-}10)10^{-3}$	$(100\text{-}64)10^{-4}$	$(64\text{-}40)10^{-4}$	$(40\text{-}25)10^{-4}$	
ou 3C	3D	3E	4A	4B	4C	
dans les proportions :						
7	42	26	13	7	5	(total 100),

on définira sa composition granulométrique, dite ici secondaire en raison des catégories adoptées, en écrivant qu'il comprend :

100	93	51	25	12	5	et 0 p. 100

d'éléments inférieurs respectivement à :

40.10^{-3}	25.10^{-3}	16.10^{-3}	100.10^{-4}	64.10^{-4}	40.10^{-4}	et 25.10^{-4},
ou 400	250	160	100	64	40	et 25μ.

Dans les cas tels que l'exemple choisi, où le mélange sera composé d'éléments chevauchant sur plusieurs ordres de grandeur pour lesquels les unités pratiques prévues soient différentes, on adoptera pour tous la plus petite de ces unités, de manière à avoir le moins possible de nombres fractionnaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

commode. On évitera toutefois, autant que possible, de les exprimer en volumes apparents, correspondant toujours à des quantités mal définies de matière.

De la courbe ayant pour abscisses les dimensions limites (*courbe granulométrique intégrale*), on pourra, si on le juge à propos, en déduire une autre (*courbe granulométrique dérivée*), dont les ordonnées soient proportionnelles aux coefficients angulaires des tangentes à la première aux points de mêmes abscisses. L'aire comprise entre cette seconde courbe, l'axe des abscisses et deux ordonnées quelconques sera proportionnelle à la teneur du mélange en éléments compris entre les deux dimensions limites correspondant à ces ordonnées. Si ces dimensions sont infiniment voisines, leur ordonnée commune indiquera la richesse relative du mélange en éléments dont la largeur moyenne s'écarte infiniment peu de la valeur correspondante.

Ce mode de transformation graphique n'est pas applicable à la courbe ayant pour abscisses les logarithmes des largeurs moyennes.

Par exception, dans bien des cas où une séparation très poussée ne sera pas nécessaire, on pourra trouver avantage à décomposer le mélange en seulement trois grosseurs de grains, judicieusement choisies, et à le représenter, dans un triangle équilatéral, par le centre de gravité du système obtenu en chargeant les trois sommets de masses correspondant aux proportions relatives des trois catégories divisionnaires.]

IV. — APPLICATION.

Aucune codification générale ne saurait prévoir explicitement tous les cas possibles d'applications. Dans chaque industrie, c'est aux intéressés eux-mêmes, producteurs ou consommateurs, qu'il appartient de fixer les conditions granulométriques auxquelles doivent satisfaire les matières dont ils jugent la réglementation désirable. En tout cas, il conviendra que désormais les définitions adoptées soient basées sur la classification exposée ci-dessus.

Cette classification est à dessein indépendante des méthodes employées pour opérer pratiquement la séparation des éléments par catégories, méthodes qui diffèrent nécessairement selon la nature et l'ordre de grandeur de ces derniers, et, en général, ne les classent pas directement d'après les dimensions normales.

Pour déterminer les proportions totales d'éléments inférieurs à l'une quelconque des limites uniformes adoptées, il faut mesurer, par exemple sous la loupe ou le microscope, la largeur moyenne des éléments qui se séparent encore à la fin de chaque opération, exécutée dans des conditions bien définies, construire par points la courbe ayant pour abscisses ces largeurs moyennes (ou leurs logarithmes) et pour ordonnées les proportions totales des éléments plus fins, enfin en déduire par interpolation graphique les ordonnées des points de la courbe dont les abscisses correspondent aux limites des catégories normales successives.

Ces opérations s'imposent toutes les fois que l'on veut définir avec pré-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cision, dans des conditions partout comparables, les dimensions de certains éléments ou la composition granulométrique d'un mélange. Dans la pratique courante, quand ni une pareille précision, ni cette uniformité ne sont nécessaires, par exemple pour le contrôle journalier d'une fabrication, elles peuvent être remplacées par d'autres beaucoup plus simples, à fixer selon les cas.

[Pour l'analyse granulométrique des matières grenues, l'emploi de tamis en toiles tissées est aléatoire, en ce que ces appareils ne donnent jamais des résultats bien comparables, si exactement qu'on croie définir les dimensions de leurs mailles. Il est préférable de recourir à des passoires à trous circulaires de diamètres connus. On peut alors, dans les emplois courants, substituer à la classification normale, basée sur les largeurs moyennes des grains, une classification pratique, basée sur les diamètres des trous, échelonnés d'après la même règle. Mais il doit être bien entendu que ces deux classifications ne sont pas équivalentes, et présentent même entre elles des rapports variables selon la forme générale des grains.]

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTEUR A GAZ « SIGMA » A LIQUIDE INCONGELABLE

Les principaux défauts des compteurs à gaz du type courant sont dus à la présence de l'eau à l'intérieur de ces appareils.

Parmi ces défauts, on peut citer :

1° Obligation de maintenir une hauteur d'eau bien constante pour que le mesurage soit exact;

2° Condensation de l'eau dans les conduites faisant osciller la flamme aux brûleurs;

3° Congélation possible de l'eau et arrêt de l'appareil, si, par extraordinaire, il est exposé à une température inférieure à 0°;

4° Détérioration du compteur par les courants électriques vagabonds pouvant circuler au voisinage de l'appareil;

5° Nécessité de placer le compteur dans une position rigoureusement horizontale, sans quoi les indications sont faussées.

Pour remédier à ces inconvénients, la Compagnie pour la fabrication des Compteurs et Matériel d'Usines à gaz (1) vient de construire un nouveau type, à bain d'huile, imaginé par M. Maximilien Mourot, directeur du Service des Études des appareils à gaz de cette compagnie. En voici la description succincte (2).

Principe de fonctionnement. — Le compteur se compose de deux compartiments étanches identiques G (fig. 3 et 6) contenant chacun une cloche métallique C baignant dans l'huile et se déplaçant verticalement sous l'influence du gaz. Cette huile sert seulement de joint; son niveau n'a pas d'influence sur l'exactitude des mesures puisque le volume mesuré est la différence entre les volumes de la cloche à la position haute et à la position basse; un niveau minimum d'huile est seulement nécessaire pour que le joint soit assuré à la position haute de la cloche.

D'ailleurs, le clapet O (fig. 2 et 5), commandé par un flotteur F, assure la mise hors circuit du compteur lorsque le niveau d'huile tombe au-dessous de cette valeur.

L'appareil pourrait fonctionner avec une seule cloche, puisque, à chaque mouvement de la cloche (montée et descente), correspond une admission et une sortie de gaz simultanées, assurant un écoulement continu du gaz; mais, afin d'éviter le point mort de fin de course, on a ajouté une deuxième cloche identique dont les mouvements de montée et de descente sont décalés d'une demi-course par rapport à ceux de la première cloche. Ce résultat est obtenu au moyen de deux robinets distributeurs de gaz (un pour chaque cloche), calés à 90°, dont les mouvements sont commandés par les cloches au moyen des leviers L*b* (fig. 3 et 5).

(1) Siège social, 12, place des États-Unis, à Montrouge (Seine).

(2) D'après le *Bulletin technique* (n° 12, 1er trimestre 1925) de la Chambre syndicale des Entrepreneurs de couverture, plomberie, etc., 3, rue de Lutèce, Paris (4e).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

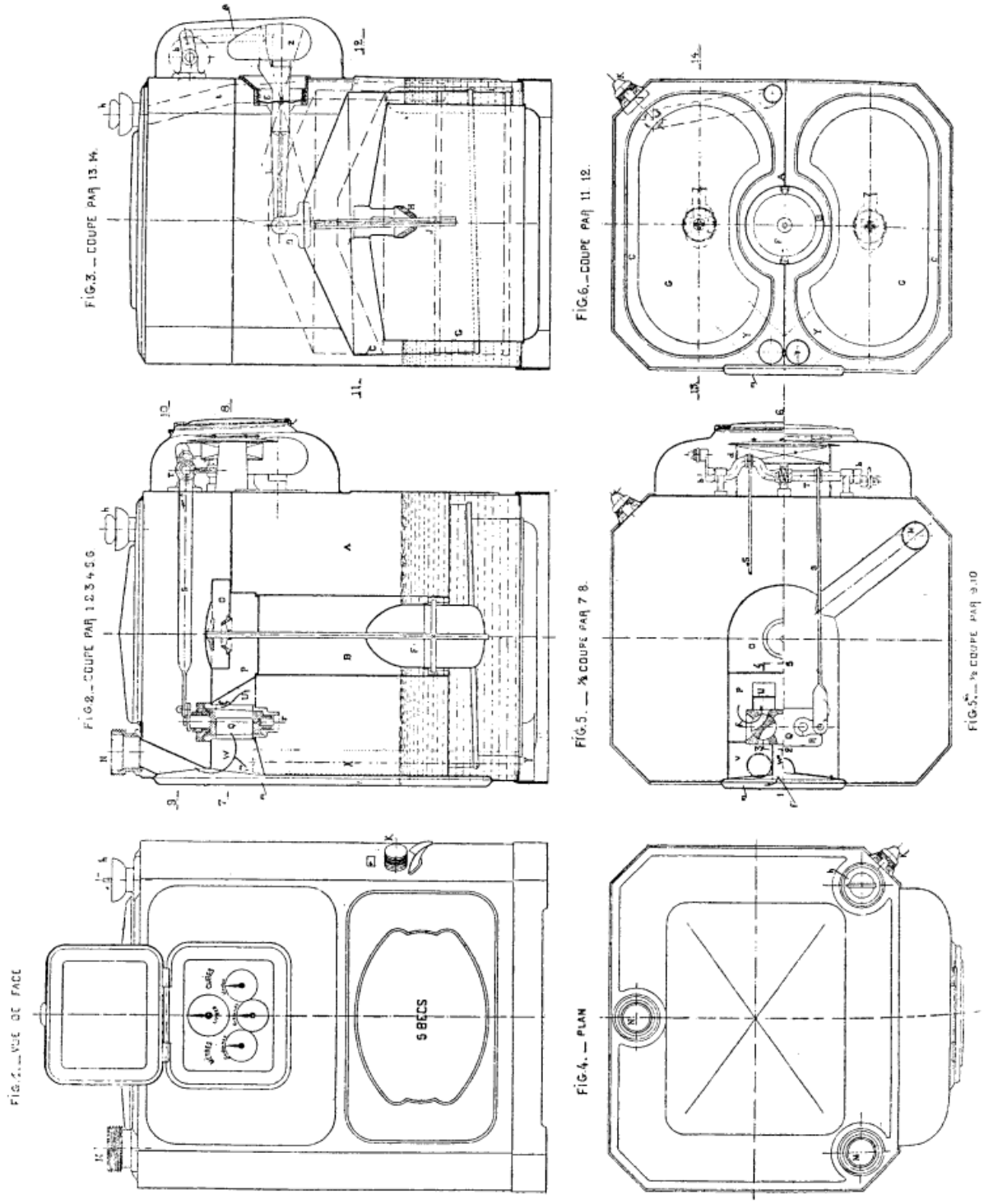


Fig. 1 à 6. — Compteur à gaz « Sigma ».

Dans ces conditions, lorsqu'une cloche passe au point mort, l'autre cloche est au milieu de sa course et possède l'énergie nécessaire à la manœuvre de l'organe distributeur, assurant ainsi l'admission du gaz dans l'autre cloche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'huile employée est minérale, incongelable jusqu'à — 25°. Il en faut 1,5 kg pour un compteur de 5 becs, 3 kg pour celui de 10 becs et 5 pour celui de 20 becs.

Parcours suivi par le gaz dans chaque compartiment. — Le gaz entre par l'orifice M (fig. 1 et 4), passe dans la boîte à clapet O (fig. 2 et 5), puis, par la boîte P, va au robinet distributeur Q. Suivant la position du distributeur, le gaz est conduit soit au-dessus de la cloche par le conduit U, soit à l'intérieur de la cloche par le conduit VXY.

Supposons que le robinet distributeur soit dans une position telle que le gaz pénètre à l'intérieur de la cloche; sous l'influence de la pression du gaz, la cloche monte, en chassant le gaz contenu au-dessus d'elle, et provenant de l'admission précédente, dans la canalisation d'utilisation par l'intermédiaire du conduit U, du robinet distributeur Q et des orifices de sortie WN. Le phénomène inverse se produit si le robinet distributeur conduit le gaz au-dessus de la cloche; celle-ci, alors, descend et chasse le gaz contenu au-dessous d'elle par les conduits YXV, le robinet distributeur et les orifices WN.

Pendant le fonctionnement du compteur, il y a donc dans chaque robinet distributeur une double circulation de gaz; l'une dans le sens de l'admission, l'autre dans le sens de l'évacuation vers les appareils utilisateurs.

Le mouvement du distributeur est commandé par les cloches au moyen des leviers L, *a*, *b*, *s* (fig. 1) oscillant par l'intermédiaire d'une rotule à membrane E assurant l'étanchéité; Z est un contrepoids équilibrant les cloches.

Avantages. — Les indications du compteur sont indépendantes du niveau d'huile comme nous l'avons déjà dit. De plus, l'horizontalité de l'appareil peut, sans inconvénient, n'être qu'approximative, le débit étant fonction uniquement du volume engendré par le déplacement des cloches.

L'évaporation très lente de l'huile permet de n'opérer le remplissage de l'appareil qu'à de très longs intervalles.

De plus, il est moins volumineux que l'ancien compteur à eau, et cependant il n'occasionne qu'une perte de charge minime, inférieure à celle que donne l'ancien type.

A la suite des essais auxquels il a été soumis, la Ville de Paris a admis le compteur à gaz Sigma au poinçonnage officiel le 8 juillet 1924.

A. RATEAU,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES ESSAIS CONTRÔLÉS DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES A ACCUMULATEURS ORGANISÉS PAR L'UNION DES SYNDICATS DE L'ÉLECTRICITÉ

(Septembre-octobre 1924.)

I. — L'Union des Syndicats de l'Électricité, qui groupe la totalité des 18 syndicats représentant les différentes spécialités électriques, poursuit, entre beaucoup d'autres tâches, celle de développer les applications de l'électricité en France.

Parmi ces applications figurent la traction électrique à accumulateurs qui est intéressante à plusieurs points de vue :

1° Elle permettra d'augmenter la production annuelle de matériel électrique dans nos ateliers de construction;

2° Comme la recharge des accumulateurs doit se faire normalement la nuit, elle assurera un débouché aux ventes de courant en dehors des heures habituelles de consommation, ce qui permettra aux centrales électriques d'augmenter leur débit et par conséquent d'utiliser mieux leurs machines et de faire des conditions de vente plus avantageuses;

3° Enfin et surtout, si elle se développe, comme on l'espère, dans de larges proportions, elle permettra de réduire le nombre des automobiles à essence et de réduire en même temps la consommation de ce dernier combustible que la France est obligée d'importer en totalité.

Si dans la prochaine guerre la France n'a pas la liberté absolue des mers, ou si elle ne possède pas un nombre de bateaux assez grand, elle sera dans l'impossibilité de s'approvisionner en quantité suffisante de l'essence nécessaire aux camions militaires et elle ne pourra soutenir la guerre que dans des conditions extrêmement difficiles. Si, au contraire, on suppose que notre pays n'emploie plus à cette époque que des véhicules électriques, il trouvera toujours sur son sol le moyen de s'approvisionner en énergie et s'affranchira ainsi d'une redoutable sujétion.

II. — C'est à ce triple point de vue que l'Union des Syndicats de l'Électricité s'est placée pour organiser ces essais.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pour leur assurer une garantie indiscutable, elle s'est assuré le concours de plusieurs organismes d'une impartialité absolue, savoir :

le patronage du Ministère de la Guerre, qui a bien voulu déléguer aux essais, non seulement des sous-officiers, qui ont fait fonction de contrôleurs sur les véhicules, mais encore plusieurs officiers, dont le commandant Belle;

le concours effectif de l'Office national des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions, qui a mis à sa disposition, non seulement des locaux qui se prêtaient parfaitement aux expériences, mais encore son installation électrique et le concours précieux de M. Auclair, président du Comité de Mécanique;

la Commission technique de l'Automobile-Club de France, représentée par son président M. Ferrus et par son chef de laboratoire M. Lumet;

enfin, le Laboratoire central d'Électricité qui s'est chargé de l'étalonnage et des mesures de compteurs, ainsi que du contrôle de la charge des véhicules.

III. — Les premiers essais avaient eu lieu en 1923. Pour ceux qui ont eu lieu au mois d'octobre 1924, l'Union des Syndicats de l'Électricité avait adopté le même principe de ne pas organiser de concours, mais bien des *essais contrôlés*. L'idée de concours implique en effet la mise en jeu et la comparaison de véhicules à peu près identiques, répondant exactement aux mêmes nécessités et rendant des services tout à fait analogues : or, il s'agissait non pas de comparer des véhicules analogues, mais de permettre à des véhicules très différents de démontrer la variété des services qu'ils pouvaient rendre.

C'est pourquoi les expériences ont consisté uniquement en des essais contrôlés, dont les résultats permettent de mettre sous les yeux du public, d'une façon tout à fait évidente et claire, les services éminemment utiles qu'on peut attendre des automobiles électriques.

IV. — Nous reproduisons ci-après le règlement des essais de 1924 dans lequel on trouvera tous les renseignements utiles.

En 1923, on avait mesuré simplement l'énergie consommée par voyage ainsi que la vitesse commerciale moyenne.

En 1924, on a été plus loin et on a mesuré :

l'énergie consommée dans chaque parcours par tonne kilométrique totale et par tonne kilométrique utile;

l'énergie totale absorbée par chaque voiture au moment de la charge, ainsi que l'énergie totale consommée par le moteur;

la vitesse des véhicules au cours de chaque essai.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On avait imposé, ainsi qu'on le verra plus loin dans le règlement, une certaine vitesse minimum fixée pour chaque catégorie de véhicules.

Enfin on avait organisé des *essais spéciaux*, les uns en palier, les autres en rampe, de façon à déterminer quelles sont, pour chaque voiture, les conditions optima de fonctionnement.

L'Union des Syndicats de l'Électricité, fidèle à la politique de normalisation qu'elle défend avec le succès qu'on connaît, avait imposé l'usage exclusif d'accumulateurs *normalisés*, de prises de courant *normalisées*, de tableaux de charge *normalisés* et la charge des voitures devait être faite également sous la tension *normalisée* de 110 V.

Les véhicules étaient autorisés à faire de la récupération pendant les descentes.

V. — Les appareils de mesures comprenaient :

des ampèreheuremètres, de la Compagnie des Compteurs, qui déterminaient pour chaque voiture la quantité d'énergie emmagasinée dans les accumulateurs ;

des wattheuremètres, de la Compagnie des Compteurs, qui étaient montés sur les voitures et déterminaient la quantité d'énergie absorbée par le moteur.

Ces appareils de mesure avaient tous été étalonnés avant et après les opérations par le Laboratoire central d'Électricité ; les garanties les plus absolues ont donc été réalisées.

VI. — Au point de vue de l'itinéraire, on avait eu soin de mettre dans le parcours, non seulement des routes de la banlieue, mais aussi des rues de Paris.

En banlieue les parcours comprenaient des côtes allant jusqu'à 12 p. 100 et présentaient une grande variété de voirie : routes ordinaires en macadam, routes pavées, routes cimentées, routes désertes, routes très fréquentées.

Dans Paris, on avait incorporé au parcours des rampes comme celles de la rue Lepic et des rues excessivement encombrées telle que la rue de la Pépinière.

Tous les véhicules ont parcouru sans incident ces difficiles parcours, ce qui, espérons-le, tuera la légende d'après laquelle les automobiles électriques ne s'accommodent que de routes faciles.

VII. — Les essais furent inaugurés par M. Peytral, ministre des Travaux publics, et ils reçurent en outre la visite de M. Herriot, président du Conseil, qui passa deux heures au parc de Bellevue et se renseigna longuement sur les voitures exposées (Lyon, dont M. Herriot est maire, est la première ville de France qui possède des autobus électriques).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

VIII. — Il y eut 16 véhicules inscrits et 13 partants.

Nous ne pouvons pas donner ici le détail des résultats obtenus, car ce serait beaucoup trop long; les personnes que le sujet intéresse n'auront qu'à se reporter au rapport officiel qui a été publié par l'Union des Syndicats de l'Électricité et qu'elles trouveront au siège de cette union, boulevard Malesherbes, 25, Paris (8e).

Nous nous contenterons d'indiquer ici quelques résultats caractéristiques :

Le nombre des watts-heure consommés par tonne kilométrique totale a varié pour les petites voitures de 62 à 87 et il est descendu au cours des essais spéciaux à 51.

Pour les camionnettes, le nombre de watts-heure par tonne kilométrique totale a varié de 84 à 93 et il est descendu à 54 au cours des essais spéciaux.

Pour les camions de 1 200 à 1 700 kg, il a varié de 53 à 99 suivant les véhicules et il est descendu jusqu'à 50.

Enfin, pour les gros camions le nombre des watts-heure consommés par tonne kilométrique totale a varié de 44 à 82 et il est descendu à 34 pendant les essais spéciaux.

Le nombre de watts-heure consommés par tonne kilométrique utile a varié de 361 à 488 pour les voitures légères et il est descendu à 250 pendant les essais spéciaux.

Pour les gros camions, le nombre de watts-heure consommés par tonne kilométrique utile a varié de 100 à 394 et il est descendu à 63 pendant les essais spéciaux.

Ces résultats montrent que dès maintenant les véhicules électriques sont pratiquement utilisables et l'expérience des autres pays indique qu'ils sont plus économiques que les véhicules à essence : cela est tellement vrai qu'on en compte plusieurs milliers aux États-Unis, où cependant l'électricité est sensiblement plus chère que l'essence.

On peut voir circuler déjà à Paris des camionnettes, des camions et des petites voitures : on peut espérer que d'ici quelques années le nombre des véhicules électriques circulant en France sera suffisant pour que la résistance du grand public soit vaincue.

J. TRIBOT LASPIÈRE,
Secrétaire général
de l'Union des Syndicats de l'Électricité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ANNEXE

Règlement des essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs organisés pour septembre 1924.

ARTICLE PREMIER. — L'Union des Syndicats de l'Électricité, avec le concours du Ministère de la Guerre, de l'Office National des Recherches Scientifiques et Industrielles et des Inventions, de la Commission Technique de l'Automobile-Club de France et du Laboratoire Central d'Électricité, organise une seconde série d'essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs.

Ces essais auront lieu dans la région parisienne du 15 au 26 septembre 1924.

ART. 2. — *Catégories.* — Les véhicules seront classés, suivant la charge utile qu'ils transporteront effectivement, en 7 catégories :

1re catégorie, type 500 kg : charge utile de 1 à 600 kg;
2e catégorie, type 1.000 kg : charge utile de 601 à 1.200 kg;
3e catégorie, type 1.500 kg : charge utile de 1.201 à 1.750 kg;
4e catégorie, type 2 tonnes : charge utile de 1.751 à 2.500 kg;
5e catégorie, type 3 tonnes : charge utile de 2.501 à 3.500 kg;
6e catégorie, type 4 tonnes : charge utile de 3.501 à 5.500 kg;
7e catégorie, type 6 tonnes : charge utile de 5.501 kg et au-dessus.

Les tracteurs seront classés suivant la charge utile qu'ils peuvent transporter tant sur eux-mêmes que sur leurs remorques.

Chaque catégorie pourra se subdiviser suivant le type de l'accumulateur (plomb, fer-nickel, etc.) et suivant que le parcours sera effectué avec ou sans recharge partielle de la batterie.

Chaque participant ne pourra présenter dans chaque catégorie plus de 3 véhicules.

ART. 3. — *Objet des essais. Mesures.* — Les essais ont pour objet de déterminer pour chaque véhicule :

1° L'énergie électrique consommée par le véhicule pendant chaque parcours :

a) par tonne-kilomètre utile;

a) par tonne-kilomètre totale;

2° L'énergie prise à la station de charge pendant la durée totale des essais et l'énergie consommée par les voitures pendant la même période :

3° La vitesse commerciale réalisée à chaque parcours.

Ils comporteront en outre l'observation de la régularité de marche.

ART 4. — *Publication des résultats.* — Aucune communication relative aux essais, et en particulier aux résultats obtenus, ne pourra être faite que par l'Union des Syndicats de l'Électricité, ou avec son autorisation.

Les participants pourront déclarer se retirer de l'épreuve à tout moment, même après les essais, mais au plus tard huit jours francs après l'envoi, qui leur sera fait par l'Union des Syndicats de l'Électricité, des résultats obtenus par eux. Dans ce cas, leurs résultats ne seront pas publiés.

ART. 5. — *Appareils de mesure.* — La consommation sera mesurée par des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

compteurs d'énergie placés sur la voiture et sur les tableaux de charge et fournis par l'Union des Syndicats de l'Électricité. Ces appareils seront étalonnés par le Laboratoire Central d'Électricité.

ART. 6. — *Dépense d'énergie.* — La dépense d'énergie électrique sera supportée par les participants.

ART. 7. — *Parc.* — Les véhicules devront porter d'une manière apparente le numéro d'ordre qui leur sera indiqué, les chiffres seront peints en blanc sur fond foncé et devront avoir au moins 25 centimètres de hauteur.

Les véhicules seront garés l'avant-veille du début de l'épreuve et pendant toute la durée de cette dernière, dans un parc comportant des postes de charge pour les accumulateurs et situé à Bellevue, à l'Office National des Recherches Scientifiques et des Inventions.

Pendant l'épreuve, les véhicules seront placés sous le régime des parcs fermés.

ART. 8. — *Batteries d'accumulateurs.* — Les batteries portées par les véhicules devront :

1° Être d'un des modèles courants fabriqués en vue de la vente;

2° Avoir, sauf dérogation accordée par l'Union des Syndicats de l'Électricité, des dimensions conformes à la normalisation arrêtée par le Syndicat professionnel des Industries Électriques;

3° Être constituées du nombre d'éléments correspondant à la charge sous 110 volts. Pour les véhicules de 1re catégorie, la charge pourra se faire par groupes de voitures.

Les participants auront la faculté de produire le contrat de garantie délivré par le constructeur de leurs batteries. Les stipulations principales de ces contrats seront publiées dans le rapport qu'établira l'Union des Syndicats de l'Électricité sur les essais.

ART. 9. — *Charge et recharge des accumulateurs.* — Chaque participant devra faire établir lui-même les tableaux de charge de ses voitures, conformément aux indications qui lui seront données par l'Union des Syndicats de l'Électricité. Ces tableaux devront être remis au plus tard le 1er septembre 1924 à l'Office National des Recherches Scientifiques et des Inventions à Bellevue (Seine-et-Oise) et seront réceptionnés par le Laboratoire Central d'Électricité.

La charge des accumulateurs sera faite par les participants sous la surveillance des commissaires préposés aux essais.

Elle ne pourra être faite qu'entre 19 heures et 7 heures.

Les recharges partielles ne pourront être faites qu'au parc et entre midi et 13 h. 1/2. L'énergie prise pendant ces recharges sera mesurée.

ART. 10. — La tension du courant fournie aux heures de charge sera de 110 à 115 volts.

Les prises de courant pour la charge devront être conformes au type normalisé par le Syndicat professionnel des Industries Électriques.

ART. 11. — *Entretien et réparations.* — Le conducteur du véhicule ou, à son défaut, un remplaçant pourra seul et sans aide procéder à la visite et aux réparations mécaniques de son véhicule pendant les deux heures qui suivront la rentrée au parc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Toute opération d'entretien des accumulateurs autre que l'entretien de l'électrolyte ne pourra se faire qu'en présence et avec l'autorisation d'un commissaire spécialement désigné qui en dressera le compte rendu. Pour assurer le contrôle dans ces conditions, les batteries seront fermées et plombées, sauf les orifices nécessaires à la fuite des gaz et à l'entretien de l'électrolyte.

L'entretien et la manipulation des accumulateurs ne pourront être faits que pendant les deux heures qui suivront la rentrée au parc. Le conducteur du véhicule pourra se munir du matériel utile et se faire aider dans son travail par le personnel nécessaire.

En cours de route, les seules réparations autorisées seront effectuées par les moyens du bord et seulement par le conducteur du véhicule.

Toute dérogation à ces prescriptions du règlement fera l'objet d'une mention spéciale dans le rapport sur l'épreuve.

Art. 12. — *Horaire.* — L'épreuve sera effectuée d'après un horaire déterminé et publié avant le commencement des essais.

Le parc ne sera ouvert que de 8 à 19 heures, sauf pour le personnel préposé à la charge des accumulateurs.

A l'heure précise prévue à l'horaire, le véhicule sera considéré comme ayant pris le départ.

Le retour au parc devra être effectué au plus tard à 17 heures.

Un arrêt d'une heure et demie à Bellevue sera obligatoire pour tous les véhicules au passage du nœud de la boucle dont il est question ci-dessous.

Art. 13. — *Itinéraires et prescriptions de route.* — Un plan donnera les itinéraires journaliers comprenant des points caractéristiques où les commissaires de bord noteront les passages des véhicules et l'heure de ces passages.

Ces itinéraires seront en forme de 8, le nœud de la boucle étant à Bellevue, où se feront les départs et les rentrées.

La durée totale de l'épreuve sera de dix jours et le parcours journalier à accomplir avec ou sans recharge partielle par chaque véhicule sera d'environ :

90 km pour les 1re et 2e catégories;
75 — la 3e catégorie;
60 — les 4e et 5e catégories;
50 — les 6e et 7e catégories.

La moyenne des vitesses commerciales réalisées par chaque véhicule pendant toute la durée des essais ne devra pas être inférieure à :

18 km à l'heure pour la 1re catégorie;
15 — — les 2e et 3e catégories;
12 — — les 4e et 5e catégories;
10 — — la 6e catégorie;
8 — — la 7e catégorie.

En aucun cas la vitesse maximum, en descente, des véhicules ne devra dépasser de plus de 30 p. 100 la vitesse maximum en palier.

Les stipulations du Code de la Route, l'arrêté du 25 janvier 1923 du Ministère des Travaux Publics et les arrêtés municipaux relatifs aux allures sur les voies parcourues devront être rigoureusement observés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ART. 14. — *Commissaires de bord.* — Chaque véhicule aura à bord, outre le conducteur, un commissaire pour lequel un siège confortable et abrité de la pluie devra être aménagé. Ce commissaire, qui ne devra jamais abandonner la voiture, relèvera les indications des appareils de mesure au départ, aux points caractéristiques de l'itinéraire et à l'arrivée.

Le commissaire notera sur une feuille de route, qui lui sera remise en temps utile, les heures de départ, de passage aux points caractéristiques et d'arrivée, et en général, tous les incidents de la route.

ART. 15. — *Charge utile.* — La charge utile pour toutes les voitures engagées dans l'épreuve se composera exclusivement, outre le poids du commissaire afférent à chaque voiture et estimé à 70 kg, de caisses de gravillon fermées et solidement arrimées sur les voitures; le poids de ces caisses sera uniformément de 35 kg.

Ces caisses seront fournies par le participant.

Une caisse d'appoint sera autorisée s'il y a lieu.

De fréquentes vérifications du poids transporté seront effectuées.

Pour les voitures de transport de voyageurs, les voyageurs qu'elles seront déclarées susceptibles de transporter seront représentés obligatoirement par des caisses de gravillon de 35 kg à raison de 70 kg par voyageur. Ces caisses seront placées à l'endroit même où seraient les voyageurs qu'elles représentent.

ART. 16. — *Pesées.* — Les véhicules seront pesés à vide avant les essais et au cours de ceux-ci.

Le poids à vide comprendra le poids du châssis et de la carrosserie, celui de la batterie, celui du conducteur, le poids de l'outillage, le poids des pièces de rechange y compris les roues et bandages de rechange. Le poids de la charge utile sera obligatoirement compris dans les limites spécifiées pour la catégorie dans laquelle est inscrit le véhicule et devra rester le même pendant toute la durée de l'épreuve.

Les véhicules ayant été tout d'abord pesés à vide, le poids de la charge utile sera vérifié par une pesée du véhicule chargé.

ART. 17. — *Pièces de rechange.* — Un inventaire des pièces de rechange emportées à bord sera établi par le participant, et le commissaire de bord prendra cet inventaire en charge. Il contrôlera l'emploi éventuel des pièces.

Les pièces avariées et remplacées prendront dans le chargement la place des pièces neuves utilisées. Elles devront être représentées, sauf impossibilité.

A la fin de l'épreuve, l'inventaire sera contrôlé.

ART. 18. — *Annexes.* — Des annexes détermineront ultérieurement les conditions de détail de l'épreuve.

ART. 19. — *Essais spéciaux.* — En vue de déterminer la consommation de chaque véhicule aux différentes vitesses, il sera procédé à des essais spéciaux en palier et en rampe qui seront subis sur un même tronçon d'itinéraire par tous les véhicules, à différentes vitesses fixées dans chaque catégorie.

Le règlement spécial relatif à ces épreuves est annexé au présent règlement.

ART. 20. — *Modifications au règlement.* — L'Union des Syndicats d'Électricité se réserve le droit d'apporter au présent règlement toutes modifications qu'elle jugera utiles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ART. 21. — *Inscription et droit d'engagement.* — Les constructeurs désirant participer aux essais devront se faire inscrire à l'Union des Syndicats de l'Électricité, boulevard Malesherbes, 25, à Paris, avant le 15 juin 1924, en indiquant le nombre et la nature des véhicules qu'ils présenteront.

Des inscriptions pourront toutefois être reçues jusqu'au 15 juillet, mais le droit d'engagement sera majoré de 50 p. 100 pour les engagements qui parviendront entre le 1er et le 15 juillet.

Du fait de leur inscription à l'épreuve, les participants s'engagent à observer le présent règlement.

Un droit d'engagement sera versé par les participants au moment de leur inscription. Ce droit sera par véhicule de :

500 francs pour la 1re catégorie.
750 — — — 2e —
1.000 — — — 3e —
1.250 — — les 4e et 5e catégories.
1.500 — — — 6e et 7e —

Les sommes ainsi versées resteront acquises à l'Union des Syndicats d'Électricité, alors même que le véhicule ne participerait pas à l'épreuve pour quelque cause que ce soit ou que le participant déclarerait se retirer de l'épreuve comme cela est prévu à l'article 4.

ART. 22. — *Responsabilités.* — L'Union des Syndicats de l'Électricité décline toutes responsabilités de quelque nature qu'elles soient, étant entendu que celles-ci incombent aux participants ayant engagé leurs véhicules.

ART. 23. — *Formule d'engagement.* — Dans la formule d'engagement qu'ils signeront, les participants devront spécifier :

Qu'ils acceptent en toutes ses parties le présent règlement;

Qu'ils dégagent les organisateurs de toutes responsabilités, de quelque nature qu'elles soient, et prennent celles-ci à leur charge;

Qu'ils se sont assurés à une Compagnie d'assurances notoirement solvable contre tous les accidents causés soit à eux-mêmes, soit au commissaire placé à bord de leur véhicule, soit à des tiers (la police d'assurance devra être produite avant le départ, sous peine d'exclusion de l'épreuve);

Qu'ils déclarent accepter toutes décisions de l'Union des Syndicats de l'Électricité concernant l'application du règlement et s'engagent à ne s'adresser en aucune circonstance aux tribunaux.

L'engagement devra être accompagné d'un tableau de renseignements fourni par le participant et conforme à un modèle qui sera établi par l'Union des Syndicats de l'Électricité.

Essais spéciaux.

ARTICLE PREMIER. — Conformément à l'article 19 du règlement des essais contrôlés, et en vue de déterminer la consommation de chaque véhicule aux différentes vitesses, les participants devront faire exécuter à leurs véhicules, dans les conditions déterminées ci-dessous, un trajet déterminé :

1° En palier;
2° En rampe.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ART. 2. — *Essais en palier.* — Une base en palier sera parcourue par chaque véhicule un certain nombre de fois, de telle façon que le parcours total, effectué les jours où auront lieu les essais, soit sensiblement de même longueur que l'itinéraire-type prévu à l'article 13 du règlement, pour la catégorie à laquelle le véhicule appartient.

Ces essais seront effectués à différentes vitesses moyennes relevées par des chronométreurs.

Ces vitesses moyennes seront celles des régimes normaux du véhicule, indiquées par le participant dans la feuille de renseignements annexée à la formule d'engagement.

Elles ne pourront être inférieures aux minima indiqués à l'article 13 du règlement pour les moyennes des vitesses commerciales.

ART. 3. — Au cours de ces épreuves, l'énergie dépensée par le véhicule et autant que possible le débit de la batterie seront relevés par le commissaire de bord.

ART. 4. — *Essais en rampe.* — Des essais en rampe se feront sur la côte de Bellevue. Ils seront effectués immédiatement avant et après les essais en palier, prévus à l'article 2 de la présente annexe.

Au départ les véhicules auront à descendre la côte de Bellevue et à la remonter immédiatement après. A la suite de cette épreuve les véhicules redescendront la côte et partiront pour les essais en palier.

Ils seront alors l'objet des mesures spécifiées à l'article 3 de la présente annexe.

Au retour de ces essais et pendant la remontée des véhicules au parc se fera une nouvelle série de mesures.

Au bas et au sommet de la côte de Bellevue se trouveront un chronométreur et un commissaire du Laboratoire Central d'Électricité qui noteront respectivement :

1° Les heures de départ et d'arrivée ;

2° Les indications fournies par les appareils de mesure.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DE COMMERCE

Une politique gouvernementale de la natalité.

L'Alliance nationale pour l'Accroissement de la Population française fondée par Jacques Bertillon à une époque où personne ne voulait voir le péril dont nous menaçait la diminution de notre natalité, a fait hommage à la Société d'Encouragement d'une brochure ayant pour titre : « Une politique gouvernementale de la natalité ».

Les bases essentielles de cette politique ont été tracées, il y a quelque dix ans dans une brochure publiée par le Musée social ; elle reproduisait le rapport présenté sur ce sujet d'importance vitale au Conseil de l'Alliance d'Hygiène sociale et dont les conclusions avaient été adoptées à l'unanimité.

Ces conclusions exprimaient tout d'abord le vœu que, contrairement à ce qui existait en France avant la guerre où, avoir beaucoup d'enfants constituait pour les riches un ridicule et pour les pauvres une tare, la famille nombreuse fut partout honorée et mise au premier rang.

Mais on a dit que « si Dieu protège les nombreuses familles il ne les nourrit pas » ; il y a donc lieu de prouver aussi à la famille nombreuse au point de vue matériel, la sollicitude de la nation et cette intervention doit se produire sur des bases justes et logiques.

Celles-ci furent considérées comme telles :

Tout Français ayant atteint un âge donné doit à sa patrie trois enfants comme il lui doit l'impôt et le service militaire, tout simplement pour qu'elle ne meure pas.

S'il ne les lui donne pas, il paiera pour chaque enfant manquant ; s'il lui en donne davantage il recevra pour chaque enfant à partir du quatrième. Et ce ne sera point un secours qui lui sera accordé mais un témoignage de reconnaissance de la nation envers un bon citoyen ayant noblement rempli son devoir envers la patrie.

Arrière toute idée d'assistance ; c'est uniquement d'une juste péréquation et d'un hommage qu'il s'agit.

Sans doute, il y a des ménages involontairement stériles et qui en sont très malheureux ; on ne peut nier cependant qu'ils n'ont pas eu à dépenser et à se dépenser pour des enfants que d'autres ont élevés à leur place.

Tous les arguments qui militent en faveur de ces principes sont indiqués dans le rapport : on a cherché à répondre aux objections qui pourraient s'élever et des calculs basés sur les dernières statistiques prouvent par des chiffres combien peu ces idées sont chimériques.

Il est cependant certain qu'il faudra quelque temps pour faire pénétrer ces idées dans le public et qu'un gouvernement mettant au-dessus de tout les grands intérêts nationaux et convaincu de la nécessité d'une importante natalité pour la France sera seul capable d'imposer à une majorité parlementaire les mesures nécessaires.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La précédente législature avait très nettement préparé les voies; des groupes de députés et de sénateurs, pères de familles nombreuses, s'étaient formés et avaient influé sur le Gouvernement qui comptait d'ailleurs parmi les ministres un certain nombre d'hommes éminents, grands patriotes et pères de nombreux enfants.

Plusieurs mesures, dont quelques-unes assez importantes, ont été prises successivement, sans lignes directives bien nettes, mais toutes utiles et certainement favorables à la natalité, et leur ensemble constitue un réel titre de gloire pour la Chambre de 1919.

C'est l'exposé de ces mesures fragmentaires que M. Boverat, l'actif et dévoué secrétaire général de l'Alliance, a réunies dans cette intéressante brochure; il y a joint ce qu'il a trouvé de meilleur parmi les vœux émis par le Conseil supérieur de la Natalité. Avec son esprit clair et en s'appliquant à rechercher le côté pratique des idées, il a composé cette brochure du plus haut intérêt que nous voudrions voir entre les mains de tous les Français.

Il n'a point dissimulé la gravité du péril qui nous menace et il a eu infiniment raison.

Cependant si le mal est très grand et très menaçant, il nous semble utile et bienfaisant de faire connaître aussi les résultats très encourageants obtenus sur les divers terrains où la lutte a été énergiquement entreprise et, pour ce motif, nous croyons devoir ajouter au compte rendu de cette brochure les lignes suivantes :

Les « décourageurs » sont de tous les temps.

Nous les avons vus, pendant la guerre, allant de l'un à l'autre, avec des airs contristés, et s'efforçant de prouver que la défaite était inévitable.

Dans la lutte contre l'alcoolisme, ne les entendons-nous pas répéter : « Toutes les mesures que vous préconisez ne feront pas boire un petit verre de moins ».

S'agit-il de la guerre au taudis, ils déclarent que les lois sur les habitations à bon marché et le mouvement qui en est résulté ont eu, comme unique effet, d'arrêter toute construction privée d'habitations populaires.

Parle-t-on de tuberculose, ils affirment que les sommes dépensées pour diminuer les ravages de l'horrible maladie le seront en pure perte tant que le remède spécifique dont ils annoncent la découverte certaine pour demain n'aura pas été trouvé.

Lorsque enfin on a commencé à voir qu'un danger pire encore que ceux de ces trois épouvantables fléaux sociaux nous menaçait, qu'avant peu c'en serait fini de notre chère France et de son rayonnement si nous nous refusions à avoir des enfants; lorsque de bons citoyens ont entrepris une croisade en faveur de la natalité; lorsque certains d'entre eux ont pris l'initiative de mesures morales et matérielles destinées à lutter contre la dénatalité; lorsque nos dévoués amis du Parlement ont obtenu le vote de lois destinées à aider les familles nombreuses et à leur permettre de persévérer; ces mêmes décourageurs se sont repris à crier : « Vous vous agitez dans le vide; toutes vos initiatives soi-disant utiles ne feront pas naître un enfant de plus ».

Le passé ne leur a-t-il pas infligé d'assez rudes démentis?

Que leur faudra-t-il donc?

N'avons-nous pas remporté la victoire en 1918?

Les statistiques officielles ne sont elles pas là pour prouver que la consommation de l'alcool a beaucoup diminué et tous ceux qui s'occupent de cette question ne sont-ils pas persuadés que cette diminution serait au moins double si nos majorités parlementaires n'intervenaient pas à chaque instant pour l'entraver?

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La lutte contre le taudis n'a obtenu, en quantité que des résultats minimes parce que les pouvoirs publics ne consentent pas à prendre sur les énormes dépenses électorales, qui grèvent nos budgets, les sommes infimes nécessaires pour encourager les demandes d'avances (toujours scrupuleusement remboursées) des sociétés d'habitations à bon marché et des travailleurs qui veulent la propriété de leur home.

La mortalité par tuberculose est en diminution rapide depuis que la lutte est menée, dans notre pays, d'une manière rationnelle et suivie.

Un nouveau démenti vient s'ajouter à ceux que les faits n'ont cessé d'infliger à nos décourageurs. Voici des chiffres qui prouvent que, lorsque la lutte est énergiquement entreprise contre la dénatalité, cette horrible plaie qui ronge notre patrie, non seulement on arrive à l'enrayer, mais que le nombre des naissances s'accroît sérieusement.

Nos industriels du Sud-Est, de l'Est, du Nord, de Paris et de l'Ouest n'ont pas seulement pris l'initiative de fonder ces caisses de compensation, qui reposent sur un principe si juste et si humain de péréquation, mais certains d'entre eux ont même ajouté à leur généreuse initiative la publication de statistiques, seul moyen de se rendre compte exactement des résultats obtenus.

Entre toutes, nous choisissons celles de la maison Michelin qui occupe des milliers d'ouvriers. Ses chefs ont trop souvent montré non seulement en paroles mais par des actes, l'importance primordiale qu'ils attachent à la question de la natalité pour n'avoir pas tenu leurs statistiques avec un soin jaloux.

Comparons celles de 1921 avec celles de 1924. En 1921, la moyenne d'enfants par ménage, dans les usines Michelin, était de 1,02; elle a été en 1924 de 1,44; *augmentation 42 p. 100.*

Les nouveaux ménages entrés à l'usine au cours de l'année 1921 avaient, en moyenne, 0,56 enfant par famille; en 1924 ils en comptaient 1,17, *augmentation 103 p. 100.*

Si nous prenons la statistique générale des ménages occupés en nombre si considérable aux Établissements Michelin, nous constatons qu'en 1921, 62 p. 100 de ménages n'avaient pas d'enfants!

27 p. 100 n'avaient qu'un enfant;

7,5 p. 100 n'avaient que 2 enfants;

3,5 p. 100 en avaient plus de 2.

On reste confondu devant de semblables constatations.

Voyons maintenant les chiffres de 1924. Nous ne trouvons plus que 30,5 p. 100 de ménages sans enfants au lieu de 62 p. 100.

Donc, gain de plus de 100 p. 100.

Au lieu de 7,5 p. 100 en 1921 ayant 2 enfants, 20,5 p. 100 des familles ont atteint ce chiffre en 1924, donc augmentation de 300 p. 100.

Le nombre des familles ayant 3 enfants et plus qui, en 1921, représentait 3,5 p. 100 est passé en 1924 à 10 p. 100, soit près de 300 p. 100 de plus.

Si nous examinons spécialement ce groupe des familles comptant 3 enfants et plus, nous voyons que leur nombre avant 1921 était infime puisqu'il ne s'élevait qu'à 289.

Il est en 1924 de 438, accusant une augmentation de 52 p. 100.

Pour les ménages entrés à l'usine au cours de l'année 192., l'augmentation ressort à 200 p. 100.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

***

En présence de semblables résultats, niera-t-on encore l'influence du salaire supplémentaire versé au père de famille par la caisse de compensation ?

Serait-ce l'amélioration du logement du travailleur qui, en matière de natalité, n'aurait pas tenu ce que les nobles promoteurs du mouvement, les Georges Picot, les Ribot, les Siegfried, les Cheysson en espéraient?

Ici, les statistiques dressées par les cités-jardins de la Compagnie du Chemin de fer du Nord qui abritent aujourd'hui quelque 35.000 personnes répondront.

Elles accusent une natalité supérieure de 15 p. 100 aux diverses moyennes locales. Or, nos départements du Nord sont les plus prolifiques, ceux qui comprennent le mieux leur patriotique devoir.

Mais, d'une autre région qui occupa jadis, dans le tableau d'honneur de la natalité française un bon rang, la Normandie, nous arrive une autre statistique qui vient corroborer avec une force singulière ce que nous ont montré les cités-jardins du Nord.

Dans une modeste cité-jardin créée dans un fort joli site, sur une hauteur particulièrement salubre, à la porte de la grande ville par la Société d'H. B. M. le « Foyer ouvrier de Rouen », 60 maisons ont été mises à la disposition d'autant de familles nombreuses.

Au milieu de la cité, une maison a été réservée à des infirmières-visiteuses de l' « Aide aux familles nombreuses de Rouen ».

Les admirables femmes qui vivent là, parmi cette intéressante population de travailleurs qui atteint aujourd'hui près de 700 âmes ont pris le nom touchant d' « auxiliaires familiales ».

Elles assurent le service des consultations de nourrissons et, pour les enfants qui y sont amenés, la mortalité, l'année dernière a dépassé à peine 1 p. 100.

Sous la direction du médecin, elles assurent à tous les malades les soins nécessaires, conduisent aux consultations des hôpitaux les enfants, dont l'état exige des soins spéciaux, vaquent aux soins du ménage de la mère de famille alitée, touchent aux guichets des administrations les allocations accordées pour l'allaitement ou pour les couches et les apportent à la mère.

Or, pour la population de cette cité-jardin, la natalité a atteint, l'année dernière, le chiffre de 37,3 p. 1.000, à peu près double de celui de la natalité moyenne française qui atteint environ 19 p. 1.000.

Soutiendra-t-on encore que, dès qu'une famille de travailleurs est bien logée, elle s'empresse de ne plus avoir d'enfants?

Loin de nous, la pensée de crier victoire; nous sommes infiniment loin du but, et les efforts déployés jusqu'ici par les natalistes sont peu de chose à côté de ceux qui s'imposent.

Nous demandons seulement qu'on veuille bien, une fois de plus, reconnaître que toute action amène des résultats. Rien de ce qui se fait dans le monde n'est perdu, ni pour le bien, ni malheureusement pour le mal.

Les négations de ceux qui mènent une vie inutile et souvent nuisible, mollement bercés sur le doux oreiller du scepticisme et de la paresse ne prévaudront pas sur les encouragements qu'apportent les résultats obtenus par l'énergique action des hommes de bonne volonté.

GEORGES RISLER,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE ROLE DES CHEMINS DE FER DANS LA PRODUCTION AGRICOLE FRANÇAISE [1]

Le but des services d'études agricoles et économiques des réseaux. leur genèse. leurs moyens d'action, leur avenir.

I. — RÔLE GÉNÉRAL DU CHEMIN DE FER.

Les chemins de fer constituent dans les conditions actuelles de la vie économique une liaison véritablement indispensable entre les centres de production et de consommation. Par la rapidité et la régularité des transports qu'ils permettent, on peut dire qu'ils « rapprochent » les marchés de production et ceux de consommation. L'activité des échanges, c'est-à-dire pour la presque totalité des cas, l'importance des courants de trafic par voie ferrée est le signe certain, l'indice caractéristique de l'état économique du pays. Il en est, pourrait-on dire, l'instrument de mesure, le « baromètre ».

L'intérêt du chemin de fer est donc inéluctablement lié à l'intérêt national, puisque la vie intense du pays est la meilleure source de profits pour les réseaux dont elle provoque le développement et l'activité.

C'est pourquoi il est naturel, rationnel même que les administrations de chemins de fer s'intéressent particulièrement au développement économique des régions desservies par leurs lignes.

Plusieurs nations ont compris le rôle du chemin de fer et il faut citer par exemple la Russie et le Canada ainsi que les États-Unis, mais nul n'a mieux senti que la France l'importance considérable que les grands réseaux doivent prendre dans le développement économique et agricole du pays.

II. — IMPORTANCE AGRICOLE DES RÉSEAUX FRANÇAIS.

Certains réseaux français sillonnent des régions dont la richesse provient surtout de la prospérité de leur agriculture.

C'est ainsi que le réseau de l'Orléans dessert la Beauce, la Touraine, le Berry, région de grande production agricole, le Limousin, berceau d'une

(1) Conférence faite par l'auteur en séance publique le 6 juin 1923.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des races de bovidés les plus parfaites, et le Sud-Ouest si propice à la culture des primeurs.

Le réseau de Paris-Lyon-Méditerranée draine les produits des vallées du Rhône et de ses affluents, ramasse les remarquables productions de la Provence, de la côte d'Azur, de l'Algérie et de la Tunisie.

Le réseau du Midi dessert les régions arrosées par la Garonne, le Roussillon, l'Espagne ; il tire une importante partie de ses bénéfices du transport des vins et des primeurs.

Le réseau de l'État transporte les denrées agricoles que produisent les régions de l'Ouest, la Normandie, la Bretagne, la Vendée, et celles du Sud-Ouest. L'élevage, l'industrie laitière, les vins, les grandes eaux-de-vie entrent pour une part importante dans son trafic.

Le réseau d'Alsace-Lorraine dessert des régions particulièrement avancées au point de vue de la culture des céréales, de la culture maraîchère, de l'arboriculture fruitière et de la production viticole.

Les compagnies du Nord et de l'Est, bien que parcourant des régions souvent plus industrielles qu'agricoles, tirent encore une source importante de trafic du transport de certains produits agricoles.

III. — ORIGINE DE LA CRÉATION DES SERVICES AGRICOLES.

Dès 1903, la Compagnie d'Orléans confiait à certains de ses agents la mission de surveiller le trafic et entreprenait une action importante en vue d'améliorer les emballages. Le service ainsi créé prenait une extension chaque jour plus considérable, renseignant les expéditeurs et les producteurs sur les débouchés, et développant sans cesse son action de propagande agricole, industrielle et commerciale.

En 1912, le P.-L.-M. créait un service analogue et s'efforçait surtout de développer l'agriculture dans les régions desservies par ses lignes. La même initiative était prise en 1916 par le Midi, et en 1914 par l'État.

Tous ces organismes, rattachés aux Services commerciaux des Compagnies, maintiennent des relations incessantes, tant avec le producteur qu'avec le négociant et le consommateur. Ils secondent activement les services officiels de l'agriculture : Direction de l'Agriculture, offices régionaux et départementaux, directions des Services agricoles, professeurs d'horticulture, sociétés agricoles diverses, d'horticulture, d'aviculture, d'apiculture, d'aquiculture, etc.

Ils entreprennent des études d'ordre agricole ou commerciale en vue de renseigner le producteur sur les cultures qu'il a intérêt à développer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour obtenir une vente facile et rémunératrice; ils préconisent les meilleures méthodes d'expédition et de vente, et s'efforcent d'étendre la connaissance des débouchés.

IV. — ORGANISATION DES SERVICES AGRICOLES.

Ces services sont généralement dirigés par des ingénieurs et des inspecteurs principaux de l'Exploitation, et comprennent des ingénieurs-agronomes, des ingénieurs agricoles, des anciens élèves d'écoles d'horticulture. Ils s'entourent parfois aussi de conseillers techniques et demandent fréquemment la collaboration des plus hautes sommités scientifiques.

V. — MOYENS D'ACTION.

Des conférences sont faites aux agriculteurs, expéditeurs, etc., par les agents de ces services ou plus souvent par des notabilités agricoles. Elles sont utilement complétées par des projections ou par des films.

Des articles de presse, soit dans des journaux spéciaux, soit même dans les grands organes politiques, permettent d'atteindre les intéressés.

Des tracts et brochures de propagande sont distribués par milliers d'exemplaires dans les régions qu'il faut toucher.

Des voyages d'études, des congrès, des expositions de produits du réseau, des expositions ambulantes, des concours sont organisés.

Enfin des récompenses sont décernées à l'occasion d'importantes manifestations agricoles, des subventions sont distribuées, soit en argent, soit, et c'est le cas le plus général, en nature.

Voici, avec quelques détails, quel est le fonctionnement de ces divers moyens de propagande employés par les grandes Compagnies de chemins de fer.

Conférences. — Les conférences portent sur tous les sujets agricoles et commerciaux susceptibles de faire progresser les diverses branches de l'agriculture; elles ont lieu à l'occasion soit de réunions de sociétés agricoles, soit de solennités régionales, soit de démonstrations ambulantes. Parfois aussi elles se font dans des écoles d'agriculture, ou même aux professeurs d'agriculture pour compléter les notions d'ordre commercial qui leur sont nécessaires pour parfaire l'instruction des producteurs.

Articles de vulgarisation. — Ces articles de vulgarisation, qui paraissent soit dans la presse agricole, soit dans la presse politique, permettent d'atteindre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un très grand nombre d'intéressés. C'est ainsi que sont publiées les annonces et les comptes rendus sommaires des missions qu'organisent les grands réseaux dans un but d'intérêt général.

Tracts de vulgarisation. — Les compagnies de chemins de fer utilisent également volontiers le tract. C'est ainsi que l'Orléans en a édité un grand nombre à plusieurs milliers d'exemplaires et sur les sujets les plus divers.

Par ce moyen, qui constitue non pas une concurrence, mais un auxiliaire de la littérature agricole, de nombreux points ont été précisés, dont nous ne citerons que quelques-uns à titre d'exemples. D'éminents spécialistes, choisis parmi les plus hautes sommités scientifiques, ont rédigé quelques lignes précises et succinctes, sur les soins à donner aux arbres fruitiers, sur l'apiculture, sur les moyens de développer la basse-cour à la ferme, sur les méthodes de lutte contre les maladies de la pomme de terre, sur le choix des variétés de céréales, sur les procédés de culture de l'asperge, du cassissier, sur la façon de préparer les pulpes de fruits, etc.

Brochures. — La brochure de vulgarisation, plus importante que le tract, mais dont le coût un peu plus élevé ne permet pas une diffusion aussi importante, est également souvent employée par les compagnies.

C'est ainsi que le P.-L.-M. en a édité un grand nombre pour le plus grand profit des agriculteurs de son réseau. Les comptes rendus de missions et de congrès, font également l'objet de la part des réseaux, de plaquettes très instructives qui résument les enseignements à tirer de ces propagandes.

Souvent même l'ensemble des rapports présentés à l'occasion d'un congrès constituent une documentation sans précédent et absolument unique; c'est le cas, par exemple, des comptes rendus des Congrès de l'Étang, de l'Aviculture commerciale, de l'Apiculture commerciale, du Charbon de bois utilisé comme carburant, etc., que le P.-O. a pris soin d'éditer et dont certains sont aujourd'hui épuisés et toujours très demandés.

Voyages d'études. — Les compagnies organisent fréquemment des voyages d'études, tantôt au point de vue agricole, tantôt au point de vue industriel et tantôt aussi au point de vue commercial. Ces voyages ont lieu en France pour la plupart et à l'étranger quand cela est nécessaire.

Ils permettent notamment aux producteurs d'aller étudier tels ou tels procédés de culture là où ils sont le mieux appliqués, évitant ainsi des périodes de tâtonnement inutiles et coûteuses. Il en est de même pour les industries agricoles : il n'y a pas de meilleur moyen pour inciter les agriculteurs ou

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

groupements agricoles à créer des installations industrielles que de leur montrer des usines modèles qui fonctionnent déjà et procurent à leurs propriétaires de sérieux bénéfices.

C'est ainsi que tout dernièrement encore, le P.-O. a conduit en Bretagne et en particulier à Plougastel-Daoulas, certaines personnes désireuses de monter des pulperies de fruits et qui ont pu se rendre compte *de visu*, combien est simple une telle installation.

Enfin, comme il ne suffit pas de bien produire, mais qu'il faut aussi bien vendre, les producteurs et expéditeurs sont conduits fréquemment, par les soins des compagnies, sur des marchés de consommation, soit en France, soit à l'étranger; ils peuvent ainsi adapter leurs productions aux besoins du marché, dans leur propre intérêt ainsi que dans celui du consommateur.

Expositions et concours. — Par l'organisation d'expositions et de concours les compagnies visent des buts assez différents. Parfois elles cherchent à améliorer les conditions d'emballage qui rendent le transport des colis plus facile et en assurent une vente plus rémunératrice par une présentation mieux soignée. Parfois elles font connaître à des acheteurs éventuels, des fruits et des légumes produits par d'autres régions. Souvent aussi elles aident le progrès à se faire jour, notamment en présentant au public des appareils horticoles, des pulvérisateurs, des arracheurs de pommes de terre, etc. et en en montrant le fonctionnement aux intéressés.

Enfin, par des distributions de récompenses aux participants ou lauréats de ces expositions, elles sanctionnent l'intérêt qu'elles leur portent.

Wagons-exposition et wagons de démonstration. — Pour porter le progrès « à domicile », pourrait-on dire, la Compagnie d'Orléans, a réalisé un certain nombre d'expositions ambulantes. C'est ainsi qu'elle fit circuler sur son réseau des wagons-exposition de semences sélectionnées, d'appareils modernes avicoles, de ruches, d'extracteurs et tous accessoires nécessaires à l'apiculture bien comprise, des wagons de démonstration de triage de semences, et enfin tout récemment une véritable petite usine ambulante de fabrication de pulpes de fruits.

Cette propagande touche, peut-on dire, tous les intéressés, car le passage des wagons-exposition est préalablement annoncé dans les régions où a lieu un arrêt et chacun peut aller visiter l'exposition, sans être obligé d'abandonner pour longtemps son travail quotidien.

Démonstrations ambulantes. — En dehors des démonstrations sur des wagons spécialement équipés, de nombreux essais pratiques ont été faits par

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

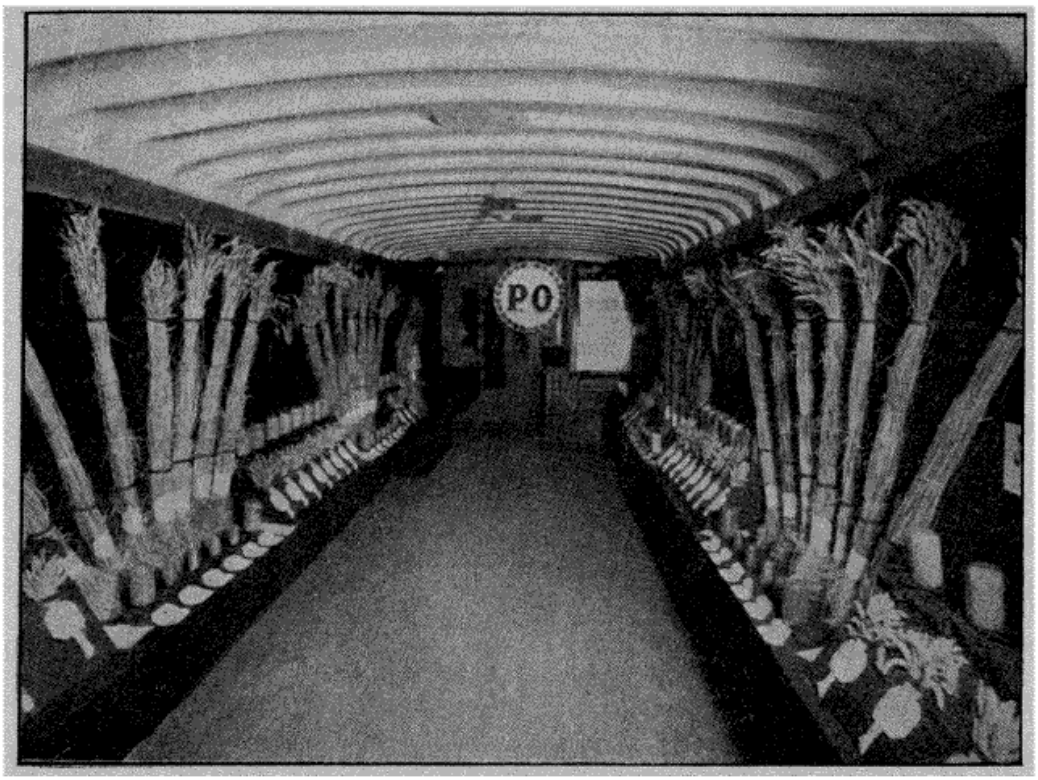


Fig. 1. — Wagon-exposition du chemin de fer de Paris à Orléans : céréales.

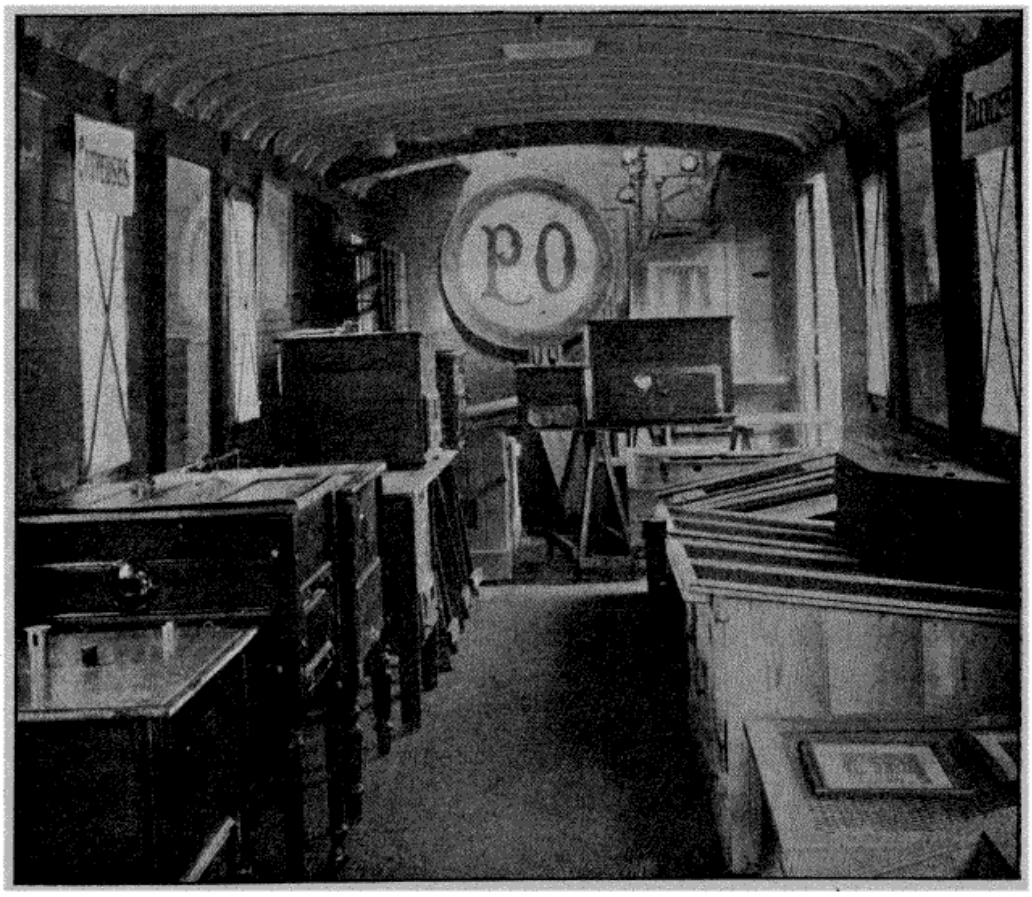


Fig. 2. — Exposition ambulante d'aviculture : Wagon P.-O.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les compagnies. C'est ainsi que le P.-O. avait organisé des tournées de propagande en faveur de la motoculture; dans un grand nombre de régions desservies par son réseau, des tracteurs fonctionnaient devant les yeux d'un nombreux public, spécialement invité à ces séances si instructives. Plus tard, il en fut de même pour les tracteurs munis de gazogènes à bois ou charbon de bois.

Les branches de l'agriculture qui donnèrent lieu à de telles démonstra-

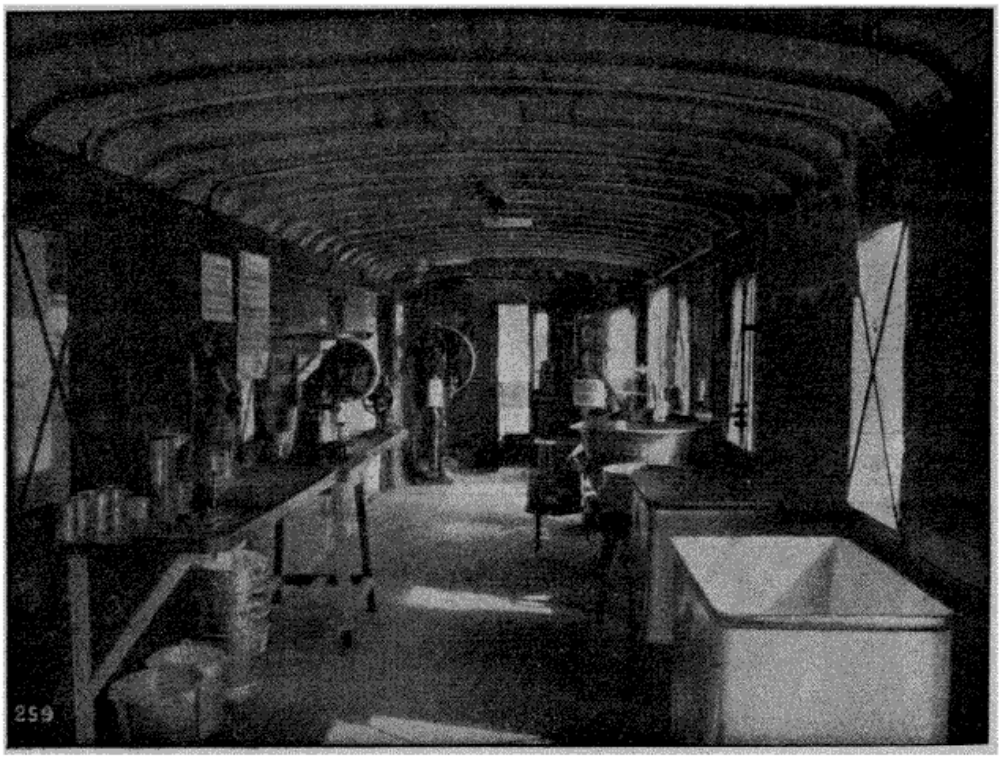


Fig. 3. — Wagon de démonstration : Fabrication des pulpes de fruits (Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans).

tions sont d'ailleurs très variées : on peut citer celles du greffage et de la taille des arbres fruitiers; celle du dessouchement forestier; des applications rurales de l'électricité, etc.

Participation aux solennités agricoles. — Les grands réseaux prennent fréquemment une part active aux concours généraux, foires et expositions, tant à Paris qu'en province, notamment en organisant des stands de denrées produites dans les régions qu'ils desservent, parfois aussi des stands d'emballage; souvent ils décernent des diplômes, médailles ou coupes, à ces occasions, et délèguent aussi des spécialistes de leurs services commerciaux pour faire partie du jury. Ajoutons d'ailleurs que, dans le but de créer de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nouveaux débouchés aux produits de leur réseau, les compagnies telles que l'Orléans ont également participé à des expositions à l'étranger : à Londres, à Cologne, à Mannheim, etc.

Congrès. — Sans parler des grands congrès ou semaines auxquels les réseaux apportent leur concours, il faut rappeler que souvent ils sont aussi les propres organisateurs de semblables manifestations.

Le P.-O., par exemple, a pris l'initiative du premier et du deuxième Congrès de l'Étang, des Congrès des Plantes médicinales, du Congrès d'Apiculture commerciale, de celui d'Arboriculture fruitière, de Culture maraîchère, de la Pomme de terre, de la Noix, de la Châtaigne, du Charbon de bois, du Raisin de table, etc. Le P.-L.-M. en a également organisé un sur la noix, et l'État sur le lin.

Ces Congrès font ensuite l'objet de comptes rendus qui sont édités par les soins des compagnies et sont toujours très demandés.

VI. — LES ACTIONS ENTREPRISES ET LEURS RÉSULTATS.

ACTION SUR LES TRANSPORTS. — Depuis longtemps déjà, les compagnies se préoccupent d'améliorer de toutes les façons possibles le transport des denrées périssables. Leur action a porté sur les tarifs qui ont été mis autant que possible en harmonie avec la nature des produits à transporter; l'adaptation du matériel aux conditions de ces transports a fait également l'objet de leur préoccupation; c'est ainsi que les réseaux ont aujourd'hui des wagons spécialement affectés au transport des denrées, et il faut même mentionner un matériel plus spécial, celui des wagons frigorifiques et isothermes, aujourd'hui très employés pour les expéditions de marée, de viandes abattues et de lait.

Parallèlement à cette propagande, les compagnies se sont efforcées d'accélérer le transport des denrées, notamment à destination des Halles centrales de Paris. Aujourd'hui des trains de denrées spécialement désignés pour ces acheminements ont lieu chaque jour pour le ramassage des produits périssables qu'ils amènent sur le marché de Paris à des vitesses d'express.

Grâce à toutes ces conditions de transport : matériel bien adapté, emballages appropriés, tarification adéquate, vitesse accélérée, les régions productrices peuvent facilement envoyer leurs produits sur les gros marchés de consommation de France ou même de l'Étranger.

PROPAGANDES SPÉCIALES. — Les considérations précédentes visent la généralité des produits dont les compagnies doivent assurer le transport. Nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

allons regarder maintenant, avec un peu plus de détails, dans quel sens se sont exercés les efforts des compagnies pour chacune des propagandes spéciales qu'elles ont entreprises.

Céréales. — Dès 1920, 1921 et 1922, l'Orléans faisait circuler sur ses lignes des wagons aménagés en postes ambulants de triage, et complétait

Fig. 4. — Exposition agricole de Paris (15-20 février 1923) : chasselas doré du bassin de la Garonne.

cet enseignement par celui des expositions ambulantes de semences sélectionnées. Des conférences étaient faites par d'éminents spécialistes sur la culture du blé et de nombreux tracts étaient édités et distribués sur le réseau, sous la signature de MM. Hitier, Brétignière, Rabaté, etc. La même compagnie prenait une part active à la Semaine du Blé. Aujourd'hui, le procédé Rabaté pour le nettoyage des champs de céréales par l'acide sulfurique est assez répandu pour qu'il ne soit pas utile d'y insister, et c'est la preuve du succès d'une propagande entreprise par le P.-O. dès le début de l'utilisation de cette méthode.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le P.-L.-M. et le Midi se sont préoccupés également de la culture des céréales, notamment en organisant des missions d'études et en éditant des brochures sur l'amélioration des semences, et l'État en participant en particulier à la Foire aux Semences de Chartres.

Pommes de terre. — Les grands réseaux se sont préoccupés dans une large mesure de l'amélioration des semences de pommes de terre, point d'importance capitale si on veut obtenir un développement rationnel de cette culture par des débouchés faciles et rémunérateurs. L'ensemble des questions intéressant cette culture était d'ailleurs traité par les meilleurs spécialistes au cours d'un congrès organisé en 1924 par la Compagnie d'Orléans à Limoges. La propagande était complétée par des démonstrations de plantation et d'arrachage mécaniques, par des essais de culture retardée en vue de lutter contre la concurrence espagnole, et par des distributions de tracts sur les maladies de la dégénérescence.

Graines et semences. — Sans insister sur le détail de cette propagande dans cette étude qui ne saurait être qu'une énumération, il faut rappeler que la question des graines a fait l'objet de la part des compagnies de nombreux et actifs efforts exercés dans un sens très voisin de celui de la propagande en faveur des céréales.

Cultures industrielles. — A titre d'exemple il faut citer dans cette branche de l'activité des compagnies le Congrès du Lin, organisé par les Chemins de fer de l'État et dont les résultats ont été des plus heureux.

Fruits. — Avec la culture et le commerce des fruits, nous touchons à l'un des efforts les plus importants des services agricoles des grandes compagnies de chemins de fer français. C'est ainsi que le P.-O. a créé des pépinières post-scolaires dont il suit de très près le développement.

Pour améliorer l'enseignement du greffage et de la taille, sans quoi la culture fruitière ne peut donner de bons résultats, il fait donner par des spécialistes de ses services des leçons pratiques sur place. Il distribue également et gratuitement, de jeunes arbres, ou des plants choisis toujours parmi les variétés commerciales dont le développement est susceptible de donner le meilleur résultat.

Par l'organisation de missions d'études d'agriculteurs dans d'importantes régions fruitières, comme la vallée du Rhône, la Provence, la vallée de la Garonne, etc., il guide les producteurs soucieux de développer l'arboriculture fruitière dans leurs régions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, par des fréquentes participations aux concours ou expositions fruitières, notamment en organisant des présentations de produits ou en accordant des récompenses, la Compagnie d'Orléans tient toujours en haleine les agriculteurs de son réseau, les exhortant à bien produire pour bien vendre.

Il serait fastidieux de citer tous les autres moyens de propagande employés journellement en faveur de la culture fruitière; disons seulement que les tracts, congrès, conférences, missions sur les marchés de consommation, visites des Halles centrales de Paris, etc., sont parmi les plus répandus.

Légumes. — Il faudrait une étude très longue pour traiter de l'activité des compagnies en faveur de la culture maraîchère, et cela sortirait du cadre de cette conférence. Traçons seulement les grandes lignes de ces efforts.

Les compagnies ont cherché d'une part à développer l'ensemble des cultures maraîchères dans certaines régions. C'est ainsi que, par une campagne en faveur des irrigations, le P.-O. et le Midi ont obtenu de très sérieux résultats dans la région de Toulouse, par exemple.

D'autre part, les compagnies ont cherché à développer la culture de certains produits maraîchers, tels que la tomate, la fraise, l'asperge, le petit pois, l'endive, etc., et là encore leurs efforts ont été couronnés de succès.

Enfin la propagande a porté également sur la commercialisation des produits maraîchers, en particulier au point de vue de l'amélioration des emballages et de la recherche des débouchés. Là encore, entre autres moyens de propagande, la Compagnie P.-O. avait organisé un Congrès de Culture maraîchère qui réunit à Nantes l'année dernière un grand nombre de maraîchers et dont les travaux ont été suivis avec le plus grand intérêt dans toutes les régions productrices.

Animaux et produits animaux. — L'action des compagnies, en ce qui concerne les animaux et produits animaux, s'est exercée parallèlement à celle des produits végétaux.

C'est ainsi, par exemple, que l'amélioration des races de bétail, soit par des croisements, soit par l'introduction de races nouvelles, a été poursuivie de façon très active, notamment par le Midi et le P.-O. De nombreuses missions ont été organisées par les compagnies dans ce but pour mener les intéressés aux centres d'élevage les plus réputés.

Des essais d'importation de moutons marocains ont été tentés, sur les conseils de la compagnie P.-O., pour le plus grand bien de l'économie nationale. La même compagnie s'est préoccupée du développement en France des abattoirs industriels régionaux, et a mis au point le transport des viandes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

abattues par des services très pratiques de ramassage au moyen de wagons isothermes.

Se préoccupant de l'amélioration des pâturages, le P.-L.-M. a poursuivi en Suisse d'intéressantes études sur cette question, notamment dans les régions montagneuses.

La production, le commerce et le transport des produits de *l'industrie laitière* a fait l'objet de la part des compagnies intéressées d'études très suivies qui ont déjà donné les meilleurs résultats.

Pour le lait, en particulier, la Compagnie d'Orléans est parvenue à étendre régulièrement la zone de ramassage pour l'approvisionnement de Paris (rayon de 200 km environ aujourd'hui) en établissant des trains spéciaux de ramassage aux horaires combinés de manière à donner satisfaction au commerce, en développant des services de wagons frigorifiques ou isothermes sur ces trains et en appliquant des tarifs bien adaptés. Le P.-O. qui recevait à Paris environ 35.000 t de lait en 1899, 50.000 en 1909, 60.000 en 1914, voit aujourd'hui ses arrivages croître jusque vers 80.000 tonnes, malgré la répercussion encore sensible de la diminution du cheptel laitier pendant la guerre.

Ajoutons que les efforts faits au sujet des beurres et fromages ne le cèdent en rien à ceux qui intéressent le lait, et l'on pourrait citer de nombreuses missions, études, et propagandes, faites par les grands réseaux, notamment dans le but de favoriser la création de laiteries, fromageries ou beurreries coopératives et organisées rationnellement.

L'*aviculture* est peut-être une des branches de l'activité agricole qui s'est le plus développée en France depuis la guerre et il est hors de doute que les efforts suivis et intensifs tentés par les compagnies, et en particulier par le P.-O., entrent pour une large part dans ce succès.

Comment toutes les expositions ambulantes de matériel avicole moderne, les conférences, les concours de basses-cours, les missions en Bresse, en Alsace, les démonstrations ambulantes de gavage mécanique, les concours de volailles grasses, d'emballage, les enquêtes sur le marché de Londres, le Congrès d'Aviculture commerciale et tous les autres efforts n'auraient-ils pas donné de sérieux résultats?

Chaque partie de l'aviculture a été étudiée particulièrement, depuis la production des volailles et les meilleures races à préconiser, jusqu'à la vente des œufs suivant les meilleures méthodes modernes, coopératives ou autres.

Propagandes diverses. — La liste des propagandes spéciales entreprises par les grands réseaux desservant les régions agricoles françaises, serait trop longue à énumérer ici. Pourtant chacune d'elles a donné lieu à toute une série d'efforts continuellement poursuivis et intensifiés et dont les résultats

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ont été très remarquables, notamment pour la pisciculture aujourd'hui en pleine prospérité, pour la viticulture (un Congrès du Raisin de table qui s'annonce comme très important va avoir lieu à Agen), pour l'apiculture qui se développe chaque jour davantage, pour la sériciculture que le P.-L.-M. tente de répandre et de rendre plus prospère, pour la main-d'œuvre agricole et le machinisme qui ont fait l'objet d'une activité considérable de la part du P.-O., pour les engrais chimiques, pour la sylviculture, en particulier au sujet du reboisement des régions telles que le plateau de Millevaches, pour les industries du fruit pour lesquelles une propagande active vient d'être entreprise par le P.-O., pour la culture des plantes médicinales pour lesquelles l'initiative du P.-O. a permis, peut-on dire, la naissance en France, etc.

Il n'est pas possible de clore cette étude des propagandes spéciales sans insister sur les efforts entrepris pour favoriser la consommation du poisson de mer notamment par l'usage des friteries de poisson; c'est ainsi qu'une Grande Semaine du Poisson fut organisée par l'ensemble des réseaux à Strasbourg, il y a deux ans, et que des friteries fonctionnèrent à cette occasion débitant chaque jour des quantités considérables de poisson.

Enfin, il convient de signaler les initiatives des grands réseaux en faveur de l'utilisation du froid au cours des transports et au point d'arrivée des denrées, il suffit, pour mesurer l'importance de l'effort, de rappeler que des entrepôts ou gares frigorifiques existent à Paris-Ivry, Paris-Vaugirard, Paris-Bercy, Saint-Nazaire, etc., et que de nombreux wagons isothermes ou réfrigérants circulent sur les divers réseaux.

VII. — CONCLUSION.

Rappelons d'abord, pour la Compagnie du P.-O., quelle augmentation s'est produite dans les arrivages de denrées à la gare de Paris-Austerlitz.

	En 1905	En 1923
	—	—
Lait	40.000 t	73.500 t
Beurres et fromages	7.100 —	10.150 —
Œufs	10.000 —	15.600 —
Viandes	21.700 —	47.400 —
Volailles	16.500 —	22.600 —
Légumes et fruits frais	35.700 —	128.200 —

Ajoutons que, pour les autres réseaux, la progression est aussi très notable.

Nous n'avons pas la prétention de croire que seuls les efforts des compagnies de chemins de fer ont réussi à développer à ce point l'approvisionne-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ment en denrées de la capitale, et la production agricole générale française, néanmoins, les services d'études économiques et agricoles des réseaux peuvent penser qu'ils ont contribué pour une large part à ces résultats et ils peuvent d'ailleurs s'honorer de récompenses qui leur ont été attribuées telles que le « Grand Diplôme d'Honneur » que l'Académie d'Agriculture a bien voulu décerner à la Compagnie d'Orléans.

En terminant, nous tenons à remercier la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale d'avoir bien voulu nous demander de faire connaître au public quel est exactement le rôle des chemins de fer dans la production agricole française et nous osons espérer que ce rôle deviendra de plus en plus important pour la plus grande prospérité du Pays tout entier.

E. POHER,
Ingénieur-Agronome,
Ingénieur des Services commerciaux
à la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LAMPES ÉLECTRIQUES ET PROTECTION DE LA VUE

Lampe « Opticia », demi-watt, n'émettant pas de rayons ultra-violets nocifs (1).

Les progrès considérables réalisés dans la fabrication des lampes électriques ont été malheureusement obtenus un peu aux dépens de la bonne conservation de la vue. Nombreuses sont les personnes qui éprouvent une fatigue des yeux une fois la soirée terminée.

Dans cet exposé on recherchera les causes de cette fatigue, quelle peut en être la gravité et par quels moyens on y peut remédier. On insistera surtout sur un point laissé souvent dans l'oubli et qui est la présence de rayons ultra-violets dangereux pour la vue dans la lumière des lampes électriques.

Trois types de lampes sont actuellement en usage : lampes à filament de charbon, lampes à filament de tungstène dans le vide (lampes dites mono-watt), lampes à filament de tungstène dans un gaz inerte (lampes dites demi-watt).

Ce dernier type tend à remplacer les autres, car sa consommation de courant est bien plus réduite; à égalité d'intensité lumineuse, il consomme 4 fois moins que la lampe à charbon et 2 fois moins que la lampe mono-watt. Mais on peut constater que ces lampes demi-watt sont bien plus désagréables à regarder que les autres; l'éclat du filament est presque insoutenable.

On a donc cherché à dissimuler le fil derrière un verre d'ampoule translucide, d'où l'emploi des lampes à verre dépoli ou à verre opalin. Un notable progrès était ainsi réalisé.

Cette précaution est fort utile, mais non suffisante. En dehors de l'éclat excessif du filament, il existe des différences très marquées dans la composition du rayonnement émis par ces 3 lampes.

La lumière de la lampe à filament de charbon est rougeâtre. A intensité lumineuse égale, cette lampe contient relativement plus de rayons rouges que les deux autres lampes et moins de rayons bleus et violets. C'est que le

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 24 octobre 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

filament est porté à une température relativement peu élevée. Plus on élève la température du filament, plus l'émission de rayons violets augmente, en même temps que le rendement lumineux.

L'émission d'ailleurs ne s'arrête pas au violet. Quand la température devient assez élevée, il y a production de rayons ultra-violets, et c'est alors qu'apparaît un nouveau danger.

Des études approfondies de l'action physiologique des rayons ultra-violets ont démontré qu'en plus d'une fatigue momentanée, ces rayons provoquent l'inflammation de la cornée, et aussi, à la longue, le durcissement et l'engourdissement du cristallin. Or, l'émission de rayons ultra-violets est particulièrement grande pour les lampes demi-watt, dont le filament est porté à une température très élevée.

Le verre de l'ampoule retient bien une certaine partie de ces rayons, mais est loin d'en absorber la totalité.

J'ai établi, avec le concours de M. Kerromès et l'appui d'industriels et techniciens français, un type d'ampoule électrique demi-watt n'émettant pas de rayons ultra-violets. C'est par la composition spéciale du verre que ce résultat a été obtenu. Nous avons donné à cette lampe le nom de *lampe Opticia*, pour rappeler ses propriétés optiques particulières. Les types de 50 à 1.000 bougies sont, dès à présent, établis.

Le verre de l'ampoule Opticia possède plusieurs qualités :

1° Il absorbe les rayons ultra-violets. Ce résultat capital est bien atteint, comme on le verra tout à l'heure;

2° L'ampoule est très peu colorée; la lumière émise est douce et d'une très faible teinte vert doré, chaude et agréable;

3° L'absorption des rayons visibles est faible. Des mesures photométriques faites sur des ampoules comparables ont montré qu'à éclairement égal, la consommation de la lampe Opticia non dépolie ne dépasse guère que d'environ 5 p. 100 la consommation d'une lampe demi-watt en verre ordinaire non dépoli.

L'ampoule Opticia est toujours livrée au commerce dépolie; le dépolissage absorbe environ 12 p. 100, ce qui donne une absorption totale de 17 p. 100 pour une demi-watt Opticia dépolie. Une lampe demi-watt en verre ordinaire dépoli absorbe 12 p. 100, une lampe en verre opalin jusqu'à 30 p. 100 (2);

4° Le verre de l'ampoule se prête particulièrement bien au travail compliqué de soufflage et de soudure;

5° Notons encore que la fatigue des yeux peut résulter en partie de la présence de rayons calorifiques qui produisent une sensation d'échauffement

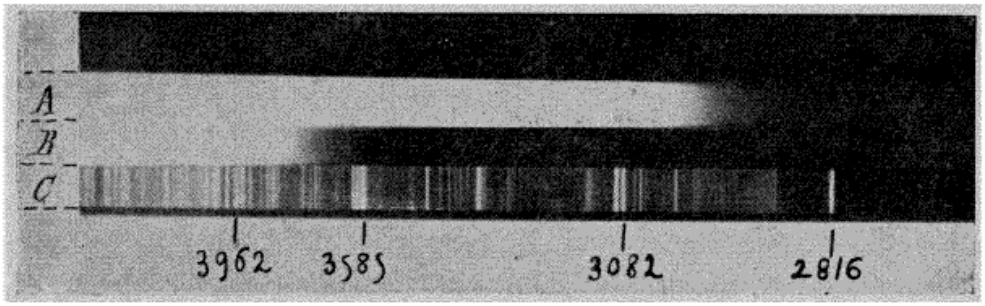
(2) D'après certains techniciens, l'absorption par le dépolissage ou par le verre opalin serait inférieure aux chiffres donnés ci-dessus.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

du globe de l'œil. La lampe Opticia émet relativement peu de rayons calorifiques.

La suppression de l'ultra-violet est bien démontrée par la figure ci-jointe, reproduisant des spectres obtenus à l'aide du spectrographe en quartz de M. Féry. Cet appareil, si ingénieux et si pratique, a beaucoup facilité notre travail.

On peut observer sur le spectre B de la lampe Opticia une forte atténuation de l'ultra-violet à partir de 3.800 Å et sa suppression complète à partir de



Rayonnement émis par les lampes électriques.
A, Spectre continu : rayonnement émis par une lampe demi-watt ordinaire;
B, Spectre continu : rayonnement émis par une lampe demi-watt Opticia;
C, Spectre de lignes de référence : spectre d'étincelles de l'aluminium.

3.650 Å. Pour la lampe demi-watt ordinaire, l'ultra-violet est présent jusqu'à 2.900 Å.

D'après les travaux de plusieurs physiologistes (3), on peut considérer trois régions dans l'ultra-violet :

de 4.000 à 3.750 Å, pas d'action nuisible;

de 3.750 à 3.200 Å, absorption par le cristallin, amenant à la longue un durcissement et un engourdissement de cet organe;

au-dessous de 3.200 Å, les radiations sont fortement absorbées par la cornée, avec un maximum d'action vers 3.000 Å.

L'action des rayons ultra-violets sur la rétine et sur les régions profondes de l'œil, n'est pas très connue. Ces régions sont atteintes par les mêmes radiations que le cristallin. La rétine est un organe extrêmement sensible. On peut aussi redouter la formation de floculations opaques dans l'humeur vitrée et dans le cristallin.

L'examen d'une lampe opaline et d'une lampe bleue « lumière du jour » a mis en évidence la présence d'ultra-violet jusqu'à 3.085 Å, dans l'une et l'autre.

On peut d'ailleurs démontrer par une expérience très simple l'absence

(3) Consulter notamment les *Gräfes Archiv. f. Ophtalm*, tomes 98 et 103.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de rayonnement ultra-violet dans la lumière de la lampe Opticia et, au contraire, la présence de ce rayonnement dans la lumière d'une lampe ordinaire.

Une plaque de sulfure de zinc phosphorescent est recouverte d'un écran de verre au nickel de M. Wood, écran ne laissant passer que les rayons ultra-violets. L'ensemble étant présenté à une lampe Opticia, on peut constater que le sulfure de zinc ne s'insole pas. Le sulfure de zinc prend au contraire une belle luminosité si on le présente recouvert de l'écran Wood à une lampe demi-watt ordinaire (4).

On a objecté que la lumière solaire contient aussi des rayons ultra-violets. Rien n'est plus vrai et cela explique d'ailleurs l'emploi de plus en plus répandu de lunettes à verres colorés destinées, comme le verre de la lampe Opticia, à retenir l'ultra-violet dangereux.

Ce danger est cependant moins grand que celui de l'éclairage par la lumière électrique; on se plaint beaucoup plus souvent de la fatigue causée par l'éclairage artificiel (en particulier par les lampes demi-watt) que de celle due à la lumière solaire. C'est que les conditions de réception sont sensiblement différentes.

Tout d'abord, l'épaisseur considérable de la couche atmosphérique joue un rôle capital, non seulement en retenant une partie du rayonnement ultra-violet, mais en diffusant la lumière incomparablement mieux qu'aucun verre diffuseur.

Tout le monde sait qu'il est dangereux pour la vue de regarder en face le soleil ou n'importe quelle source de lumière. On peut éviter de regarder le soleil, on évitera très difficilement de porter les yeux sur une lampe électrique celle-ci étant très souvent placée directement dans le champ visuel normal (5). Dans un grand nombre de cas, d'ailleurs (devantures, magasins, théâtres, etc.), les lampes sont si nombreuses et réparties de telle sorte qu'on ne peut éviter de les voir. Dans ces établissements en particulier, la lampe Opticia qui retient le rayonnement dangereux sera donc utilisée avec profit.

Dans les appartements, l'emploi des abat-jour permet bien d'éviter l'éclat direct de la lumière, mais le danger n'est que partiellement écarté car la lampe et le rayonnement qu'elle émet sont réfléchis par le papier, le linge et toutes les surfaces d'apparence luisante. Les rayons de l'ultra-violet moyen sont presque aussi bien réfléchis que les rayons visibles; une personne lisant ou cousant, les yeux dans l'ombre et le livre ou l'ouvrage dans le champ

(4) On peut se procurer la lampe Opticia en s'adressant à la Société commerciale de lampes et d'appareillage électriques, 18, rue Soleillet, Paris (20e) (N. D. L. R.).

(5) Maximum d'éclat d'une source de lumière non éblouissante : 0,5 environ; — éclat du ciel bleu : 0,4 environ; — éclat du filament d'une lampe demi-watt : de 500 à 3 000. M. Fabry m'a fait remarquer que l'éclat du filament est surtout dangereux pour la rétine.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

éclairé, ne sera donc que très relativement protégée si sa lampe est une demi-watt ordinaire. Les abat-jour ont en outre l'inconvénient de maintenir une partie de la pièce dans l'ombre.

Enfin, à défaut de lunettes spéciales, on évite le danger de la lumière solaire en portant un chapeau chaque fois qu'on s'y trouve directement exposé; on ne porte habituellement pas de chapeau pour se préserver de la lumière électrique, et sans doute est-il plus simple, une fois la nuit venue, de s'éclairer avec une lampe n'émettant pas de rayons ultra-violets que de se munir d'une paire de lunettes colorées.

MAURICE CURIE,
docteur ès sciences.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE

DU 6 JUIN 1925

Présidence de M. A. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 30 mai 1925 est adopté.

M. Ernest POHER, Ingénieur-agronome, Ingénieur des Services commerciaux à la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, fait une communication sur *le rôle des chemins de fer dans la production agricole française* (1).

M. MESNAGER, *président,* remercie M. Poher de sa très intéressante communication. Il a exposé des faits qui sont assez peu connus du public en dehors des personnes directement intéressées.

Les bons résultats obtenus par les compagnies, grâce à leurs efforts persévérants, sont probablement très supérieurs à ceux dont on fait quelquefois grand étalage à l'étranger. Il cite en particulier qu'aux États-Unis, un long arrêt à mi-chemin entre San Francisco et New York, est utilisé par la compagnie ferroviaire pour faire visiter aux voyageurs, qui ne peuvent mieux utiliser leur temps, une exposition grandiose du genre de celles, plus modestes mais certainement plus utiles, que les compagnies françaises installent sur des wagons.

M. René ROSSIGNON, présente l'*appareil Noxa pour la photographie automatique d'objets et la reproduction, l'agrandissement ou la réduction de tous documents.*

(1) Voir le texte *in extenso* de cette communication dans le présent numéro du *Bulletin*, p. 686.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Un grand nombre d'industries ont recours à la photographie. Les appareils ordinaires qui sont mis à leur disposition présentent de nombreux inconvénients; aussi, a-t-on imaginé des appareils spéciaux plus ou moins perfectionnés, mais souvent trop spécialisés et qui ne résolvent que les principales difficultés correspondant à des cas bien déterminés. Ces appareils sont souvent lourds, encombrants et chers. Ainsi on est encore amené quelquefois à utiliser des plaques photographiques mesurant 50 cm $\times$ 60 cm et, quand les documents dépassent ces dimensions, à recourir à l'agrandissement; celui-ci donne rarement d'aussi bons résultats que le contact direct.

L'appareil « Noxa », qui est présenté, paraît répondre à tous les besoins industriels. Disposé en hauteur, il est peu encombrant ne mesurant en plan que 60 $\times$ 70 cm. Il donne des agrandissements de 8 aussi bons que par contact direct. La mise au point s'obtient sans tâtonnements grâce à des règles graduées. Les vues d'objets se prennent toujours sur des plaques 13 $\times$ 18 cm avec utilisation maxima de leur surface. L'éclairage, artificiel, se règle à volonté, et le cliché pris peut représenter directement les objets « détourés », mode de représentation fréquemment utilisé par l'industrie pour les catalogues. L'appareil se prête aux autres « truquages » d'un emploi si courant en photographie.

E. L.

M. Sauvage, *vice-président*, demande comment il faut opérer lorsque les objets à photographier présentent un relief assez sensible pour que la mise au point ne puisse plus être faite automatiquement.

M. Rossignon explique que dans ce cas on substitue une trame fine, une mousseline par exemple, à la plaque de prise. Comme elle est projetée, il suffit de promener un petit écran entre le point de l'objet le plus éloigné de l'objectif et le point le plus rapproché et de diaphragmer assez pour qu'entre ces deux positions extrêmes la projection de la trame reste nette. Il en sera de même sur la plaque de prise lorsqu'elle aura été substituée à la trame.

M. Mesnager, *président*, remercie M. Rossignon de son exposé si clair et si précis et des explications complémentaires qu'il a données sur le Noxa, appareil qui, en effet, semble pouvoir rendre de grands services aux industriels.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BIBLIOGRAPHIE

L'électrification industrielle et rurale de la France, par M. E. PACORET, Ingénieur civil. Un vol. (23 × 15 cm) de 465 p., avec fig. et V planches. Paris, *La vie technique, industrielle, agricole et coloniale*, éditeur, 14, rue Séguier (6e) (Prix : 50 f).

L'éditeur indique exactement ce que les lecteurs trouveront dans le nouvel ouvrage de M. Pacoret : « un exposé résumé de l'état actuel de l'industrie électrique « au point de vue de la production, de la distribution et de l'utilisation de l'énergie « électrique ainsi que le programme de l'électrification de la France. »

M. E. Pacoret qui, depuis plus de 30 ans, suit l'électrification de la France, était très qualifié pour rédiger un tel ouvrage.

L'électrification de la France comporte de nombreux problèmes dont le plus important est certainement la complète et rationnelle utilisation de nos ressources hydrauliques, houilles blanche, verte et bleue, par ce grave motif que nous devons importer le tiers de la houille noire que nous consommons. Aussi M. Pacoret a-t-il eu raison de faire connaître de façon détaillée, dans la première partie de son œuvre, les ressources hydrauliques de la France, les méthodes modernes d'aménagement des chutes d'eau et de construction des barrages formant des réservoirs plus ou moins importants, accumulateurs d'énergie et régulateurs de puissance.

La transformation de l'énergie des chutes en énergie électrique, le transport de celle-ci et sa distribution sont décrits dans la seconde partie.

Les conditions d'installation et de fonctionnement des centrales hydrauliques et à vapeur, la description d'usines de construction récente, le rôle des supercentrales, l'exposé de l'état actuel des grands réseaux français de distribution d'énergie électrique font l'objet de la troisième partie.

La quatrième partie est consacrée à l'exploitation des centrales et des réseaux de distribution, notamment en ce qui touche les prix de revient, les impositions, les actes de concession, les cahiers des charges et les tarifs de vente.

L'électrification des réseaux ruraux, considérée à tous les points de vue, est traitée dans la cinquième partie.

La sixième indique les industries tributaires des usines hydro-électriques et les applications industrielles de l'énergie électrique.

La septième partie donne de nombreuses statistiques relatives à l'industrie électrique et indique les institutions d'enseignement, sociétés scientifiques, syndicats, unions, etc , s'intéressant à cette industrie.

Enfin la huitième et dernière partie énumère la législation et la réglementation, trop souvent modifiées, auxquelles doivent se soumettre producteurs et consommateurs d'énergie électrique.

Cette énumération n'indique qu'incomplètement les très nombreux rensei-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gnements et indications que contient l'ouvrage de M. Pacoret qui a voulu envisager l'électrification de la France aussi bien économiquement, financièrement et socialement que techniquement. La lecture de cet ouvrage sera aussi utile à l'économiste, au financier, au fonctionnaire de l'État qu'à l'ingénieur.

LOUIS SALOMON.

Création, organisation et direction des usines, par M. E. MATTERN, Ingénieur A. et M. Un vol. (25 × 16 cm) de VI + 306 p., avec 68 fig. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925 (Prix : 32 f).

L'auteur traite plus particulièrement de l'organisation appliquée à la construction mécanique, mais son ouvrage fourmille d'idées générales applicables à d'autres industries ou même à toutes les branches de l'activité humaine.

La pemière partie traite des principes dont doit procéder la création d'une usine, et du parti que l'on peut tirer de l'unification industrielle et de la spécialisation, avec l'aide d'un laboratoire et d'un bureau d'études bien dirigés.

La seconde décrit l'organisation matérielle des diverses parties d'une usine telle que l'auteur la conçoit.

La troisième partie traite des différents services, de leurs attributions et de leur liaison, pour assurer la préparation des travaux, régler l'avancement de l'exécution et tenir à jour le contrôle technique et le contrôle comptable des résultats.

La quatrième partie traite des agents divers de l'usine : recrutement, formation, utilisation, rémunération.

L'auteur, dans tout le cours de l'ouvrage, mentionne de nombreuses erreurs encore trop répandues qu'il est facile d'éviter par une organisation bien étudiée.

Il se maintient autant que possible sur le terrain pratique, et chacun peut trouver dans l'ouvrage des idées concrètes applicables, moyennant les adaptations nécessaires, à son cas particulier.

L'ouvrage de M. Mattern constitue un appoint très intéressant à la littérature de langue française traitant de l'organisation rationnelle.

M. J. ANDROUIN.

Manuel de fabrication des épingles, des aiguilles, des agrafes, plumes métalliques, hameçons, etc., et emploi des machines-outils servant à cette fabrication, par M. DEMOUY. Un vol. (16 × 10 cm) de la *Bibliothèque professionnelle*, de 264 p., avec 68 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925 (Prix : 12 f).

Cet ouvrage donne une idée assez précise des procédés modernes de fabrication des épingles, aiguilles, agrafes, plumes à écrire et hameçons, bien que ces procédés soient encore tenus relativements secrets.

Pour chaque fabrication, l'évolution des procédés depuis les origines jusqu'à présent est clairement résumée.

En outre, l'ouvrage contient d'utiles renseignements sur la préparation et les essais des matières employées.

M. J. ANDROUIN.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le radium et les radio-éléments, par M. MAURICE CURIE, docteur ès sciences, ingénieur-conseil. Un vol. (23×15 cm) de l'*Encyclopédie minière et métallurgique*, de VII + 354 p., avec 98 fig. **Bibliographie**, p. 349-350. Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925.

L'ouvrage de M. Maurice Curie sur le radium et les radio-éléments vient heureusement combler une lacune dans la littérature chimique française. Beaucoup de livres ont paru sur ce sujet, mais dans aucun d'eux on ne peut trouver une étude aussi documentée des procédés industriels qui se rattachent à la radioactivité.

Après avoir, dans le premier chapitre, rappelé très clairement, d'une manière succincte, les phénomènes radioactifs et leur interprétation scientifique, l'auteur consacre un assez long développement aux mesures de radioactivité et à la description des appareils utilisés pour leur exécution.

La partie suivante de l'ouvrage traite avec détail, de la répartition sur le globe des minéraux radioactifs, de l'étude de leurs gisements et de l'exploitation des mines qui les contiennent.

Ensuite, M. Maurice Curie expose d'une façon très claire et précise, jusque dans leurs moindres particularités, les procédés de traitement des minerais pour en extraire les produits radioactifs concentrés. Dans les deux chapitres consacrés à l'industrie de ces éléments nouveaux, sont exposés avec méthode, des techniques et des procédés qui n'ont jamais encore été décrits que dans des mémoires originaux ou dans des brevets.

Il faut savoir gré à l'auteur d'avoir rassemblé toute cette documentation et d'avoir condensé pour le lecteur toutes ces méthodes industrielles, dont la compréhension est ainsi très simplifiée.

Les chapitres suivants sont relatifs aux applications des corps radioactifs. Le chapitre V a été rédigé par M. FERROUX, collaborateur du Dr Regaud, le savant bien connu, qui s'est spécialisé dans la radiothérapie. On y trouve, décrits avec soin, les procédés de préparation des substances employées, ainsi que les méthodes en usage pour leur application.

La question si importante du traitement du cancer est également mentionnée ainsi que celle d'autres thérapeutiques moins importantes, mais peut-être plus efficaces.

Le chapitre suivant est consacré à l'étude des produits lumineux radioactifs et en particulier du sulfure de zinc. Nul n'est mieux qualifié que M. Maurice Curie pour exposer cette question, à laquelle il a apporté de nombreuses contributions personnelles. Une autre application de la radioactivité — encore dans l'enfance — est également traitée dans l'ouvrage; il s'agit de l'emploi des substances radioactives en agriculture. Enfin, le livre se termine par plusieurs annexes relatives à la radioactivité du sol, de l'atmosphère, des eaux minérales et à l'influence du rayonnement radioactif sur la coloration des pierres précieuses.

Des tableaux numériques et une bibliographie des ouvrages et des périodiques les plus importants sur la question viennent compléter cet ouvrage qui rendra les plus grands services à ceux qui étudient et appliquent les substances radio-actives ainsi qu'à toutes les personnes cultivées qui désirent se mettre au courant des progrès rapides de cette industrie naissante.

PIERRE JOLIBOIS,
professeur de Chimie à l'École nationale supérieure des Mines.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les isotopes, par M. A. DAMIENS, docteur ès sciences physiques, professeur agrégé à la Faculté de Pharmacie de Paris. Un vol. (25 × 16 cm) de IX + 118 p., avec 33 fig. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1923 (Prix : 12 f).

Le livre, que présente au public M. Damiens, est un exposé d'ensemble de la question récente des isotopes.

Cet ouvrage débute par une étude des travaux les plus importants sur la radioactivité, examinée surtout du point de vue des éléments nouveaux et des filiations de ces éléments. C'est par la considération de ces corps simples que la notion d'isotopie a été introduite dans la science. Ensuite M. Damiens analyse d'une manière très précise les travaux relatifs au plomb isotopique, et en particulier ceux qui ont pour objet la détermination de son poids atomique.

Passant ensuite aux éléments non radioactifs, l'auteur décrit les célèbres expériences de J. J. Thomson et d'Aston desquelles sont nées la généralisation du phénomène d'isotopie et son extension à un grand nombre d'éléments anciennement connus. Les méthodes plus récentes d'essai de séparation d'isotopes par voie physico-chimique ainsi que la mesure des masses atomiques par les procédés Dempster et G. P. Thompson sont également l'objet d'une étude très soignée. Il faut savoir gré à M Damiens d'avoir rendu ce chapitre important de la science très accessible aux chimistes en simplifiant le langage. — seulement compris par les physiciens — dans lequel s'expriment habituellement les savants qui ont publié des mémoires sur cette question. En expérimentateur rompu aux techniques les plus précises de la chimie moderne, l'auteur, chaque fois qu'il en a l'occasion, ne manque pas de discuter avec une grande rigueur scientifique les résultats des expériences qu'il décrit. Des tableaux très bien présentés montrent d'une manière frappante quel poids il faut accorder aux conclusions sur lesquelles est fondée la notion d'isotopie.

En résumé, cet ouvrage très clair, d'une lecture facile, rendra les plus grands services, non seulement à ceux qui veulent se mettre au courant de ces phénomènes nouveaux, mais encore aux professeurs qui trouveront dans ces pages tous les renseignements désirables pour mettre leurs leçons au courant des derniers progrès de la science.

PIERRE JOLIBOIS,
professeur de Chimie à l'École nationale supérieure des Mines.

L'isotopie et les éléments isotopes, par Mme PIERRE CURIE, professeur à la Faculté des Sciences de Paris. Un vol. (24 × 15 cm) du *Recueil des conférences-rapports de documentation sur la physique*, n° 9, 2e série, de 210 p., avec 35 fig. et II planches. **Bibliographie**, p. 201-206. Paris, Société « Journal de Physique », 12, place de Laborde (8e); Les Presses Universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel (5e), 1924 (Prix : 22,50 f).

Cet ouvrage fait partie de la *Collection des conférences-rapports de documentation sur la physique*, dont l'ensemble constituera le plus moderne et le plus précieux des traités de physique.

Le sujet exposé magistralement par Mme Pierre Curie, aussi bien du point de vue théorique que du point de vue expérimental, est un de ceux qui intéressent le plus l'évolution des idées sur la constitution de la matière.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La notion d'isotopie, introduite depuis peu de temps dans la science moderne par Soddy, a remis en cause tous les problèmes anciens, en changeant le sens des doctrines qui nous paraissaient les plus solides et des définitions les mieux acquises, comme celles qui sont à la base de la théorie des poids atomiques.

Un livre, traitant d'un sujet aussi récent, ne peut laisser ignorer au lecteur les différents stades parcourus et la naissance même des théories qui en font l'objet.

M^me^ Pierre Curie a tenu compte de cette nécessité; aussi a-t-elle, à bon escient, consacré de nombreuses pages à l'historique de cette notion d'isotopie, née de la désintégration des substances radioactives.

Comme il est important de familiariser le lecteur avec les idées aujourd'hui assez répandues, qui servent de fondement aux théories atomiques dont l'isotopie n'est qu'un chapitre, l'auteur a tenu à consacrer le début de son étude à la classification périodique des éléments, envisagée sous son aspect le plus moderne.

Parmi les éléments ainsi définis, on doit pouvoir classer les nombreux radio-éléments que la technique de la radioactivité a fait découvrir et a obligé par l'expérience même à considérer comme des corps simples.

La quantité de matière mise en jeu dans l'étude de ces éléments est, il est vrai, très faible, mais la sensibilité des mesures exposées dans l'ouvrage peut remplacer celle, plus grossière, de la balance qui était l'instrument presque unique des anciens chimistes.

M^me^ Pierre Curie indique très nettement dans les premiers chapitres de son ouvrage comment la chimie et l'électrochimie peuvent être appliquées efficacement à la définition et à l'isolement des radio-éléments.

Les pages suivantes sont consacrées à la classification des radio-éléments ainsi découverts, classification qui introduit forcément la notion d'isotopie, puisque plusieurs d'entre eux viennent se ranger à une place déjà occupée dans le système périodique.

La seconde partie de l'ouvrage traite de l'isotopie étendue à tous les éléments, même non radioactifs.

Après avoir rappelé les méthodes de production et les propriétés des rayons positifs, M^me^ Pierre Curie décrit les travaux considérables de J. J. Thomson sur ces rayons, qui ne sont autres que des molécules ou des atomes chargés électriquement et animés de grandes vitesses. Soumis simultanément à un champ électrique et à un champ magnétique, ces corpuscules peuvent donner des traces paraboliques sur une plaque photographique, traces qui, par leur position, permettent de calculer la masse et la charge des atomes ainsi projetés.

C'est la méthode d'analyse des masses atomiques par les rayons positifs qui reçoit dans l'ouvrage le développement important qu'elle mérite. Perfectionnée par Aston, dont le « spectrographe de masse » est décrit avec les détails nécessaires, cette technique nouvelle a permis la découverte d'isotopes pour beaucoup d'éléments, dont le poids atomique s'éloignait d'un nombre entier.

En exposant ces progrès considérables de la chimie moderne, l'auteur a tenu très justement à rapprocher ces résultats des idées actuelles sur les nombres atomiques; c'est, du reste, une manière de présenter les faits qui a été adoptée par Aston dans son ouvrage *Isotopes*.

La troisième partie du livre, analogue à la première, montre au lecteur comment les idées introduites expérimentalement sur la notion nouvelle d'élément trouvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une interprétation très facile dans la théorie du modèle d'atome Rutterford Bohr.

Enfin la dernière partie de l'ouvrage est consacrée aux essais encore peu encourageants de séparation par voie physique ou chimique des isotopes d'un même élément.

Les différentes techniques employées sont étudiées d'une manière très serrée, tant sous leur aspect théorique que dans leurs détails pratiques d'exécution.

Un index bibliographique très complet termine cet ouvrage, indispensable à toute personne voulant connaître d'une façon approfondie les théories, les modes expérimentaux et les résultats actuels de cette branche si importante de la science nouvelle.

PIERRE JOLIBOIS,
professeur de Chimie à l'École nationale supérieure des Mines.

La lumière intensive. Phares et projecteurs, par M. Ed. Marcotte, ingénieur-constructeur de phares. Un vol. (16 × 10 cm.) de la Collection Payot (n° 38), de 175 p.; avec 25 fig. Paris, Payot, 106, boulevard Saint-Germain, 1925 (Prix : 5 f).

Dans ce petit ouvrage de 175 pages, l'auteur a réussi à exposer d'une façon très claire, non seulement les principes sur lesquels sont basés les phares et projecteurs modernes, mais aussi à donner au lecteur une idée très précise de toutes les connaissances auxquelles l'ingénieur doit faire appel pour réaliser ces deux genres d'appareils.

A la suite d'une introduction où sont décrites les unités photométriques internationales, l'auteur aborde l'étude des diverses sources lumineuses employées : arc électrique, éclairage par luminescence, incandescence par l'électricité, manchons incandescents, acétylène, etc.

Dans une seconde partie sont passés en revue les principes de la propagation de la lumière; dans la troisième partie, M. Marcotte, qui fut un des collaborateurs de A. Blondel, rappelle les théorèmes classiques de ce savant relatifs aux propriétés photométriques des lentilles et miroirs de projection.

Enfin, dans les quatrième, cinquième, sixième et septième parties, l'auteur passe en revue les projecteurs, les phares, les feux flottants et les aérophares.

C'est un véritable tour de force d'avoir réuni et exposé d'une façon si précise et en si peu de pages, tant de connaissances diverses.

Il fallait être un spécialiste comme M. Marcotte, ancien ingénieur de l'État (Service central des Phares et des Balises) pour mener à bien un tel ouvrage. M. Marcotte, actuellement ingénieur en chef d'une grande maison qui exporte des phares et des projecteurs dans le monde entier, était absolument qualifié pour écrire un tel ouvrage qui sera lu avec plaisir par tous ceux qui s'intéressent au progrès de l'industrie française, et même par les ingénieurs spécialistes.

CH. FÉRY.

Histoire du cinématographe, de ses origines jusqu'à nos jours, par M. C.-Michel Coissac, préface de M. J.-L. Breton, de l'Institut. Un vol. (25 × 16 cm) de XV + 604 p., avec 136 fig. Paris, Éditions du *Cinéopse*, 73, boulevard de Grenelle; Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins, 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

On a beaucoup écrit sur la cinématographie, et cependant le cinématographe date à peine de 30 ans, puisque c'est en 1895 que fut pris le brevet des Frères Lumière, et qu'il a été présenté pour la première fois au public le 12 mars 1895. Il manquait, toutefois, dans la bibliographie, une histoire complète du cinématographe, de ses origines jusqu'à nos jours; c'est cette lacune que vient de combler M. Michel Coissac dans un important volume précédé d'une préface due à M. J.-L. Breton, de l'Institut, directeur de l'Office des Recherches et Inventions.

Le travail très complet de M. Coissac est de ceux qu'il est impossible de résumer dans une courte notice. Il comporte trois parties.

La première est consacrée aux précurseurs du cinématographe. L'auteur y passe en revue beaucoup d'essais et de petits appareils oubliés des générations actuelles, tantôt jouets, tantôt instruments de recherche scientifique, mais qui contenaient les principes essentiels de la synthèse du mouvement. C'est ainsi que sont passés en revue la toupie éblouissante, le phénakisticope, le stroboscope, etc., les premiers essais de chronophotographie de Faye, de Ducos du Hauron, Janssen, Muybrige, etc., puis on arrive au fusil photographique, au chronophotographe de Marey et de Demeny, au kinétographe et au kinétoscope d'Edison, au théâtre optique d'Emile Reynaud, et à d'autres essais aujourd'hui bien tombés dans l'oubli.

La deuxième partie du volume est consacrée aux principes généraux du cinématographe, à la description du premier appareil réellement pratique et industriel : le cinématographe Lumière; aux récits des premières manifestations déjà bien oubliées, dans le sous-sol du Grand Café à Paris, qui commencèrent devant 20 ou 30 personnes, clients de hasard, et qui, peu après, faisaient courir tout Paris.

Après l'exposé détaillé des controverses auxquelles a donné lieu la question de savoir quel était, en réalité, l'inventeur du cinématographe, et où il apparaît clairement que c'est incontestablement M. Lumière qui l'a le premier réalisé, l'auteur aborde l'examen des perfectionnements apportés aux appareils Lumière par les inventeurs qui ont suivi, cela jusqu'à une date très récente.

En se reportant à un appendice qui termine le volume et qui contient la liste des brevets français pouvant concerner les appareils cinématographiques seulement depuis 1890 jusqu'à 1900, on peut se rendre compte de l'étendue des efforts industriels dépensés autour de cette question.

La troisième partie a trait à l'industrie cinématographique; l'auteur y traite successivement de l'édition, de l'exploitation des films, des salles de cinéma, de la confection des films, des metteurs en scène, artistes et opérateurs, du caractère du film et de sa propriété, de la situation légale du film, etc. Les organisations et associations professionnelles y sont également passées en revue, ainsi que les principaux établissements s'occupant de cinématographie.

Il y a des détails qu'il serait bien difficile de trouver ailleurs que dans ce livre et dont la réunion ne pouvait être tentée que par un homme averti comme l'auteur, et qui, dès l'origine, a su amasser une précieuse documentation.

Une dernière partie est consacrée au rôle du cinéma dans l'enseignement. C'est là un chapitre de l'histoire du cinéma qui est loin d'être clos; qui est, pourrait-on dire, à peine ouvert, car, ainsi que l'indique M. Coissac, on peut concevoir un avenir illimité pour le cinéma appliqué à l'éducation et aussi au développement des sciences de toute nature, notamment de la chirurgie.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'ouvrage de M. Coissac, très complet, est d'une lecture des plus attrayantes et son étude s'imposera à tous ceux qui ont besoin de connaître l'histoire du cinématographe.

ANDRÉ TAILLEFER.

Manuel du boulanger-pâtissier, par M. J. BARATTE, Ingénieur-agronome. Un vol. (16 × 10 cm) de la *Bibliothèque professionnelle*, de 431 p., avec 145 fig., Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e).

Il y a bien des industries, surtout parmi les plus modernes, qui ont été fondées sur la science; celle-ci a découvert les moteurs d'aéroplanes, les rayons X, l'émission à travers l'espace des ondes hertziennes, et les ingénieurs ont discipliné ces émanations de la science pour les faire servir à nos besoins sociaux.

Mais les vieilles industries, celles surtout qui se préoccupent de l'alimentation, n'ont pas débuté de la même façon, par la raison même que la science n'existait pas. La boulangerie, qui est une des plus anciennes industries du monde, a été, à l'origine, une industrie de praticiens; depuis les cuiseurs de farine grossière, entre des pierres chaudes, dans les stations lacustres, jusqu'aux *pistores* de Rome, jusqu'aux boulangers du second Empire, on ne tenait aucun compte des théories de la fabrication panaire, pas plus que des améliorations que l'on pouvait apporter à la farine.

Le livre de M. Baratte, Ingénieur-agronome, répond à cette idée; car il y a condensé tout ce que la science a appris de la boulangerie, lorsque celle-là a voulu expliquer les pratiques suivies par celle-ci, et les améliorer; le grand mérite de M. Baratte est d'avoir pris soin de n'exposer la pratique boulangère bien qu'elle fût la première en date, qu'après avoir rappelé les principes scientifiques, sans lesquels on abandonne à la routine des opérations que le souci de les bien conduire réclame du contrôle scientifique.

LÉON LINDET.

Les grandes industries modernes, par M. Paul DE ROUSIERS, Tome III : **Les industries textiles**. Un vol. de 262 pages (19 × 12 cm). Paris, Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel, 1925 (Prix : 9 f).

Le troisième volume de la série que notre collègue M. Paul de Rousiers consacre à l'étude des grandes industries modernes, vient de paraître. Il fait suite, ainsi que nous le faisions prévoir dans le *Bulletin* de mars 1925 (pages 280-282), aux études sur l'industrie houillère et la métallurgie.

Dans le cours qu'il professe avec tant d'autorité à l'École des Sciences politiques et que résument ces volumes, M. Paul de Rousiers s'attache surtout à mettre en relief le lien étroit qui unit, d'une part, les conditions techniques de la production, à l'organisation de l'atelier de travail; d'autre part, les conditions économiques de chaque marché, à l'organisation de la vente.

Un progrès accompli dans la fabrication agit sur la situation matérielle et sociale des ouvriers, sur le régime de la propriété industrielle, sur le rôle des syndicats professionnels. Une modification dans l'équilibre d'un marché peut déterminer la naissance, le développement ou la destruction de puissantes ententes industrielles.

A cet égard, les *industries textiles* fournissent des exemples particulièrement caractéristiques.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Prenant successivement l'industrie et le marché de la soie, du lin et du chanvre, de la laine et du coton, M. de Rousiers s'attache à montrer les causes techniques qui conduisent à une concentration industrielle très différente, suivant qu'il s'agit de la soie, matière première de grande valeur, dont la production n'est réalisable que par des soins minutieux donnés pendant une courte période, ou du coton et de la laine, matières de moindre valeur, produites en grandes masses, grâce à des cultures ou à des élevages réalisés sur de grandes étendues.

De ces causes élémentaires dépendent la survivance de l'élevage et de la culture familiale et aussi de modestes manufactures en ce qui concerne la soie, le lin et le chanvre, et au contraire l'établissement de vastes manufactures et de marchés mondiaux pour la laine et le coton.

Avec beaucoup de perspicacité et de clarté. M. de Rousiers explique la situation actuelle de la production de chacune de ces matières premières, des marchés qui en réalisent la concentration et la distribution mondiale, des manufactures qui en assurent la mise en œuvre séparément ou en mélange, suivant les nécessités techniques ou les variations de la mode et des organisations commerciales que nécessite la recherche des clientèles, sans cesse plus étendues et plus exigeantes, au fur et à mesure de l'extension de la civilisation et des besoins qu'elle fait naître et ne cesse de développer.

L'auteur étudie ces multiples problèmes à la lumière de nombreuses et méthodiques observations qui certainement intéresseront et instruiront tous ceux de nos collègues qui, vivant dans les milieux industriels et commerciaux, sont constamment portés à rechercher le pourquoi des organisations et des transformations qu'ils constatent mais ne sont souvent pas en mesure d'analyser dans tous leurs détails, faute d'un guide compétent.

Ce guide, ils le trouveront en M. de Rousiers, en ce qui concerne les industries textiles, comme ils l'ont déjà trouvé pour les houillères et la métallurgie.

E. GRUNER.

Rapport sur la culture du coton au Maroc en 1924, par M. Georges CARLE. Ingénieur du Génie rural, chargé de mission (Association cotonnière coloniale). Un vol. (24 × 16 cm) de 84 p., avec IV planches et 1 carte. Paris, Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 17, rue Jacob (6e), 1925.

L'Association cotonnière coloniale, dont l'action s'est si heureusement exercée jusqu'ici en faveur du développement de la culture du coton dans nos colonies de l'Afrique occidentale, ne pouvait se désintéresser de l'Afrique du Nord. Aussi bien, a-t-elle confié à un ingénieur du Génie rural, particulièrement distingué, M. Georges Carle, le soin d'étudier les différents problèmes qui concernent la culture du coton au Maroc.

M. Carle s'est acquitté de sa mission avec un soin auquel nous sommes heureux de rendre hommage. De retour en France, il a remis à l'Association cotonnière coloniale un rapport très étudié où la question se trouve examinée dans ses plus petits détails, et qu'à bon droit, l'Association a estimé si intéressant qu'elle en a décidé la publication.

Dans son rapport, M. Carle examine, tout d'abord, les conditions mêmes de la culture du coton au Maroc: il montre, à ce propos, les analogies qui existent entre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les conditions de cette culture au Maroc et celles que présentent les différents pays cotonniers notamment l'Amérique du Nord, l'Algérie et la Cilicie. Il fournit ensuite des renseignements très précis sur l'état de la production indigène et sur les résultats des différents essais entrepris ces dernières années au Maroc : soins culturaux, étude des variétés, sélection des semences, résultats de la culture et des essais entrepris en 1924, appréciation et valeur du coton récolté cette même année. Sa conclusion est que la culture du coton peut parfaitement s'adapter au climat marocain. La courte durée de la période de chaleur limite un peu la période de végétation, mais il en est ainsi dans d'autres pays comme le Turkestan par exemple. Les froids modérés dans les pays tropicaux peuvent aussi avoir leur utilité en détruisant certains parasites qui ont rendu la culture de ce textile impossible dans d'autres pays.

Puis, M. Carle examine l'avenir de la culture du coton au Maroc et recherche quelles sont les dispositions qu'il conviendrait de prendre pour assurer son développement. A cet effet, il fournit de précieuses indications sur les différentes régions cotonnières du Maroc, sur la place occupée dans l'assolement par la culture du coton, sur les conditions agrologiques et les facteurs qui contribuent au développement de cette culture, sur les différents travaux hydrauliques agricoles à entreprendre, sur le choix des variétés, les soins culturaux, la lutte contre les parasites, etc.

Enfin, il termine son rapport par l'exposé d'un fort intéressant programme d'action pour la campagne de 1925. Il préconise notamment : la création d'un certain nombre de centres d'expérimentation dans chaque région cotonnière du Maroc, le choix et la création des variétés à cultiver, la production de ces variétés, la distribution des semences sélectionnées, l'organisation de la lutte contre les maladies du cotonnier, la détermination de la technique culturale et des irrigations, les moyens d'égrener les premières récoltes dans de bonnes conditions, l'application des mesures propres à organiser la vente et un marché du coton, etc.

Tout ceci paraît admirablement adapté à la culture du coton au Maroc; mais ce qu'il y a de fort intéressant également c'est qu'on peut aussi appliquer les conclusions de M. Carle à nos autres colonies africaines. C'est dire l'intérêt que présente son rapport à un moment où il faut absolument que nous cherchions à arriver à produire dans nos propres possessions les quantités considérables de coton que réclame l'industrie métropolitaine et que, présentement, elle se trouve obligée d'acheter aux colonies anglaises ou à l'Amérique dans des conditions que la crise des changes rend particulièrement onéreuses.

Le rapport de M. Carle si documenté sur la culture du coton au Maroc n'en fournit donc pas moins de précieux enseignements pour nos différentes colonies; nous ne saurions trop en faire l'éloge.

JULIEN LE CESNE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN JUIN, JUILLET, AOUT ET SEPTEMBRE 1925.

GAU (ÉMILE). — **Calculs numériques et graphiques.** (*Collection Armand Colin, Section de mathématiques, n° 60.*) In-16 (17 × 11) de VI + 206 p., 33 fig. et graphiques. **Bibliographie sommaire,** p. 201. Paris, Librairie Armand Colin, 1925. **16946**

CLERGET (PIERRE). — **Les industries de la soie en France.** (*Collection Armand Colin, Section de géographie, n° 61.*) In-16 (17 × 11) de 196 p., 10 graphiques et 15 tableaux statistiques. **Bibliographie** à la fin de chaque chapitre. Paris, Librairie Armand Colin, 1925. **16947**

FREULON (R.). — **L'épicier-détaillant.** (*Le livre de la profession.*) In-12 (18 × 12) de 250 p., 50 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles. **16948**

JEANS (J.-H.). — **Théorie du rayonnement et des quanta.** Traduit sur la 2e édition anglaise par G. JUVET. (*Collection de monographies scientifiques étrangères publiée sous la direction de M. G. Juvet, n° VIII.*) In-8 (25 × 16) de IV + 123 p., 3 fig. Paris, Albert Blanchard, 1925. **16949**

PRÉVOST (PIERRE). — **L'équipement électrique des voitures automobiles. Allumage, éclairage, démarrage.** (*Bibliothèque du chauffeur.*) In-12 (19 × 12) de VIII + 228 p., 68 fig. Paris, Dunod, 1925. **16950**

CHAPLET (A.). — **Pour le chimiste. Formules, procédés, tours de mains, « trucs » de toutes sortes pour le travail au laboratoire par le chimiste, l'essayeur et le préparateur.** In-12 (19 × 12) de VIII + 194 p., 140 fig. Paris, Dunod, 1925. **16951**

LIGUE GÉNÉRALE POUR L'AMÉNAGEMENT ET L'UTILISATION DES EAUX. Région du Nord et du Nord-Est. — **Aménagement et utilisation des eaux. Congrès de Lille (30 juin-5 juillet 1924).** Rapports, discussions, vœux. In-8 (24 × 15) de 443 p., fig., XII pl. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 1925. **16952**

DUMONTIER (HENRI). — **Méthode pratique pour le calcul du béton armé.** Tome I. In-8 (25 × 16) de 216 p., 49 fig. et un Recueil d'abaques (35 × 25) de 15 pl. Paris, Les Presses universitaires de France, 1925. (*Don de M. Mesnager, président de la Société.*) **16953-4**

STEINMETZ (CHARLES P.). — **America and the new epoch.** In-12 (19 × 12) de X + 229 p. New York and London, Harper and Brothers, 1916. (*Don de M. H. Le Chatelier, membre du Conseil d'Administration.*) **16955**

FERGUSON (CHARLES). — **The great news.** In-12 (19 × 12) de VIII + 278 p. New York, Mitchell Kennerly, 1915. (*Don de M. H. Le Chatelier, membre du Conseil d'Administration.*) **16956**

JONES (JOHN PRICE). — **America entangled.** The secret plotting of German spies in the United States and the inside story of the sinking of the Lusitania. In-12 (19 × 12) de 224 p. New York, A. C. Laut, 1917. (*Don de M. H. Le Chatelier, membre du Conseil d'Administration.*) **16957**

MIÈGE (E.). — **Les orges marocaines.** (*Gouvernement Chérifien. — Direction générale de l'agriculture, du commerce et de la colonisation, n° 2.*) In-8 (24 × 15) de 184 p., 48 fig. Rabat, 1924. (*Don de l'auteur.*) **16958**

VERNEY (HENRI). — **Un grand ingénieur. Henri Fayol.** Étude publiée à l'occasion du

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soixante-cinquième anniversaire de sa promotion de l'École nationale des Mines de Saint-Étienne, par la Société amicale des anciens Élèves de cette école. In-8 (25 × 16) de 51 p., 1 pl. Saint-Étienne, 19, rue du Grand-Moulin, 1925. (*Don de la Société amicale des anciens Élèves de l'École nationale des Mines de Saint-Étienne.*) **16959**

MAGNINY (G.). — **Un grand métallurgiste. Alexandre Pourcel**. Étude publiée à l'occasion du soixantième anniversaire de sa promotion de l'École nationale des Mines de Saint-Étienne, par la Société amicale des anciens Élèves de cette école. In-8 (25 × 16) de 51 p., 1 pl. Saint-Étienne, 19, rue du Grand-Moulin, 1925. (*Don de la Société amicale des anciens Élèves de l'École nationale des Mines de Saint-Étienne.*) **16960**

GRUNER (L.-E.). — **Cours d'exploitation des mines** professé à l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie. Livre VI : *Accidents et hygiène. Installations à la surface. Statistiques. Règlements.* In-8 (25 × 16) de 367 p., 105 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles 1925. **16961**

PASTRE (HENRI). — **Le problème du carburant national en France et dans ses colonies.** In-8 (25 × 16) de 183 p. **Bibliographies.** Paris, Les Presses universitaires de France. **16962**

BOUASSE (H.). — **Ondes hertziennes.** (*Bibliothèque scientifique de l'Ingénieur et du Physicien.*) In-8 (25 × 16) de XXV + 347 p., 184 fig. Paris, Librairie Delagrave, 1925. **16963**

COUILLIEAUX. — **Notes sur la direction des entreprises.** In-8 (25 × 16) de 85 p. Paris, Émile Larose, 1925. (*Don de l'auteur.*) **16964**

ALTMAYER (M.) et GUILLET (LÉON). — **Métallurgie de cuivre et alliages de cuivre.** (*Encyclopédie minière et métallurgique.*) In-8 (23 × 15) de 714 p., 246 fig., XLVIII planches. **Bibliographies** à la fin de chaque chapitre. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **16965**

MONDT (P. L. A.). — **De decimale indeeling van de boekerij van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs.** Sleutel voor de aanwinsten van af 1 januari 1905. In-8 (21 × 13) de 71 p. Amsterdam, L. J. Veen, 1925. **16966**

BREUIL (PIERRE). — **Les essais de fatigue des métaux et les machines Amsler pour leur exécution.** In-8 (22 × 14) de 69 p., 18 fig. Paris, Dunod, 1925. (*Don de l'auteur.*) **16967**

Actualités sur les machines-outils, les appareils de levage et de manutention mécanique. (*Monographies de vulgarisation scientifique et industrielle*, publiées sous la direction de PAUL DUFOUR.) In-4 (31 × 24) de 62 + 26 p., fig. **Bibliographie** sélectionnée concernant les machines-outils, p. 60-61. Paris, Éditions « Science et Industrie », 22, avenue Montaigne, 1925. **16968**

CHATROUSSE (LUISA). — **La femme dans les industries d'art.** (*Encyclopédie industrielle et commerciale.*) In-8 (26 × 18) de 150 p., 41 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 1925. **16969**

ATKINS (PAUL M.). — **L'enseignement de la comptabilité des prix de revient dans les Universités et Écoles supérieures aux États-Unis.** In-8 (25 × 16) de 111 p. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 1925. **16970**

MARGIVAL (F.). — **Colles, mastics, luts et ciments.** (*Nouvelle Collection des Recueils de recettes rationnelles.*) 2e édition. In-12 (18 × 12) de 282 p. Paris, Desforges, Girardot et Cie, 1924. **16971**

SNOW (Captain ELLIOT). — **Recent and early information about ancient and medieval ships.** In-4 (27 × 20) de 34 p., 43 planches. **Bibliography**, p. 27-28. **16972**

LIGUE GÉNÉRALE POUR L'AMÉNAGEMENT ET L'UTILISATION DES EAUX. — **Congrès national de navigation intérieure et d'aménagement des eaux. Grenoble-Lyon, 16 au 22 juillet 1925.** 16 Rapports. In-8 (25 × 16). Paris, 4, Carrefour de l'Odéon (6e), 1925. **16973**

MATAGRIN (A.). — **L'industrie des produits chimiques et ses travailleurs.** (*Bibliothèque sociale des métiers*, publiée sous la direction de Georges Renard.) In-12 (19 × 12) de XVIII + 486 p., 25 fig. **Bibliographies.** Paris, Gaston Doin, 1925. **16974**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PIROU (GAËTAN). — **Les doctrines économiques en France depuis 1870.** (*Collection Armand Colin, Section d'histoire et sciences économiques, n° 66.*) In-16 (17 × 11) de 204 p. **Bibliographie.** Paris, Librairie Armand Colin, 1925. **16975**

ROUCH (J.). — **Pour comprendre le ciel et l'atmosphère.** (*Bibliothèque du Tourisme.*) In-12 (18 × 12) de 352 p., 340 fig., XVIII planches, dont 4 en couleurs. Paris, Librairie Hachette, 1925. **16976**

La Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge. Sa fondation, son programme, son action. In-8 (23 × 15) de 92 p. Paris, 2, avenue Velasquez (8e), 1925. **16977**

DÉGUILLAUME (J.). — **Cours de construction des éléments et des organes de machines. Calcul et tracé.** (*Encyclopédie industrielle et commerciale.*) In-4 (34 × 22) de VIII + 639 p., 1146 fig., XVI planches. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 1925. **16978**

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE ET LITTÉRAIRE D'ALAIS. — **Mémorial des fêtes d'Alais, octobre 1889.** Érection de la statue Jean-Baptiste Dumas. Inauguration du Lycée J.-B. Dumas. Inauguration du buste du Marquis de la Fare-Alais. In-8 (25 × 16) de VI + 248 + 93 p., I pl. Alais, Imp. J. Martin, 1890. (*Don de M. F. Rigaud.*) **16979**

XIVe Foire de Paris, 10-25 mai 1922. Catalogue officiel. In-8 (22 × 12) de 703 + 178 p. Paris, 8, place de la Bourse. (*Don de M. F. Rigaud.*) **16980**

LAZARKÉVITCH (N.-A.). — **Le lin. Sa culture et son industrie dans l'Europe occidentale.** In-8 (25 × 16) de IX + 407 p., 158 fig., V pl. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1925. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **16981**

Congrès et Exposition du bois et du charbon de bois utilisés comme carburants, Blois, 24, 25 et 26 avril 1925. Mémoires et Comptes rendus publiés par MM. E. POHER, J. JAGERSCHMIDT, L. LARGUIER. In-8 (24 × 16) de XX + 140 p., 33 fig. Paris, 1, place Valhubert (13e), 1925. **16982**

ROURE (CAMILLE). — **Machines-outils pour le travail des métaux** (Cours supérieur). (*Bibliothèque d'enseignement technique et professionnel.*) In-16 (17 × 11) de XI + 356 p., 130 fig. Paris, Gaston Doin, 1925. **16983**

CABIAC (M.). — **Cours pratique de forge et de chaudronnerie.** (*Bibliothèque d'enseignement technique et professionnel.*) In-16 (17 × 11) de 320 p., 316 fig. Paris, Gaston Doin, 1925. **16984**

CERLES (A.). — **Cours pratique de filetage.** Détermination des roues de filetage. Exécution méthodique des vis et écrous. (*Bibliothèque d'enseignement technique et professionnel.*) In-16 (17 × 11) de 160 p., 105 fig. Paris, Gaston Doin, 1925. **16985**

MAHLER (P.). — **Études sur les combustibles solides, liquides et gazeux.** Mesure de leur pouvoir calorifique. 3e édition, revue et augmentée. In-8 (25 × 16) de XII + 107 p., 8 fig. Paris, Ch. Béranger, 1925. (*Don de l'auteur, membre de la Société.*) **16986**

MICHOTTE (FÉLICIEN). — **Traité scientifique et industriel des plantes textiles.** Tome I : **La ramie.** Culture et succédanés. 2e édition. In-8 (24 × 15) de 159 p., 19 fig. Paris, 45, avenue Trudaine, 1925. (*Don de l'auteur.*) **16987**

VERNEY (HENRI). — **Le fondateur de la doctrine administrative : Henri Fayol.** Discours prononcés au banquet du 7 juin 1925. Résumé de la doctrine administrative. In-8 (24 × 15) de IV + 132 p. **Bibliographie**, p. 117-119. Paris, Dunod, 1925. **16988**

ACADÉMIE DES SCIENCES DE L'INSTITUT DE FRANCE. — **Inventaire des périodiques scientifiques des bibliothèques de Paris**, dressé sous la direction de M. ALFRED LACROIX, par M. LÉON BULTINGAIRE, avec la collaboration des bibliothécaires de Paris et le concours de M. AD. RICHARD. In-8 (23 × 14). Fascicule III, p. 641-976. Paris, Masson et Cie, 1925. **16700**

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Vocabulaire en trois langues des termes techniques employés en aéronautique.** Fasc. I : *Allemand-Français-Anglais.* In-4 (31 × 21) de 187 p. Issy-les-Moulineaux (Seine), 2, rue Jeanne-d'Arc, 1925. **16989**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS (2e partie :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Eaux et Génie rural). — **Service des grandes forces hydrauliques. Études glaciologiques.** Tome V : *Études glaciologiques en Savoie.* In-4 (28 × 18) de VI + 224 p., 14 fig., XV pl. Paris, Imp. nationale, 1925. **16990**

***

KŒNIGS (G.). — **Les camions à gazogène.** (Extrait du *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, mars 1925.) In-4 (27 × 22), p. 201-216, 22 fig. Paris, 44, rue de Rennes (6e), 1925. **Pièce 12961**

BRECIL (PIERRE). — **L'usure des métaux et les moyens de l'apprécier par l'emploi de la nouvelle machine d'usure Amsler.** In-8 (22 × 14) de 32 p., 10 fig. Paris, Dunod, 1925. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 12962**

TRUFFAUT (G.) et BEZSSONOFF (N.). — **Fixation de l'azote gazeux par des plantes supérieures autres que les légumineuses.** (*La science du sol.* Annales des laboratoires G. Truffaut, Vol. IV, fasc. 1, mars 1925.) In-8 (24 × 16) de 56 p., 16 fig., II planches en couleurs. **Bibliographie**, p. 55-56. Versailles, Librairie des Établissements Georges Truffaut, 90 *bis*, avenue de Paris. (*Don des auteurs.*) **Pièce 12963**

Actualités sur l'organisation industrielle. (*Monographies de vulgarisation scientifique et industrielle*, publiées sous la direction de PAUL DUFOUR.) In-4 (31 × 24) de II + 41 p., fig. Paris, Édition « Science et Industrie », 22, avenue Montaigne, 1925. **Pièce 12964**

DANTZER (JAMES) et ROEHRICH (OLIVIER). — **Études et observations effectuées sur des mèches et des filés de lin dans le but d'en améliorer les méthodes actuelles de production.** (Extrait du *Bulletin « Le Monde industriel » de la Société industrielle du Nord de la France*, avril et mai 1925.) In-8 (25 × 16) de 16 p., 11 fig. Lille, Imp. L. Danel, 1925. **Pièce 12965**

BLOCH (MARCEL). — **L'organisation du travail dans les grands ateliers de locomotives de la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans.** (Extrait de la *Revue générale des chemins de fer*, avril, mai et juin 1925.) In-4 (30 × 22) de 88 p., 11 fig. Paris, Dunod, 1925. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 12966**

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE. — **Catalogue des publications périodiques et des ouvrages en consultation dans la salle de lecture de la Bibliothèque.** 1925. In-8 (24 × 16) de 29 p. Mulhouse, Imp. J. Brinkmann, 1925. **Pièce 12967**

LE WITA (HENRI). — **La guerre chimique entrevue par les Allemands et... nous.** In-8 (24 × 16) de 45 p. Paris, La Revue des produits chimiques, 54, rue de Turbigo (3e), 1925. (*Don de l'auteur.*) **Pièce 12968**

CARDOT (J.). — **Le coton en Indochine et les besoins de l'industrie cotonnière française.** Conférence faite à l'Institut national d'agronomie coloniale. (Extrait de l'*Agronomie coloniale*, décembre 1924, janvier et février 1925). (*Publications de l'Agence économique de l'Indochine, n° X.*) In-8 (25 × 16) de 29 p. Paris, Agence économique de l'Indochine, 20, rue La-Boëtie (8e), 1925. (*Don du Gouvernement général de l'Indochine, Agence économique.*) **Pièce 12969**

La houille blanche en Indochine. Étude publiée à l'occasion de l'Exposition internationale de la Houille blanche et du Tourisme, Grenoble 1925. (*Publications de l'Agence économique de l'Indochine, n° XI.*) In-8 (24 × 15) de 16 p., 1 carte. Paris, Agence économique de l'Indochine, 20, rue La Boëtie (8e), 1925. (*Don du Gouvernement général de l'Indochine, Agence économique.*) **Pièce 12970**

LIGUE DES SOCIÉTÉS DE LA CROIX-ROUGE. — **Exposé et projet d'un manuel de secours.** In-8 (26 × 21) de 4 + 7 p. Paris, 2, avenue Velasquez. **Pièce 12971**

SOCIÉTÉ AMICALE DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE NATIONALE DES MINES DE SAINT-ÉTIENNE. — **Banquet offert par la Société, le 7 juin 1925, à Paris, à MM. Henri Fayol et Alexandre Pourcel.** In-8 (23 × 15) de 46 p., IV pl. Saint-Étienne, 19, rue du Grand-Moulin, 1925. (*Don de la Société amicale des anciens Élèves de l'École nationale des Mines de Saint-Étienne.*) **Pièce 12972**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

JAPIOT (MARCEL). — **L'échappement à trèfle des locomotives de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée.** (Extrait de la *Revue générale des chemins de fer*, juillet 1925.) In-4 (30 × 22) de 12 p., 11 fig. Paris, Dunod, 1925. (*Don de la Compagnie des Chemins de fer Paris-Lyon-Méditerranée.*) **Pièce 12973**

LEBRASSEUR (A.) et D'ESPINE (F.). — **Étude sur l'écoulement des fluides en général.** Avec une note, au sujet de la loi d'Ombeck, par MM. Lebrasseur et Henzi et deux notes de M. Lebrasseur sur les incidents de route et les pertes de charges dans les faisceaux tubulaires. (Extrait de *Chaleur et industrie*, juillet à décembre 1922, février 1923, juin, septembre et octobre 1924.) In-4 (27 × 22) de 75 p., 28 + 26 + 7 fig., 15 graphiques. Paris, Chaleur et industrie, 5, rue Michel-Ange. **Pièce 12974**

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES. — 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 1924.** (Extrait du *Journal Officiel*, 15-16 juillet 1925.) In-4 (31 × 23) de 8 p. Paris, Imp. des Journaux officiels, 31, quai Voltaire, 1925. **Pièce 12975**

∴

KRAUSS (E.). — **Optique et mécanique de précision.** Catalogue général 1924, Paris, 18-20, rue de Naples (8e). **Catalogues.**

∴

Don du Ministère du Commerce et de l'Industrie.

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES. — **Tableau général du Commerce de la France.** Années **1825 à 1886.** — **Tableau général des mouvements du cabotage.** Années **1837 à 1869.** — **Tableau décennal du Commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères. 1827-1836; 1837-1846; 1847-1856; 1857-1866.** **Pér. 34**

∴

ASSOCIATION AMICALE DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE (Ingénieurs-agronomes). — **Annuaire.** Année **1925.** Promotions 1876 à 1923. Paris, 5, quai Voltaire (6e). **Pér. 92**

ASSOCIATION AMICALE DES ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE DE CHIMIE INDUSTRIELLE DE LYON. — **Annuaire 1925.** Lyon, 68, rue de la République. **Pér. 92**

ASSOCIATION DE L'INDUSTRIE ET DE L'AGRICULTURE FRANÇAISES. — **Assemblée générale tenue à Paris, le 25 mai 1925.** — **Annuaire des membres composant l'Association.** Paris, 6, rue du Général-Foy (8e). **Pér. 70**

5e Congrès national des Travaux publics français, tenu à Paris les 8, 9 et 10 décembre 1924, organisé par l'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LE DÉVELOPPEMENT DES TRAVAUX PUBLICS. — *Compte rendu des travaux, Vœux adoptés.* Paris, 19, rue Blanche. **Pér. 408**

CHAMBRE DE COMMERCE DE PARIS. — **Compte rendu des travaux.** Année **1924.** Tome I : *Commissions d'études*; Tome II : *Commissions administratives.* Paris, Librairies-Imprimeries réunies, 7, rue Saint-Benoit (6e), 1925. **Pér. 148**

COMITÉ DES TRAVAUX HISTORIQUES ET SCIENTIFIQUES (Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts). — **Bulletin de la Section de Géographie.** Tome XXXIX, année **1924.** Paris, Imp. nationale; E. Leroux, 28, rue Bonaparte (6e), 1924. **Pér. 21**

MINISTÈRE DU TRAVAIL. — CONSEIL SUPÉRIEUR DU TRAVAIL. — **28e session,** novembre **1924** : *Règlement amiable des conflits collectifs du travail.* — *Représentation particulière des professions intellectuelles au Conseil supérieur du Travail.* Paris, Imp. nationale, 1925. **Pér. 295**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CHAMBRE SYNDICALE DES FABRICANTS ET DES CONSTRUCTEURS DE MATÉRIEL POUR CHEMINS DE FER ET TRAMWAYS. — **Annuaire 1925-1926**. Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 399**

CHAMBRE SYNDICALE DES CONSTRUCTEURS DE NAVIRES ET DE MACHINES MARINES. — **Annuaire 1925-1926**. Paris, 7, rue de Madrid (8e). **Pér. 91**

DIRECTION DES DOUANES DE MADAGASCAR ET DÉPENDANCES (Ministère des Colonies). — **Statistique du commerce et de la navigation de l'année 1924** et résultats comparés des années 1923 et 1924. Tananarive, Imp. officielle, 1925. **Pér. 446**

FÉDÉRATION DES INDUSTRIELS ET DES COMMERÇANTS FRANÇAIS. — **Annuaire 1925**. Paris, 74, boulevard Haussmann (8e). **Pér. 92**

GOUVERNEMENT GÉNÉRAL DE L'INDOCHINE. — DIRECTION DES SERVICES ÉCONOMIQUES. — **Table générale des matières contenues dans le Bulletin économique de l'Indochine depuis sa fondation en 1898 jusqu'à 1922 suivie de la table par noms d'auteurs**, par L. HAUTEFEUILLE. Grenoble, J. Baratier, 24, avenue Alsace-Lorraine, 1924. **Pér. 54**

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE (École supérieure de l'Agriculture). — **Annales**. Tome XIX. Paris, J.-B. Baillière et fils; Librairie agricole de la Maison rustique, 1925. **Pér. 20**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION DE L'AGRICULTURE. — OFFICE DE RENSEIGNEMENTS AGRICOLES. — **Statistique agricole annuelle, 1923**. Paris, Imp. nationale, 1925. **Pér. 242**

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS. — **Recueil de lois, ordonnances, décrets, règlements et circulaires concernant les services dépendant du Ministère des Travaux publics**, dressé par les soins de l'administration centrale. 2e série. Tome XXX, année **1922**. Paris, Imp. nationale, 1925. **Pér. 144**

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DU MAROC. — **Mémoires**, n° VIII, 1re partie (30 décembre **1924**) : *Études sur la végétation et la flore marocaines* (Comptes rendus des herborisations de la Société botanique de France, session du Maroc, 1921), par BRAUN-BLANQUET et RENÉ MAIRE, 244 p., X pl., 1 carte. — n° IX (**1924**) : *Étude sur le régime des pluies au Maroc et carte provisoire de la répartition des pluies*, par A. JURY et G. DEDEBANT, 18 p., 2 cartes. Rabat, Institut scientifique chérifien; Paris, Émile Larose, 1924. **Pér. 469**

SYNDICAT GÉNÉRAL DES FONDEURS DE FRANCE. — **Annuaire 1925**. Paris, 8, rue de la Victoire (9e). **Pér. 431**

SOCIÉTÉ LIBRE D'ÉMULATION DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE DE LA SEINE-INFÉRIEURE. — **Bulletin**. Exercices **1922, 1923**. Rouen, 1924. **Pér. 6**

SCIENCE ET INDUSTRIE. — N° **147** (1925) : *Les industries textiles*, 134 p., fig. Paris, 22, avenue Montaigne. **Pér. 111**

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin technique**, n° **26** (mai 1925) : *Étude théorique du vol plané dans une atmosphère en mouvement*, par le Lieutenant-Colonel ALAYRAC, 42 p., 18 fig. — n° **27** (juin 1925) : *L'emploi des régimes rapides dans les moteurs d'aviation*, par le Commandant G. LEHR, 20 p., 9 fig. — n° **28** (août 1925) : *Aérodynamique. Recherches expérimentales*. Fasc. IV : *Haubans. Câbles. Montants fuselés. Radiateurs. Roues. Trains d'atterrissage. Phares. Génératrices électriques*, 45 p., 29 fig. Issy-les-Moulineaux (Seine), 2, rue Jeanne-d'Arc. **Pér. 117**

DIRECTION GÉNÉRALE DES DOUANES. — **Tableau général du commerce et de la Navigation. Année 1923**. 1er vol. : *Commerce*; 2e vol. : *Navigation*. Paris, Imp. nationale, 1925. **Pér. 34**

ROYAUME DE BELGIQUE. — MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DU TRAVAIL. — OFFICE DU TRAVAIL. — **Annuaire de la Législation du Travail**. Années **1914 à 1919**. Tome III. Bruxelles, 1925. **Pér. 278**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Journal. 1925**, n° 1, vol. CXI. London, S. W. 1, 28, Victoria Street, 1925. **Pér. 157**

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Carnegie Scholarship Memoirs**. Vol. XIV, **1925**. London, S. W. 1, 28, Victoria Street, 1925. **Pér. 157**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

IRON AND STEEL INSTITUTE. — **Charter, by-laws and list of members and associates, 1925**. London, S. W. 1, 28, Victoria Street. **Pér. 157**

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS. — **Proceedings, 1924**, vol. II (july-december). — **1925**, vol. I (january-april). London, S. W. 1, Storey's Gate, St. James's Park. **Pér. 114**

ROYAL INSTITUTION OF GREAT BRITAIN. — **Proceedings**. Vol. XXIV, part. II. **1924**. London, W. 1, Albemarle Street, 1925. **Pér. 258**

ROTHAMSTED EXPERIMENTAL STATION, Harpenden. — **Report 1923-24**. Harpenden, 1925. **Pér. 7**

SOCIETY OF NAVAL ARCHITECTS AND MARINE ENGINEERS. — **Transactions**. Vol XXXII, **1924**. New York, 29 West 39 th. Street. **Pér. 53**

NEW YORK STATE DEPARTMENT OF LABOR. — **Miscellaneous Labor Laws, 1925**. Albany, 1925. **Pér. 128.**

NEW YORK STATE DEPARTMENT OF LABOR. — **Labor Law, 1925**. Albany, 1925. **Pér. 128**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers**, Vol. XIX (**1924**), nos **495** : *A radiometric investigation of the germicidal action of ultra-violet radiation*, by W. W. COBLENTZ, H. R. FULTON, p. 641-680, 11 fig. — **496** : *Effect of stress on the magnetic properties of steel wire*, by R. L. SANFORD, p. 681-695, 7 fig. — Vol. XX (**1925**), nos **498** : *Tables for the calculation of the mutual inductance of circuits with circular symetry about a common axis*, by F. W. GROVER, p. 1-18. — **500** : *A method of determining the dew points of fuel-air mixtures*, by R. J. KENNEDY, p. 47-63, 10 fig. — **501** : *Specific heat superheated ammonia vapor*, by N. S. OSBORNE, H. F. STIMSON, T. S. SLIGH, C. S. CRAGOE, p. 65-110, 12 fig. — **504** : *A method of studying electrode potentials and polarization*, by H. D. HOLLER, p. 153-166, 14 fig. — **505** : *Critical potentials associated with excitation of alkali spark spectra*, by F. L. MOLLER, p. 167-191, 8 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers**, Vol. XVIII (**1925**), no **272** : *Fire resistance of concrete columns*, by W. A. HULL, S. H. INGBERG, p. 635-708, 16 fig. — Vol. XIX (**1925**), nos **275** : *Design of specimens for short-time " fatigue " tests*, by L. B. TUCKERMAN, C. S. AITCHISON, p. 47-55, 3 fig. — **276** : *Compressive strength of sand-lime brick walls*, by H. L. WHITTEMORE, A. H. STANG, p. 57-71, 10 fig. — **277** : *Comparative wearing qualities of pima and ordinary cotton used in mail bags*, by F. R. MC GOWAN, C. W. SCHOFFSTALL, A. A. MERCIER, p. 73-83, 5 fig. — **279** : *Testing of fire-clay brick with special reference to their use in coal-fired boiler settings*, by R. F. GELLER, p. 97-139, 19 fig. — **280** : *Reclamation of gasoline used in dry cleaning*, by C. C. HUBBARD, p. 141-153, 3 fig. — **282** : *Technology of cotton machinery*. Part I : *Calculations on pickers*, by A. A. MERCIER, p. 183-212, 9 fig. — **283** : *Effect of tire resistance on fuel consumption*, by W. L. HOLT, P. L. WORMELEY, p. 213-223, 5 fig. — **284** : *A study of the seasonal variation of radio-frequency phase difference of laminated phenolic insulating materials*, by J. L. PRESTON, E. L. HALL, p. 225-234, 5 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars** (**1925**), nos **95** (2d ed.) : *Inks, typewriter ribbons and carbon paper*, 32 p. — **114** (2d ed.) : *United States Government master specification for cotton rubber-lined fire hose (couplings and gaskets)*, 10 p. — **115** (2d ed.) : *...for pneumatic tires, solid tires, and inner tubes*, 13 p. — **193** : *...for liquid soap (for laundry use)*, 5 p. — **199** : *Specification for hand-operated grain hopper scales*, 19 p. — **200** : *United States Government master specification for heavy rust-preventive compound*, 4 p. — **201** : *...for quicklime for structural purposes*, 5 p. — **202** *...for vitrified chinaware*, 16 p., 8 fig. — **203** : *Recommended specification for quicklime and hydrated lime for use in the manufacture of calcium arsenate*, 4 p. — **204** : *United States Government master specification for hydrated lime for structural purposes*, 7 p., 1 fig. — **205** : *...for gypsum plaster*, 5 p. — **206** : *...for calcined gypsum*, 6 p., 1 fig. — **207** : *Recommended specification for limestone, quicklime, lime powder and hydrated lime for use in the manufacture of sugar*, 6 p. — **208** :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

United States Government master specification for wire rope, 37 p., 8 fig. — **209** : *...for oil suction and discharge hose*, 4 p. — **210** : *...for gypsum plaster board*, 3 p. — **211** : *...for gypsum wall board*, 3 p. — **212** : *...for upholstery leather*, 5 p. — **213** : *...for lace leather*, 5 p. — **214** : *...for medium and light rust-preventive compounds*, 4 p. — **215** : *...for outside white titanium-zinc paint, semipaste and ready mixed*, 12 p. — **216** : *...for putty*, 9 p. — **217** : *...for surgeons' rubber gloves*, 2 p. — **218** : *...for rubber dam*, 2 p. — **219** : *...for rubber bandages*, 2 p. — **220** : *...for stomach or lavage tube*, 2 p. — **221** : *...for colon tube*, 2 p. — **222** : *...for politzer bags*, 2 p. — **223** : *...for rubber tips for crutches*, 2 p. — **224** : *...for rubber pillowcases*, 2 p. — **225** : *...for rubber catheters*, 2 p. **226** : *...for rubber finger cots*, 2 p. — **227** : *...for rubber ice bags*, 3 p. — **228** : *...for helmetshaped ice bags*, 3 p. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Miscellaneous publications**, nos **61** : *Report of the National Screw Thread Commission (revised 1924)*, 172 p., 43 fig. (1925). — **62** : *Brinell hardness numbers*, 1 feuille (1924). — **63** : *Report of board of visitors to Bureau of Standards of the Department of Commerce for the Secretary of Commerce*, 14 p. (1925). **Pér. 61**

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Simplified practice recommendation**, nos **18** : *Builders' Hardware*, 56 p. (1925). — **19** : *Asbestos paper and asbestos millboard*, 6 p. (1924). — **20** : *Steel Barrels and drums*, 6 p. (1925). — **21** : *Brass lavatory and sink traps*, 8 p. (1925). — **22** : *Paper*, 9 p. (1924). — **24** : *Hospital beds*, 7 p. (1925). — **26** : *Steel reinforcing bars*, 8 p. (1925). — **27** : *Cotton duck*, 7 p. (1925). — **31** : *Loaded paper shot shells*, 7 p. (1925). — **35** : *Steel lockers (single and double tier)*, 8 p. (1925). **Pér. 61**

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Elimination of waste series. Recommended minimum requirements for masonry wall construction.** (*Report of Building Code Committee*, june 26, 1924), 57 p., 4 fig. (1925). — **Minimum live loads allowable for use in design of buildings.** (*Report of Building Code Committee*, november 1, 1924), 38 p., 1 fig. (1925). **Pér. 61**

SMITHSONIAN MISCELLANEOUS COLLECTIONS. — Vol. **77**, nos 2 (publ. 2794) : *Explorations and field-work of the Smithsonian Institution in 1924*, 136 p., 138 fig. — 3 (publ. 2818) : *Provisional solar-constant values, august 1920 to november 1924*, by C. G. ABBOT and COLLEAGUES, 38 p., 2 fig. — 4 (publ. 2824) : *An introduction to the morphology and classification of the foraminifera*, by J. A. CUSHMAN, 77 p., XVI pl. — 5 (publ. 2825) : *Solar variation and forecasting*, by C. G. ABBOT, 27 p., 18 fig. — 6 (publ. 2826) : *Solar radiation and weather or forecasting weather from observations of the sun*, by H. H. CLAYTON, 64 p., 45 fig. — 7 (publ. 2827) : *Solar radiation and the weekly weather forecast of the Argentine meteorological service*, by G. HOXMARK, 23 p. — Vol. **75**, no 3 (publ. 2823). Washington, 1925. **Pér. 27**

GEOLOGICAL INSTITUTION OF THE UNIVERSITY OF UPSALA. — **Bulletin**. Vol. XVII, XVIII, XIX. Upsala, 1925. **Pér. 221**

K. SVENSKA WETENSKAPSAKADEMIEN I STOCKHOLM. — **Arkiv för Matematik, Astronomi och Fysik.** Band **18**. H. 4 : — Band **19**. H. 1 (1925). Stockholm, 1925. **Pér. 8**

L'agent général, gérant,
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

124e ANNÉE. NOVEMBRE 1925

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

EUGÈNE TISSERAND

ancien président de la Société d'Encouragement (1892-1894) (1)
membre du Conseil (1866-1925)
président du Comité d'Agriculture (1900-1925)

MES CHERS COLLÈGUES,

Le 27 juin 1916, les membres de notre Conseil célébraient le cinquantenaire de l'entrée de M. Eugène Tisserand au Comité d'Agriculture. Il y avait été appelé, en effet, le 27 juin 1866. Après avoir rappelé dans une chaleureuse allocution les magnifiques états de services de notre éminent collègue, M. Léon Lindet, alors président, s'écriait :

« Voilà notre Tisserand, le Tisserand dont le pays a droit d'être fier. Il a été l'apôtre, le missionnaire. Il a aimé l'agriculture comme d'autres aiment l'art, les sciences, l'humanité. Ce sont là des amours sacrés, au service desquels l'âme élevée s'ennoblit, comme l'amour sacré de la Patrie qui les résume tous. »

Et M. Tisserand répondait :

« Je garderai un éternel souvenir de votre touchante démonstration parce qu'elle est une de celles qui m'honorent le plus et qu'elle est pour moi comme l'étoile qui, pour me récompenser, brille au couchant de ma longue carrière. »

Ces phrases émouvantes, mieux que toute autre, dénoncent l'étendue du nouveau deuil qui frappe la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

(1) Allocution prononcée par M. G. WERY, *vice-président*, en séance publique, le 14 novembre 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette fois, c'est notre vénéré doyen, l'un de nos anciens présidents, le président du Comité d'Agriculture depuis plus de 25 ans qui disparaît. N'incarnait-il pas véritablement notre maison, lui qui avait fréquenté, aimé et souvent secondé, durant ces soixante dernières années, les personnalités illustres qu'elle a su attirer et retenir dans son sein? Ne représentait-il pas toutes ses traditions? Le rôle qu'il a joué dans l'évolution scientifique que l'agriculture a subie depuis plus d'un demi-siècle, ne le place-t-il pas à côté de ces grands savants et de ces grands ingénieurs qui ont présidé, dans le même temps, aux métamorphoses de l'industrie?

Sa merveilleuse vieillesse faisait espérer que l'heure fatale ne sonnerait pas encore pour lui. Il n'y a pas plus de quelques mois, vous admiriez, mes chers collègues, sa démarche restée si jeune, sa haute taille demeurée si droite, son esprit toujours alerte. Aujourd'hui, encore, vous le revoyez assidu à nos séances du samedi, assis, là, à l'une des tables que vous occupez, écoutant le conférencier avec une attention soutenue. Vous apercevez son fin visage expressif, reflétant l'intérêt qu'il prend au discours. Vous vous rappelez son affabilité, sa bienveillance, sa bonté toujours prête, son enthousiasme pour le progrès et cette courtoisie exquise qui exhalait comme un parfum d'autrefois. Si, suivant une légende touchante, mais qui n'est, hélas. je le crains bien, qu'une superstition, l'âme, une fois débarrassée de son enveloppe charnelle, revenait aux lieux qu'elle a aimés, souvent celle de notre collègue vénéré fréquenterait cette enceinte pour se passionner encore aux problèmes qui s'y discuteront toujours.

Sa vie harmonieuse, pleine de jours si bien employés, laisse une œuvre considérable et de grands exemples. Nous voudrions pouvoir en résumer l'histoire et dégager sa haute signification. C'est l'amour de notre sol, son souci constant d'en développer la fertilité qu'il regardait, à juste titre, comme la principale source de notre fortune, sa foi profonde dans la science, qui dominent sa carrière.

Déjà, tout enfant, alors qu'il herborisait sur les remparts de Phalsbourg, avec l'instituteur de la petite ville lorraine, encore vibrante du bruit des batailles de l'Empire, son esprit s'inclinait avec prédilection vers la nature et les choses de la terre. Et plus tard, adolescent, brillant élève du Lycée Monge, aujourd'hui Lycée Saint-Louis, au lieu de songer aux grandes écoles qui attiraient l'élite de la jeunesse, c'est une nouvelle venue, encore obscure, l'Institut agronomique que la seconde République venait de créer à Versailles, qu'il choisissait. Il s'était enthousiasmé immédiatement pour le programme hardi de cette école d'agriculture qui inaugurait un esprit nouveau.

La science révolutionnait déjà l'industrie Il pressentait qu'elle allait transformer profondément l'art agricole et qu'il y avait de ce côté un champ

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

immense offert à son ambition de servir son pays. Les leçons des maîtres éminents de l'Institut de Versailles, les de Gasparrin, les Wurtz, les Duchartre, les Doyère, les Barré de Saint-Venant affirmèrent sa vocation. Il se traça un plan d'avenir dont il ne s'écarta jamais.

Il est passionné de science. Mais il sait que sans la connaissance exacte de la technique, ses efforts pour améliorer la culture du sol resteraient vains.

Aussi, dès sa sortie de l'Institut agronomique, titulaire d'une mission d'études, il passe toute une année dans une ferme où il s'emploie comme ouvrier. Puis, il voyage. Il parcourt les contrées de l'Europe qui se distinguent par une agriculture progressive. Il séjourne en Angleterre, en Hollande, au Danemark, en Allemagne. Il en étudie l'économie rurale. Mais il fréquente aussi les grandes écoles d'agriculture et les laboratoires. Il se lie d'amitié avec les savants et les agronomes les plus réputés. Et il amasse des documents dont il tirera parti plus tard pour écrire des ouvrages qui sont des chefs-d'œuvre. Cette initiative et cette course aux trésors que livre l'étude dura près de six années.

Cependant, le gouvernement impérial n'avait pas tardé à remarquer les intéressants rapports qu'envoyait le zélé missionnaire. Il le rappela pour lui confier l'administration des domaines de la Couronne. Quelle heureuse chance pour le jeune ingénieur agronome! L'occasion est merveilleuse d'appliquer ce qu'il sait et de démontrer la valeur du rôle de la science en agriculture. Pendant 12 ans il se consacre à une tâche extraordinaire. Quelques-unes des propriétés impériales représentent les terres les plus déshéritées de France. Quelles difficultés, quel labeur, mais aussi quel triomphe et quel plaisir! Là où il n'y avait que la brousse, le marais insalubre, le gravier stérile, le désert, il crée la fertilité et la vie. Dans les Landes, il met en valeur 7.000 ha de terres incultes; dans une des régions les plus pauvres de la Champagne, il en défriche 2.000. Il trace des routes, des chemins, fait jaillir des sources, construit des villages. Comme avec une baguette magique, il fait surgir la richesse.

L'année 1871 le trouva Inspecteur général de l'Agriculture. Comme toujours, les désastres de la guerre ramenaient l'attention générale vers la terre, substance de la patrie, source la plus sûre de sa richesse. La France avait beaucoup à faire pour en améliorer l'exploitation. Les rendements étaient insuffisants. Depuis la suppression de l'Institut agronomique, décrétée en 1852, l'enseignement agricole, décapité, languissait; parlementaires et hommes d'État s'en préoccupaient beaucoup. Ils savaient qu'ils avaient près d'eux celui qui pouvait transformer cette situation. Ils surent utiliser ses rares capacités.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Riche de l'expérience acquise, des connaissances qu'il a accumulées, M. Tisserand va réaliser enfin le rêve qu'il caresse depuis sa jeunesse : imprimer à l'agriculture une marche scientifique, appliquer les méthodes de la science à la résolution des questions qui se poseront à lui, asseoir l'enseignement agricole sur des bases solides, le placer aussi haut que possible, faire rayonner au loin la lumière, la diffuser jusque dans les couches les plus profondes de la démocratie rurale.

Il faut d'abord reconstituer l'Institut agronomique. Il gagne à sa cause l'élite du monde agricole, du monde scientifique et du parlement. Grâce à ses efforts, l'Institut renaît de ses cendres. Il en est le premier directeur et lui donne la constitution qui le gouverne encore. Et, lorsqu'en 1879, il est appelé à la direction de l'Agriculture, il a l'heureuse pensée de le confier à Eugène Risler, son ami de Versailles, le seul homme peut-être qui fût capable d'en assurer, avec lui, la prospérité.

Rappellerai-je les immenses services qu'il a rendus pendant les 18 années qu'il porta la lourde charge de Directeur de l'Agriculture? Il sont présents à toutes les mémoires. Il réorganise l'enseignement agricole, crée les écoles pratiques, développe les stations agronomiques, fonde de nouveaux laboratoires, multiplie les missions à l'étranger. Il organise la lutte contre le phylloxéra, les maladies du bétail et des végétaux. Non seulement il encourage la recherche scientifique, mais il la provoque. La statistique agricole lui doit sa rénovation et de magistrales études. Toute son œuvre est saine, vigoureuse, vivifiée par le grand air de la plaine qu'il a si longtemps respiré. Il siège à toutes les commissions, à toutes les assemblées où se discutent les intérêts de l'agriculture.

Tout autre eût succombé à pareille besogne. Et cependant il semblait qu'elle lui fût légère, à le voir toujours allègre, l'esprit dispos, le cœur ouvert.

Pendant son séjour à la Cour des Comptes, où il est appelé en 1896 comme conseiller maître, il continuera à servir passionnément la grande cause à laquelle il a voué sa vie. Et lorsque la limite d'âge l'atteint, il redouble de ferveur. Du sommet qu'il avait gravi, isolé dans une majesté sereine, il aurait pu se satisfaire à contempler le spectacle changeant du monde, à surprendre l'arrivée des orages, à guetter le retour du soleil triomphant.... Au mépris de son repos, il reste en pleine bataille. Aux moments les plus critiques de la guerre, il appartient à la plupart des commissions qui renseignent le Gouvernement sur les mesures à prendre en faveur de la terre et de l'alimentation humaine. Il les préside avec une maîtrise, avec une endurance qui étonnent les plus jeunes.

En 1917, il publia dans le *Bulletin* de notre Société deux mémoir s qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

peuvent être considérés comme son testament agronomique, l'un sur l'enseignement agricole, l'autre sur les recherches agronomiques. On y retrouve la clarté de sa pensée, la fermeté et l'élégance de son style, la justesse de ses vues prophétiques. Et il avait 87 ans....

Lorsqu'on demandait à M. Tisserand quel était le secret de sa merveilleuse longévité, quel talisman, quel philtre mystérieux conservait sa santé parfaite et sa bonne humeur, il répondait « le travail ».... Et, de fait, il ne s'arrêtait jamais, entretenant son cerveau par l'étude, son corps par l'exercice. Ce qu'il y avait peut-être de plus remarquable en lui, c'était l'intérêt qu'il portait toujours à la vie, sa merveilleuse curiosité restée si vive de tout connaître, son désir d'apprendre encore, de progresser sans cesse, de réfléchir la lumière qu'il recevait. A plus de 90 ans, il élaborait des projets dont la réalisation eût réclamé plusieurs années. Il ne doutait pas du lendemain. Au fond, c'était peut-être là son grand secret, son eau de Jouvence.

L'agriculture ne progresse pas par bonds. Elle n'avance que lentement car elle doit sans cesse affronter l'inertie puissante des forces héréditaires. La longue existence de notre cher collègue lui permit de voir grandir les moissons qu'il avait si bien contribué à préparer : l'accroissement continu, depuis plus de cinquante ans des rendements de nos récoltes, l'amélioration régulière des variétés végétales et celle de nos races de bétail. Avant de fermer les yeux, il a même pu apercevoir les premiers feux, encore lointains, mais perceptibles, d'une aurore nouvelle. C'est là, le résultat du développement de l'enseignement agricole et de la recherche scientifique appliquée à l'agriculture, c'est-à-dire la réalisation matérielle du rêve qu'il a toute son existence poursuivi.

Par l'étendue des services qu'il a rendus, Eugène Tisserand se place au premier rang des grands serviteurs de la patrie. Sa place est ici, à côté des hommes illustres qui sont l'honneur du pays et de notre Société. Nous conserverons à jamais sa mémoire.

GEORGES WERY,
vice-président de la Société d'Encouragement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES MOTEURS A EXPLOSION ET LE PROBLÈME DES CARBURANTS [1]

L'utilisation des moteurs à explosion est subordonnée à la possibilité de les alimenter. Le moteur à explosion, qui est d'un usage général en automobilisme et en aviation, a été créé par l'emploi de l'essence de pétrole. Or, ce produit n'est pas un produit national, et en attendant le résultat des recherches entreprises sur le sol français, il importe de réduire au minimum l'achat de combustibles étrangers qui pèse lourdement sur notre change.

Il serait évidemment souhaitable de pouvoir trouver un carburant national; la loi du 28 janvier 1923 a marqué un effort dans ce sens, puisqu'elle oblige les importateurs de pétrole à reprendre à l'État, qui a le monopole de la vente de l'alcool industriel, 10 p. 100 en volume de la quantité d'essence qu'ils importent; cet alcool est ensuite mélangé par parties égales à l'essence pour faire le carburant communément appelé « carburant national ».

D'après le simple énoncé de la loi, on serait fondé à conclure que la production actuelle d'alcool disponible comme carburant est de l'ordre de 10 p. 100 en volume de la consommation d'essence; en fait, cette production est beaucoup plus faible, puisque l'État ne livre pas plus de 3 p. 100 de la quantité d'essence importée. En fait, la valeur absolue de la consommation totale d'essence ne sera pas loin de se chiffrer, pour l'année 1925, à 1 million de tonnes; on se rend compte de la difficulté de substituer à l'essence un carburant dont la production serait aussi considérable.

Actuellement, on peut donc dire qu'il n'y a pas de carburant national susceptible de se substituer à l'essence, mais que le seul moyen d'arriver à résoudre la question, est de *rechercher l'utilisation de tous les carburants nationaux*, c'est-à-dire, de tous les combustibles qui sont susceptibles d'être produits sur le sol français.

Parallèlement à cette recherche, il en est une autre qui ne présente pas moins d'intérêt, et d'intérêt immédiat, c'est celle relative à la *meilleure utilisation des calories* qui sont libérées à l'intérieur du moteur à explosion. Celui-ci transforme en travail au maximum 30 p. 100 de l'énergie qui lui est

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 24 octobre 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

confiée, et on se rend compte qu'il reste une marge importante dans le progrès possible. Il est nécessaire, d'autre part, que l'étude de ces deux questions, qui présentent au point de vue immédiat l'intérêt le plus considérable, soit conduite de manière à trouver des solutions concomitantes et non opposées.

Je précise ce dernier point : lorsqu'on envisage l'emploi de l'alcool, nombre de détracteurs opposent l'objection suivante qui d'ailleurs, au point de vue technique, est parfaitement rationnelle : l'alcool a l'avantage de pouvoir permettre des compressions notablement plus élevées que l'essence; il est donc indispensable, pour pouvoir en tirer tout le rendement que l'on doit en attendre et diminuer la consommation volumétrique élevée résultant de son faible pouvoir calorifique, d'utiliser des moteurs ayant une compression plus élevée que le moteur actuel, puisque le rendement augmente avec la compression volumétrique. C'est ainsi que, en utilisant une compression de l'ordre de 7, on peut obtenir une diminution de consommation par rapport à la compression 5, de l'ordre de 15 p. 100. Or la modification de la compression conduit à une modification organique du moteur.

On voit maintenant la portée de l'objection. Supposons que le moteur soit modifié pour utiliser l'alcool, et que demain, pour une raison quelconque, crise ou guerre, on ne trouve plus d'alcool disponible, ce moteur ne pourra à nouveau, utiliser l'essence qu'après une nouvelle modification organique ramenant la compression au taux usuel, c'est-à-dire aux environs de 5. Si l'on veut éviter ce grave inconvénient et arriver dans un avenir immédiat à résoudre le problème de l'utilisation en France de l'essence et des différents carburants de remplacement que l'on peut y produire, il est donc indispensable que le même moteur puisse les utiliser tous au prix de modifications insignifiantes et à la portée de chaque utilisateur.

Or, si l'on envisage la recherche de la compression optima à réaliser avec les dispositifs de construction usuels des moteurs à explosion, on constate que le maximum théorique correspond à une compression telle qu'à partir de celle-ci, l'augmentation de rendement thermique produite par une augmentation de compression, soit au plus égale à la diminution de rendement mécanique résultant de l'augmentation de pression de combustion et de régime. En réalité, la pression maximum croît beaucoup plus vite que le rapport de compression. C'est ainsi que, quand on passe de la compression 5 à la compression 7, la pression d'explosion, c'est-à-dire la pression maximum pour laquelle doivent être calculés les différents organes du moteur, augmente dans le rapport 1,8. Dans l'état actuel de la construction mécanique, il semble que ce soit aux environs de 7, que peut être fixée la compression volumétrique optima à atteindre.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous n'avons envisagé jusqu'ici le problème de l'augmentation de compression qu'au seul point de vue mécanique; il reste à examiner les conséquences de cette augmentation de compression au point de vue de la combustion elle-même. Or deux phénomènes distincts interviennent pour imposer une limite. Le premier est l'*autoallumage* résultant de l'élévation de température par compression adiabatique. Le second est le phénomène de la *détonation*. Alors que le premier est essentiellement fonction du rapport de compression volumétrique, le second dépend principalement de la valeur absolue de la pression en fin de compression.

Pour certains combustibles, tels que l'essence, c'est le second phénomène qui intervient dès qu'on atteint des compressions de l'ordre de 5; l'autoallumage par compression adiabatique n'a lieu que pour des compressions supérieures à 10. Pour l'alcool méthylique anhydre, ainsi que nous l'avons démontré, c'est, au contraire, l'autoallumage qui se produit pour des compressions de l'ordre de 6. Au contraire, l'alcool éthylique et le benzol ne donnent lieu à aucun de ces deux phénomènes jusqu'aux compressions où ils ont été essayés, c'est-à-dire jusqu'aux environs de 10.

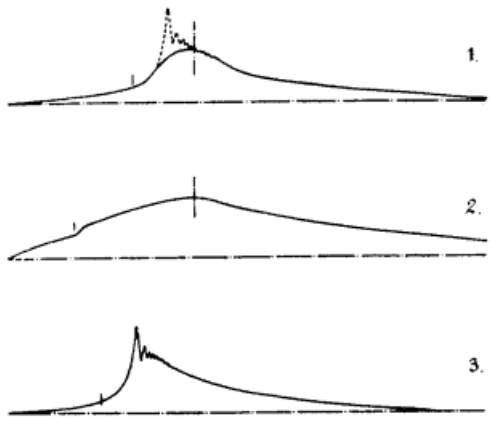


Fig. 1. — Diagrammes des pressions dans un moteur thermique.

1. Alcool : combustion normale;
2. Sulfure de carbone : autoallumage sans détonation;
3. Pétrole lampant, 75 p. 100; éther éthylique, 25 p. 100 : combustion détonante.

Les diagrammes de pression relevés par Kettering (fig. 1) mettent nettement en évidence la différence fondamentale entre l'autoallumage et la détonation. Dans ces diagrammes, le trait vertical à gauche indique le moment de l'allumage. Le diagramme supérieur est relatif à une combustion normale et régulière d'air carburé à l'alcool éthylique; on y a superposé, en pointillé, le diagramme inférieur relatif à la combustion d'un mélange particulièrement détonant (75 p. 100 de pétrole lampant et 25 p. 100 d'éther éthylique). Le diagramme du milieu est relatif à un mélange au sulfure de carbone, combustible particulièrement sujet à l'autoallumage : on voit très nettement que l'inflammation a commencé avant le moment de l'allumage et l'on remarque l'absence d'oscillations de pressions qui sont caractéristiques de la détonation.

Examinons maintenant les différents combustibles que l'on peut rencontrer : nous avons d'abord l'essence de pétrole, puis le benzol, puis l'alcool éthylique, puis l'alcool méthylique, et enfin, le gaz pauvre produit par les

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gazogènes transportables, qu'ils utilisent le charbon de bois, le bois ou le charbon de terre.

En ce qui concerne l'essence, comme nous l'avons indiqué précédemment, la compression 7 n'est pas possible, le phénomène de détonation se produisant à partir de compressions de l'ordre de 5. Heureusement certains corps mélangés à l'essence permettent d'éviter la détonation. Parmi les *corps antidétonants* actuellement connus, celui qui a le pouvoir le plus considérable à cet effet est, sans contredit, le *plomb tétraéthyle* à l'emploi duquel nous avons été conduit, il y a trois ans par des considérations purement empiriques, parallèlement d'ailleurs à l'Américain Thomas Midgeley qui a eu, de plus, le

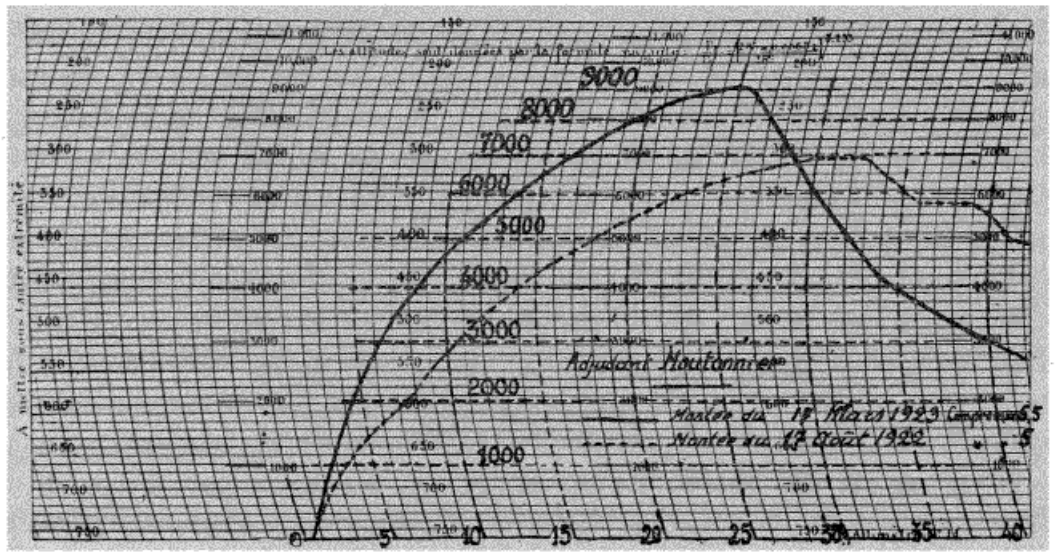


Fig. 2. — Diagrammes de montée d'un avion de chasse muni de turbo Rateau utilisant des carburants différents et le même moteur à des compressions différentes.

mérite d'en mettre au point la fabrication industrielle aux États-Unis. Il suffit, en effet, de proportions de l'ordre de grandeur du millième en volume pour faire supporter à l'essence la compresion 7 avec une sécurité suffisante.

Si l'on prend l'alcool éthylique et le benzol, ils peuvent supporter cette compression sans aucune espèce de difficulté. Leur mélange à l'essence permet d'ailleurs d'obtenir, selon le dosage, toute une série de combustibles pouvant également résister à la compression 7; tel est le cas, par exemple, d'un carburant comprenant 70 p. 100 de benzol et 30 p. 100 d'essence, ou encore, 50 p. 100 d'essence, 35 p. 100 de benzol et 15 p. 100 d'alcool éthylique anhydre.

La figure 2 donne les diagrammes comparatifs de montées d'un avion de chasse muni du turbo Rateau, effectuées par l'adjudant Moutonnier successivement avec le moteur normal à compression 5, utilisant l'essence, et le même moteur comprimé à 6,5 utilisant un combustible de ce genre que nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

avions spécialement étudié pour cet usage. On remarquera que dans le dernier cas, l'avion atteint 9.000 m en 23 minutes, alors que l'avion normal ne monte qu'à 6.000 m dans le même temps. La comparaison de ces résultats montre tout l'intérêt des hautes compressions pour l'aviation.

L'alcool méthylique pur, ainsi que nous l'avons indiqué, ne donne pas lieu au phénomène de détonation; par contre, il est relativement sensible au phénomène d'autoallumage par compression adiabatique; il suffit d'ailleurs d'y ajouter une proportion d'eau suffisante — elle y est parfaitement miscible, — selon le moteur, pour reculer le phénomène jusqu'à la compression 7; il ne semble donc pas de ce côté, qu'il y ait de difficultés insurmontables.

En ce qui concerne le gaz pauvre provenant de l'utilisation du charbon de bois, du charbon de terre ou du bois, il supporte, sans difficulté, la compression 7. On voit donc qu'il est possible de concevoir la réalisation d'un moteur à compression de l'ordre de grandeur 7, permettant d'utiliser tous les combustibles que l'on peut actuellement rencontrer en France, et en particulier l'essence, sous réserve d'ajouter à celle-ci un antidétonant convenable.

Si une telle conception est réalisable dès maintenant, car *la réalisation d'un moteur de compression 7*, étudié en tenant compte des phénomènes de détonation, *ne présente aucune difficulté technique*, il n'en reste pas moins que cette réalisation ne peut donner de résultat économique immédiat; elle ne pourra produire son effet que progressivement au fur et à mesure du remplacement des moteurs actuels par des moteurs à haute compression.

Nous avons donc été conduit à rechercher si, avec les moteurs usuels, il n'était pas possible d'arriver à une *économie d'essence en agissant* non sur la compression, mais *sur le combustible*.

Remarquons d'abord, à ce point de vue, qu'une première économie pourrait être faite immédiatement par les usagers de l'automobile en apprenant à régler leur carburation. On peut dire que la généralité des voitures a un moteur réglé avec un mélange trop riche. Dans notre climat, les variations extrêmes de température au cours de l'année sont de l'ordre de 30 degrés. Si le carburateur est réglé, ce qui est le cas à peu près constant, pour la température la plus basse, il donnera dans toutes les autres circonstances un mélange trop riche d'où dépense inutile de carburant, encrassement du moteur et production d'oxyde de carbone. La simple *adoption d'un réglage d'été et d'un réglage d'hiver*, qui amènerait une amélioration notable, est à la portée de tous les automobilistes.

Ceci étant, l'étude du mode d'action des antidétonants nous a permis de mettre en évidence le fait qu'ils empêchent la libération de carbone pendant la combustion. Tenant compte, par ailleurs, de ce que la compression pour laquelle se produit la détonation est d'autant moins élevée que l'essence

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

est moins volatile et homogène, nous avons été amené à conclure que, à compression égale, *l'emploi des antidétonants permettrait d'utiliser une essence beaucoup plus lourde* que celle qui est employée actuellement.

Nous avons pu vérifier pratiquement cette hypothèse et nous avons actuellement effectué plus de 8.000 km sur une voiture 10 ch de série, en utilisant comme combustible, un mélange d'essence et de pétrole lampant par parties égales, avec moins de $\frac{1}{1000}$ de plomb tétraéthyle, et une consommation légèrement inférieure à celle de l'essence ordinaire.

Ce résultat acquis, nous avons été amené tout naturellement à rechercher si l'usage d'antidétonant ne permettrait pas alors la combinaison de deux procédés : essence plus lourde et compression plus élevée. Nous avons pu, sur une voiture 12 ch, utiliser à la compression 6, un combustible comprenant 25 p. 100 de pétrole lampant avec une économie de consommation de 15 p. 100 en volume par rapport à celle obtenue avec la même voiture à la compression 4,7.

Ces derniers résultats montrent donc tout l'intérêt que présente l'utilisation des antidétonants, sous la réserve bien entendu, d'employer un antidétonant peu coûteux et ne présentant pas d'inconvénient grave. Or si les procédés de fabrication du plomb tétraéthyle, mis au point en Amérique, permettent d'arriver à ces résultats pour une dépense extrêmement faible, par contre, le plomb tétraéthyle est éminemment toxique, tout au moins à l'état pur. Il faut remarquer cependant que si la toxicité du produit pur est très grande et que si des accidents mortels ont été constatés en cours de fabrication, lorsqu'il est dilué dans les proportions qui sont suffisantes pour son emploi, le danger est suffisamment diminué et l'on peut dire que la manipulation d'essence éthylisée ne donne pas lieu à des accidents.

Il est juste toutefois de se préoccuper des quantités de plomb qui sont libérées par la combustion et qui correspondraient pour la région parisienne à la mise en liberté annuelle dans l'atmosphère de centaines de tonnes de plomb. A ce point de vue d'ailleurs, une enquête est en cours aux États-Unis, et il serait superflu de conclure avant d'en connaître le résultat ; d'ailleurs, au point de vue pratique, le plomb tétraéthyle présente d'autres inconvénients car, malgré les précautions prises de lui incorporer un chlorure ou un bromure organique servant à fixer le plomb à l'état de chlorure ou de bromure volatil au moment de sa libération, une partie de celui-ci reste à l'état de plomb et peut se déposer dans les bougies et sur les soupapes, et il est nécessaire que les mécaniciens qui ont à démonter des moteurs ayant utilisé pendant un temps considérable ce produit, prennent quelques précautions.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La figure 3, ci-jointe, montre très nettement les petits dépôts de plomb qui se produisent.

Mais, encore une fois, la question qui est posée n'est pas la question du plomb tétraéthyle, c'est la question des antidétonants, le plomb tétraéthyle n'est qu'un moyen qui a eu le mérite de montrer que le problème posé était soluble et il serait bien extraordinaire que le plomb tétraéthyle fût, de tous les corps connus, le seul jouissant de telles propriétés.

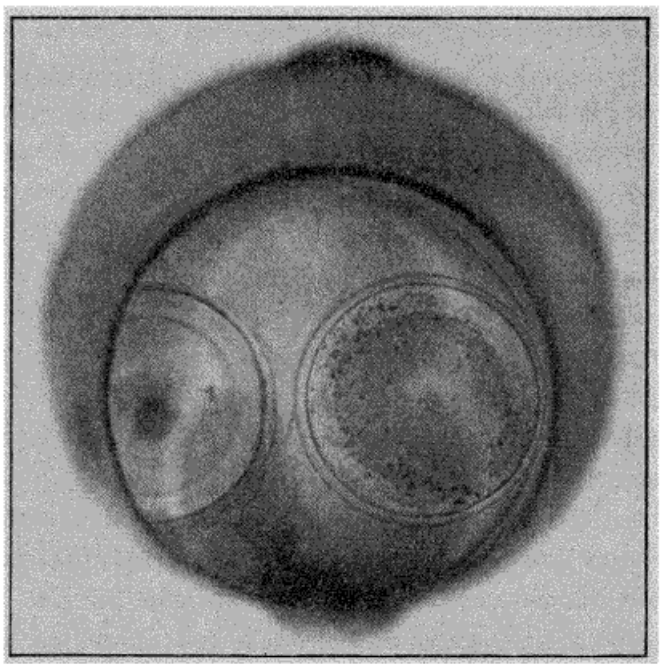


Fig. 3. — Dépôt de plomb sur une culasse résultant de l'emploi du plomb tétraéthyle.

Les résultats que nous venons d'exposer, et auxquels nous ont conduit nos travaux personnels, peuvent se résumer par la possibilité de réalisation d'un moteur standard à haute compression, et par conséquent, économique, utilisant tous les combustibles, et la possibilité d'autre part, d'employer dans les moteurs actuels, une essence plus lourde que l'essence actuellement employée. Les conséquences qu'ils permettent d'entrevoir nous paraissent présenter un intérêt suffisant pour continuer nos recherches. C'est d'ailleurs l'avis de l'Office national et du Comité scientifique des Combustibles liquides, qui ont bien voulu nous encourager dans nos recherches, et y montrer un intérêt dont je leur suis profondément reconnaissant.

PAUL DUMANOIS,
Ingénieur en Chef de la Marine (C. R.),
directeur des Services techniques de l'Office national des Combustibles liquides,
membre du Conseil de la Société d'Encouragement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LES LAMPES ÉLECTRIQUES A INCANDESCENCE PRÉCISES POUR PROJECTEURS SANS RÉGLAGE

(Lampe « Norma ».)

Dès 1914, on trouvait couramment dans le commerce des projecteurs pour automobiles, de provenance allemande, qui étaient fort précis et ne comportaient aucun dispositif de réglage; ils exigeaient l'emploi de lampes spéciales. Ces lampes, fabriquées par Osram, étaient caractérisées par le culot d'un modèle particulier, mais il ne sautait pas immédiatement aux yeux qu'elles étaient faites de façon à ce que le corps éclairant eût une position bien définie par rapport aux organes de fixation. En réalité, d'ailleurs, la seule cote observée était la distance entre le corps éclairant et les deux ailettes latérales du culot qui servent à tenir la douille. Chaque culot était ajusté sur son ampoule pour que cette cote diffère de moins de 0,3 mm de la valeur théorique. Ce procédé de construction est forcément long et onéreux. Néanmoins, grâce à lui, les projecteurs éclairaient toujours bien et la clientèle payait facilement le prix élevé demandé pour les lampes. Les constructeurs français de lampes électriques et de projecteurs ne tardèrent pas à comprendre la cause du succès des projecteurs allemands mais plusieurs années s'écoulèrent avant qu'un fabricant français pût fournir couramment des lampes électriques précises pour projecteurs sans réglage, les lampes Norma.

On n'est pas arrivé du premier coup à la perfection actuelle et les premiers essais portèrent uniquement sur la fabrication même de l'ampoule.

Les lampes électriques à incandescence sont le résultat d'un grand nombre d'opérations confiées chacune à une ouvrière qui ne fait qu'une opération. Quelles que soient les précautions prises pour établir la partie inférieure de la lampe (le pied avec son filament et ses supports) c'est l'ouvrière chargée de souder le pied et l'ampoule qui détermine la position du filament par rapport à l'ampoule et, faute de moyens d'examen convenables, il lui est difficile de donner au filament la position optima.

Il y a déjà plusieurs années, M. A. Monnier avait eu l'idée de confier à chacune de ses ouvrières un calibre (fig. 1) sur lequel elle posait la lampe

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

encore chaude; elle pouvait, en reliant par la pensée les deux cornes à droite et à gauche, s'assurer que le filament était à la hauteur voulue. On ne peut réchauffer la lampe pour replacer le filament à bonne hauteur, mais ce dispositif permet de vérifier fréquemment le travail et augmente la sûreté du coup d'œil; l'ouvrière produit ainsi des lampes dont le corps éclairant est beaucoup mieux placé; les écarts, par rapport à la position théorique, ne dépassent plus 2 mm. Cette méthode comporte deux causes d'erreur : l'ouvrière peut présenter la lampe avec une certaine inclinaison par rapport au calibre ce qui fausse la hauteur apparente du filament; la ligne idéale

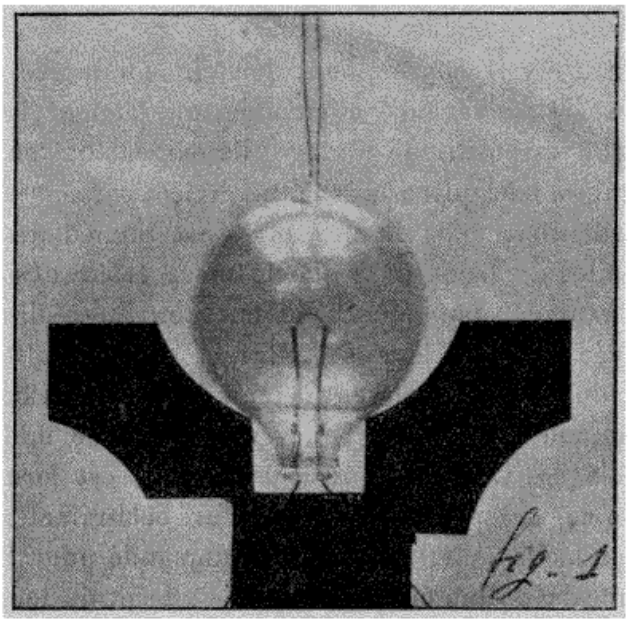


Fig. 1. — Calibre imaginé par M. A. Monnier.

qu'elle fait passer par les cornes du calibre manque de rigidité. Un premier progrès très net, dû également à M. Monnier, consiste à poser sur les deux cornes du calibre un anneau rond. Cet anneau, vu par la tranche, indique de façon certaine la hauteur à laquelle doit arriver le filament. Malheureusement, l'ouvrière qui vient de regarder le col de la lampe au rouge vif a de la peine à bien voir le calibre et l'ampoule.

On a enfin substitué à ce dispositif, un appareil plus compliqué mais aussi beaucoup plus précis (fig. 2). Cet appareil comprend :

un écran blanc E, traversé par une ligne noire et illuminé par une petite lampe électrique S;

une lentille L qui projette dans l'espace une image réelle de l'écran et de sa ligne noire;

un tube T qui relie l'écran et la lentille, et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

un support F destiné à recevoir la lampe I à distance convenable pour que l'image de la ligne noire coïncide avec la position théorique du filament.

L'éclairement de l'écran est réglé de telle façon que l'ouvrière voit très bien le filament et la ligne repère sans éprouver le moindre éblouissement qui serait gênant pour la suite de son travail.

Avec cet appareil les filaments sont placés à moins de 1 mm de la position théorique.

C'est à cette étape de la fabrication que M. Monnier est entré en rapport avec moi et que nous nous sommes entendus pour monter sur un culot en deux pièces les ampoules obtenues par le procédé précédent. Le culot en deux pièces utilise les propriétés géométriques d'une sphère mobile à l'intérieur d'un cylindre creux d'un diamètre égal au diamètre de la sphère. L'ampoule est munie d'un premier culot sphérique scellé à la manière habituelle; celui-ci est engagé à frottement doux dans le culot cylindrique placé sur un banc de réglage qui comprend des petits projecteurs, des prismes et des objectifs qui envoient sur un écran l'image du filament de la lampe. L'écran porte des repères indiquant à l'ouvrière la position que doivent avoir les images du filament pour que la lampe soit bien réglée. Le culot cylindrique est pris dans un montage qui lui donne une orientation et une hauteur parfaitement définies. L'ouvrière constate que les images du filament ne sont pas convenablement placées : par quatre mouvements bien réglés, elle amène les images en bonne position. Quelques points de soudure à travers des fenêtres spécialement prévues à cet effet permettent de solidariser le culot cylindrique extérieur et le faux culot sphérique intérieur; un coup d'œil sur l'écran pour s'assurer que pendant le travail de soudure le filament ne s'est pas déplacé et la lampe est réglée de façon immuable. La précision couramment obtenue dans ce travail est de l'ordre du dixième de millimètre bien que la production d'une ouvrière soit supérieure à une centaine de lampes par heure.

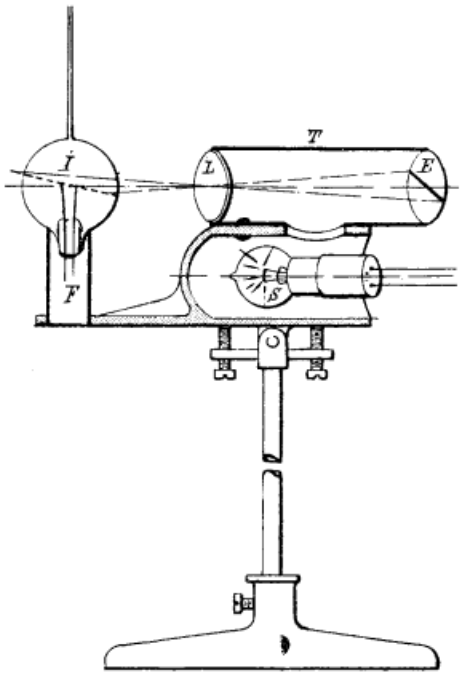


Fig. 2. — Appareil à vérifier la position du filament dans les lampes, imaginé par M. A. Monnier.

L'industrialisation de ce procédé de construction de lampes absolument

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

précises a eu pour effet d'amener les principaux constructeurs de projecteurs d'automobiles à construire des projecteurs qui ne comportent aucun dispositif de réglage. Pourvu que la clientèle accepte de n'employer que les lampes faites pour ces appareils, il ne peut plus y avoir de projecteurs mal réglés. Il est cependant certain que pendant quelque temps encore quelques personnes ne consentiront pas à se soumettre à la règle et préféreront employer des lampes quelconques dans leurs phares quittes à obtenir de mauvais résultats. Le nombre de ces insoumis ira sans doute rapidement en diminuant et l'on peut entrevoir que, dans un avenir prochain, les projecteurs électriques des automobiles seront toujours, à de rares exceptions près, parfaitement réglés : l'automobiliste y verra beaucoup plus clair, le piéton qui chemine sur la route sera beaucoup moins aveuglé.

La construction des automobiles en grandes séries a exigé des projecteurs faits eux aussi en grandes séries. Il a fallu pour atteindre un prix de revient peu élevé abandonner les procédés de construction autrefois employés et obtenir toutes les pièces par emboutissage. Cette façon de procéder a pour avantage de donner des réflecteurs tous à peu près identiques; il est par suite intéressant de vérifier la précision des réflecteurs de façon à permettre les retouches d'outillage nécessaires pour que la production soit, sans que cela revienne plus cher, aussi parfaite que possible.

Dans ce but, j'ai d'abord essayé d'appliquer la méthode de vérification couramment employée depuis 1907 aux Établissements Sautter-Harlé pour les réflecteurs des projecteurs militaires et décrite par M. Rey dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* (tome 117, page 329). J'ai vu tout de suite que cette méthode ne pouvait donner de résultats satisfaisants : elle est basée sur l'éclairement du réflecteur par un cratère d'arc et exige que le miroir ait une distance focale assez grande par rapport au diamètre, supérieure au tiers; les réflecteurs d'automobiles étant creux, elle ne permet de vérifier que la partie centrale du réflecteur, un quart environ de la surface. Après divers essais pour modifier cette méthode et la rendre applicable aux paraboloïdes creux, essais qui ont été paralysés par l'impossibilité d'avoir une source lumineuse très petite rayonnant dans toutes les directions, j'ai eu l'idée de mesurer l'aberration axiale des réflecteurs (1).

Lorsqu'un réflecteur parabolique AOB (fig. 3) reçoit un faisceau de rayons dirigés parallèlement à son axe focal OX, tous ces rayons, après réflexion sur la surface, viennent couper l'axe OX au foyer F, si le réflecteur est parfait; au contraire, il n'y a plus de foyer mais une caustique d'aberration lorsque le réflecteur n'est pas un paraboloïde parfait et la caustique comprend

(1) M. Marsat. Note présentée à l'Académie des Sciences le 16 février 1925 (*Comptes rendus*, tome 180, p. 500).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

une certaine longueur F_1F_2 de l'axe OX. Si l'on place une petite source lumineuse (le filament d'une lampe électrique à incandescence) sur l'axe OX, mais en dehors de F_1F_2, un observateur placé à grande distance sur l'axe focal ne peut apercevoir aucun point lumineux sur la surface du miroir; si la source lumineuse est placée entre F_1 et F_2, l'observateur verra une tache brillante qui occupera une partie plus ou moins étendue du réflecteur. Au lieu de se transporter à grande distance du réflecteur, l'observateur peut placer son œil au foyer d'une lentille de champ d'un diamètre supérieur à celui du réflecteur.

Mais il est plus commode d'examiner la tache lumineuse reçue sur un écran placé à une distance convenable (10 à 15 m pour les réflecteurs de 20 à 25 cm de diamètre).

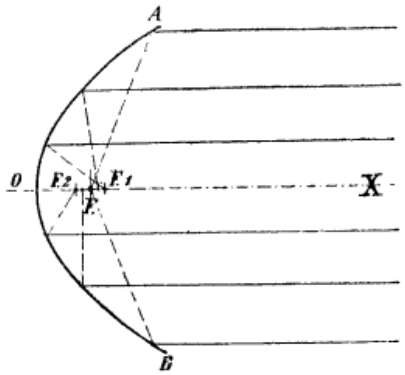


Fig. 3. — Réflexion d'un faisceau de lumière parallèle dans un réflecteur parabolique ayant de l'aberration.

Si la source lumineuse est en dehors de F_1F_2, le faisceau lumineux reçu sur l'écran a une partie centrale absolument noire. En déplaçant le corps éclairant vers F_1F_2, la partie noire du faisceau diminue, et si la distance de l'écran au réflecteur est suffisamment grande, par rapport au diamètre de celui-ci, on peut admettre sans erreur sensible qu'au moment où la tache noire n'a plus que des dimensions petites, l'une des extrémités du filament coïncide avec l'un des points F_1 ou F_2. En continuant le mouvement dans le même sens, la tache lumineuse diminue de grandeur, augmente à nouveau, puis il se produit au centre une nouvelle tache noire. Entre la disparition de la première tache et l'apparition de la deuxième, le filament a été déplacé d'une quantité égale à sa propre longueur augmentée de F_1F_2. Si le support de la lampe est gradué, on peut facilement et très vite déterminer la longueur F_1F_2 de la caustique d'aberration.

On peut aussi déterminer facilement la distance focale moyenne du réflecteur, on peut surtout sélectionner les réflecteurs qui donneront de bons résultats et rebuter ceux qui donneraient des résultats insuffisants.

Parmi les miroirs que j'ai examinés, j'en ai trouvé un fort grand nombre qui avaient une aberration inférieure à 1 mm; par contre, dans les réflecteurs faits par d'autres procédés et sensiblement du même diamètre (20 à 25 cm) j'ai trouvé des caustiques qui atteignaient 8 et 10 mm. Il n'est pas besoin d'essais photométriques pour conclure qu'avec les sources lumineuses de très petites dimensions employées dans les projecteurs d'automobiles, le

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réflecteur, qui a 8 mm d'aberration, ne peut donner des résultats équivalents, à beaucoup près, aux résultats obtenus avec le réflecteur qui n'a que 1 mm d'aberration.

Cette méthode nécessite un outillage peu compliqué mais elle ne se prête pas à la vérification des réflecteurs déjà munis de leurs douilles.

Pour cette vérification il a fallu créer une méthode nouvelle. Le procédé de construction de la lampe Norma permet d'obtenir des lampes dont le corps éclairant est exactement à la place voulue. Il est donc facile de construire des lampes dont le corps éclairant de forme rectiligne et de longueur connue est placé de façon que le milieu de sa longueur vienne coïncider avec le foyer du réflecteur. Ces lampes constituent la série *a*; en pratique,

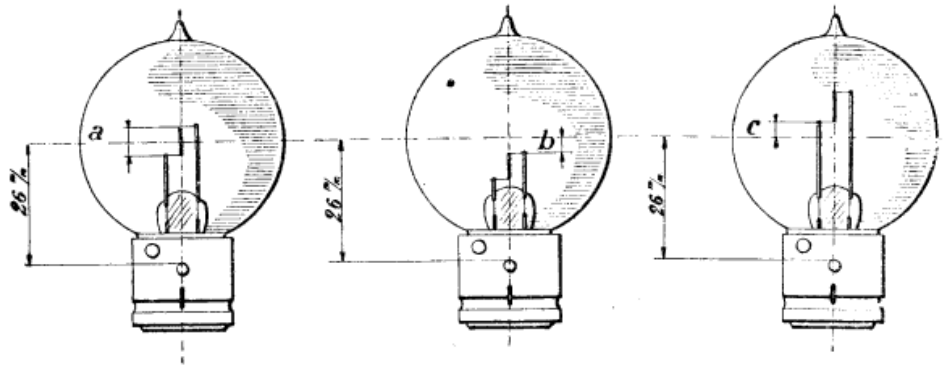


Fig. 4, 5 et 6. — Lampes spéciales pour vérifier les réflecteurs paraboliques.

on construit trois modèles qui ont des filaments de 2, 4 et 6 mm de longueur et utilisent des voltages de 3, 6 et 8 V (fig. 4).

En plaçant dans le réflecteur une lampe dont le filament a, au moins, la longueur de la partie axiale de la caustique d'aberration, ce réflecteur paraît éclairé dans toute son étendue pour l'observateur situé à une distance assez grande par rapport au diamètre du dit réflecteur (pour les réflecteurs des phares d'automobiles, une distance d'environ 15 m est parfaitement suffisante). Ces lampes permettent ainsi une vérification de la mesure effectuée par la méthode déjà décrite.

Un pas de plus a été fait en construisant des lampes dont le corps éclairant également rectiligne est tout entier soit trop près du culot, soit trop loin; l'extrémité avant dans le premier cas, l'extrémité arrière dans le second cas, sont amenées par réglage à être sur l'axe du culot à une distance de 4, 2 ou 0 mm du foyer du réflecteur. On a ainsi les lampes *b*-4, *b*-2, *b*-0 (fig. 5), *c*-4, *c*-2, *c*-0 (fig. 6). Toutes ces lampes ont été établies uniformément à 6 V.

La méthode d'emploi est des plus faciles. Il suffit, en effet, de mettre e n

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

place successivement les lampes *b*-4, *b*-2, *b*-0, *c*-0, *c*-2, *c*-4 et de noter si le centre de la tache lumineuse que l'on reçoit sur l'écran placé à 15 m est franchement plus sombre que le reste ou, au contraire, plus brillant. Si ce centre est plus sombre, il faut en conclure que l'extrémité du filament la plus proche du foyer en est trop écartée; si la tache est trop brillante, il faut en conclure que la même extrémité du filament est trop près du foyer. En général, une des lampes donnera une tache noire plus grande que le diamètre du réflecteur, une autre lampe donnera une tache brillante. La nouvelle méthode n'agit pas par un déplacement continu mais au contraire par bonds de valeurs connues; il est nécessaire d'interpoler et de déterminer par

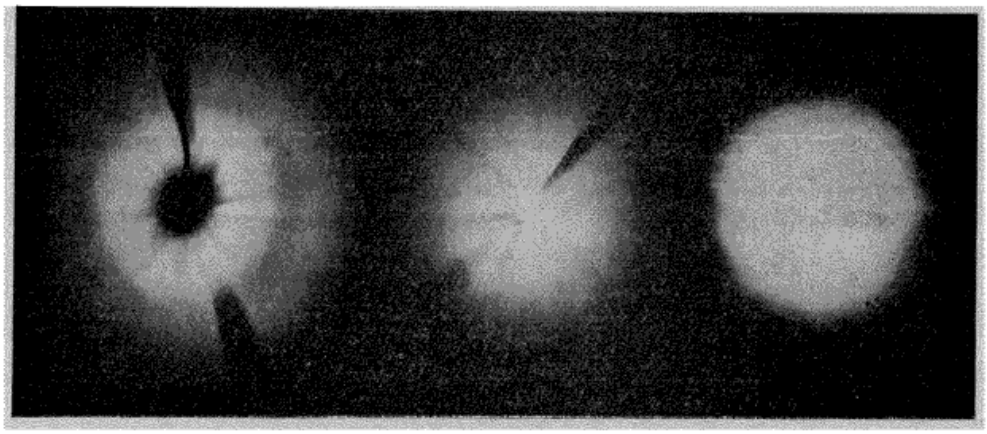


Fig. 7, 8 et 9. — Différents aspects de la tache produite sur l'écran par le faisceau émis par le réflecteur selon la position de la lampe.

un calcul rapide et facile la distance qui correspondrait à une tache centrale noire de dimension égale au diamètre du réflecteur.

Dans les réflecteurs normaux, on peut prendre comme foyer moyen le milieu de la partie axiale de la caustique et c'est à cet endroit que l'on doit mettre le milieu de la hauteur du filament de la lampe. Si la douille est convenablemeut placée, les lampes *b* et *c* de même numéro, *b*-4 et *c*-4 par exemple, donneront des taches noires de dimensions sensiblement égales. Si l'une des taches noires est beaucoup plus grande que l'autre, il faudra en conclure que la douille n'est pas à sa place; si la tache noire est plus grande avec la lampe *b* qu'avec la lampe *c* de même numéro, la douille est trop près du fond du réflecteur. Elle en est au contraire trop éloignée si c'est la tache obtenue avec la lampe *c* qui est la plus grande. On constatera tout de suite que la douille est bien placée sur l'axe focal du réflecteur si les taches noires et brillantes sont au centre de la tache totale produite par le faisceau. Si l'axe de la douille est parallèle à l'axe focal sans coïncider avec lui toutes

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

les taches seront excentrées du même côté. Si, au contraire, la douille est oblique par rapport à l'axe focal, les taches noires et brillantes pourront être les unes au centre, les autres sur le côté. Quelques tâtonnements permettent de se familiariser avec cette méthode dont la rapidité d'emploi n'exclut nullement la précision très largement suffisante pour l'optique industrielle à laquelle elle est destinée.

Les figures 7, 8 et 9 représentent l'aspect de la tache obtenue sur un écran en utilisant ces lampes dans un projecteur. La première (fig. 7) représente le cas de la tache centrale noire, le filament est trop loin du foyer; la deuxième (fig. 8) montre la tache centrale brillante, le filament coïncidant partiellement avec la partie axiale de la caustique; la troisième (fig. 9) représente la tache brillante assez uniformément éclairée qui indique un filament bien placé, le milieu de sa longueur correspondant avec le foyer moyen du projecteur. Ces trois photographies ont été obtenues avec un réflecteur de série qui nous a été obligeamment prêté par les Établissements B.R.C. (anciennement, Boas Rodrigues et Cie) les spécialistes bien connus en matière de phares d'automobiles.

A. MARSAT.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA BETTERAVE A SUCRE EN AFRIQUE DU NORD ET SPÉCIALEMENT AU MAROC

Le mémoire que nous publions dans ce *Bulletin* sur la betterave à sucre au Maroc présente une importance exceptionnelle; il n'est pas signé, l'auteur nous ayant demandé de conserver l'anonymat, mais c'est une de ces études qui font le plus grand honneur, croyons-nous, aux hommes de science qui dirigent l'agriculture du Maroc; et nous ne doutons pas que, pour l'avenir, ceux qui auraient à s'occuper de la question de la betterave à sucre dans l'Afrique du Nord n'y trouvent les plus précieux renseignements.

Depuis quelque temps, l'opinion publique, en Afrique du Nord et dans la métropole, s'intéresse vivement à la question de la betterave à sucre. Cet intérêt est très légitime et s'explique par différentes raisons.

Tout d'abord, les populations indigènes de l'Afrique du Nord sont de grands consommateurs de sucre et nos possessions transméditerranéennes constituent, par le fait même, de larges débouchés. Au Maroc, la consommation et, par suite, les importations annuelles de sucre, atteignent environ 70.000 t, dont la presque totalité provient de France, ainsi que l'indiquent les chiffres suivants.

IMPORTATIONS TOTALES ANNUELLES DE SUCRE AU MAROC (en kilogrammes).

1915.	58.036.242 kg	d'une valeur de.	47.852.941 fr.
1916.	41.567.314 —	—	43.093.071 —
1917.	43.950.694 —	—	56.471.592 —
1918.	29.826.031 —	—	49.068.827 —
1919.	44.577.012 —	—	83.069.472 —
1920.	47.420.091 —	—	162.896.853 —
1921.	50.273.637 —	—	122.997.928 —
1922.	67.052.169 —	—	108.104.671 —
1923.	60.206.112 —	—	141.015.544 —
1924.	66.713.483 —	—	183.820.813 —

ORIGINE DES IMPORTATIONS DE SUCRE AU MAROC (en quintaux).

PROVENANCE	1915	1916	1917	1918	1919	1920
France	434.336	397.384	438.669	261.473	434.085	468.245
Angleterre . . .	927	375	509	»	150	»
Espagne	12.598	9.449	»	117	»	»
Belgique	»	»	»	»	25	1.387
Italie.	1.073	782	»	»	»	»
États-Unis . . .	»	»	»	36.668	11.376	»
Autres pays . .	131.428	98.917	328	»	157	4.567

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ORIGINE DES IMPORTATION DE SUCRE AU MAROC (en quintaux) (*suite*).

PROVENANCE	1921	1922	1923		1924	
			Quantités.	Valeur (en francs).	Quantités.	Valeur (en francs).
France	478.276	651.120	589.169	138.071.098	655.863	180.972.867
Angleterre . . .	575	3,5	25	5.975	»	»
Espagne	»	»	»	»	»	»
Belgique	18.579	12.277	183	42.183	72.455	1.843.381
Italie.	»	»	»	»	992	23.232
États-Unis . . .	2.739	5.977	11.898	2.707.296	»	»
Autres pays . .	2.466	842				

Ces chiffres doivent être majorés des importations faites au Maroc oriental et qui s'élèvent à environ 60.000 qu par an.

Or, la valeur totale des importations dans la zone française du Maroc atteint.

1915	180.132.786 fr
1916	228.983.198 —
1917	270.090.537 —
1918	314.379.981 —
1919	480.797.396 —
1920	1.000.474.464 —

et celle des importations provenant de France et d'Algérie :

1915	84.029.417 fr
1916	99.606.279 —
1917	116.258.902 —
1918	118.809.637 —
1919	190.033.199 —
1920	460.410.487 —

valeur dans laquelle celle du sucre varie du 1/4 au 1/6 pour la première et de 50 à 30 p. 100 pour la seconde.

Ces quelques chiffres montrent l'importance considérable que représente le sucre dans le commerce général du Maroc comme dans celui de la métropole, et la place prépondérante qu'il occupe dans l'économie du protectorat.

La consommation indigène marocaine peut être évaluée à 14 kg par an et par habitant, et elle ne peut qu'augmenter avec l'accroissement de la population et celui de ses moyens d'achat. Or, cette consommation individuelle annuelle est très forte; en effet, elle atteint dans les autres pays en 1913 :

Angleterre .	43 kg	États-Unis .	38 kg	Belgique . .	15 kg	Russie . .	6,5 kg
France . . .	17 —	Allemagne .	19 —	Espagne . .	5,4 —	Italie . .	4,5 —

Le sucre représente donc, au Maroc, une valeur de plus de 180.000.000 fr dont plus de 150.000.000 sont fournis par la France. On a pensé que cette

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

denrée pourrait, au moins en partie, être produite sur place, où elle serait assurée d'un débouché très vaste et permanent, qui suffirait à justifier l'introduction d'une plante saccharifère. Or, celle-ci ne peut être représentée que par la canne à sucre ou par la betterave.

D'après la légende et les documents anciens, la culture de la canne à sucre aurait existé autrefois au Maroc, particulièrement dans les régions du sud (Souss-Haouz), et on aurait retrouvé à Marrakech les vestiges d'une sucrerie de canne.

Selon certains auteurs (1), elle aurait été introduite au XVI[e] siècle par les chérifs saadiens qui, établis dans la région de l'oued Draâ, étendirent leur influence dans le Souss et dans tout le Maroc méridional. L'un deux, Ahmed-el-Mansour, s'empara de Tombouctou; le Soudan et le Sénégal devinrent des provinces marocaines et ses soldats en rapportèrent un butin prodigieux. « Ahmed-el-Mansour employa une partie de ces richesses à de grandes constructions, mais il s'en servit surtout pour accroître les ressources du Maroc; *plantations de canne à sucre* et de coton, *fabrication du sucre*, développement des diverses industries locales. »

Ibn-al-Awain signale d'ailleurs cette culture à Agadir, ainsi qu'en Espagne (2), et on sait qu'elle a été tentée jadis à Gabès par les Arabes. Toutefois, ces arguments ne semblent pas péremptoires et ils ne suffisent pas, en tout cas, pour déterminer la reprise et le développement de la culture de la canne à sucre au Maroc. Des essais poursuivis en Algérie — dans l'Oranie et au Jardin d'Essais d'Alger — comme ceux qui ont été entrepris au Maroc, par la Direction générale de l'Agriculture, ont montré que le *Saccharum officinarum L.* ne pouvait prospérer que dans les zones susceptible d'être irriguées, à terres suffisamment riches, et où les gelées n'étaient pas à craindre. Or, ces régions sont actuellement très rares au Maroc. Des expériences en cours, tentées avec des variétés résistantes au froid, permettront de voir si, avec ces nouvelles races, la culture est possible dans le Sud, où les ressources hydrauliques sont les plus abondantes, mais où la température descend fréquemment au-dessous de — 4 — 5° (et même — 7°). Enfin, la région du Souss est trop mal connue et ne paraît pas suffisamment riche et humide (3) pour qu'on envisage sérieusement une vaste culture de canne dans cette zone, d'ailleurs très excentrique et qui sera dépourvue pendant longtemps encore de moyens rapides de communication.

On ne peut donc songer — dans les conditions actuelles tout au moins —

(1) G. HARDY et P. AURÈS, *Les grandes étapes de l'histoire du Maroc*, Paris, 1920.
(2) Où elle existe encore aujourd'hui.
(3) L. GENTIL, 1923.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à satisfaire la consommation indigène en sucre, au moyen de la canne. Reste donc la betterave.

Son introduction présenterait de nombreux avantages qui viennent renforcer l'argument économique et commercial.

Parmi ces avantages on peut citer, sans restriction, tous ceux qui ont établi le succès de la betterave sucrière sur le continent et qui, ici, sont encore accentués.

En effet, si tout le monde s'accorde pour reconnaître que le Maroc est un pays essentiellement agricole, il ne faut pas perdre de vue le caractère spécial et un peu précaire de son agriculture. Celle-ci est surtout représentée par l'élément indigène, qui *cultive* 95 p. 100 des terres (en dehors des forêts, des parcours, des pâturages naturels). Or, sur 2.400.000 ha de terres arables, 2.100.000 ha sont actuellement couverts par les céréales, c'est-à-dire que plus de 95 p. 100 de la superficie cultivée l'est en céréales. On a donc là un exemple de monoculture typique et presque intégrale, avec tous les inconvénients, et même tous les dangers, que ce système présente, surtout lorsqu'il est à base presque exclusive de céréales et dans un climat sévère comme celui de l'Afrique du Nord.

SUPERFICIES CULTIVÉES AU MAROC DE 1918 A 1923 (en hectares).

	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Superficie totale cultivée. Indigènes.	1.997.344	2.094.905	2.085.974	2.127.266	2.173.699	2.376.012
Superficie totale cultivée. Européens.	41.874	53.726	49.296	55.409	53.630	64.386
Superficie totale cultivée. Total	2.039.218	2.148.632	2.135.270	2.182.675	2.227.329	2.440.398
Superficie cultivée en orge	886.630	926.647	947.234	1.000.452	1.030.928	1.134.405
— — blé	754.905	855.690	807.199	793.151	836.850	910.106
— — maïs et sorgho	234.895	192.226	196.775	247.494	216.666	270.148
— — en céréales noires (avoines, mil, alpiste)	16.799	8.576	11.656	10.796	13.685	17.504
Superficie totale en céréales	1.893.249	1.983.139	2.062.864	2.051.893	2.098.129	2.332.163
Proportion p. 100 —	92,8	92,3	96,6	94	94,5	97,16

Aussi, la nécessité de lui substituer un mode de culture plus rationnel et moins aléatoire, celle de varier l'assolement et d'introduire, en outre, dans l'exploitation du sol, une culture industrielle, riche et productive, n'ont-elles pas échappé aux colons pas plus qu'à l'Administration du Protectorat.

Malheureusement, les conditions que doit remplir la plante à adopter sont telles que le choix s'est trouvé immédiatement très limité. Il faut, en effet :

1° que cette plante s'accommode des conditions climatériques locales;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° qu'elle soit assez productive et riche pour assurer aux agriculteurs des ressources convenables et des bénéfices certains ;

3° qu'elle trouve des débouchés suffisants et rémunérateurs;

4° qu'elle n'épuise pas les terres et qu'elle ne compromette pas le succès des autres cultures, en particulier celle des céréales qui resteront, malgré tout, la base de l'agriculture locale;

5° qu'elle ne risque pas d'encombrer le marché et de concurrencer l'agriculture métropolitaine et même algérienne.

De tous les végétaux envisagés et essayés, seuls la betterave et le coton ont paru, jusqu'ici, répondre à ces diverses exigences.

Le lin textile peut également entrer dans l'assolement, mais la modification fondamentale du système de culture actuel, c'est-à-dire celle qui pourra s'étendre sur plusieurs dizaines, et peut-être plusieurs centaines, de milliers d'hectares ne peut reposer ni sur cette plante, ni sur la vigne (malgré les excellents résultats qu'elle fournit ici) — en raison de la restriction des débouchés qu'elle peut espérer, — ni sur les oléagineux (arachide, sésame), produits ailleurs dans des conditions bien plus économiques.

Il est certain qu'au fur et à mesure que l'agriculture marocaine se perfectionnera, un certain nombre de cultures y prendront place et se développeront. C'est ainsi que la production arboricole, oléicole et viticole (en vue de la fabrication de vins liquoreux et de raisins secs), la production maraîchère, celle des textiles (coton, lin, chanvre, ramie, agave), des plantes médicinales et à parfums, celle surtout des fourrages artificiels, prendront une extension de plus en plus grande, et du reste désirable à de multiples points de vue; mais, encore une fois, aucune d'elles ne paraît pouvoir transformer profondément et rapidement la monoculture qui sévit actuellement.

Enfin, à côté de ces raisons importantes qui justifient l'intérêt qu'inspire la betterave, il en existe d'autres, moins fortes mais cependant non négligeables.

Parmi celles-ci, il faut signaler :

1° l'amélioration — pour ainsi dire intrinsèque — de la culture actuelle;

2° celle des ressources fourragères et, par suite, de l'élevage, qui constitue la seconde source de richesse au Maroc.

Les méthodes de culture indigènes sont encore rudimentaires, spécialement en ce qui concerne la préparation du sol (qui est extrêmement superficielle et effectuée à l'aide d'instruments très légers traînés par des animaux chétifs) et l'absence à peu près générale de fumure. Il ne faut pas s'étonner si, dans ces conditions, le rendement des céréales reste faible. Il est de fait que dans les exploitations européennes bien conduites (au Maroc comme en Algérie et en Tunisie), avec des labours préparatoires et croisés, des façons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'entretien, l'emploi de semences triées..., on arrive à des rendements normaux, qui dépassent fréquemment la moyenne de ceux que l'on obtient en France.

Or, la betterave, par ses exigences mêmes, impose ces travaux, plus profonds et plus soignés, comme elle demande un sol propre et plus riche. Elle peut et doit avoir, en Afrique du Nord, les avantages qu'elle a montrés en Europe et, en particulier, elle peut et doit favoriser la culture des céréales, la rendre plus sûre et plus productive. Loin de diminuer les ressources du pays en blé et en orge, son introduction devrait au contraire les accroître : on estime, en effet, que l'accroissement des rendements en blé dû à la culture de la betterave atteint 5 à 6 qu de grains à l'hectare.

Enfin, le sort de l'élevage — qui trouve au Maroc tant de possibilités latentes — est lié en grande partie aux ressources fourragères, qui n'existent aujourd'hui qu'en quantités insuffisantes. La betterave, cultivée sur une large échelle, apporterait directement par ses racines et ses feuilles, ou indirectement par les pulpes et les résidus mélassés, un aliment abondant et sain qui, sans aucun doute, contribuerait puissamment au succès de la production d'un bétail plus nombreux et de meilleure qualité. Celui-ci fournirait, de son côté, une masse importante de fumier qui, associé aux feuilles non consommées, aux écumes de défécation, etc., permettrait l'enrichissement des terres et surtout l'apport des matières organiques qui leur sont si nécessaires aujourd'hui. Enfin, la culture de la betterave permettrait la création d'industries (sucreries, distilleries) dont l'existence ne serait pas sans action sur l'enrichissement du pays.

Comme on le voit par ce très bref exposé, l'introduction de la culture de la betterave déterminerait une véritable transformation de l'agriculture marocaine; elle apporterait la solution des problèmes essentiels que celle-ci soulève et dont on ne voit pas bien, en dehors d'elle, la formule efficace et pratique.

Il n'est donc pas étonnant que cette question ait provoqué un très grand intérêt.

On peut toutefois se demander pourquoi, en présence de tels avantages qui, certainement, ont dû être entrevus depuis longtemps, la culture de la betterave ne s'est pas imposée ni étendue rapidement dans les autres pays de l'Afrique du Nord, en particulier en Algérie et en Tunisie. Ainsi que nous le verrons plus longuement dans la seconde partie de cette étude, cela peut être dû à plusieurs raisons, telles que :

1° l'extension du vignoble, des autres cultures riches (primeurs, fruits) et des industries, qui ont accaparé l'attention, les soins et les capitaux des colons;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2° les régimes douanier et économique qni ne favorisaient aucunement et pouvaient même empêcher l'installation des sucreries et, par suite, celle de la betterave ;

3° la croyance généralement et longtemps répandue que la betterave à sucre ne devait pas prospérer dans les climats chauds et secs tels que celui de l'Afrique du Nord. Cette opinion se retrouve même, et nettement exprimée, dans des ouvrages récents et appréciés ; c'est ainsi que l'on peut lire dans le *Traité pratique d'agriculture pour le nord de l'Afrique* (4). « Dans le nord de l'Afrique, on peut poser en principe que le climat, le sol et les conditions économiques ne conviennent pas à cette culture (la betterave à sucre) et à son industrie. »

La question des prix et des bénéfices possibles intervient également, comme nous le verrons plus loin.

L'importance du problème mérite qu'on s'y arrête. C'est pourquoi nous avons essayé de l'examiner, d'une façon tout objective et impartiale, en l'envisageant successivement aux points de vue biologique, technique, économique et industriel.

Dans une première partie, nous rechercherons quelles sont les exigences générales de la betterave à sucre, quant au climat, au sol, aux soins culturaux, etc., et si elles peuvent être satisfaites dans le milieu naturel qu'offrent l'Afrique du Nord et spécialement le Maroc ; nous indiquerons ensuite les résultats essentiels des essais qui ont été entrepris dans ces régions et nous verrons ainsi si la culture de la betterave sucrière y est physiologiquement et techniquement possible.

Dans la seconde partie, nous nous efforcerons de voir si la nature des racines, les conditions économiques de leur production et de leur conservation, celles de leur traitement, sont favorables ou non à l'instauration de la culture et de l'industrie de la betterave à sucre au Maroc.

Nous croyons nécessaire d'indiquer, dès maintenant, que les conclusions de cette seconde partie pourront être très différentes de celles qui découleront de la première et qui devront, par suite, n'être acceptées que sous réserve.

EXIGENCES DE LA BETTERAVE.

CONDITIONS ÉCOLOGIQUES COMPARÉES DU MAROC ET DES PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS. — A. *Climat.* — De multiples travaux, effectués tant en France qu'à l'étranger, ont déterminé et précisé les exigences générales de la betterave à

(4) RIVIÈRE ET LECQ, 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sucre, aussi bien aux points de vue des facteurs climatiques que de la nature du sol, des soins culturaux, etc.

Or, contrairement à ce qu'on aurait pu supposer *a priori*, la betterave trouve, dans l'Afrique du Nord et spécialement au Maroc, des conditions écologiques qui se rapprochent étonnamment de celles qu'elle rencontre en Europe et dans les pays essentiellement sucriers. Cette analogie, quelque peu imprévue en raison des différences profondes qui paraissent séparer l'Afrique du Nord des régions septentrionales de la France, de l'Allemagne, de la Bohême, de l'Autriche, etc., est particulièrement frappante en ce qui concerne les facteurs climatériques.

H. PELET, qui — dans le but de montrer la marche que l'on devrait suivre en France pour atteindre les résultats obtenus à l'étranger — a examiné l'influence des divers éléments culturaux sur la production de la betterave dans divers pays, a indiqué, entre autres (5) :

1° que la somme totale de la température fournie, dans les principaux pays producteurs (France, Allemagne, Belgique, Bohème) pendant les sept mois de végétation de la betterave à sucre s'élevait, en moyenne, à 3.070 degrés;

2° que la température journalière moyenne observée pendant cette même période s'élevait à 14°,06 (14,77 pour la France), et à 16°,10 pour cinq mois de végétation;

3° que la moyenne des minima (pendant 8 mois) était de 7°,8 et la moyenne des maxima de 25°,9;

4° que l'humidité moyenne, pendant le développement de la betterave, c'est-à-dire d'avril à octobre, était de 380 mm en Allemagne et en Bohème et de 387 mm en France.

Or, si on rapproche de ces chiffres ceux qui ont été relevés pour le Maroc et réunis dans le tableau suivant, on trouve, comme moyenne de dix années d'observations, dans la région de Rabat, par exemple :

1° que la somme totale de température, pendant les sept mois de végétation (fin novembre à fin juin), est de 3.231 degrés;

2° que la température journalière moyenne est de 15°,58;

3° que l'humidité moyenne, durant la même période, est de 394 mm.

La similitude des conditions est donc réelle. Elle s'explique, d'ailleurs, par le fait qu'en Europe la culture de la betterave se fait au printemps et que la plante végète pendant les mois les plus chauds (avril-octobre), tandis qu'au Maroc elle a lieu en automne et que la betterave se développe en hiver, pour être récoltée tout au début de l'été (novembre à juin).

(5) *Annales de la science agronomique*, Paris, 1909.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La betterave trouve donc ici des conditions de milieu aussi favorables que celles qu'elle rencontre dans les pays qui, comme la Bohême et l'Allemagne, sont considérés comme lui convenant le mieux.

On note, en effet, pour l'Allemagne (KLEIN WANZLEBEN) :

380 mm d'humidité	contre	394 mm	à Rabat
14°,20 de température moyenne.	—	15°,58	—
3.038 degrés de chaleur totale	—	3.231 degrés	—

Température. — La différence la plus importante réside donc dans une température un peu plus élevée et une luminosité vraisemblablement plus grande.

Cependant, en Basse-Autriche, d'après BREEM, la betterave reçoit 3.220 degrés, c'est-à-dire exactement le chiffre observé au Maroc.

De plus, cette légère élévation de température ne peut pas constituer un obstacle à la culture. Il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner les résultats obtenus dans les pays tels que l'Espagne, l'Italie, les Balkans, la Californie..., où la chaleur, journalière ou totale, est encore plus forte.

En Espagne, d'après les expériences effectuées à la Ferme expérimentale de Saragosse, la betterave à sucre aurait 199 jours de végétation, correspondant à 3.421 degrés, et à Barcelonne, 145 jours de végétation avec 3.527 à 3.584 degrés (6).

En Italie, la première fabrique fut créée en 1867, mais ce n'est guère que 30 ans plus tard que l'industrie sucrière s'est réellement implantée et, en 1900, on comptait 28 usines alimentées par 24.000 ha; en 1913, on comptait 37 fabriques traitant plus de 17.000.000 qu, d'où on extrait près de 200.000 t de sucre. Dans ce pays, et particulièrement dans le Sud et en Sicile, la richesse en sucre des racines est plus forte que dans le Nord (7).

La Serbie et la Bulgarie cultivaient environ 10.000 ha, et la Roumanie 14.000 ha, en 1913.

D'ailleurs, et d'après les statistiques internationales, le rendement en poids des racines à l'hectare est plus élevé en Italie et en Espagne que dans tous les autres pays, sauf le Danemark (8) comme le montre le tableau ci-après .

De même, la richesse en sucre est aussi grande en Espagne qu'en Moravie, Danemark, Autriche, et plus élevée qu'en France, Allemagne, Russie, Hollande, Hongrie (9); il en est de même en Italie (10).

(6) ANICETO LLORENTE, *Remolacha azucarera*, Madrid, 1899.
(7) *La barbabietola da zucchero*, E. ARNAO, Siracusa, 1914.
(8) *Association internationale de Statistique*, 1912-1913.
(9) D'après le *Proger Zucker Markt*.
(10) OTT. MUNERATI, *loc. cit.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

PAYS	RENDEMENT DES BETTERAVES A L'HECTARE
Danemark	34.160 kg.
Italie	32.730 —
Bohême	32.450 —
Espagne	32.340 —
Suède	30.340 —
Belgique	30.300 —
Allemagne	30.060 —
France	29.300 —
Hollande	29.290 —
Autriche-Hongrie	28.170 —
Moravie	26.680 —
Hongrie-Bosnie	25.410 —
Russie	15.670 —

En Californie, le climat est assez comparable à celui de l'Afrique du Nord; l'hiver, sur la côte du Pacifique est également doux et sans gelées et

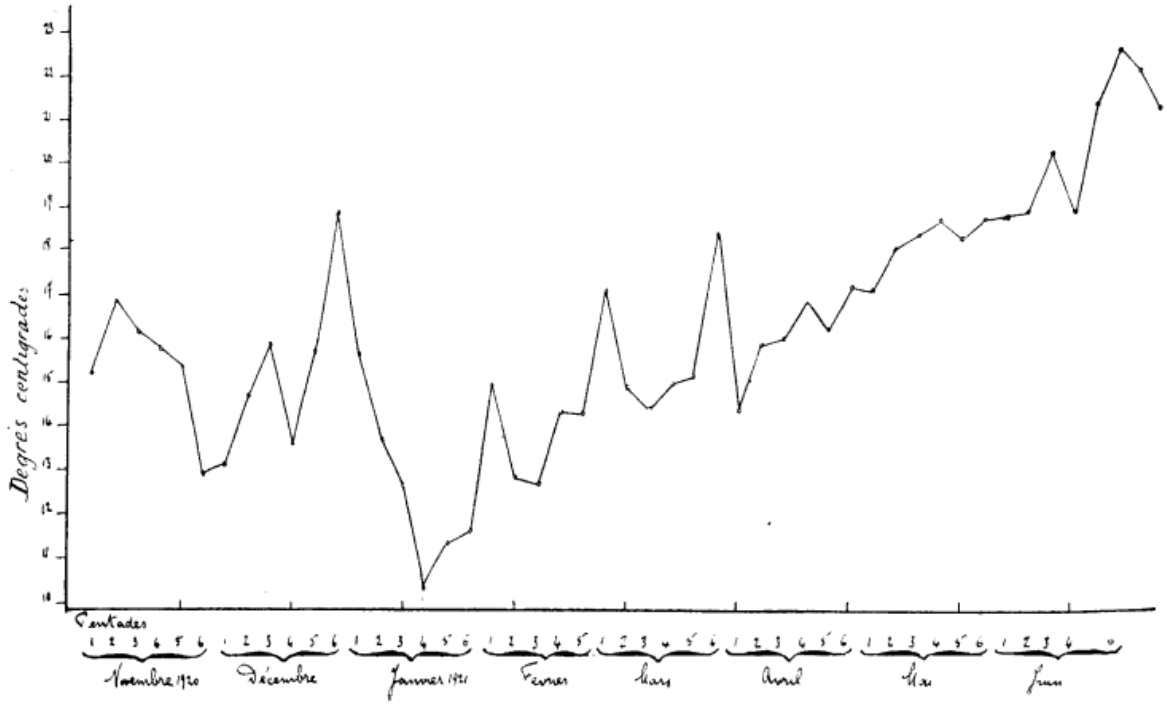


Fig. 1. — Diagramme des températures moyennes, par pentades, pour l'année 1920-1921 (Rabat).

c'est là une des très rares régions où la betterave sucrière est semée à l'automne, comme au Maroc; or, la richesse saccharine des racines y dépasse fréquemment 20 p. 100 et la culture, comme l'industrie de la betterave, s'y développent rapidement. C'est de même dans cette région des États-Unis que l'on obtient les quantités maxima de sucre à l'hectare (2.482 bushels à l'acre), dans l'Utah (2.455) et le Colorado (2.410).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TEMPÉRATURES MOYENNES PAR PETNADES (Rabat).

PENTADES	DATES	ANNÉE 1920-21	ANNÉE 1921-22	ANNÉE 1922-23	ANNÉE 1923-24	ANNÉE 1924-25
1	1er au 5 novembre	15,25	20,80	20,05	21,15	16,45
2	6 au 10 —	16,80	21,00	21,80	18,00	19,75
3	11 au 15 —	16,20	18,50	16,50	16,80	18,85
4	16 au 20 —	15,80	19,10	20,50	18,00	18,70
5	21 au 25 —	15,45	21,10	19,00	17,70	18,70
6	26 au 30 —	12,80	18,80	18,20	17,80	14,55
1	1er au 5 décembre.	13,05	15,50	17,80	16,00	18,75
2	6 au 10 —	14,70	16,30	17,60	16,20	19,90
3	11 au 15 —	15,80	16,80	16,00	15,40	15,60
4	16 au 20 —	13,50	14,55	16,65	15,15	15,80
5	21 au 25 —	15,70	17,00	17,80	16,90	16,75
6	26 au 31 —	18,80	15,10	17,00	15,75	15,70
1	1er au 5 janvier.	15,35	14,65	17,80	14,90	15,80
2	6 au 10 —	13,70	13,50	14,50	15,40	14,60
3	11 au 15 —	12,65	13,15	14,50	14,25	17,05
4	16 au 20 —	10,35	16,35	15,20	17,00	14,75
5	21 au 25 —	11,35	14,50	13,65	15,90	17,30
6	26 au 31 —	11,55	18,00	13,25	12,85	15,68
1	1er au 5 février	15,00	16,00	14,50	13,20	15,95
2	6 au 10 —	12,80	15,40	14,60	14,35	16,05
3	11 au 15 —	12,60	16,60	15,80	14,90	13,90
4	16 au 20 —	14,80	16,25	15,30	13,30	13,55
5	21 au 25 —	14,75	16,20	16,90	13,95	13,70
1	1er au 5 mars.	17,00	16,50	15,80	14,30	12,70
2	6 au 10 —	14,80	16,95	15,60	16,00	19,45
3	11 au 15 —	14,35	14,10	17,75	18,00	18,30
4	16 au 20 —	15,00	15,00	16,00	17,70	17,20
5	21 au 25 —	15,05	13,35	17,60	19,25	14,10
6	26 au 31 —	18,35	17,05	17,40	15,65	9,20
1	1er au 5 avril.	14,30	15,35	16,10	16,60	14,15
2	6 au 10 —	15,80	16,40	15,50	14,90	15,30
3	11 au 15 —	16,00	17,05	16,35	15,60	15,95
4	16 au 20 —	16,80	13,80	16,90	18,70	18,90
5	21 au 25 —	16,15	16,40	15,35	19,25	16,60
6	26 au 30 —	17,10	14,65	17,40	15,90	17,50
1	1er au 5 mai	17,00	15,50	25.50	21,35	18,05
2	6 au 10 —	18,00	22,10	22 00	16,65	17,40
3	11 au 15 —	18,35	18,80	18,00	22,00	16,45
4	16 au 20 —	18,60	21,00	19,90	19,80	17,25
5	21 au 25 —	18,25	19,80	20,35	17,50	
6	26 au 31 —	18,70	20,35	17,10	17,25	
1	1er au 5 juin	18,80	21,00	16,50	20,90	
2	6 au 10 —	18,90	19,30	19,35	22,60	
3	11 au 15 —	20,25	19,80	21,35	20,70	
4	16 au 20 —	18,95	20,40	21,60	19,72	
5	21 au 25 —	21,40	20,30	22,70	19,30	
6	26 au 30 —	22,60	20,75	22,50	22,60	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En Égypte, la température moyenne atteint 21°,4, avec très forte luminosité, des gelées rares et légères; or, d'après le professeur SCHRIBAUX, on y obtiendrait de 40.000 à 50.000 kg de racines à l'hectare.

On y récoltait normalement il y a 20 ans de 150 à 300 bushels, par feddan et les betteraves y ont donné jusqu'à 30 p. 100 de sucre; mais la richesse moyenne était d'environ 18 p. 100, avec une pureté de 85, et 1,50 p. 100 de glucose.

En Perse, dès 1891, on avait reconnu que la betterave se développait parfaitement, et une sucrerie avait été installée près de Téhéran.

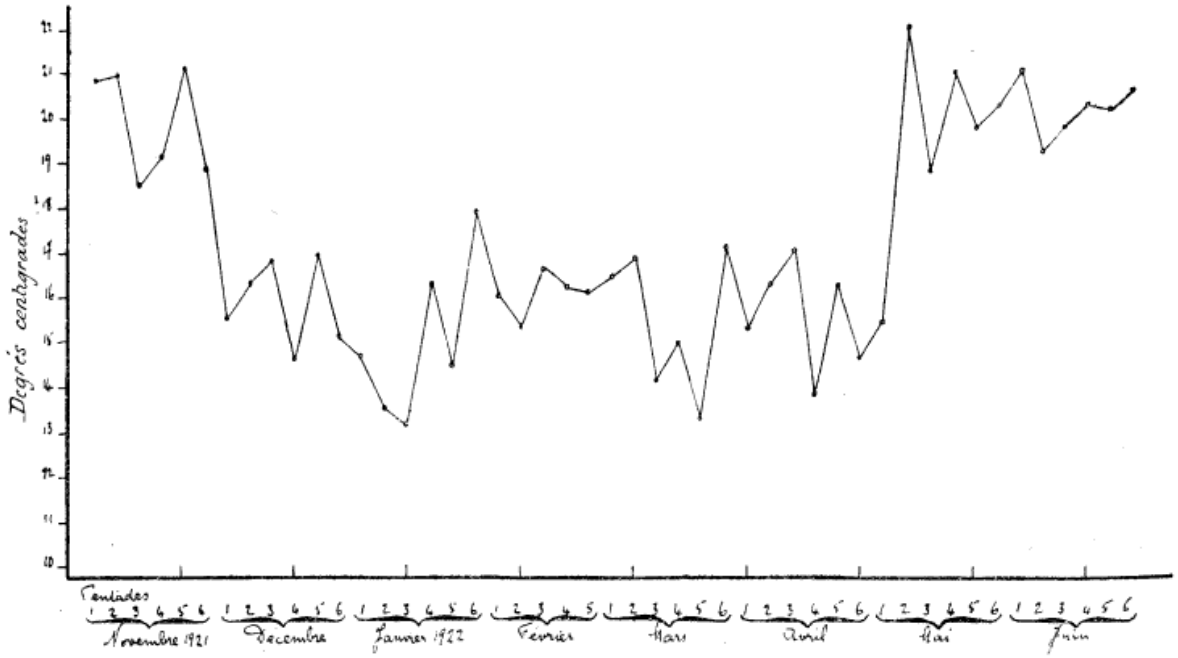


Fig. 2. — Diagramme des températures moyennes, par pentades, pour l'année 1921-1922 (Rabat).

Enfin, la culture et des fabriques se sont installées dans tous les pays balkaniques : Grèce, Bulgarie, Serbie, etc., en Roumanie, ainsi qu'au Japon, en Corée, en Chine.

H. PELLET (11) a du reste montré que l'augmentation de la somme totale de chaleur reçue par la betterave pendant son développement permettait d'obtenir des racines plus riches en saccharose, et qu'il y avait, en quelque sorte, un rapport direct entre la quantité de sucre produite et la température totale reçue, l'augmentation de la richesse ayant lieu sans accroissement sensible de poids et sans arrosage.

L'expérience a confirmé qu'avec une somme de chaleur de 3.500 ou de 4.000 degrés, on obtiendrait des betteraves beaucoup plus riches. C'est

(11) *Loc. cit.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

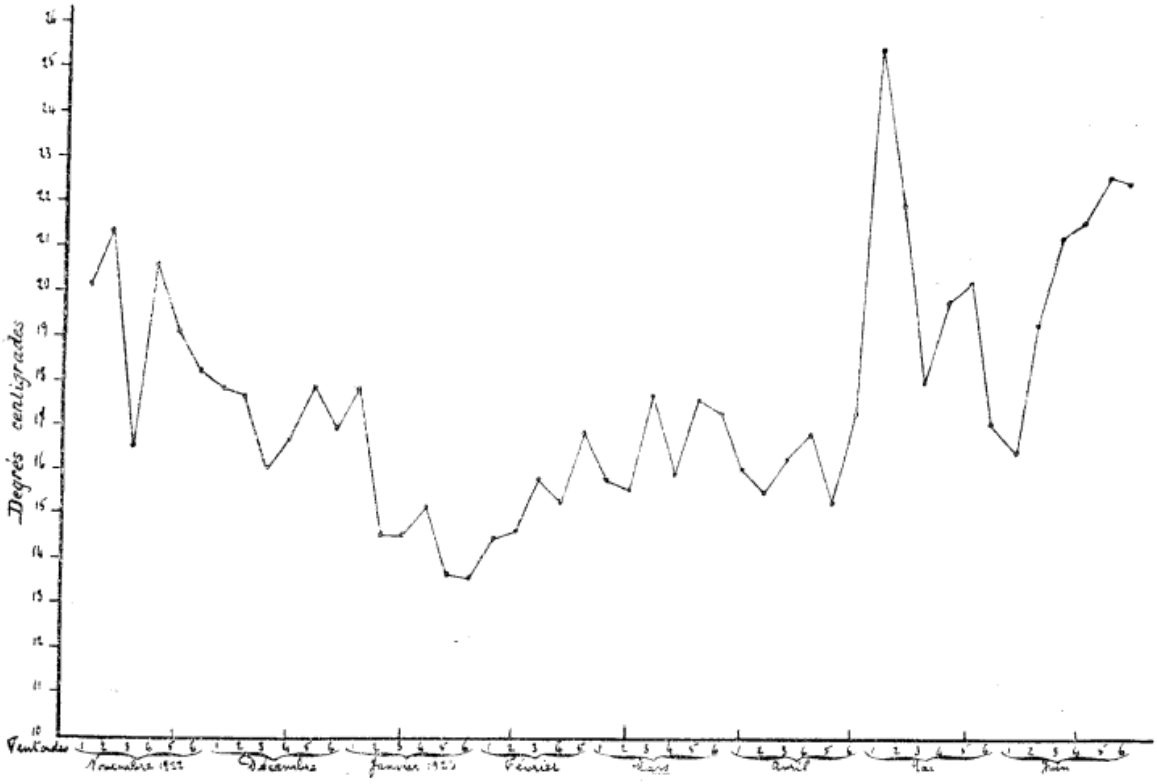


Fig. 3. — Diagramme des températures moyennes, par pentades, pour l'année 1922-1923 (Rabat).

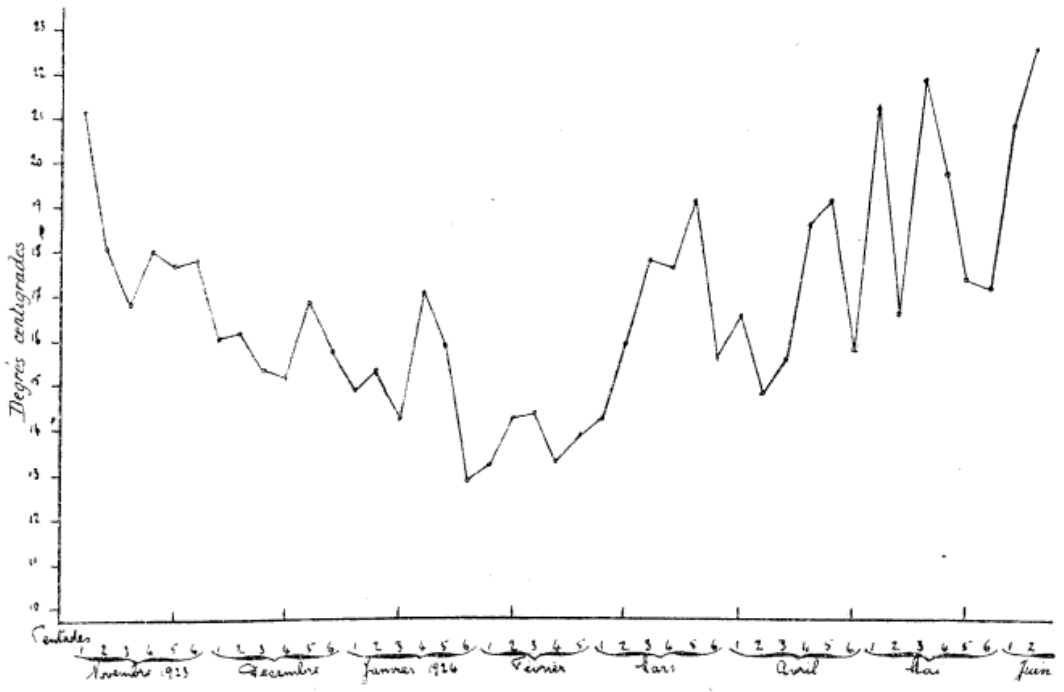


Fig. 4. — Diagramme des températures moyennes, par pentades, pour l'année 1923-1924 (Rabat).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

également l'opinion émise par AULARD, en 1913, en ce qui concerne la richesse très élevée des betteraves cultivées en Californie (12).

PELLET dit à ce sujet : « La betterave continue sa végétation et forme du sucre en empruntant l'humidité à l'air et un peu au sol, mais en utilisant les matières minérales dont elle a besoin, absorbées en excès lors des arrosages précédents, ce qui explique l'amélioration de la qualité du jus en même temps que l'augmentation du sucre. » Du reste, c'est ce qu'on constate dans les pays sucriers : les meilleures betteraves sont toujours récoltées après une période de sécheresse ayant duré plusieurs semaines.

TEMPÉRATURE PAR PENTADES.

DATES	MAGDEBOURG			PRAGUE		
	1899	1900	Moyennes.	1899	1900	Moyennes.
1er-5 avril	9,4	2,2	5,8	9,2	0,2	4,7
6-10 —	6,8	6,6	6,7	8,3	5,9	7,2
11-15 —	6,7	9,7	8,2	7,7	10,1	8,9
16-20 —	8,5	8,4	8,4	9,8	8,6	9,2
21-25 —	7,9	11,4	9,7	8,1	11,9	10,0
26-30 —	10,8	8,0	9,4	12,1	9,6	10,8
1er-5 mai	6,7	14,0	10,3	7,5	14,2	10,8
6-10 —	11,7	15,2	13,4	11,5	14,8	13,1
11-15 —	14,8	8,0	11,4	16,3	6,6	11,6
16-20 —	17,1	9,1	13,1	17,7	8,2	12,9
21-25 —	11,8	16,4	14,1	13,6	16,3	14,9
25-30 —	11,9	13,4	12,6	11,6	14,7	13,1
31 mai-4 juin	16,7	17,5	17,1	16,9	18,4	17,7
5- 9 juin	16,4	18,4	17,4	17,4	19,9	18,6
10-14 —	12,5	19,2	15,8	12,8	19,3	16,1
15-19 —	17,0	17,0	17,0	16,4	17,6	17,0
20-24 —	16,6	16,0	16,3	18,8	17,5	18,1
25-29 —	16,5	15,4	15,8	16,0	17,2	16,7
30 juin-4 juillet	15,3	18,2	16,7	17,2	20,6	18,9
5- 9 juillet	16,2	19,0	15,1	16,2	15,1	15,7
10-14 —	21,7	19,3	20,5	20,7	18,2	19,4
15-19 —	19,8	23,1	21,4	19,6	23,3	21,4
20-24 —	22,2	22,9	22,5	22,3	22,7	22,5
25-29 —	17,2	22,8	20,0	19,0	24,1	21,5
30 juillet-3 août	18,9	18,0	18,4	19,6	19,7	19,7
4- 8 août	22,4	15,9	19,1	22,4	18,7	20,5
9-13 —	16,4	16,0	16,2	16,5	17,1	16,8
14-18 —	18,4	19,7	19,0	19,3	20,7	20,0
19-23 —	15,0	22,0	18,5	15,0	21,8	18,4
24-28 —	16,1	16,9	16,5	15,6	20,1	17,8
29 août-2 septembre	17,1	16,4	16,7	17,4	16,5	16,9
3- 7 septembre	18,3	13,9	16,1	17,7	14,8	16,2
8-12 —	12,7	13,8	13,2	13,4	15,1	14,3
13-17 —	12,7	14,4	13,5	12,9	15,3	14,1
18-22 —	11,1	15,7	13,4	13,4	13,7	14,5
23-27 —	11,0	15,2	13,1	12,4	16,4	14,4
28 septembre-2 octobre	13,1	15,9	14,5	13,8	18,7	16,7

(12) *Relation de voyage au Canada et aux États-Unis*, 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les graphiques 1, 2, 3, 4, donnent les températures moyennes, par pentades, pour les années 1920-21,1921-22,1922-23 et 1923-24 à Rabat; tous indiquent une température assez élevée à l'époque des semailles et du premier développement et, après une chute assez rapide en janvier, un relèvement progressif et important jusqu'à la maturité, qui s'effectue à une époque sèche et très chaude.

Les exigences thermométriques et pluviométriques de la betterave à sucre sont donc satisfaites au Maroc, et le paraissent à peu près aussi bien qu'à Prague et à Magdebourg, ainsi qu'il résulte des tableaux précédents et des graphiques suivants.

Si l'on examine, en outre, la moyenne des maxima et des minima, on trouve (moyenne de huit années au Maroc) :

Pour Fez.	10°,3 et 23°,3,	les températures moyennes	s'élevant à	15°,5	à Rabat,
— Rabat. . . .	9°,9 et 21°,6,	—	—	—	à 15°,2 à Prague,
— Magdebourg.	9°,9 et 19°,9,	—	—	—	à 15°,41 en France
— Prague . . .	11°,2 et 19°,5.				

En outre, la betterave résiste très bien aux abaissements de température; elle supporte chaque année et sans en souffrir, des minima de — 4°, — 5° et même — 7° à Meknès, Fez et Marrakech. En 1925, le thermomètre a marqué pendant plusieurs nuits — 4°,5 à Rabat et les betteraves étaient néanmoins superbes; la même année, la température s'est abaissée à — 11° à El Hajeb (station à 1.100 m. d'altitude) et la neige a couvert le sol sans que ces betteraves sucrières aient été détruites.

Luminosité. — En ce qui concerne la luminosité, Péligot, Pagnoul (13), Aimé Girard (14) Pétermann, Dehérain, et d'autres ont montré l'influence favorable qu'elle avait sur le développement et la richesse en sucre des betteraves. A. Girard, en particutier, a indiqué que la quantité de saccharose contenue dans les feuilles est intimement dépendante de la quantité de lumière que la plante a reçue; d'après lui : « une étude approfondie et la composition diurne et nocturne des feuilles et des pétioles permettent d'établir que les limbes constituent le laboratoire dans lequel, non seulement une matière sucrée quelconque, mais le saccharose lui-même se forme directement sous l'influence de la lumière et proportionnellement à l'intensité de celle-ci ». Aussi a-t-on pu dire « les climats lumineux fabriquent le sucre ».

M. de Vilmorin a confirmé cette notion en écrivant : « Il est absolument nécessaire que l'agriculteur se rende bien compte d'une chose, c'est que la

(13) Pagnoul, *Bull. Stat. agronomique*, Arras, 1885.

(14) A. Girard, *Recherches sur le développement de la betterave à sucre* (*Annales de l'Inst. nat. agronom. T. A.*, 1886).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

réussite de la betterave à sucre laissera toujours à désirer dans tout milieu où elle ne recevra pas, d'abord des pluies suffisantes de mai à août, et un éclairement presque continu de la fin d'août à l'arrachage. »

Toutefois, des opinions aussi nettes ne sont plus unanimement admises aujourd'hui (15) et plusieurs auteurs ont montré qu'une luminosité dépassant l'optimum spécifique était même nuisible à la végétation. WILLEY, après MUNTZ indique aussi qu'il n'y a pas de relation entre la richesse saccharine des racines et l'intensité lumineuse (16).

Humidité. — L'humidité semble être un des facteurs essentiels de la production de la betterave. Or, on admet généralement que celle-ci est exigeante en eau; HABERLANDT, HELLRIEGEL, estimaient que la quantité d'eau rejetée par la betterave, dans l'atmosphère, au cours de sa végétation, variait de 400 à 500 kg par mètre carré. Des observations plus récentes ont donné les chiffres suivants :

d'après VON SEELHORST, il faudrait 467 g d'eau pour obtenir 1 kg de matière sèche, à Göttingen;

d'après SLESKEN, il faudrait 337 kg d'eau pour obtenir 1 kg de matière sèche, à Kiev;

d'après HOULLIER, il faudrait 461 kg d'eau pour obtenir 1 kg de matière sèche, à Abbeville;

d'après PELLET, il faudrait 415 kg d'eau pour obtenir 1 kg de matière sèche (moyenne de 45 résultats obtenus dans six pays différents).

Par ailleurs, les recherches entreprises aux États-Unis pour déterminer les besoins en eau des différentes espèces végétales ont montré que la betterave était, au contraire, une des plantes les moins exigeantes, ainsi que l'indique le tableau ci-dessous (17), et bien moins que les céréales et, surtout, que les fourrages.

	Besoins en eau	comparés aux besoins du blé.
Luzerne	1.068 mm	211 mm
Pois canadien	800 —	158 —
Seigle	724 —	143 —
Mélilot	709 —	140 —
Avoine	614 —	122 —
Sarrasin	578 —	114 —
Orge	539 —	106 —
Blé	507 —	100 —
Pomme de terre	448 —	88 —

(15) OTTAVIO MUNERATI, *Osservazioni e ricerche sulla barbabietola da zucchero*, Roma, 1923.

(16) WILLEY, *The influence of environment upon the composition of the sugar beet* (*Bull. 74, 78, 95, 1901-05*).

(17) LYMAN BRIGGS et H. SHANTZ, *The water requirement of plants*, Washington, 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Navet	441 mm	87 mm
Betterave	**377** —	**74** —
Maïs	369 —	73 —
Sorgho	306 —	60 —
Millet	275 —	54 —

Il est certain qu'il faut surtout de l'eau au moment du semis et après la levée mais, dès que la betterave est bien enracinée, elle résiste parfaitement à la sécheresse — et beaucoup mieux que les céréales — ainsi qu'on a pu le constater d'une façon très nette chaque année, au Maroc, depuis 1919.

Pendant les heures très chaudes des jours d'été, les feuilles se flétrissent et s'affaissent; mais elles retrouvent leur turgescence pendant la nuit et il ne reste, le lendemain matin, aucune trace de leur dessiccation momentanée.

D'autre part, les travaux de H. PELLET (18) ont montré que, dans les pays donnant les plus forts rendements en sucre, tels que la Bohême et l'Allemagne, l'humidité moyenne, pendant le développement de la betterave, était d'environ 380 mm; ce qui coïncide, d'une façon parfaite, avec les chiffres donnés par les auteurs américains (377 mm) pour la production de la matière sèche.

Ces quantités sont atteintes dans la plupart des régions du Maroc, ainsi que le montre le tableau ci-après, qui représente la pluviométrie moyenne et, par décades, pour une période de dix années (19).

L'examen des graphiques qui traduisent ces chiffres pour les régions de Rabat, Ksiri, Fez et Meknès (fig. 5 et 7) montre que, non seulement, la quantité totale d'eau tombée pendant la végétation de la betterave (de novembre à fin juin) est suffisante, mais encore qu'elle est assez bien répartie et répond aux exigences générales de la plante. On admet, en effet (20), que : « à l'époque des semailles et de la levée une période humide et chaude; en juin-juillet, pendant le développement, une période humide et très chaude et, en août-septembre, une période sèche et chaude pour la maturité, avec le plus grand nombre possible de jours lumineux, sont les conditions météorologiques les plus favorables pour obtenir, toutes choses égales d'ailleurs, poids et richesse dans la culture de la betterave à sucre ».

D'après M. SAILLARD, il faut des pluies régulières et fréquentes, mais pas de grandes averses.

Or, d'après H. PELLET, il ne tombe, pendant les 7 mois de développement de la betterave, que 388 mm à Magdebourg et 342 mm à Prague, et, pour les principaux pays producteurs :

(18) *Loc. cit.*

(19) Renseignements fournis par le Service météorologique de l'Institut scientifique chérifien, pour la période décennale 1914-1923.

(20) H. HITIER, *Plantes sarclées*, p. 308 (Encyclopédie agricole, Paris, 1916).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

France	387 mm
Allemagne	380 —
Belgique	460 —
Bohême	380 —

PLUVIOMÉTRIE TOTALE ET DÉCADAIRE PENDANT LA DURÉE DE VÉGÉTATION (fin juin à novembre) DE LA BETTERAVE A SUCRE DANS DIFFÉRENTES RÉGIONS DU MAROC.

RÉGIONS	PLUIE TOTALE (hm³)	1re DÉCADE	2e DÉCADE	3e DÉCADE	4e DÉCADE	5e DÉCADE	6e DÉCADE	7e DÉCADE	8e DÉCADE	9e DÉCADE	10e DÉCADE	11e DÉCADE	12e DÉCADE
Casablanca	465	20,4	17	22,7	11,8	43,1	17,1	21	35,4	30,9	39,6	29,9	41,9
Rabat	375	34,4	20,6	30,1	14,7	24,7	11,5	23	25,2	22	21,9	15,6	10,8
Marrakech	275	12,9	17,7	14,4	7,3	23,8	5,9	4,6	10	16,6	16,7	13,5	10,4
Oudja	327	16,6	20	11	19,1	9,8	8,9	19,6	10,8	15,3	8,6	12,1	11,4
Petitjean	411	28,6	22	39,9	15,5	29,9	11,5	22,9	9,8	39,8	22,4	14,9	13,3
Mazagan	353	38,6	15,6	29,2	12,8	28,5	22,3	13	16,4	19,4	23,1	19,7	8
Kenitra	388	17,9	26,8	34,2	22,9	26	11,3	19,9	21,5	13,5	12,7	24,3	7,4
Safi	306	28,2	17,4	33,7	17,4	18,3	11,7	7,4	11	10,9	19,7	25,1	16,3
Tiflet	332	29,8	17,5	23,3	16,2	22,8	12,1	13,4	12,3	21,1	17,5	12,2	12,2
Settat	357	19,9	18,2	15,4	13,1	28,9	6,3	15,3	24,1	16,9	23,8	22	13,6
El Boroudj	323	18,4	16,4	14,2	8,1	27,3	9,9	7,0	17,9	20,6	21,0	17,6	12,5
Oued-Zem	345	10,8	14	17	13,2	45,6	8,4	2,7	9,3	11,9	23,7	30,4	6,4
Souk el Arba	482	38,2	29,2	35,6	17,2	32,9	19,8	25,1	21,8	27,1	21,5	29,6	21,7
Mogador	278	16,1	28,4	22,3	10,4	14,4	12,6	6	13,9	13,9	31,2	24,8	8,5
Meknès	505	34,1	17,3	29,5	17,2	35,1	10,7	18,0	34,0	32,9	32,9	23,9	23,1
Fez	462	21,8	18,6	27,9	12,7	29,3	10,3	21,8	34,8	30,6	24,2	25,6	24,4

RÉGIONS	13e DÉCADE	14e DÉCADE	15e DÉCADE	16e DÉCADE	17e DÉCADE	18e DÉCADE	19e DÉCADE	20e DÉCADE	21e DÉCADE	22e DÉCADE	23e DÉCADE	24e DÉCADE
Casablanca	27,9	28	17,3	14,9	18,8	7,6	3	6	4,8	6,1	0,6	0,1
Rabat	15,7	20	25,6	14	23	8,9	3	6,8	6,8	4,4	1,8	1,1
Marrakech	21,9	9,9	12,1	9,4	13,3	10,9	2,7	10,2	7,6	13,7	4,7	0,6
Oudja	18,8	14,3	14,4	14,3	14,4	15,6	12,7	24,9	9,2	19,9	1,7	4,9
Petitjean	29,8	18,4	16,7	15	17,4	10	9,5	3,6	4,3	12,4	2,9	0,5
Mazagan	23,8	21,5	13,7	13,2	9,9	4,3	4,3	6,1	5	4,9	0,2	0,1
Kenitra	33	12,8	23	14,1	27,9	9,6	5,7	9	2,9	2,2	1,1	0
Safi	22,5	14,3	7	12,2	13,9	5,7	3,5	3,4	2,6	4,6	0	0
Tiflet	25,6	14,7	21,9	12,8	12,4	10,5	2,7	4,6	6,9	8,7	1,3	0,3
Settat	26,4	30,2	19,9	20	19,9	5,6	4,3	5,5	7,5	5,7	0,8	0,1
El Boroudj	21,5	16,4	17,5	12,5	15,5	6,7	10,5	3,9	7	7,4	10,5	3,3
Oued-Zem	27,6	12,1	18,8	17,3	13,5	4	1,8	3,3	15,1	8,4	4,7	0,7
Souk el Arba	31,8	19,6	24,9	14,9	12,1	15,5	6,1	12,5	11,6	13,1	0,9	0
Mogador	14,9	14,2	15	6,4	17,2	3,9	2,1	2,6	0,3	1,3	0,4	0,3
Meknès	30,3	24,8	31,2	19,1	16,2	14,4	11,7	10,5	13,6	13,9	4,8	5,4
Fez	27,8	20,6	25,2	23,8	17,3	14,5	10,1	14,3	5,9	14,1	5,6	0,5

Les précipitations sont donc aussi et plus abondantes au Maroc, sauf dans quelques régions méridionales comme celles de Marrakech, Safi, Mogador, ou très continentales, comme celles d'El Boroudj, du Tadla....

En Russie, la quantité d'eau tombée d'avril en octobre, pendant la végétation de la betterave, est de 250 à 300 mm seulement dans la région de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Kiev, de 300 mm en Podolie, et descend même à 200-250 mm dans la région de Poltava.

Dans le Colorado (États-Unis), elle oscille de 180 à 330 mm et on peut

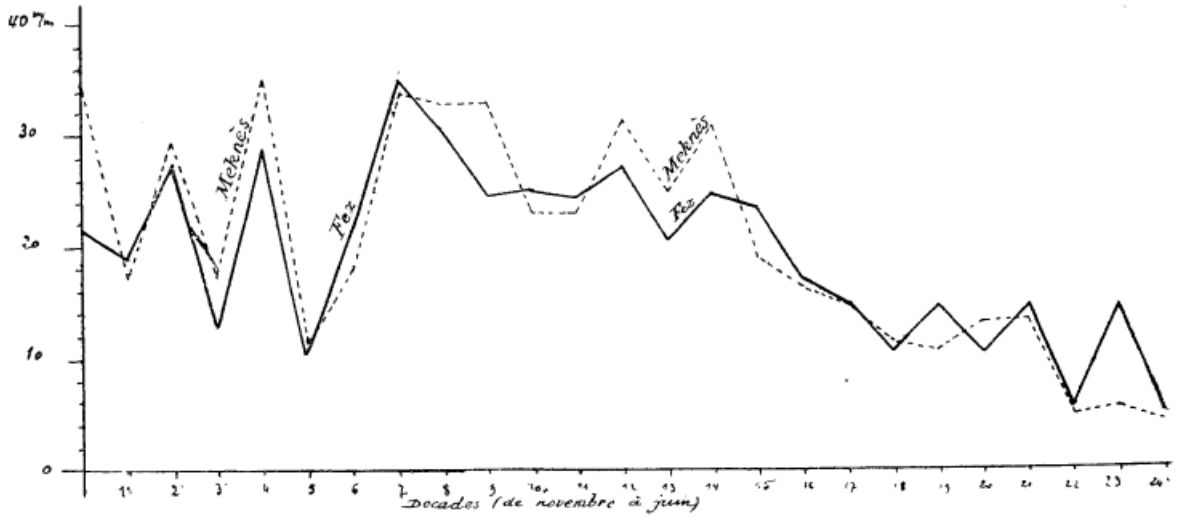


Fig. 5. — Pluviométrie décadaire (moyenne décennale) pendant la végétation de la betterave à sucre au Maroc (de novembre à juin).

relever les chiffres suivants (moyenne quinquennale) pour quelques contrées d'Europe (21).

Cologne	407 mm
Halle	342 —
Magdebourg	328 —
Rostock	365 —
Prague	324 —
Gembloux	371 —
Meaux	361 —
Arras	404 —
Moyenne	362 mm

D'après CLARK (22) l'industrie sucrière occupe, aux États-Unis, trois zones principales de chaque côté de l'isotherme 21°.

La hauteur des pluies y varie de 250 à 760-870 mm.

Il résulte de toutes ces observations que les conditions climatériques ne sont pas aussi éloignées, entre le Maroc et l'Europe continentale par exemple, qu'on aurait pu le croire et qu'elles restent favorables au développement de la betterave. On a dit que cette plante n'était pas une culture des pays chauds

(21) SAILLARD. *Loc. cit.* et *Enquête sur la culture de la betterave aux États-Unis* (*Bull. officiel de Renseign. agric.* Paris, 1913).

(22) *General Review of the beet sugar Industry in the United States*, Washington, 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et qu'elle ne pouvait pas réussir au-dessous de 46° de latitude (23), cette opinion est pour le moins excessive, car l'aire culturale de la betterave

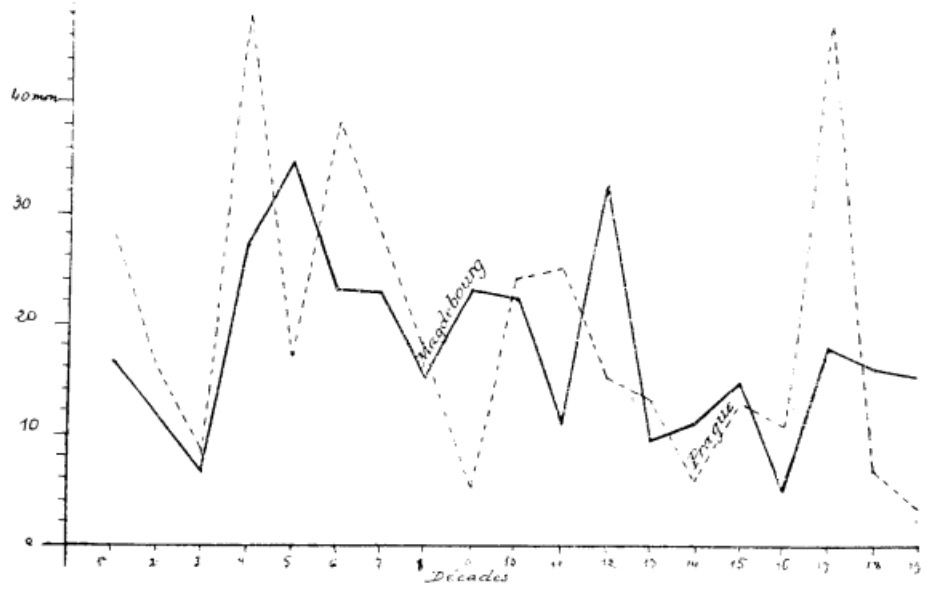


Fig. 6. — Pluviométrie décadaire (moyenne de deux années) pendant la végétation de la betterave à sucre en Europe (d'avril à octobre).

sucrière est considérable et s'accroit tous les jours, puisqu'elle s'étend au Canada, à la Chine, la Perse, la Russie, les Balkans, l'Égypte, l'Italie, l'Espagne, à toute l'Europe centrale et septentrionale, etc.

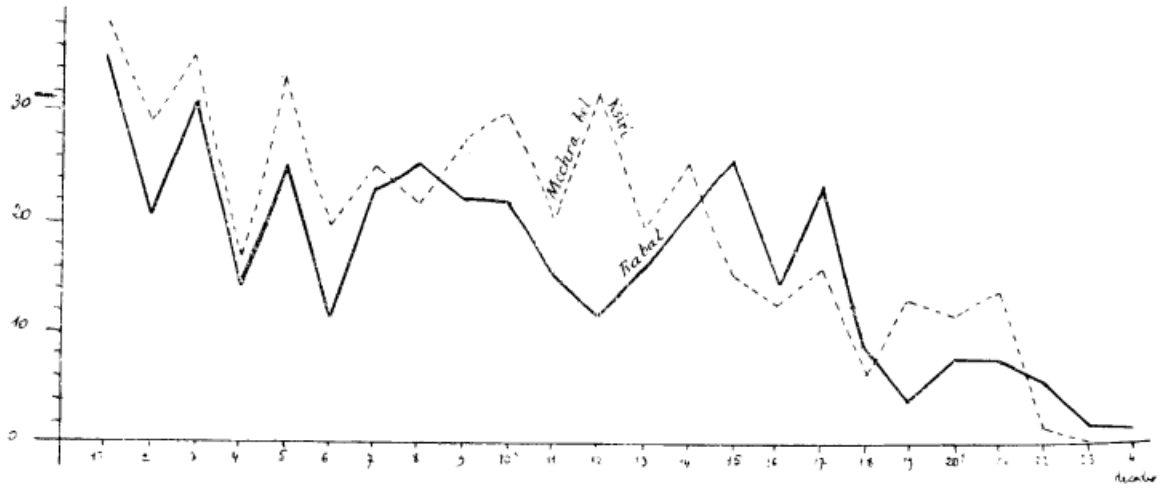


Fig. 7. — Pluviométrie décadaire (moyenne décennale) pendant la végétation de la betterave à sucre au Maroc (de novembre à juin).

La betterave (*Beta vulgaris* L.) est, d'ailleurs, spontanée en Afrique du nord et originaire des côtes d'Espagne et du Portugal, c'est-à-dire des

(23) Toto Poggi, *Barbabietole da zucchero*, Casale, 1913.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

régions méridionales. Selon Olivier de Serres, elle fut importée d'Italie en France à la fin du XVI[e] siècle et, d'après Proskowitz, elle serait autochtone sur les bords de l'Adriatique. Le professeur SCHRIRAUX a indiqué que la *Beta maritima* aurait son ancêtre sur les bords de la Méditerranée, jusqu'au golfe Persique, et serait ainsi une plante maritime des régions tempérées ou chaudes.

En France, si sa culture est surtout importante dans les régions du Nord et du Centre, c'est dans le Sud qu'elle a débuté et qu'elle tendait à redescendre depuis une trentaine d'années avant la guerre. Au début du XIX[e] siècle, en effet, c'est dans le Sud-Ouest qu'existaient le plus grand nombre de sucreries et, en 1913, la culture de la betterave à sucre se faisait dans soixante départements et il existait une vingtaine d'usines en dehors des huit départements betteraviers; d'autre part, le rendement des racines, par 100 kg, en sucre raffiné, était plus élevé dans ces régions que dans le Nord; il atteignait, en effet, 12,217 au lieu de 12,013 kg (moyenne de dix années) (24).

En 1889, la culture de la betterave sucrière s'est développée en Vaucluse, où une première usine a été crée à Beauport; en 1890, une seconde fabrique a été établie dans le Gard, puis une troisième à Orange; ces trois usines traitant annuellement 90.000 t environ, récoltées sur 35.000 ha, dont 1.500 dans le Gard et 2.000 dans le Vaucluse (25). Plus récemment (1914-1915), des essais de production de betteraves à sucre ont été tentés avec succès dans le Lot-et-Garonne, la Gironde, la Dordogne..., montrant que le poids moyen de la récolte par hectare était plus élevé dans le Lot que dans le Nord de la France, avec une teneur en sucre non inférieure à 15 p. 100 (26).

De plus, on a depuis longtemps appelé l'attention sur l'abondance des rosées — surtout dans la région littorale — et sur l'heureuse influence qu'elle devait exercer sur la végétation, en complétant un régime de pluies qui pourrait être parfois insuffisant. C'est à ces rosées journalières et souvent ruisselantes que l'on attribue la possibilité des cultures de printemps faites au Maroc sur la côte, sans irrigation, dans des sols légers et fréquemment sans pluies (27).

Comme le dit le professeur AUG. BERNARD, la rosée est un phénomène essentiel du climat du Maroc occidental. Dans une zone plus ou moins large, de 80 à 100 km en bordure de l'Atlantique, l'air est constamment saturé d'humidité, les rosées y sont d'une abondance inouïe, la terre reçoit ainsi,

(24) H. HITIER, *Plantes sarclées*, Paris, 1916.
(25) CHAUZIT, *Revue de Viticulture*, Paris.
(26) *Comptes rendus, Académie Agric.*, Paris, 1916.
(27) F. MALET, conf. : *L'agriculture au Maroc*, Rabat, 1915.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

surtout de mars à octobre, pendant la nuit, une quantité d'eau très notable, quoique non appréciable au pluviomètre, sous forme de rosée. C'est grâce à ce phénomène que l'agriculture du Maroc occidental se trouve placée dans des conditions assez différentes de celles du reste de l'Afrique et sensiblement plus favorables.

CONDITIONS NATURELLES OFFERTES PAR LE MAROC

Pluviométrie moyenne, annuelle et mensuelle, en millimètres.

	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	ANNÉE	DE NOVEMBRE A JUIN
Fez.	118,7	59	83	54,5	34,6	15,3	2,4	0,3	5,6	34.0	83,6	70,5	561.6	519,2
Meknès.	111,4	66,5	97,4	45,2	37,6	24,2	7,8	0.3	7,8	43,5	90,3	67,9	599,0	539,6
Petitjean	137,9	45.1	67,1	34,6	19,7	8,2	0	0	5,3	30,7	84.1	61,8	484,5	438,5
Mechra bel Ksiri . .	114	49,7	111,7	37,9	20,1	7,4	4,3	0	7,7	26,7	86,9	62,2	528,6	489,9
Kenitra.	76	42,4	97,1	27,3	21,4	2,0	0	0	7,0	18.8	72,8	52,8	417,6	391,8
Rabat	88,5	60,4	91,3	37,5	22,1	4,3	1,8	0,2	7,2	32,6	102,4	79.7	528	486,2
Casablanca.	51,6	50,3	60,1	31,5	19,8	5,5	0	0,3	10,7	30.8	70	65,7	393,6	354,5
Settat	63,7	54,6	62,4	37,2	13,8	3,0	0	0	3,1	40,2	50,3	46,5	374,8	331,5
Oulad Saïd.	59,9	35,4	52	29,9	18,1	3,8	0.5	0	2,5	26,6	64,3	53.1	345,1	316,5
Marrakech	33,2	24,1	34,9	34,9	19,4	9,5	1,4	1,5	3,3	23,7	49,2	30,7	274.8	244,9

On se rend compte des avantages que présente le climat du Maroc par l'importance relative des cultures de printemps (maïs, haricots, chanvre, etc.) qui ne peuvent se pratiquer en Algérie, sauf par l'irrigation.

D'après le même auteur le régime des pluies est le suivant dans les différents mois de l'année.

« En *septembre*, les premières pluies commencent à tomber, en général, dans la deuxième quinzaine du mois; elles sont encore peu abondantes et n'atteignent nulle part une moyenne de 25 mm (Rabat 7, Petitjean 15, Setta 2, Meknès 8, Fez 6).

« En *octobre*, le changement de saison est plus marqué, le Maroc septentrional reçoit plus de 50 mm d'eau, les régions de Rabat, Chaouia, Doukkala 25 à 35 mm (Rabat, 33, Petitjean 31, Settat 35, Marrakech 15-24, Meknès 43, Fez 34).

« En *novembre*, la saison des pluies s'affirme. Rabat reçoit 102, Settat 55-60, Marrakech 59-49, Meknès 90, Fez 84 mm.

« En *décembre*, la moyenne ne diffère pas beaucoup de celle de novembre, un peu supérieure en certaines localités. Rabat reçoit 80, Petitjean 74, Meknès 67, Fez 70 mm.

« En *janvier*, la saison des pluies bat son plein. Dans presque toutes les stations, c'est le mois qui donne la plus forte moyenne, quoique dans cer-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

taines localités, mars lui soit égal ou même supérieur. Petitjean 138, Ksiri 114, Meknès 111, Fez 119, Rabat 89, Settat 65, Marrakech 48-33 mm.

MOYENNES PLUVIOMÉTRIQUES ET MENSUELLES AU MAROC (pendant six années) (en millimètres).

a : déduits de toutes les observations effectuées.
b : déduits des six années de 1914 à 1919.

STATIONS	ALTITUDE (mètres)		ANNÉES DES OBSERVATIONS		JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI
Rabat	62		1914-19	6	88,5	60,4	91,3	37,5	22,1
Kenitra	25	*a*	1916-19	4	76,0	42,4	97,1	27,3	21,4
		b	1914-19	(4)					
Mechra-bel-Ksiri	30		1914-19	6	114,0	49,7	111,7	37,9	20,1
Petitjean	84		1914-19	6	137,9	45,1	67,1	34,6	19,7
Khémisset	447		1914-19	6	74,2	46,8	71,6	35,8	19,3
Casablanca	15-54	*a*	1898-1919	22	51,6	50,3	70,1	31,5	19,8
		b	1914-19	6	62,7	45,0	68,2	31,7	12,8
Boucheron	360	*a*	1916-19	4	57,3	82,5	91,5	31,4	17,7
		b	1914-19	4					
Ber-Rechid	220		1914-19	6	57,2	42,3	60,5	23,3	14,5
Settat	360	*a*	1909-19	11	63,7	54,6	62,4	37,2	13,8
		b	1914-19	6	64,5	52,5	78,5	42,5	7,4
Oulad-Saïd	367		1914-19	6	59,9	35,4	52,0	29,9	18,1
Marrakech	461	*a*	1900-01, 1905-06, 1908-11						
		b	1914-19	14	33,2	24,1	43,9	34,9	19,4
Meknès	540		1914-19	6	48,5	32,1	67,3	24,3	27,8
			1914-19	6	111,4	66,5	97,4	45,2	37,6
Fez	416		1914-19	6	118,7	59,0	83,0	54,5	34,6

STATIONS	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	ANNÉE
Rabat	4,3	1,8	0,2	7,2	32,6	102,4	79,7	528,0
Kenitra	2,0	0	0	7,0	18,8	72,8	52,8	417,6
								448,0
Mechra-bel-Ksiri	7,4	4,3	0	7,7	26,7	86,9	62,2	528,6
Petitjean	8,2	0	0	5,3	30,7	74,1	61,8	484,5
Khémisset	13,8	1,2	0	3,9	32,3	69,3	84,9	453,7
Casablanca	5,5	0	0,3	10,1	30,8	70	65,8	396,4
	7,9	0	1,0	3,2	26,4	70,0	65,7	393,6
Boucheron	9,5	0	1,8	1,8	13,5	67,5	49,2	423,6
								465,5
Ber-Rechid	4,9	3,5	0	0,8	25,1	78,7	55,5	366,3
Settat	3,0	0	0	3,1	40,2	50,3	46,5	374,8
	5,1	0	0	0,6	35,3	55,3	54,9	396,6
Oulad-Saïd	2,8	0,5	0	2,5	26,6	64,3	53,1	345,1
Marrakech	9,5	1,4	1,5	3,3	23,7	49,2	30,7	274,8
Meknès	16,9	1,4	0,6	1,0	15,5	59,1	40,3	354,8
	24,2	7,8	0,3	7,8	43,5	90,3	57,0	599,0
Fez	15,3	2,4	0,3	5,6	34,0	83,6	70,5	561,6

« En *février*, les précipitations sont, en général, moins abondantes, Rabat 60, Petitjean 45, Marrakech 32-24, Meknès 56, Fez 40 mm.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« *Mars*, est, avec janvier, le mois le plus arrosé. Les régions de Rabat, Chaouïa et Doukkala, plus de 50 et moins de 100 mm; Rabat 91, Petitjean 67, Settat 62-78, Marrakech 44-67, Meknès 97, Fez 83 mm.

« *Avril* fait encore partie de la saison des pluies avec des moyennes presque partout un peu supérieures à celles d'octobre. Fez 54, Rabat 37, Petitjean 35, Settat 42, Marrakech 24-35 mm.

« Si avril ressemble à octobre, mai est très supérieur à septembre dans toutes les régions étudiées : Rabat 22, Petitjean 20, Chaouia, Doukkala et Settat 7-14, Marrakech 28-20 mm.

« En *mai*, le Maroc central est encore fort arrosé, Meknès 38, Fez 35, à tel point qu'en mai 1921, les opérations militaires ont été gênées dans la région d'Ouezzan.

« En *juin*, la saison sèche commence dans les régions de caractère plus ou moins maritime, surtout dans la seconde quinzaine du mois. Dans le Maroc septentrional et occidental, les pluies sont partout inférieures à 10 mm. Rabat 4, Petitjean 9, Settat 5-3. Par contre, les orages donnent encore des pluies appréciables dans l'intérieur : Marrakech 17-10, Meknès 24, Fez 15 mm.

« En *juillet* et en *août*, les pluies sont généralement nulles, sauf quelques orages accidentels.

« Si l'on entend par saison sèche celle qui est complètement dépourvue de pluies, elle se réduit, en général, aux mois de juillet et août ».

Les pays méridionaux ne sont donc pas défavorables à la culture de la betterave et à la production du sucre.

Par ailleurs, on a montré (28) que, dans les betteraves développées en saison de sécheresse persistante (suivie d'une période pluvieuse), la plus grande partie de l'azote se transforme en albuminoïde, en même temps que les matières nutritives émigrent dans les parties herbacées, ce qui donne au jus des racines une composition meilleure et plus favorable au travail industriel.

Sol. — La question du sol joue, peut-être un rôle plus important que celle du climat dans le succès de la culture de betterave à sucre. D'après M. H. Hitier (29) « Les cultures de betterave à sucre les plus renommées en France, Allemagne, Belgique, Autriche, etc., se trouvent dans les terrains quaternaires que les géologues ont désignés sous le nom de limon des plateaux, de lœss ou d'alluvions ». Toutes ces terres, si éloignées qu'elles soient les unes des autres, « sont des terres profondes, homogènes, susceptibles d'un

(28) Urban, *Zeitschrift für Zuckerindustrie en Böhmen*, An. XXVII, fasc. 6, Prag, 1913.
(29) H. Hitier, *Les plantes sarclées. Loc. cit.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

complet ameublissement, tout en présentant un état de cohésion presque parfait; ce sont, en effet, des sols continus ». Les résultats d'analyses de quelques-uns de ces sols en indiquent la constitution typique.

QUANTITÉ DE PLUIE TOMBÉE A MAGDEBOURG ET A PRAGUE, PAR DÉCADES, EN 1899 ET 1900 (30)
(en millimètres).

DATES	MAGDEBOURG	PRAGUE
1er-10 avril	16,4	28,2
11-20 —	12,0	15,9
21-30 —	6,2	8,1
1er-10 mai	26,7	48,0
11-20 —	34,4	17,3
21-30 —	23,0	38,2
31 mai-9 juin	22,9	13,2
10-19 —	15,7	16,6
20-29 —	22,9	4,7
30 juin-9 juillet	28,1	24,1
10-19 juillet	10,6	24,6
20-29 —	32,3	15,3
30 juillet-4 août	9,7	13,6
9-13 août	11,4	5,7
19-28 août	14,6	12,9
29 août-7 septembre	5,4	10,5
8-17 septembre	17,9	47,3
18-27 —	16,0	6,4
28 septembre-2 octobre	15,7	3,6

NOMBRE DE JOURS DE PLUIE.

a : déduits de toutes les observations effectuées.
b : des six années de 1914 à 1919.

	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	HIVER	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	ANNÉE
Rabat	12	10	14	7	4	2	1	0	2	5	10	9	36	13	3	24	76
Mechra-bel-Ksiri	11	8	12	7	4	2	0	0	2	4	9	6	31	13	2	19	65
Khémisset	10	8	12	7	4	2	0	0	1	4	8	9	30	13	1	21	65
Casablanca	10	10	12	7	2	1	0	0	3	4	10	9	32	10	3	23	68
Ber-Rechid	7	6	8	6	3	1	0	0	1	3	10	6	21	10	1	19	51
Settat. *a*	9	8	10	7	3	0	0	0	1	4	8	7	27	10	0	19	55
Settat. *b*	9	8	10	7	3	0	0	0	0	4	9	7	27	10	0	20	57
Oulad-Saïd	8	7	9	5	2	0	0	0	0	3	9	6	24	7	1	18	50
Marrakech. *a*	5	7	8	6	3	2	1	1	3	6	7	5	20	11	5	18	54
Marrakech. *b*	7	7	8	6	6	2	1	1	3	6	7	7	22	10	5	20	57
Meknès	13	12	15	12	2	4	2	0	3	6	12	10	40	24	5	28	97
Fès	10	8	12	11	8	2	1	0	2	6	10	9	30	19	3	25	77

(*Les pluies sont plus abondantes et plus fortes au Maroc qu'en Europe à nombre égal de jours de pluie.*)

(30) D'après les chiffres fournis par H. PELLET, *loc. cit.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TENEURS CENTÉSIMALES A EN	GEMBLOUX (Belgique)		BEVELLES (Somme)		QUEDLINBURG (Allemagne)
	Sol.	Sous-sol.	Sol.	Sous-sol.	Sol.
Terre fine (tamis de 1 mm)	98,36	99,95	98	99,95	98,8
Sable fin	80,77	81,3	82,6	80,32	78,5
Argile	14,15	15,1	11,2	16,45	15,75
Calcaire	0,67	0,26	0,82	0,77	1,10

De même, dans les régions d'Allemagne qui produisent le plus de sucre à l'hectare, les terres sont argilo-siliceuses, riches en humus, profondes avec peu de cailloux; il faut que les racines s'enfoncent aisément, que les travaux d'entretien soient faciles et que les réserves d'eau soient abondantes.

Le tableau suivant donne la constitution et la composition chimique de bonnes terres à betterave.

TENEURS CENTÉSIMALES A EN	SCHANSTEDT	LAUCHSTADT	QUEDLIN-BORG	MUCHENHOF	HEDERSBELEN
Terre fine	99,8	99,9	98,8	98	96,5
Cailloux	0,2	0,1	1,2	2	3,5
Sable siliceux	77,08	78,5	78,5	79,3	81,2
Argile	12,05	10,8	15,75	8,8	8,35
Calcaire	3,69	6,25	1,10	4,8	3,08
Débris organiques	3,52	1,65	2,40	3,05	2,70
Humus	1,46	0,38	0,34	0,22	0,12
Eau	1,40	2,32	0,71	1,83	1,05
Total.	100	100	100	100	100
Azote.	0,260	0,138	0,161	0,213	1,127
Acide phosphorique P^2O^5. . . .	0,154	0,115	0,116	0,129	0,187
Chaux CaO	2,066	3,500	0,616	2,668	1,722
Magnésie MgO	0,580	0,310	0,395	0,275	0,285
Potasse K^2O	0,420	0,294	0,246	0,357	0,421

Ce tableau donne comme moyennes :

Cailloux	1,4 p. 100			
Terre fine	98,6 —			
Sable siliceux	78,9 —		Azote.	3,8 p. 1000
Argile	11,2 —		Acide phosphorique . . .	1,4 —
Calcaire	3,7 —	et	Potasse.	3,4 —
Débris organiques	2,6 —		Magnésie	3,7 —
Humus	0,5 —		Chaux	21,2 —

Le professeur SAILLARD dit également (31) que les terres que l'on consi-

(31) *Les fermes à betteraves en Allemagne, Autriche et Belgique* (*Bull. off. Renseig. agric.*, Paris, 1911, p. 918).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dère comme les meilleures pour la culture de la betterave sont les terres argilo-siliceuses et les terres de limon; viennent ensuite les terres argileuses et les terres sablonneuses, suivant les conditions climatologiques de l'année. Cette classification correspond non seulement à des propriétés chimiques différentes, mais surtout à des propriétés physiques spéciales : coefficient d'absorption à l'égard de l'eau, couleur, aération plus ou moins facile, aptitude plus ou moins marquée à conserver l'état particulaire et à ne pas se prendre en croûtes qui se fendillent sous le soleil après la pluie, teneur en argile, humus, terre fine, etc.

Il faut tenir compte aussi de la profondeur du sol, du volume de terre

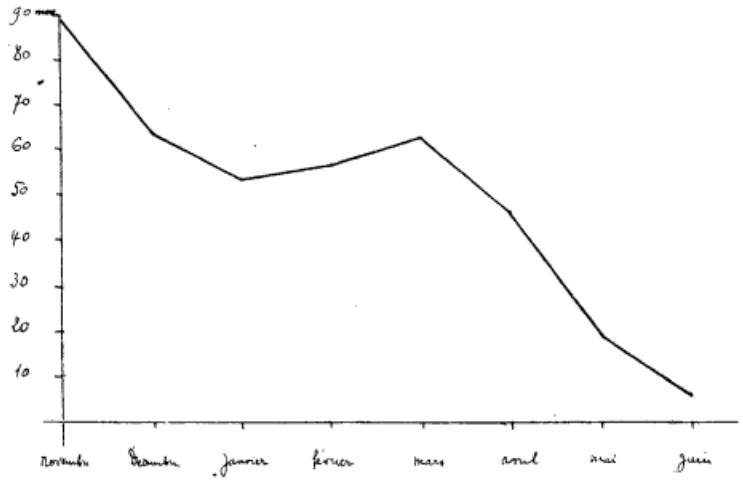


Fig. 8. — Pluviométrie moyenne mensuelle (de 1919 à 1924) à Rabat pendant la végétation de la betterave à sucre.

vivante qu'il met à la disposition de la plante, du degré de perméabilité du sol et du sous-sol, de la faculté plus ou moins grande avec laquelle les terres se laissent travailler, en tout temps, par les instruments aratoires, etc.

D'après le même auteur, dans les régions qui produisent le plus de sucre par hectare (Saxe, Hanovre, Anhalt, Brunswick, Bohême) on trouve surtout des terres argilo-siliceuses ou des limons riches en humus; elles sont profondes, de couleur noire et renferment peu de cailloux.

Aux États-Unis, les terres destinées à la betterave sont aussi des terres d'alluvion ou de limon, et surtout des terres sablo-argileuses profondes, assez légères et faciles à travailler; on considère, dans ce pays, comme bonnes terres à betterave, celles qui donnent une bonne récolte de maïs ou de blé. Il en est de même, du reste, en Italie où l'on estime que les bonnes terres à froment sont excellentes pour la betterave, qui doit être spécialement cultivée dans les plaines alluvionnaires, à sol profond et frais. La betterave se développe d'ailleurs dans des conditions analogues à celles du maïs,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

auquel elle reste néanmoins économiquement supérieure (32), et les sols qui lui conviennent le mieux dans ce pays sont considérés comme les terres d'alluvions, fraîches, non humides, profondes, très perméables aussi dans le sous-sol, silico-argilo-calcaires ou silico-calcaire-argileuses; les qualités physiques importent plus que la composition chimique. Il en est de même en Espagne (33).

On déduit de toutes ces observations que la constitution, en quelque sorte typique, des terres à betteraves correspond à :

	Cailloux	1 à 2	p. 100	
	Terre fine	98	—	dont :
Terre fine	Sable siliceux	78 à 80	—	
	Argile	10 à 15	—	
	Calcaire	1 à 4	—	
	Débris organiques	2 à 4	—	
	Humus	0,5	—	
	Eau	1,5	—	
	Azote	1,5 à 2	—	
	Acide phosphorique	1,5	—	
	Chaux	6 à 20	—	
	Magnésie	3	—	
	Potasse	4	—	

ou, en résumé, 98 p. 100 de terre fine comprenant	sable fin	80	p. 100
	argile	15	—
	calcaire	2,5	—
	humus	0,5	—

La nature des sols marocains n'est pas encore parfaitement connue dans toutes les régions ; toutefois, les analyses déjà effectuées commencent à être suffisamment nombreuses pour que l'on puisse se faire une idée de la constitution générale des terres. Les travaux effectués par MÜNTZ à l'Institut national agronomique, RIGOTARD à l'École d'Agronomie coloniale (34) et par le Laboratoire officiel de Chimie à Casablanca, sont résumés dans le tableau ci-après.

Plusieurs de ces terres se rapprochent des sols types dont on a rappelé la constitution (Tadla, Rharb, Dar bel Hamri, Taza, Zaers, etc.) et constituent d'excellentes terres de culture. C'est ainsi, qu'en parlant de quelques-unes d'entre elles (Dar bel Hamri) RIGOTARD a pu dire (35) « La composition physique de ce sol est, d'une façon frappante, celle des meilleures terres franches, capables de retenir suffisamment l'eau, grâce à une teneur élevée en

(32) A. BELLINATO, *Agricoltura veneta*, 1893.
(33) *Loc. cit.*
(34) M. et L. RIGOTARD, *Contribution à l'étude des terres du Maroc* (*Annales de la Science agronomique*, 1917, Paris).
(35) *Loc. cit.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

argile, et la forte proportion de matière humique empêchant le tassement sous l'influence des eaux d'infiltration. Composition chimique des plus remarquables qui semble permettre d'obtenir les plus belles récoltes avec, dans l'avenir, un apport modéré de phosphates ». On peut faire des observations semblables sur d'autres sols marocains (36).

COMPOSITION DE LA TERRE ARABLE EN DIFFÉRENTES RÉGIONS DU MAROC.

	RÉGION DE CASABIANCA			RÉGION DE FEZ		TAZA	MEKNÈS	DAR-BEL-HAMRI	RABAT	MAZAGAN	AÏN NKREÏLA
P. 100.											
Cailloux	0,36	0,08	0,06	2	4	0	0,6	2,3	2	3	0
Sable grossier	71,6	72,5	76,1	23,8	19,2	25,6	14,3	40,4	8,6	42,6	4,1
— fin	22,9	23,3	18,6	42,2	45,3	58,9	72,5	29,6	63,4	25,7	61,6
— total	94,5	95,8	94,7	66	64,5	84,5	86,8	70	72	68,3	65,7
Matière organique	1,4	2,4	2,6	26,2	24,4	9,3	7,3	19,9	16,7	19,0	31,2
Humus	3,6	1,2	2,5	0,9	3,4	6,2	5,2	7,7	4,19	1,09	3,0
	0,25	0,2	0,19	trace	trace	0	0,5	3,6	0,17	traces	1,14
Azote	1,11	0,36	0,76	0,93	0,89	1,07	1,57	2,37	4,92	1,61	0,91
Acide phosphorique	0,86	0,40	0,51	1,13	1,15	1,60	0,61	0,82	1,41	1,28	1,32
Chaux	7,62	4,03	2,54	1,96	200	228	13,7	59,7	211,2	229	145
Magnésie	2,38	1,28	1,76	1,28	4,30	—	4,2	1,50	2,68	273	2,23
Potasse	3,50	3,10	2,40	3,76	3,37	—	8,0	3,26	3,41	10,3	3,62

	MARRAKECH AHMAI			HAOUZ	ZEMRANE	KENITRA	SEBOU		TADLA			
P. 100.												
Cailloux	7,8	traces	3,3	0,6	0	traces	traces	traces	—	—	3	4,2
Sable grossier	51,2	56,2	34,5	24,5	57	8,6	3,7	2,65	18,4	14,9	25,8	45,7
— fin	27,4	33,5	51,6	45,9	23,5	64,8	60,7	32,2	52	60,1	44,6	33,4
— total	78,6	99,7	86	70,4	80,5	73,4	64,4	34,8	70	75	70,4	79,1
Matière organique	7,0	4,7	7,3	22,7	10,3	18,0	22,8	53,7	20	18,3	22,5	11,7
Humus	6,5	5,6	3,1	3,6	0,79	4,6	6,41	1,97	4,8	1,95	3,7	4,48
	0,21	traces	0,08	0,3	0,84	traces	traces	traces	trace	trace	0,27	0,38
Azote	2,12	0,94	0,94	1,07	2,77	1,78	1,66	1,68	3,84	3,6	0,8	1,50
Acide phosphorique	1,93	1,07	1,29	2,90	traces	traces	2,05	2,95	0,93	traces	8,15	198
Chaux	15,1	20	27,8	93,3	3,32	1,58	109	80	294	291	785	133
Magnésie	10,3	—	15,9	1,09	20,3	17	—	—	—	—	—	—
Potasse	4,48	—	2,6	—	—	3,5	—	—	—	—	—	—

La nature des terres du Maroc est extrêmement variable d'une région à l'autre, mais, comme on le voit par ces quelques chiffres, il existe des sols qui, aux points de vue chimique et physique, présentent une constitution très satisfaisante et conviennent parfaitement à la culture de la betterave à sucre.

Au point de vue agrologique, on distingue, au Maroc, un certain nombre de sols qui ont reçu les dénominations indigènes suivantes :

(36) Analyses du Laboratoire central de la Société des Agriculteurs de France.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

1° les *tirs*, considérés comme des terres franches, plus ou moins foncées, d'origine variable, souvent pauvres en calcaire et riches en sels de fer, fréquemment fortes, compactes, assez difficiles à travailler, se crevassant fortement en été, très productives en années pluvieuses ;

2° les *hamri* ou terres rouges, silico-argileuses, fertiles, et plus souples que les précédentes ;

3° les *r'mel* et le *sahel*, terres sablonneuses, pauvres, fréquentes sur le littoral ;

4° les *dahs* ou *doess*, terres d'alluvions récentes ou de marécages, se rapprochant des tirs, mais de nature généralement moins compacte ;

5° les *harroucha*, terres silico-calcaires, pierreuses.

Si, contrairement à ce que l'on suppose ordinairement, les terres noires, les tirs marocains, n'ont pas la composition des « tchernozioms » de l'Ukraine et ne doivent généralement pas leur couleur à l'abondance de la matière organique, mais à la présence des sels de fer, ils n'en présentent pas moins, dans la majorité des cas, une constitution convenable.

Leur nature, comme leur origine, est d'ailleurs différente d'une région à l'autre et l'on peut avoir des tirs de sable, de marécage ou de décalcification, ces derniers étant vraisemblablement les plus fréquents.

Le professeur L. Gentil, qui a étudié particulièrement les sols du Maroc, a insisté à plusieurs reprises sur leur grande valeur. Il dit, entre autres (37) « Toute la zone littorale, soumise au climat atlantique humide, offre des sols d'une grande richesse qui pourront, du jour où ils seront méthodiquement exploités, rivaliser avec les terres les plus riches du monde ». « En dehors de la zone littorale atlantique, les dépôts du détroit sud-riffain sont, en général, fertiles. Toute considération climatique écartée, leur nature géologique permet de les rapprocher étroitement des formations synchroniques du Tell de l'Algérie. » Suivant que l'on se trouve sur les affleurements helvétiens ou tortoniens, on a affaire à des sols *argileux* ou *argilo-sableux*.

Dans le Maroc oriental, la plaine des Trifa possède des terres particulièrement riches. Sur les argiles sableuses miocènes et sur les alluvions quaternaires, se montre une couche de terre rouge formée par les produits de décalcification des terrains jurassiques du massif des Beni-Snassen, entraînés par ruissellement. Cette terre rouge, plus ou moins forte, est riche en phosphate et en produits humiques. On trouve dans la partie orientale de la plaine d'Angad des sols alcalins provenant de la décomposition des produits volcaniques et comparables à ceux de la Campagne napolitaine.

(37) L. Gentil, *Le Maroc physique*, Paris, 1912.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le Maroc occidental, l'immense plaine des Beni-m'Tir, entre Fez et Meknès, est formée de grès et de poudingues tortoniens qui reposent sur des argiles helvétiennes, si bien qu'il existe à leur base, une nappe aquifère très importante qui entretient souvent dans le sol une humidité salutaire. « Toutes les conditions de sol, de climat, d'hydrologie souterraine de la plaine des Beni-m'Tir, rappellent identiquement celles de la plaine de la Mekerra, dont la fertilité bien connue fait la richesse de la région de Sidi-bel-Abbès en Algérie. »

« Toute la partie du nord marocain situé à l'Ouest de Fez et au nord du parallèle de cette ville est d'une fertilité remarquable, partout où l'on se trouve sur les dépôts du détroit sud-riffain. »

Plus à l'Ouest, l'Oued-Sebou se développe en méandres divagants, en décrivant sa grande boucle, dans des alluvions quaternaires qui donnent des sols particulièrement riches.

« Parmi les différents sols du Maroc, les terres noires ou tirs (qui sont une sorte de lœss, d'origine du reste discutée) et les terres rouges qui les accompagnent fréquemment et qui ont d'ailleurs la même origine (hamri) offrent, par les vastes étendues qu'elles recouvrent dans la zone littorale et par leur grande fertilité, un intérêt tout particulier. On les retrouve surtout dans les Abda, les Doukkala, les Zaers, la Chaouïa.

En Chaouïa, la surface des terres fertiles est considérable. D'après le Doc. WEISGERBER, il y aurait environ 2.000 km² de tirs et 3.500 de hamris ; la région la plus intéressante à ce point de vue est la plaine des tirs qui s'étend de Boucheron jusqu'aux Ouled-Saïd. « Peut-être pourrait-on évaluer à la moitié de la zone littorale de la meseta marocaine, la surface de ces terres fertiles.

Dans les Abda, les tirs forment une nappe continue sur une profondeur de plus de 50 km et les Doukkala offrent la plus vaste étendue de ces sols fertiles. »

L'épaisseur en est très variable ; elle passe de 40 cm en Chaouïa à 1 m en Abda et jusqu'à 6 m en Doukkala.

« La fertilité des tirs est très grande, parfois même surprenante ; elle est due, en partie, à leur richesse en azote » mais quelle que soit cette richesse, elle n'expliquerait pas suffisamment, dans la plupart des cas, leur extraordinaire fertilité si le climat humide de la région littorale n'était là pour la justifier.

Une autre circonstance contribue, en outre, à leur fertilité, en particulier dans la Chaouïa ; c'est la formation constante d'une nappe aquifère assez peu profonde. De plus, et souvent, le sous-sol calcaire s'imbibe facilement par les pluies d'hiver et rend aux récoltes l'humidité en avril-mai par capillarité.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La région des Oulad-Saïd, qui couvre 145.000 ha environ, est constituée surtout par des tirs et des hamris. Les tirs couvrent presque tout le plateau moyen, la plaine au Sud-Est de Dar-Ould-Fatima et une zone de 4 à 6 km de largeur qui s'étend entre la base du plateau et la source d'Aïn-Djemâa. La partie la plus riche comprend les terrains qui environnent la casbah de Khémisset, où les terres sont d'une fertilité remarquable.

Les hamris, qui s'en rapprochent beaucoup par la couleur et la qualité, sont souvent caillouteux. Dans le plateau inférieur, ils sont néanmoins très fertiles et bien cultivés; ils diminuent d'épaisseur au Nord-Ouest des Hedami. Sur les bords de l'Oum-er-Rebia, se trouvent quelques terrains d'alluvions très riches.

Le sous-sol de cette région est formé par une couche très plissée de terrains primaires supportant des terres appartenant aux couches moyennes du tertiaire supérieur (miocène, pliocène, pléistocène).

Le tableau ci-joint indique la nature de quelques tirs différents.

En définitive, on trouve donc au Maroc des sols dont la constitution physique et la composition chimique sont excellentes et comparables à celles des bonnes terres à betterave des pays sucriers.

CONSTITUTION PHYSIQUE DE QUELQUES TYPES DE TERRE « TIRS ».

TENEURS CENTÉSIMALES	ENTRE SAFT ET O. TENSIFT TERRAIN LÉGER, BRUN	PLAINE SIDI-BEN-NOUR TERRAIN GRISATRE	PLAINE DES O. HARRIS (SETTAT)	KHÉ-MISSET	30 KM MAZA-GAN	TIRS NOIRS DES DOUKKALA	MAZAGAN
Cailloux et graviers . . .	0,1	2,70	traces	1,8	0,1	6,3	3
Sable grossier. calcaire .	2,62	0,00	2,01	1,63	0,12	0,67	—
Sable grossier. siliceux .	28,63	46,05	24,19	11,66	49,38	51,01	—
Sable grossier. total . .	31,25	46,05	26,20	13.29	49,50	51,68	42,6
Sable fin . . . calcaire .	4,14	0,0	6,04	7,50	0,14	2,08	
Sable fin . . . siliceux .	24,95	12,95 59,00	27,90	32,85	17,95	9,40	25,7
Sable fin . . . total . .	29,09 60,34	12,95	33,94	40,36	18,09	11,48	68,3
Argile	29,42	34,20	28,05	34,01	20,77	25,30	19,0
Humus	1,03	0.27	0,25	0	0,07	3,6	moyenne 1,09
Eau	9,11	3,83	11,56	12,32	11,47		traces

ESSAIS POURSUIVIS EN AFRIQUE DU NORD.

Du reste, de nombreux essais, dont les premiers remontent à plus de 40 ans, ont été entrepris en Algérie, en Tunisie et au Maroc, et ont démontré nettement la possibilité de la culture de la betterave à sucre en Afrique du Nord. Nous nous bornerons à indiquer les principaux résultats fournis par quelques-uns d'entre eux.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Algérie. — Dès 1882, et pendant plusieurs années consécutives, M. BERNOU a poursuivi, dans diverses régions de l'Algérie (38), des expériences qui ont révélé une richesse saccharine de 16 à 18 p. 100 dans les betteraves à collet rose.

En 1894-1895-1896, des essais méthodiques ont été tentés à l'École d'Agriculture de Rouiba, avec des variétés fourragères (Globe, Vauriac, Tankard, Mammouth) semées en novembre et repiquées fin décembre; ils ont permis d'obtenir, sans irrigations, des rendements qui, ramenés à l'hectare, atteignaient de 100.000 à 204.000 kg (39). Les mêmes variétés avaient donné, chez des colons du département d'Alger, avec semis en septembre et repiquage fin novembre, 98.500 kg à l'hectare, avec une pluviométrie de 514 mm. En 1896, des expériences faites chez des colons, sur plusieurs hectares, ont fourni des rendements de 30.000 à 73.000 kg, toujours sans arrosage, et le docteur TRABUT a obtenu de 80.000 à 170.000 kg à l'hectare, selon la variété et la fumure employées, et cela malgré une très forte sécheresse (368 mm d'eau).

En 1895, également, M. ISMAN, professeur d'Agriculture, a obtenu (40) les résultats suivants :

Variétés.	Poids moyen des racines.	Sucre p. 100 de jus.
Bourdon Marmilhat	309 g	21,2
Bourdon Palbost	392	18,75
Simon Legrand	400	19
Desprez	395	19,5
Vilmorin	425	18
Dippe	442	17,6
Klein Wanzleben	425	19,2

De 1892 à 1915, un habile praticien, M. SALIBA, a récolté de 20.000 à 30.000 kg de betteraves sucrières par hectare et de 40.000 à 50.000 (et parfois 100.000 kg) de fourragères.

En 1898, des essais eurent lieu dans la région d'Orléansville et montrèrent que les racines avaient une richesse saccharine de 17 à 19,3 p. 100.

Plus tard, de 1916 à 1919, les expériences se sont multipliées, confirmant l'existence d'une teneur en sucre de 18 à 19 p. 100 dans les racines. M. VERMEIL, directeur du Service agricole d'Oran, a obtenu, avec six variétés de betteraves sucrières et de distillerie, de 38.000 à 55.000 kg à l'hectare,

(38) *Journ. Pharmacie et Chimie*, Paris, 1883.
(39) *Bull. Agric. de l'Algérie et de la Tunisie*, 1895.
(40) *Bull. Agric. de l'Algérie et de la Tunisie*, septembre 1895.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

correspondant à un poids de sucre à l'hectare de 5.400 à 6.970 kg en terre sèche (l'Habra) et de 3.700 à 6.015 kg en terre irriguée (41).

Un excellent agriculteur des environs de Blida, M. Chenu, a récolté, sur une dizaine d'hectares, en 1918 et en culture sèche, plus de 400 qu à l'hectare de racines dont la teneur en sucre atteignait 11 p. 100 dès le mois de février et 18 à 19 p. 100 à l'arrachage en juin; en culture irriguée, les rendements ont été de même ordre, avec une richesse de 21 p. 100.

A la Ferme expérimentale de Ferme blanche, avec 5 variétés, on a obtenu, avec des semailles d'avril, en terrain argileux, compact, environ 9.000 kg par hectare.

Les analyses, exécutées par le Laboratoire de Chimie agricole et industrielle du Gouvernement général de l'Algérie à la Faculté des Sciences d'Alger, ont révélé une teneur de 15,6 à 17,6 p. 100 de sucre.

En 1921, on a repris des expériences — celles de 1920 avaient échoué — avec des graines de la Station de Wohanka, dans les régions de Sétif et Batna, Boufarik, Médéa et Maison Carrée, Bel-Abbès, Aïn Tenouchent, Mascara et Perrégaux; d'une façon générale, elles ont réussi et ont laissé la conviction qu'en terrain bien préparé et fumé, on obtiendrait aisément des rendements moyens de 30.000 à 35.000 kg à l'hectare.

Aussi M. Vivet, dont l'autorité est bien connue, a pu dire que « les essais culturaux entrepris en Algérie ont démontré que la culture de la betterave à sucre peut y donner des rendements aussi élevés que ceux qu'on obtient dans le Nord de la France et que la richesse en sucre des racines récoltées sous notre climat est sensiblement supérieure à celle des betteraves récoltées en Europe », et plus loin que « la production du sucre par la culture rémunératrice de la betterave est donc possible en Algérie. La preuve en est faite depuis longtemps et les terrains propres à la betterave ne manquent pas dans la région de Sétif, dans les plaines de Bône, de la Mitidja et de Mascara, ainsi que dans les régions de Bel-Abbès et d'Aïn Témouchent ».

Depuis 1920, des essais officiels ont été entrepris par le Gouvernement. sous la direction de M. Vivet, chef du Service agricole général du département d'Alger, en terrains secs et en sols irrigués et dans diverses régions de l'Algérie.

A Aïn Témouchent (Oran), sans fumure et avec une préparation tardive, on obtint de 20.000 à 23.000 kg de racines dosant de 16 à 17 p. 100 de sucre. A Berteaux, on récolta 30.000 kg de betteraves à 17,6 p. 100 de saccharose, et tout récemment, M. Blanc, a indiqué des résultats de même ordre obtenus

(41) *Revue agricole de l'Afrique du Nord*, 17e année, Alger, 1919.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les essais entrepris dans la région de Sidi-bel-Abbès, en 1924, en culture irriguée (42).

On admet aujourd'hui, qu'en Algérie, on peut récolter 30.000 kg de racines à l'hectare avec une richesse de 16 à 18 p. 100 de sucre, et on a même avancé qu'il était possible de faire deux récoltes par an dans les plaines du littoral (43).

Tunisie. — En Tunisie, dès 1902, on a obtenu, avec des variétés fourragères, demi-sucrières et de distillerie, des rendements variant de 36.000 kg (collet rose) à 105.000 kg à l'hectare (Mammouth), avec une teneur en matière sèche allant de 13 à 25 p. 100, soit plus de 15.000 kg de matière sèche à l'hectare (44).

Dès 1898, Gagey a essayé la culture de la betterave à sucre à l'École coloniale de Tunis, en particulier avec les trois variétés Klein-Wanzleben, Améliorée de Vilmorin et Fouquier d'Hérouel; les rendements moyens ont été de 15.000 à 20.000 kg de racines à l'hectare, avec une richesse en sucre de 15,2 à 23,5 p. 100, soit un poids de sucre à l'hectare, de 2.310 à 4.700 kg; la conclusion du regretté professeur était que la culture de la betterave à sucre est très possible en Tunisie.

RÉSULTATS D'ESSAIS DE CULTURE DE LA BETTERAVE A SUCRE A L'ÉCOLE COLONIALE DE TUNIS EN 1898.

VARIÉTÉS	POIDS MOYEN D'UNE RACINE	DENSITÉ	SUCRE P. 100 EN POIDS DE RACINES	RENDEMENT BRUT A L'HECTARE	SUCRE A L'HECTARE
Améliorée de Vilmorin.	273 g	8,8	16,28	16.000 kg	2.600 kg
Klein Wanzleben	312 g	10,8	23,48	20.000 —	4.696 —
Fouquier d'Hérouel. . .	292 g	8,3	15,20	15.000 —	2.310 —

Maroc. — Enfin, au Maroc, des essais officiels ont été entrepris et poursuivis sans arrêt depuis 1919, dans les différents établissements d'expérimentation de la Direction générale de l'Agriculture (Marrakech, Casablanca, Rabat, Meknès, Fez) et aussi chez les colons, à qui les semences ont été distribuées gratuitement.

Il serait oiseux et trop long de les rappeler tous; il suffira d'indiquer les résultats généraux qu'ils ont donnés et qui ont été, du reste, déjà indiqués, en partie, ailleurs (45 et 46).

(42) *Revue agricole de l'Afrique du Nord*, 25e année, Alger, 1925.
(43) *La journée industrielle*, avril 1924.
(44) *Bulletin de la Direction de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation*, Tunis, 1903 et 1904.
(45) *Expérimentation et vulgarisation agricoles*, Rabat, 1924.
(46) *Expérimentation agricole, Rapport annuel*, Rabat, 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ces essais ont porté spécialement sur la préparation du sol, la fumure, l'époque et le mode des semis, le choix des variétés, l'époque d'arrachage.

Ils ont tous montré, et d'une façon indiscutable, que la culture de la betterave à sucre, lorsqu'elle est conduite d'une façon rationnelle, est non seulement possible, sans irrigations, dans la plupart des régions du Maroc, mais encore qu'elle peut y donner des résultats très favorables, qui se traduisent, d'une façon très générale, par des rendements en poids de 20.000 à 40.000 kg de racines décolletées à l'hectare, avec une richesse en sucre variant de 15 à 22 p. 100 soit, le plus souvent, 20.000 kg à 19 p. 100 de saccharose, c'est-à-dire 4.770 kg de sucre à l'hectare.

L'expérimentation poursuivie d'une façon méthodique et continue a permis, en outre, de mettre en relief un certain nombre de faits très importants, grâce auxquels on peut désormais établir la technique culturale de la betterave en Afrique du Nord.

C'est ainsi qu'on a pu démontrer que les semis devaient avoir lieu à l'automne et, de préférence, dans la période comprise du 15 novembre au 15 décembre; des semailles plus tardives et, surtout, celles de printemps, effectuées même dans les zones méridionales ou littorales et avec le secours de l'irrigation, fournissent des rendements nettement inférieurs et des richesses en sucre souvent diminuées. L'époque des semis s'est ainsi révélée, pour la betterave à sucre, un facteur des plus importants et plus peut-être encore que pour les céréales (47). La culture de cette plante, qui se fait au printemps dans la plupart des pays du monde, doit avoir lieu en automne en Afrique du Nord.

L'étude de la densité des plantations a donné des résultats jusqu'à présent moins précis; toutefois, elle aboutit à la conclusion un peu imprévue que les faibles écartements ne donnent pas au Maroc — comme ils le font en Europe — les meilleurs rendements et les plus fortes teneurs, et que ce sont les interlignes de 50 et même 60 cm, avec des espacements de 30 cm entre les plants, qui sont non seulement les plus avantageux mais encore les seuls compatibles avec les aptitudes de la main-d'œuvre indigène et, en définitive, les seuls possibles dans la pratique.

Quant aux variétés, elles ont pour la plupart montré des qualités semblables et il est bien difficile, dans l'état actuel de la production des graines, de trouver une race ou une marque de betterave réellement supérieure aux autres; cette constatation, faite déjà par Ott. Munerati (48) se dégage très nettement de nouveaux essais; selon l'année et selon la région, c'est tantôt une variété, tantôt une autre qui fournit soit le poids le plus élevé des racines,

(47) E. Miège, *Prove di coltivazione della barbabietola da zucchero al Marocco*, Piacenza, 1924.
(48) *Loc. cit.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

soit la richesse la plus grande. La seule différence qui pourrait, peut-être, apparaître réside dans la plus ou moins grande plasticité des races; c'est ainsi que la Vilmorin B., par exemple, peut être considérée comme une variété très malléable, s'adaptant bien à des conditions de milieu et de culture très diverses.

Enfin, l'époque de l'arrachage a pu être à peu près déterminée; l'on supposait qu'elle devait être assez précoce, c'est-à-dire que la maturité physiologique des racines anticipait sur la maturité agricole, dont les signes habituels apparaissent fin juin et juillet, et qu'elle devait avoir lieu fin avril ou mai. Des arrachages successifs, complétés par l'analyse chimique des produits ont montré qu'il n'en était rien et qu'en fait, les betteraves possédaient leur poids maximum et leur richesse la plus élevée à la fin du mois de juin, pour un semis normal de novembre.

RENDEMENTS EN POIDS DE LA BETTERAVE AU MAROC (kilogrammes par hectare).

	1921			1922		
	Minima.	Maxima.	Moyenne.	Minima.	Maxima.	Moyenne.
Rabat	16.800	36.000	26.400	23.000	44.450	33.730
Casablanca	8.000	50.800	28.400	7.900	19.520	13.410
Meknès	»	»	49.500	12.720	33.635	23.180
Marrakech	23.228	41.300	32.390	40.900	55.200	48.050
Fez	»	»	12.000	12.750	25.580	19.170
Moyennes	»	»	29.760	»	»	27.710

	1923			1924		
	Minima.	Maxima.	Moyenne.	Minima.	Maxima.	Moyenne.
Rabat	»	»	»	18.000	32.000	25.000
Casablanca	14.000	22.900	18.450	14.000	28.000	21.000
Meknès	27.405	79.000	53.200	21.200	29.100	30.150
Marrakech	23.330	35.151	29.240	24.000	40.900	32.450
Fez	52.700	66.100	58.400	23.830	29.160	26.495
Moyennes	»	»	31.860	»	»	27.020

Moyenne générale 29.160 kg

Nous donnons, ci-dessous, les rendements extrêmes et moyens, en racines décolletées, obtenus depuis 1921 dans les différentes régions du Maroc ainsi que les richesses en saccharose. Les variations, parfois très fortes, observées dans les divers essais tiennent non seulement aux conditions météorologiques spéciales mais aussi à des facteurs culturaux tels que la fumure, l'écartement, la variété, etc. Pour donner une simple idée de l'importance de ces éléments, nous donnons également les résultats obtenus dans quelques situa-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TENEURS CENTÉSIMALES EN SACCHAROSE DE LA BETTERAVE AU MAROC.

	1921			1922		
	Minima.	Maxima.	Moyenne.	Minima.	Maxima.	Moyenne.
Rabat	20,51	22,70	21,60	13,700	18,20	15,95
Casablanca	13,71	19,90	16,80	15,90	18,45	17,175
Meknès	»	»	18,85	11,23	14,11	12,67
Marrakech	19,70	22,30	21,00	6,40	16,40	11,40
Fez.	»	»	16,18	15,15	19,23	17,19
Moyennes	»	»	18,88	»	»	15,0

	1923			1924		
	Minima.	Maxima.	Moyenne.	Minima.	Maxima.	Moyenne.
Rabat	»	»	»	17,50	23,10	20,30
Casablanca	14,000	18,85	16,42	18,70	22,50	20,60
Meknès.	11,90	20,60	16,25	12,000	15,000	13,50
Marrakech	11,87	16,27	14,07	9,75	16,10	12,90
Fez.	15,52	19,60	17,56	17,80	20,00	18,90
Moyennes	»	»	16,10	»	»	17,25

Moyenne générale 17,06

ANALYSES DE BETTERAVES CULTIVÉES AU MAROC
faites au Laboratoire de Chimie de Casablanca.

(Teneurs centésimales).

ORIGINE	POIDS MOYEN		MATIÈRE SÈCHE	EAU	SACCHAROSE	SUCRES RÉDUCTEURS	CENDRES	COEFFICIENT SALIN	DATES
	Brutes.	Décolletées.							
Ferme de la Ménéra .	11,187	1,065	26,42	73,58	22,3	Traces.	1,00	22,3	3 août 1921.
Marrakech	21,052	0,952	23,96	76,04	20,5		1,06	19,3	
Ferme de Casablanca.	10,947	0,850	23,04	76,95	16,3	Traces.	1,062	15,34	25 juillet 1921.
	20,715	0,625	24,46	75,54	17,25		0,94	18,33	
	30,880	0,760	28,03	71,97	20,75		0,83	23,6	
	40,478	0,415	27,93	72,07	19,9		0,92	21,62	
Station de Rabat. . .	»	0,955	24,38	75,62	19,41	Traces.	0,911	21,30	16 août 1921.
Station de Rabat. . .	15	0,775	20,51	79,49	16,61	Traces.	0,840	19,77	10 août 1921.
	16	0,675	22,70	77,30	16,61		0,900	18,65	
	17	0,760	21,85	78,15	16,61		0,777	21,4	
Station de Rabat. . .	»	»	25,50	74,50	16,30	Traces.	1,15	14,2	7 juin 1921.
		»	20,51	79,49	16,61		0,84	19,77	1er août —
		»	24,38	75,62	19,41		0,911	21,30	9 août —
Vilmorin A.	»	»	21,85	74,50	16,61	Traces.	0,777	21,4	1er août 1921.
— B.	»	»	22,70	77,30	16,61		0,900	18,65	

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tions particulières, ainsi que ceux d'un certain nombre d'analyses de racines décolletées de diverses origines.

Ces quelques chiffres montrent que, sans irrigation et dans des conditions normales de culture, on peut obtenir au Maroc de 20.000 à 35.000 kg de racines à l'hectare, avec une richesse en sucre de 15 à 20 p. 100 soit, en moyenne : 25.000 kg à 18 p. 100, c'est-à-dire 4.500 kg de sucre. Les moyennes générales réunies dans les tableaux ci-contre correspondent à une production à l'hectare de 29.160 kg de racines, dosant 17,06 p. 100 de saccharose, soit 4.975 kg de sucre à l'hectare, qu'on peut ramener à 4.500 kg. Ces résultats coïncident entièrement avec ceux qui ont été obtenus en Algérie, et avec les conclusions données par M. VIVET, chef du Service agricole général d'Alger.

Ce qu'il convient encore de signaler, comme nous le verrons plus loin, c'est la faiblesse du coefficient salin et du coefficient de pureté dans la majorité des cultures et sans que la cause de cette insuffisance ait pu, jusqu'à présent, être décelée.

Un autre inconvénient consiste dans la difficulté de conservation des racines, difficulté dont les différentes raisons et aussi les remèdes ont été déjà indiqués (49).

Quoi qu'il en soit et en résumé, les nombreux essais entrepris en Afrique du Nord depuis plus de 40 ans ont prouvé les possibilités techniques et biologiques de la culture de la betterave à sucre.

L'étude de la marche du développement de cette plante, poursuivie pendant deux années consécutives, aboutit aux mêmes conclusions. En ce qui la concerne, il suffira, pour l'instant, de rappeler que la betterave constitue, au Maroc, une culture d'automne et, non de printemps comme en Europe et dans la plupart des pays producteurs.

La meilleure époque des semailles est comprise entre le 1er novembre et le 15 décembre, la maturité ayant lieu fin juin; la végétation, qui dure d'avril à octobre en France, est donc ici un peu plus longue et se prolonge pendant huit mois. Comme on peut le voir par le graphique de la figure 9, la croissance de la plante est extrêmement lente pendant la première partie du développement qui va du 15 novembre au début d'avril et dure, par conséquent, quatre mois et demi. A partir de ce moment, le végétal pousse avec vigueur et rapidité, et d'une façon régulière jusqu'en juin; toutefois, l'appareil aérien, dont le poids vert dépasse constamment celui des racines tout en suivant la même marche, n'augmente plus dès la fin du mois d'avril

(49) E. MIÈGE, *La conservation des betteraves en Afrique du Nord (Revue de Botanique app.*, Paris, 1924).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et diminue à partir du 15 mai, tandis que l'appareil souterrain accélère au contraire sa croissance.

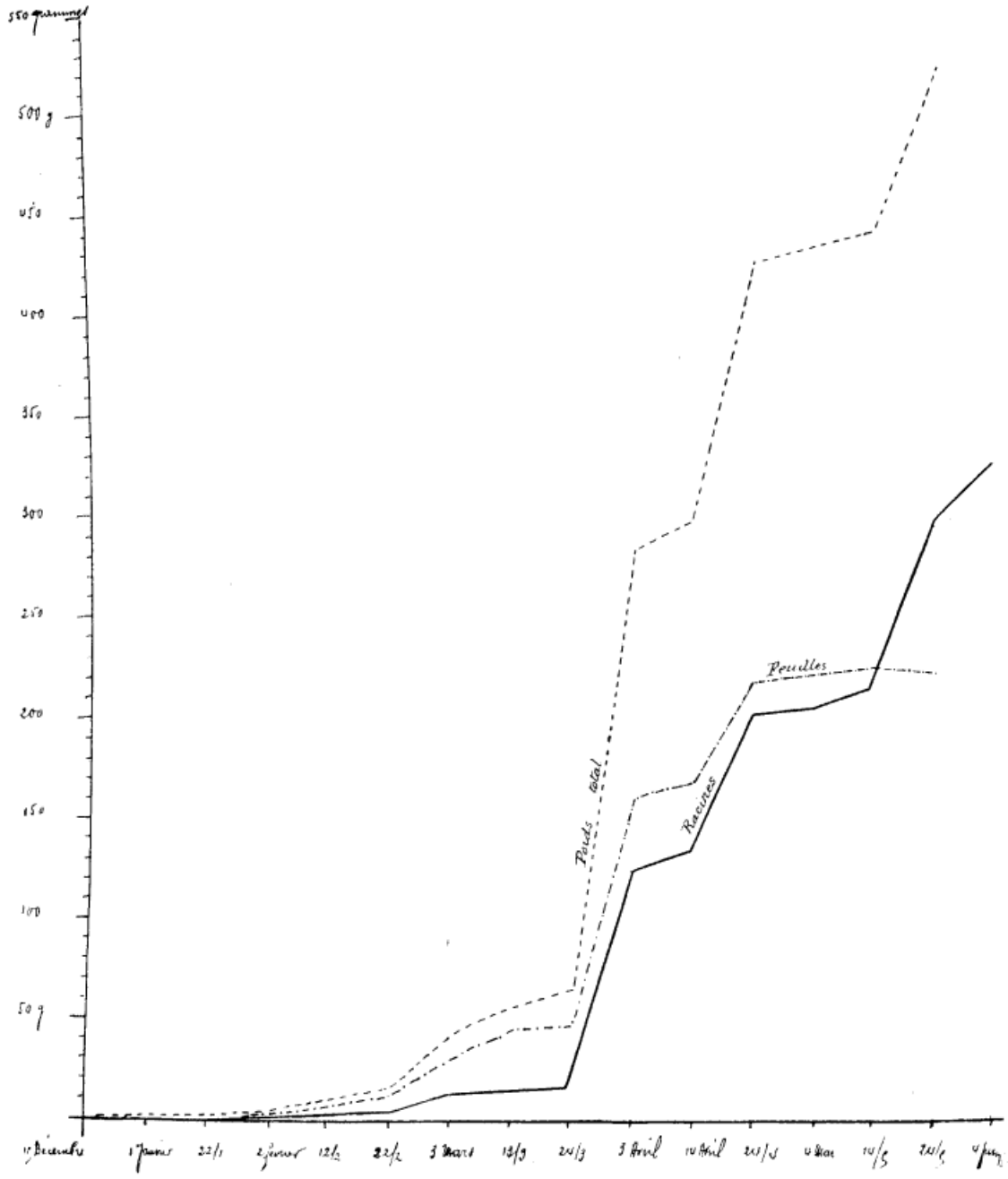


Fig. 9. — Développement de la betterave à sucre à Rabat (1923-1924).

La courbe du développement de la betterave au Maroc (en poids vert) n'est, en somme, pas très différente de celle de la betterave en France, telle

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

qu'elle résulte, par exemple, des chiffres fournis par PAGNOUL ou de ceux indiqués par AIMÉ GIRARD (50).

EXIGENCES CULTURALES.

Il résulte de toutes les observations précédentes qu'au point de vue biologique, la culture de la betterave à sucre est possible en Afrique du Nord, en particulier au Maroc, et qu'elle y peut donner, théoriquement et pratiquement, des rendements satisfaisants en racines et en sucre.

Cette conclusion, qui se dégage nettement de l'examen impartial des documents réunis, pour si encourageante qu'elle soit, n'est cependant pas suffisante pour permettre de décider de l'avantage et de l'utilité de l'introduction au Maroc de cette culture nouvelle.

D'autres facteurs : agricoles, industriels, économiques, etc. interviennent en effet, et qui, pour être d'un autre ordre et d'apparence secondaire, n'en sont pas moins très importants en pratique et capables même de modifier profondément les conclusions favorables déduites du seul point de vue physiologique.

Examinons, tout d'abord, les exigences culturales.

Si on se reporte à l'excellent ouvrage de M. HITIER (51) et aux recherches de SAILLARD, on voit qu'on admet aujourd'hui que la betterave sucrière enlève au sol, pour former 100 kg de sucre, 14 kg environ de matières minérales dont :

Potasse	5,4 kg.
Acide phosphorique	1,2 kg.
Chaux	1,32 kg.
Magnésie	1,12 kg.
Soude	1,64 kg.

et qu'elle est d'autant moins exigeante, et par suite moins chargée de sels, qu'elle est plus riche en saccharose; toutefois, cette règle varie avec les conditions de milieu, ainsi qu'on a pu le constater assez souvent au Maroc.

En tout cas, la production de la quantité maximum de sucre à l'hectare ne peut être réalisée qu'en obtenant un poids élevé de racines très riches, ce qui ne paraît possible qu'avec l'emploi d'une fumure abondante et rationnelle, qui a presque toujours et obligatoirement pour base le fumier de ferme. Celui-ci, ou à son défaut les engrais verts, est indispensable, non seulement pour apporter les éléments fertilisants utiles, mais encore, et peut-être surtout,

(50) A. GIRARD, *loc. cit.*
(51) *Loc. cit.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pour améliorer les propriétés physiques du sol. On considère que, dans les vraies terres à betterave soumises à un assolement convenable, il faut employer 30.000 à 40.000 kg de fumier, plus 500 kg de superphosphate, 200 kg de sulfate de potasse ou 400 kg de sylvinite, 300 à 400 kg de nitrate de soude à l'hectare.

BETTERAVE SUCRIÈRE.

Campagne 1921-1922.

STATIONS	VARIÉTÉS	DATES DES SEMIS	POIDS DES RACINES DÉCOLLETÉES A L'HECTARE
Jardin d'essais de Rabat.	Say (Tezier)	20 décembre.	41.967 kg
	Klein Wanzleben	—	44.456 —
	Cérès	14 décembre.	32.760 —
	Desprez	—	27.229 —
	Klein Wanzleben	—	25.935 —
	Legland	—	27.995 —
	Mennesson	—	24.278 —
	Fouquier d'Hérouel	—	23.050 —
	Vilmorin A.	—	24.056 —
Jardin d'essais de Meknès.	Vilmorin B.	12 décembre.	33.635 kg
	Vilmorin A.	—	29.545 —
	Fouquier d'Hérouel	—	27.273 —
	Blanche de Klein	—	25.455 —
	Legland	—	27.727 —
	Cérès	—	27.727 —
	Desprez	—	25.455 —
	Mennesson	—	12.727 —
Ferme expérimentale de Casablanca.	Fouquier d'Hérouel	5 décembre.	18.940 kg
	Blanche de Klein	—	19.250 —
	Mennesson	—	18.820 —
	Cérès	—	15.400 —
	Legland	—	10.240 —
	Desprez	—	10.820 —
	Vilmorin A.	—	7.900 —
Ferme expérimentale de Fez.	Vilmorin B.	20 mars.	23.990 kg
	Cérès	—	25.586 —
	Vilmorin A.	—	18.101 —
	Mennesson	—	22.440 —
	Fouquier d'Hérouel	—	20.785 —
	Blanche de Klein	—	14.040 —
	Legland	—	15.525 —
	Desprez	—	12.750 —
Ferme expérimentale de Marrakech.	Cérès	15 novembre.	55.232 kg
	Legland	—	52.235 —
	Desprez	—	53.155 —
	Fouquier d'Hérouel	—	41.666 —
	Mennesson	—	45.542 —
	Blanche de Klein	—	40.967 —
	Vilmorin A.	—	56.201 —

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Par ailleurs, le système de culture adopté, l'assolement dans lequel entre la betterave, jouent un rôle considérable dans le succès de sa culture comme dans celui de l'exploitation en général. On a montré que la faiblesse des rendements en sucre à l'hectare observée en France était due, au moins partiellement, à la place excessive réservée à la betterave dans les fermes et à la concentration de sa culture dans quelques régions seulement, ce qui entraîne son renouvellement trop fréquent sur le même sol, l'insuffisance des prairies et du bétail et par suite du fumier. Or, comme nous l'avons déjà noté, on reconnaît de plus en plus et dans tous les pays producteurs, que le maximum de récolte de betteraves à l'hectare ne peut être obtenu qu'avec l'emploi simultané du fumier et des engrais chimiques.

En outre « dans la production de la betterave, la préparation du sol est un facteur presque aussi important que le choix de la graine; c'est pour avoir négligé le premier que l'on n'a pas toujours obtenu du second ce qu'on en attendait. Deux opérations sont, en quelque sorte, indispensables dans la préparation des terres destinées à la culture de la betterave à sucre : le déchaumage et les labours profonds. » De nombreuses études ont démontré la nécessité de ces travaux, nécessité plus grande et plus évidente encore en Afrique du Nord, en raison de la nature des terres, de la sécheresse intense et de ce que la betterave doit être semée à l'automne et non pas au printemps comme en Europe. Il faut, à la betterave, une terre travaillée profondément, étant donné que la racine est longue et pivotante et qu'elle doit pouvoir s'enfoncer librement; il faut aussi une terre meuble, sans être creuse, sur une épaisseur de 30 à 40 cm, une « terre bien rassise sans être trop serrée et, à la surface même, presque pulvérulente et très égale ».

Après les semailles, il faut comprimer la terre sur les graines pour que celles-ci adhèrent et trouvent l'humidité nécessaire à leur germination; il faut ensuite et rapidement briser la croûte superficielle qui pourrait s'opposer à la bonne levée; les binages doivent alors se suivre sans arrêt, depuis le moment où l'on distingue les lignes jusqu'à ce que le développement des feuilles ne permette plus le passage des instruments. Le démariage exige des précautions particulières car c'est de lui que dépend en partie le résultat de la culture; en Allemagne, il est exécuté en plusieurs fois et avec des soins minutieux.

Comme on le voit, la betterave est une plante particulièrement exigeante, surtout en ce qui concerne la parfaite préparation du sol et son entretien.

Or, contrairement à ce que l'on dit parfois, le Maroc n'est pas un pays neuf, aux terres vierges, inépuisables et fertiles; il est soumis à une culture millénaire et primitive qui, en ignorant les lois de la restitution, a appauvri son sol; l'exploitation rationnelle y est récente et n'a eu encore ni le temps

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ni les moyens d'apporter les améliorations foncières indispensables à une productivité normale et à l'adoption d'un système de culture aussi perfectionné que celui qu'exige la betterave industrielle.

Dans un grand nombre de propriétés européennes — et on peut dire dans toutes les fermes indigènes — les terres sont encore, malgré les efforts de leurs propriétaires, envahies par les plantes adventices, travaillées à une profondeur insuffisante, soumises à un assolement imparfait, dépourvues de fumure; bien plus, les attelages et le matériel disponibles, parfois même les capitaux, sont trop réduits pour permettre de donner au sol les façons profondes et nombreuses, les engrais abondants, les soins minutieux que demande impérieusement la culture de la betterave et qui constituent, d'ailleurs et en même temps, ses principaux avantages.

Dans certains cas même, cette plante et cette culture sont complètement ignorées des cultivateurs, qui ne l'ont jamais pratiquée et ne connaissent pas la technique qu'elles réclament. De plus, la main-d'œuvre indigène, tout en possédant des qualités incontestables, n'a ni l'habileté, ni l'entraînement, ni la conscience des équipes spécialisées dont disposent les pays betteraviers.

Cette absence, ou cette insuffisance, de moyens matériels et professionnels, est plus grave qu'elle ne le paraît; ses conséquences sont sérieuses et elle constitue sans doute, aujourd'hui, l'obstacle essentiel à l'introduction et à la vulgarisation de la culture de la betterave à sucre au Maroc. Elle n'est cependant ni rédhibitoire, ni définitive. Il est certain, qu'avec le temps, ces inconvénients s'atténueront progressivement et que l'exemple des fermes annexées aux sucreries et les bénéfices escomptés par la vente des racines, les heureuses répercussions attendues d'une culture riche et nouvelle, hâteront la disparition d'un état de choses aujourd'hui presque incompatible avec une production, large et lucrative tout à la fois, de la betterave sucrière.

Ce n'est que lorsque les terres marocaines seront labourées profondément, et au besoin sous-solées, que lorsqu'on y apportera la matière organique et les éléments fertilisants qui leur manquent, lorsqu'elles seront assouplies, enrichies et nettoyées, lorsque leurs réserves seront accrues et que l'on disposera des semoirs en lignes, des houes multiples, des équipes dressées de démarieurs habiles, d'arracheuses mécaniques, etc., que cette plante pourra couvrir les milliers d'hectares nécessaires, non seulement au fonctionnement de plusieurs sucreries et d'une raffinerie et à la satisfaction des besoins locaux, mais surtout à la rénovation générale de l'agriculture locale.

La meilleure preuve de ce que l'introduction et la diffusion de la culture de la betterave à sucre sont, actuellement, subordonnées aux possibilités techniques des praticiens, réside dans les résultats obtenus par les colons

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dans les essais entrepris depuis 1922. Dès cette époque, la Direction générale de l'Agriculture a distribué, gratuitement, chaque année, un millier de kilogrammes de semences de betteraves à sucre aux agriculteurs des différentes régions du Maroc que cette culture intéressait. Or, à part quelques succès enregistrés par d'habiles cultivateurs, la plupart des cultures n'ont donné que des rendements insuffisants, et parfois même insignifiants. Ces échecs sont dus soit à une mauvaise préparation des terres ou à l'absence de toute fumure, soit à des semis trop tardifs, etc.

Il semble donc bien que l'agriculture marocaine ne soit pas encore parvenue, dans son ensemble, au stade industriel et perfectionné que représente et qu'exige la culture de la betterave à sucre et qu'elle y parviendra *par étapes successives*, au fur et à mesure que ses moyens s'accroîtront.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

APPAREIL « NOXA » POUR LA PHOTOGRAPHIE D'OBJETS ET LA REPRODUCTION, L'AGRANDISSEMENT OU LA RÉDUCTION DE TOUS DOCUMENTS[1].

L'appareil que je vais avoir l'honneur de vous présenter au nom des Établissements Noxa (2) qui le construisent et de son inventeur M. Louis Lemaire, est un appareil spécialement destiné aux travaux photographiques : agrandissements de clichés, reproductions photographiques d'objets ou de documents, réductions de dessins, plans et documents.

Certes, nous n'avons pas la prétention de vous présenter cet appareil comme devant changer le principe de la photographie, mais comme devant donner un nouvel aspect aux applications de la photographie et en généraliser l'emploi dans l'industrie.

La photographie est actuellement employée dans de nombreuses industries. Les services qu'elle y rend sont immenses et augmentent chaque jour d'importance.

Et c'est pour cette raison que, chaque jour, inventeurs et constructeurs d'instruments photographiques étudient de nouveaux dispositifs qui doivent rendre plus simple et plus pratique la photographie et en vulgariser davantage encore l'emploi.

Les appareils dont on s'est servi pendant longtemps et que beaucoup utilisent encore donnent certes d'excellents résultats, mais sont bien encombrants dans les laboratoires, d'une manipulation difficile, exigeant des connaissances approfondies et donnant malgré tout des résultats souvent imprécis en raison des difficultés de réalisation du parallélisme indispensable dans les applications aux sciences et à l'industrie.

La mise en place des objets ou documents à photographier est longue et délicate. La fixation des papiers ou clichés, dans le cas d'agrandissement est chose ennuyeuse et fatigante pour les yeux. Les éclairages doivent être recherchés soigneusement.

Dans le cas de l'agrandissement, la source lumineuse doit être parfai-

(1) Communication faite par l'auteur en séance publique le 6 juin 1925.
(2) Siège social, 30, rue Singer, Paris (16e).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tement centrée pour assurer un éclairement égal sur toute la surface et la distance de cette source au condensateur varie suivant le rapport d'agrandissement et doit être modifiée chaque fois en conséquence.

Les différentes façons d'opérer donnent, surtout dans l'agrandissement, des résultats qui sont toujours inférieurs à ceux que l'on aurait obtenus en tirant par contact et l'agrandissement n'est alors plus employé que pour exécuter des documents de format au dessus des dimensions courantes de plaques que l'on trouve dans le commerce, c'est-à-dire 50×60 cm.

En outre, ces plaques présentent le triple inconvénient d'être fragiles, encombrantes et onéreuses; de plus, elles nécessitent l'emploi de plusieurs appareils énormes.

C'est dans le but de simplifier toutes ces manipulations délicates, causes de beaucoup d'insuccès et nuisibles à la vulgarisation de la photographie, que les Établissements Noxa ont créé cet appareil dont je vais en quelques mots vous indiquer le principe et vous démontrer les avantages.

Toute la technique ancienne est entièrement bouleversée. Le principe est ici de partir d'un format unique et réduit et d'opérer ensuite toujours par agrandissement.

Tout d'abord, que peut-on faire avec cet appareil? On peut photographier des objets ou documents quelconques et en tirer des épreuves à même échelle, plus petites ou plus grandes que l'original.

Photographie d'objets ou documents. — Point n'est ici besoin de rechercher l'emplacement de l'objet. Point n'est besoin d'attendre que la lumière du jour soit favorable et, si l'on travaille à la lumière artificielle, point n'est besoin d'avoir un matériel d'éclairage encombrant et difficilement maniable.

L'objet ou le document est placé sur la table elle-même. Un dispositif d'éclairage, faisant corps avec l'appareil, permet d'avoir un éclairage régulier.

La mise en plaque et la mise au point se font automatiquement à l'aide d'échelles graduées.

Les objets photographiés peuvent être silhouettés automatiquement grâce à la source lumineuse que l'on peut placer par dessous, de façon à supprimer les ombres portées; les objets sont ainsi photographiés comme s'ils étaient dans l'espace.

On se rend compte immédiatement de l'avantage que présente ce dispositif, si l'on songe que l'on évite ainsi le « détourage » à la main des objets photographiés, ce qui est long et délicat.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Agrandissement et réduction de clichés. — La source lumineuse, dont la difficulté de centrage a jusqu'à ce jour été la cause de beaucoup d'insuccès, est ici centrée automatiquement et l'opérateur n'a pas à s'en occuper.

Les clichés à agrandir, soit négatifs sur verre, soit négatifs sur pellicule, se placent facilement dans l'appareil et l'on peut voir la projection de l'image très facilement sur le plan horizontal.

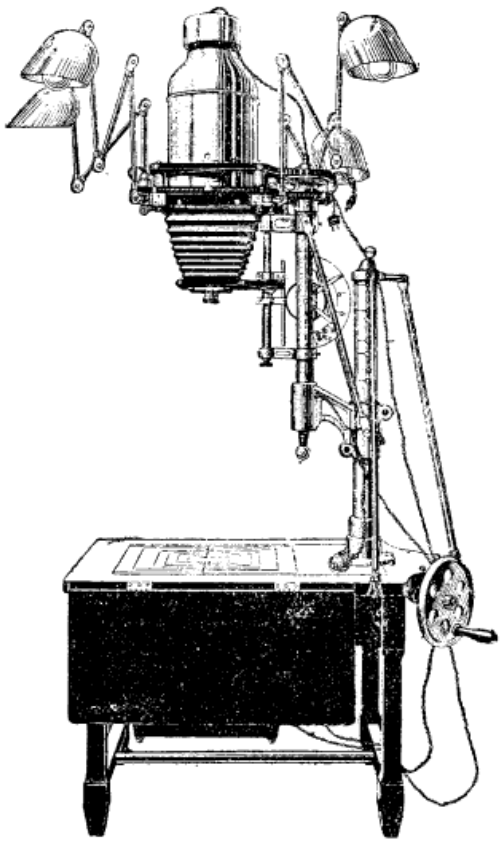


Fig. 1. — Appareil Noxa, exécutant automatiquement toutes les opérations photographiques (Photographie d'objets, de dessins, de documents; reproductions, réductions, agrandissements sur papier ou sur verre).

Le format et la mise au point se font automatiquement.

La disposition même des accessoires et le principe de l'éclairage diffusé donnent un agrandissement sans grain, ne nécessitant aucune retouche.

Les échelles sont graduées de manière à agrandir 1 à 8 fois le format du cliché initial et on a la certitude, avec cet appareil, que, en agrandissant 8 fois on obtient une netteté comparable à celle d'un tirage direct.

Description. — L'appareil Noxa (fig. 1) se compose de deux parties essentielles : la table qui sert à la fois de support à l'ensemble et de table de manipulation;

la partie mécanique composée du corps de l'appareil lui-même et des tiges graduées permettant la mise au format et la mise au point automatique.

La *table*, en chêne, possède en son centre une ouverture dont la grandeur est réglable grâce aux intermédiaires fournis avec l'appareil. Ces intermédiaires laissent toujours des ouvertures d'un format courant en photographie.

Sous la table un cône, formant boîte à lumière, sert à éclairer par dessous un objet placé sur un verre dépoli encastré dans un des intermédiaires du dessus de la table.

Sur chaque côté deux battants permettent de donner à la table une plus grande surface utile en cas de besoin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur l'arrière, un volant permettant de lever sans effort l'appareil et de le placer à sa position de travail convenable.

Sur le dessus un socle en aluminium sert de manchon au tube de soutien de l'appareil qui est maintenu dans la position verticale absolue au moyen de 3 branches en métal venant se fixer sur des pattes attachées à la table.

Une série de commutateurs permet de donner la lumière à l'endroit désiré.

4 trous percés sous la table à chaque coin permettent de placer des tiges articulées portant des lampes destinées à éclairer l'objet le mieux possible.

L'*appareil* se compose d'un corps métallique dans lequel se trouve l'encastrement pour les porte-clichés et porte-plaque.

Au dessus, un condensateur et, par dessus ce condensateur, une calotte en aluminium à l'intérieur de laquelle se trouve la lampe diffuse pour l'agrandissement.

Sous le corps de l'appareil un soufflet terminé par une planchette horizontale portant les 2 objectifs de 135 et 185 mm de longueur focale.

Un secteur gradué permet, au moyen des aiguilles dont le mouvement est assuré par une molette se manœuvrant à la main, d'obtenir instantanément la mise au point.

L'appareil repose sur un montage indéformable qui est terminé par une bague coulissant sur le tube principal gradué pour les formats.

Le déplacement de cette bague est assuré par le volant grâce à une vis sans fin et un jeu de pignons d'angle.

Manipulation. — Supposons que nous ayons un objet à reproduire à grandeur égale sur papier et que l'image soit silhouettée.

On place l'objet sur le verre dépoli de la table.

En se basant sur la table des rapports de l'appareil, on lève l'ensemble à l'aide du volant jusqu'à ce que la bague soit au chiffre indiqué.

On met en place l'objectif indiqué et on déplace l'aiguille de mise au point jusqu'à la graduation indiquée à la table des rapports et dont le chiffre correspond à celui de l'échelle des formats.

On oriente les lampes d'éclairage de côté pour obtenir le meilleur éclairage.

Puis, tout étant éteint, on place le châssis chargé d'une plaque négative dans l'appareil. On ouvre son volet et on allume les lampes d'éclairage pendant le temps de pose choisi.

Le temps d'exposition écoulé, on éteint les lampes, puis sans toucher à l'appareil, on allume les lampes du dessous qui ont pour but de silhouetter l'objet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le temps de pose écoulé, on éteint, on ferme le châssis et on développe.

Pour reprojeter au format exact de l'objet, on laissera les bagues et aiguilles aux mêmes graduations que pour la prise de vue, on placera la plaque même mouillée si besoin est dans le châssis et on allumera la lanterne supérieure.

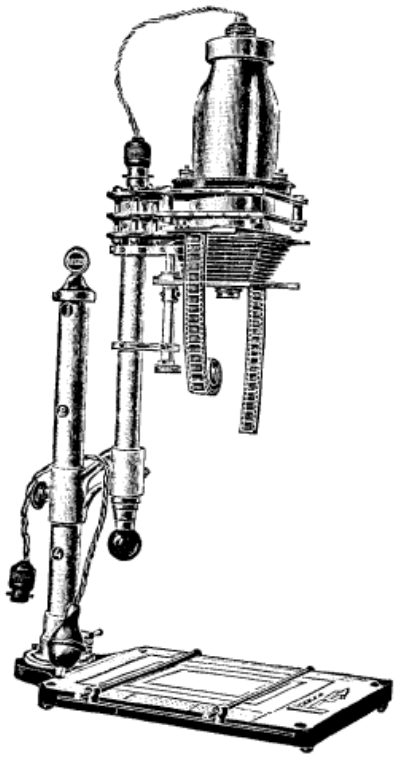


Fig. 2. — Appareil Noxa servant à agrandir les films de cinématographe.

On cadre le sujet, on éteint toutes les lampes sauf la lampe rouge de manipulation, on place le papier au bromure sur la table et l'on allume la lampe supérieure.

On pose le temps nécessaire puis l'on développe.

Remarque. — S'il s'agit d'un objet en épaisseur, la mise au point se fait sur la moitié de l'épaisseur. Pour cela on projette l'ombre d'une trame très fine sur un papier placé au milieu de l'épaisseur de l'objet et l'on met au point en déplaçant l'appareil à l'aide du volant.

On finit la mise au point pour les parties supérieure et inférieure de l'objet à l'aide du diaphragme.

Le temps de pose varie naturellement dans ce cas avec l'ouverture donnée et par conséquent avec l'épaisseur de l'objet pour un éclairage de même valeur.

*
* *

Il existe sur le même principe un appareil spécial (fig. 2) pour agrandir les films de cinématographe, dans les formats 13×18 cm, 18×24 cm ou 24×30 cm. Un dispositif permet de passer facilement la bande sans la couper et de choisir sur la projection l'image à agrandir.

Les résultats obtenus sont remarquables en ce sens que l'influence du grain de l'argent réduit est à peu près nulle, même au plus grand rapport d'agrandissement.

RENÉ ROSSIGNON.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'EXPOSITION INTERNATIONALE DES ARTS DÉCORATIFS ET INDUSTRIELS MODERNES

Le Pavillon de l'Art appliqué aux Métiers.

Le Pavillon de l'Art appliqué aux Métiers est entièrement dû à l'initiative de M. Marcel Magne, président de la Société de l'Art appliqué aux Métiers, auquel nous sommes heureux d'adresser ici nos félicitations pour cet ensemble si parfaitement réussi.

Cette construction a été édifiée avec le concours des architectes, M. Charles Henri Besnard et Bernard Haubold, secrétaire de la Société de l'Art appliqué aux Métiers (S. A. A. M.). Nous n'aurons garde d'oublier ici la collaboration toute désintéressée des entrepreneurs qui ont si libéralement concouru à l'édification du pavillon. Citons :

M. Alexandre Lafond, entrepreneur de maçonnerie et de béton armé, qui a fait tout le gros œuvre;

M. André Lafond, ingénieur;

M. Guinet, qui a fourni les revêtements en pierre et en marbre qui ont été posés par M. Schmit;

La charpente et la menuiserie sont dues à MM. Matrat et fils, qui sont également les auteurs de la porte en fer forgé;

C'est à MM. Larivière et C^{ie}, administrateurs de la Commission des Ardoisières d'Angers, qu'est dû le joli toit si agréablement vallonné;

M. Louis Brieu s'est spécialement occupé de l'éclairage électrique et il a réalisé de véritables merveilles d'ingéniosité et de bon goût, ce qui est d'autant plus remarquable qu'il s'est trouvé bien souvent devant des problèmes d'une solution difficile;

La maison Jomain et fils a fourni les fermetures extérieures en fer articulé; elle a su les agrémenter d'une façon fort intéressante par un joli travail de martelage;

Enfin c'est à MM. Max et Jean Braemer qu'on est redevable de tous les motifs de sculpture, moulés par Lahoust.

Extérieur du pavillon. — Sur l'Esplanade des Invalides, à gauche après avoir passé le portique de marbre rouge qui est contigu à l'exposition de la Manufacture nationale de Sèvres, on voit s'élever un gracieux pavillon dont la structure, faite de mignonnettes agglutinées dans du ciment, donne l'aspect du granit de Bretagne. A noter tout particulièrement le mélange d'ardoise pilée dans le ciment qui produit un curieux moirage. Le bâtiment est surmonté d'une galerie à jour dont le motif principal est emprunté à la courbe harmonieuse du jet d'eau, qui, depuis quelques mois, est constamment utilisé. aussi bien dans le décor des grilles en fer forgé que dans la composition des soieries.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Avec sa galerie ajourée, l'édifice, dans son ensemble, donne un peu l'impression de ces églises normandes dont les chapelles rayonnantes latérales auraient été, ici, occupées chacune par les chambres d'une habitation conçue suivant les dernières données. Cette ingénieuse disposition permet au public de passer en revue les différentes pièces dont se composerait un appartement muni du confort moderne, tout en évitant l'intrusion souvent malencontreuse de la foule dans les stands.

Signalons, en entrant, la grille qui clôture le pavillon ; elle est conçue dans un goût d'art nouveau à la fois sobre et tranquille et d'après des principes tout à fait rationnels.

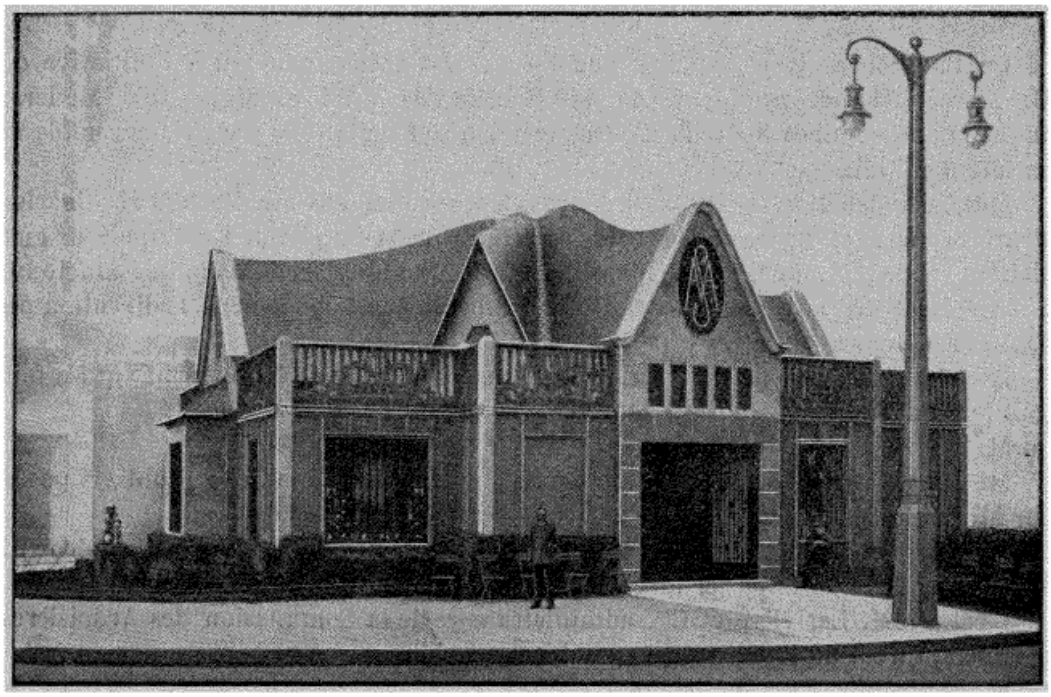


Fig. 1. — Vue extérieure du Pavillon de la Société de l'Art appliqué aux Métiers : Façade principale par Ch. H. Besnard ; Toiture exécutée par la Commission des Ardoisières d'Angers.

INTÉRIEUR DU PAVILLON. — Le *vestibule* est dû à M. Plumet, qui a dirigé avec tant d'autorité toute la partie artistique et architecturale de l'Exposition. On remarque à droite et à gauche deux jolies consoles en fer forgé que surmontent deux glaces ovales couronnées de corbeilles lumineuses en métal ouvragé exécutées par M. Dumas, ferronnier.

Ce vestibule, d'une tenue à la fois sobre et distinguée, est garni au pourtour de lambris de marbre noir du plus heureux effet qui ont été fournis par la maison Dervillé.

Rappelons que les sculptures et les staffs sont dus à M. Binet ; les stucs à MM. Julliot et Jouanneau ; les vitraux et le carrelage en mosaïque à la maison Labouret.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En entrant dans le hall, arrêtons-nous de suite devant la *cuisine* : c'est un petit chef-d'œuvre à la fois pratique et de bon goût. Certes, il n'y a pas à Paris une ménagère qui ne désirerait posséder dans son home un pareil laboratoire pour la préparation et la cuisson des aliments. Les meubles sont laqués en vert. Au mur on remarque des revêtements en « marmoterrazzo » par H. de Castro. Le fourneau-cuisinière sort des Fonderies de Rosières.

Au-dessus du fourneau est une hotte vitrée qui laisse pénétrer le jour. Tous

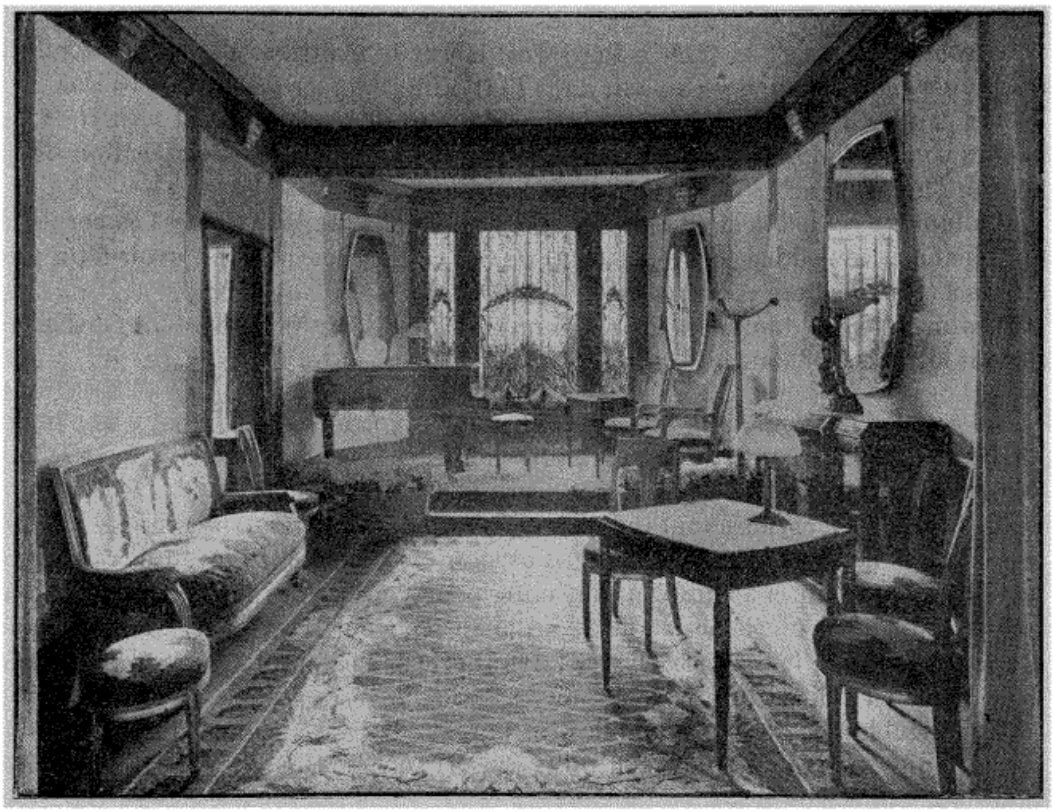


Fig. 2. — Pavillon de la Société de l'Art appliqué aux Métiers : Grand salon par Marcel Magne.

les aménagements et ustensiles ont été fournis par le Bazar de l'Hôtel-de-Ville de Paris.

Ce fut M. Jacques Bonnier qui présida à l'installation de cette cuisine modèle.

A côté se trouve la *chambre des enfants* composée par M. J. Hardion, architecte, et Mlle P. Richon, décorateur. La menuiserie a été exécutée par des artisans tourangeaux.

Avec ses deux lits jumeaux, cette pièce donne une impression de gaieté, de fraîcheur et de simplicité qui convient si admirablement à une « nursery ».

Les lits dans leur simplicité sont d'un modèle élégant et bien proportionné à leur usage. La jolie bande brodée qui les surmonte rappelle *La marche à l'étoile* et *L'adoration des mages*, pensée élevée qui, nulle part ailleurs qu'en ce sanctuaire de l'espérance, ne saurait mieux se trouver à sa place.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'alliance de la peinture et de la sculpture dans les meubles ajoute une note gaie au charme de cette petite pièce à la fois si agréable et si parfaite dans son ensemble.

Le *grand salon* est une composition de M. Marcel Magne. Il est divisé en deux parties; l'une forme le « bow-window » et recèle un important piano de Regy qui présente cette particularité de pouvoir donner des sons depuis les notes du piano ordinaire jusqu'à la douce harmonie des orgues : ce miracle a été réalisé à l'aide de la fée électricité.

A côté est disposée la table à thé : c'est là que la maîtresse de maison conduit ses invités pour les engager à venir dans l'intimité échanger des propos badins.

Les murs du salon, revêtus de plaques de marbre blanc artificiel encadrées de bandes sombres, donnent une grande impression de fraîcheur (Composition de la Maison Thomas).

La lumière est habilement répartie dans des paniers lumineux placés en corniche qui répandent une douce clarté, retirant ce que cette pièce pourrait avoir d'un peu solennel (Maison Doré et Schneider).

Les meubles en tapisserie d'Aubusson sont d'un décor moderne tout particulièrement intéressant (Maison Roumy et Fabrique d'Aubusson).

Le *boudoir* de Madame a été composé par M. Pierre Sardou. Il est d'une tonalité bleue frotté d'argent et donne l'impression de ces étoffes de soie glacées à reflets (Maison Chatel et Tassinari, d'après les cartons de Mme Madier).

Ce boudoir est le cadre tout indiqué pour les jolies toilettes dont aime à s'habiller la maîtresse de maison. Dans cet étroit espace, on a trouvé le moyen de réduire le mobilier au minimum en utilisant les murs pour y tailler des vitrines, y créer une alcôve, y installer une glace étamée garnie au pourtour d'un filet clair éclairé par derrière à l'aide de lampes électriques (Menuiserie de la Maison Mesnard, miroiterie de la Maison Tardif et Brieu).

Les meubles de formes arrondies, le bureau, la lampe coiffée d'un abat-jour bleuté, tout semble indiquer l'intimité : c'est le home dans ce qu'il a de plus charmant et de plus délicieux (Meubles et sièges de la Maison Schugt et Baudoin, verrerie d'art de la Maison Delvaux).

Ajoutons enfin que les peintures décoratives sont l'œuvre de M. de Malherbe.

L'*oratoire*, composé par M. Bernard Haubold, rappelle, dans son intimite, les chapelles du XII^e^ siècle. Son aspect général a quelque chose de byzantin, d'une tonalité à la fois riche et douce. Les couleurs jaune, rouge et or se marient délicieusement et donnent à ce lieu de prières une harmonie et une poésie tout à fait particulières.

Les revêtements des murs en marbre restent dans une note parfaitement concordante avec les mosaïques. La niche en cul de four, derrière l'autel, donne une impression remarquable de grandeur et d'élévation (Revêtements et dallages en marbres de la Maison E. Bernard; mosaïques d'émail exécutées par la Société des Anciens Établissements Guilbert Martin d'après la composition de M. Maurice Denis).

L'oratoire est éclairé par une fenêtre en forme de rose garnie d'un vitrail représentant la *Mater dolorosa*; cette œuvre a été exécutée par Jacques Gruber. Ce petit temple

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la prière reçoit, tamisée, une lumière douce, qui semble inviter encore davantage au recueillement.

L'autel et l'orfèvrerie religieuse sont sortis des ateliers de la Maison Poussielgue et toute la ferronnerie a été exécutée par la Société des Établissements E. Borderel et Robert sur les plans de M. Raymond Subes.

La *chambre de Madame* a été composée par Mme E. Aubertin. D'un style riche et d'un art discrètement nouveau, le mobilier de cette pièce s'harmonise avec les tentures de soie qui garnissent les murs et sortent de la Maison Cornille et Cie.

L'éclairage, judicieusement réparti, ajoute encore au charme de cette pièce intime, somptueuse par son décor et cependant infiniment pratique.

Le tapis, exécuté par la Fabrique d'Aubusson, est parsemé de fleurs au brillant coloris; il reste en liaison intime avec les incrustations qui décorent les meubles de cette chambre. Ces meubles sont dus, pour l'exécution, à la Maison Bâtel.

A noter l'ingénieuse distribution de l'électricité qui est dissimulée dans des coupes en verre moulé exécutées par MM. Genet et Michon.

La *chambre de Monsieur* a été composée par L. Sorel. Elle est remarquable par son plafond à moulures formées de bois clair alternant avec le bois foncé; elle est lambrissée à l'aide d'une boiserie composée d'un damier blanc et noir; au-dessus, un décor en fibro-ciment fond or avec frottis patiné. Les lambris sont dus à MM. Michon et Pige.

Le parquet est en ciment avec incrustation de mosaïques de bois. Il a été exécuté par la Maison Noël.

Les meubles sont incrustés de nacre et comportent des médaillons, au centre desquels se trouvent des papillons étincelants protégés par une glace (Maison Jacquemin, de Strasbourg).

Sur les murs les beaux panneaux décoratifs sont dus à l'artiste bien connu Jouve. Enfin M. Dilly a fourni les appareils d'éclairage.

Le *fumoir* en chêne teinté a été composé par Mlle A. Richon. Il est d'un style sévère égayé toutefois par deux jolis panneaux en tapisserie de M. Lunot Bassereau.

La bibliothèque, prise dans la boiserie même, invite au travail; elle a été exécutée par Goumain.

Le canapé, compris dans le cintre de la pièce, semble inviter à une douce rêverie (Maison Metra, Lecuyer et Cie).

La cheminée, d'un agréable ton violacé, est composée de briques qui remplacent avantageusement les consoles de marbre dont l'usage est aujourd'hui si désuet (Composition de M. Loebnitz).

L'éclairage, dû à la Maison Doré, discrètement voilé, ajoute encore au charme de la pièce.

Signalons les beaux travaux en marqueterie de la Maison Buffard Frères.

Dans la *salle à manger*, la décoration fixe est due à M. Marcel Magne et l'ameublement a été composé par Boisselier.

Ce qui frappe tout d'abord le regard du visiteur, c'est le parquet formé de bois teinté d'une charmante tonalité et d'un décor réellement nouveau. Il a été exécuté par la Maison Mesnard.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les meubles, d'un aspect un peu massif, sont allégés par des moulures sculptées; ils sont dus à MM. Haentges Frères. Les chutes sont en forme de draperies, de jolis ovales donnent une tache brune sur le fond d'une chaude tonalité due au bois de thuya.

Les murs imitent les jolis marbres jaunes de Sienne et s'harmonisent agréablement avec le mobilier de la pièce (Marbres artificiels de la Maison Thomas).

La vaisselle-verrerie est de Géo Rouard, d'après les modèles de Goupy.

Les appareils d'éclairage sont de Genet et Michon.

Les bas-reliefs ont été exécutés par Saupique.

Le *cabinet de travail* a été composé par Bagge. Les boiseries de palissandre forment des panneaux fort simples qui tirent toute leur richesse de la beauté des bois et de la perfection du vernis.

Le bureau, de forme ovale, terminé par deux parties rectangulaires, porte sur des pieds en forme de dos de livre (Ameublement de Saddier).

La table octogonale, d'un travail analogue, est d'une jolie proportion.

Près de la fenêtre de chaque côté du radiateur, deux larges sièges sont aménagés dans la boiserie et permettent de se chauffer tout en restant près du jour.

Les appareils de chauffage, formés de radiateurs apparents, constituent une fort heureuse création des Fonderies de Brousseval.

On notera les reliures de Mme Hirsch et les appareils d'éclairage de Guinier.

La *salle de bains* est entièrement due à l'ingéniosité de M. Adrien Bruneau, dont M. René Abel, céramiste, s'est montré le dévoué collaborateur.

Cette salle de bains, exécutée entièrement en mosaïque, donne une impression de fraîcheur et de confort qui répond admirablement bien aux nécessités d'une habitation moderne. La baignoire, incrustée dans le sol, la console, la toilette, les petites vitrines latérales, tout est disposé avec art. Le choix des tons de la mosaïque éclairée par le haut est d'un effet particulièrement harmonieux.

Terminons cette visite par le *hall* composé par M. Besnard, architecte, avec la collaboration de MM. Matrat et fils pour la charpente et de M. Zwoboda pour les travaux de peinture et de décoration.

Au centre, le regard est tout d'abord attiré par la magnifique statue en marbre blanc due au ciseau de M. Delamare.

L'impression que donne ce hall est plutôt surprenante avec sa tonalité foncée dans laquelle, comme des pierres précieuses, brillent quatre vitraux de Jacques Gruber qui s'enchâssent dans le bois.

A lui tout seul, le plafond constitue un chef-d'œuvre de menuiserie comme aimaient tant à en créer nos aïeux, dont nous cherchons si souvent à copier l'impeccable technique, sans arriver à pouvoir l'égaler.

En résumé le pavillon de l'Art appliqué aux Métiers indique un effort considérable; il ne peut manquer d'avoir une influence heureuse sur l'art et l'industrie dont l'alliance depuis longtemps préconisée est enfin réalisée et a produit l'importante manifestation que constitue l'Exposition des Arts décoratifs et industriels modernes.

HENRY RENÉ D'ALLEMAGNE,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMITÉ DE COMMERCE

La situation économique de Reims et de sa région.

Détruits — pour plus des trois quarts — au cours des incessants bombardements, les immeubles civils et industriels de la ville de Reims ont été en grand nombre reconstitués, pour partie au moyen des dommages de guerre payés, pendant une première période, en argent, et pour partie grâce à des crédits consentis par les entrepreneurs confiants dans la continuation de ce régime financier.

Malheureusement l'État a été contraint, par la carence des versements des indemnités attendues des Allemands, à ne plus remettre en payement que des bons, escomptables à long terme. Il est résulté de ce fait une situation très difficile, caractérisée en particulier par l'arrêt des travaux de reconstitution des établissements industriels, dont la remise en marche pouvait seule ramener ou maintenir dans la ville une population suffisante pour occuper les nombreux immeubles d'habitation remis en état.

Cette pénible situation a amené la constitution à Reims d'une « Ligue pour le développement industriel, commercial et ouvrier de Reims et de sa région (1) ».

Cette ligue s'efforce avec juste raison d'attirer l'attention générale sur cette situation d'une grande ville, jadis très prospère, qui offre de nombreux terrains industriels bien desservis par les moyens de communication les plus divers, et des logements récemment reconstruits, vacants en grand nombre, et dans laquelle plusieurs des industries régionales ne se sont point encore reconstituées, faute de capitaux ou d'hommes d'action. Cette situation mérite, semble-t-il, d'attirer l'attention de ceux qui ont le désir bien justifié de chercher à se créer une situation par emploi judicieux des capitaux dont ils peuvent disposer.

E. GRUNER,
membre du Conseil.

(1) Bureau, 21, rue de Chativesle, à Reims.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE

DU 24 OCTOBRE 1925

Présidence de M. A. MESNAGER, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 6 juin 1925 est adopté.

Sont présentés pour devenir membres de la Société d'Encouragement :

THE SCIENCE MUSEUM, South Kensington, London S. W. 7 (Angleterre), présenté par Sir Robert A. Hadfield et Sir Hugh Bell;

M. RETEL (Jules, Marie, René) (), Ingénieur civil des Mines, Administrateur-Directeur de la Société d'Applications électro-mécaniques, 5, quai Aulagnier, Asnières (Seine), présenté par MM. Eschwège et R. de Fleury;

M. SCHŒLLER (André) (), Ingénieur E. C. P., licencié en droit, directeur technique des Boulonneries et Ferronneries de Vieux-Condé, 17, rue Victor-Hugo, Vieux-Condé (Nord) (1926), présenté par M. Jacques Herrenschmidt et M. E. Lemaire;

M. TANBERG (Arthur, P.), chimiste Ph. D., Experimental Station, E. I. de Pont de Nemours et Co, Wilmington, Del. (États-Unis), présenté par la société L'Air liquide et la Société chimique de la Grande-Paroisse;

M. DRILHON (Robert), ingénieur-électricien E. S. M. E., ingénieur-conseil, applications générales de l'électricité à l'agriculture, 44, rue Nicolo, Paris (16e), présenté par M. J. Blondin et M. E. Brylinski.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. MESNAGER, *président*. — J'ai le très vif regret de vous annoncer la mort d'un de nos plus anciens membres du Conseil, M. **Léon Appert**, décédé le 16 juillet à l'âge de 88 ans, qui, depuis 1885, faisait partie de notre Comité des Arts chimiques.

Sorti de l'École Centrale en 1856, Léon Appert n'a jamais cessé d'appartenir à la grande maison créée par son père avec sa collaboration et ensuite celle de son frère, maison qui, dès lors, n'a fait que croître en renommée. Ses procédés pour le soufflage mécanique du verre, pour le verre perforé, pour le moulage des verres cylindriques et des réflecteurs, pour le verre armé, sont aujourd'hui appréciés et adoptés partout.

Il s'occupa aussi, avec succès, de l'industrie des ciments, qui lui doit de notables progrès, et de recherches sur la composition des verres des vitraux anciens. Il reconnut les raisons de leur bonne conservation et remit en pratique des procédés de fabrication anciens dont la formule était perdue.

M. L. Appert avait été président de la Société des Ingénieurs civils de France, président, puis président d'honneur de la Chambre syndicale des Verriers de France, deux fois vice-président de notre Société. Il était officier de la Légion d'honneur et décoré de plusieurs ordres étrangers.

Léon Appert a été un des plus dévoués et des plus précieux collaborateurs de notre Société; il lui a consacré une grande partie de son temps : non seulement, il l'a fait profiter, par ses conseils, de son expérience de praticien éprouvé, mais encore il a donné dans son *Bulletin* de nombreux rapports très détaillés dont la plupart constituent des monographies complètes et parfaites sur un sujet ou une invention; il lui a' donné aussi des mémoires sur les questions qu'il avait le plus étudiées. Ce fut un travailleur infatigable jusque dans ses dernières années, le type de l'ingénieur toujours prêt à mettre en pratique les dernières découvertes de la science et à réaliser cette association si fructueuse de l'usine et du laboratoire.

Il laisse aussi le souvenir d'un homme dévoué, bienveillant, aimé de tous ceux qui ont été en rapport avec lui. Notre Société adresse à sa famille ses sincères et très vives condoléances.

M. MESNAGER, *président*. — J'ai le plaisir de vous annoncer la promotion ou la nomination de plusieurs de nos collègues du Conseil dans l'ordre de la Légion d'honneur.

M. A. RATEAU, membre de notre Comité des Arts mécaniques et M. LE CESNE, membre de notre Comité de Commerce, ont été promus commandeurs.

M. Jean CARPENTIER a été nommé chevalier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D'autres membres de notre Conseil ont été l'objet de distinctions particulières.

M. Léon Guillet, membre du Comité des Arts chimiques, directeur de l'École Centrale, a été élu membre de l'Académie des Sciences le 22 juin.

M. Henry Le Chatelier, président de notre Comité des Arts chimiques, ancien président de notre Société, et Sir Robert Hadfield, membre correspondant de notre Société (Comité des Arts chimiques), ont reçu tous deux, le 8 octobre, la grande médaille d'or de la Société de Chimie industrielle, à l'occasion de son cinquième Congrès.

M. de Fréminville, *secrétaire général*, dit qu'il a représenté la Société au 2nd Congrès international de l'Organisation scientifique du Travail qui vient de se tenir à Bruxelles; ce congrès, organisé par la Société des Ingénieurs et Industriels de Belgique avec le concours de la Conférence de l'Organisation française, en ce qui concerne les relations avec les adhérents français, a remporté un très vif succès; toutes les communications qui y ont été faites ont été fort intéressantes et très remarquées. M. Henry Le Chatelier et M. Henri Fayol ont pris part à ce congrès.

M. Mesnager, *président*. — L'Administration de l'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes a donné le 6 octobre un banquet suivi d'une soirée musicale et artistique où elle a invité un certain nombre de notabilités parisiennes. Elle n'a pas oublié la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Ce fut une fête extrêmement réussie, donnée dans un cadre monumental.

J'ai représenté aussi la Société d'Encouragement au banquet donné par le Congrès de Chimie appliquée à l'Hôtel Terminus, le 7 octobre, sous la présidence de M. Borel, ministre de la Marine, membre de l'Académie des Sciences. Le Ministre, avec beaucoup d'à-propos, dans son discours, a insisté sur la nécessité des progrès de la science pure pour le développement de la science appliquée.

M. Ch. de Fréminville, *secrétaire général*, présente et analyse quelques-uns des ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque :

Méthode pratique pour le calcul du béton armé, par Henri Dumontier, avec un recueil d'abaques. Paris, Les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel (5e), 1925 (Don de M. Mesnager, président de la Société);

America and the new epoch, par C. P. Steinmetz. New York, Harper, 1916 (Don de M. H. Le Chatelier, membre du Conseil);

The great news, par Charles Ferguson. New York, Mitchell Kennerley, 1915 (Don de M. H. Le Chatelier, membre du Conseil);

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

America entangled, par J. P. JONES. New York, A. C. Laut, 286 Fifth avenue, 1917 (Don de M. H. Le Chatelier, membre du Conseil);

L'organisation du travail dans les grands ateliers de locomotives de la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, par Marcel BLOCH. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925 (Don de l'auteur);

Un grand ingénieur, Henri Fayol, par Henri VERNEY. Saint-Étienne, 19, rue du Grand-Moulin, 1925 (Don de la Société amicale des Anciens Élèves de l'École nationale des Mines de Saint-Étienne);

Un grand métallurgiste, Alexandre Pourcel, par C. MAGNINY. Saint-Étienne, 19, rue du Grand-Moulin, 1925 (Don de la Société amicale des Anciens Élèves de l'École nationale des Mines de Saint-Étienne);

Banquet offert par la Société amicale des Anciens Élèves de l'École nationale des Mines de Saint-Étienne, le 7 juin 1925 à Paris, *à MM. Henri Fayol et Alexandre Pourcel* (Don de la Société amicale des Anciens Élèves de l'École nationale des Mines de Saint-Étienne);

Le fondateur de la doctrine administrative : Henri Fayol. Étude de M. Henri VERNEY. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925;

Notes sur la direction des entreprises, par COUILLIEAUX. Paris, Émile Larose, 11, rue Victor-Cousin (5e), 1925 (Don de l'auteur);

Les essais de fatigue des métaux et les machines Amsler pour leur exécution, par Pierre BREUIL. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925 (Don de l'auteur);

L'usure des métaux et les moyens de l'apprécier par l'emploi de la nouvelle machine d'usure Amsler, par Pierre BREUIL. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925 (Don de l'auteur);

Mémorial des fêtes d'Alais, octobre 1889. Érection de la statue Jean-Baptiste Dumas. Inauguration du Lycée. Inauguration du buste du Marquis de la Fare-Alais. Alais, Imp. J. Martin, 1890 (Don de M. Rigaud);

Calculs numériques et graphiques, par Émile GAU (Collection Armand Colin (Section de mathématiques, n° 60). Paris, Armand Colin, 103, boulevardS aint-Michel (5e), 1925;

L'équipement électrique des voitures automobiles. Allumage, éclairage, démarrage, par Pierre PRÉVOST (Bibliothèque du chauffeur). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925;

Cours d'exploitation des mines professé à l'École spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie, par L.-E. GRUNER. Livre VI : Accidents et hygiène. Installations à la surface. Statistiques. Règlements. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1925;

Ondes hertziennes, par H. BOUASSE (Bibliothèque scientifique de l'Ingé-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

nieur et du Physicien). Paris, Librairie Delagrave, 15, rue Soufflot (5e), 1925;

Métallurgie du cuivre et alliages de cuivre, par M. Altmayer et Léon Guillet. (Encyclopédie minière et métallurgique). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925;

Actualités sur les machines-outils, les appareils de levage et de manutention mécanique. Monographie de vulgarisation scientifique et industrielle publiée sous la direction de Paul Dufour. Paris. Éditions « Science et Industrie », 22, avenue Montaigne, 1925;

L'enseignement de la comptabilité des prix de revient dans les universités et écoles supérieures aux États-Unis. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1925;

Recent and early information about ancien and medieval ships, par Elliot Snow;

Pour comprendre le ciel et l'atmosphère, par J. Rouch (Bibliothèque du tourisme). Paris, Librairie Hachette, 79, boulevard Saint-Germain (6e), 1925;

Cours de construction des éléments et des organes de machines. Calcul et tracé, par J. Deguillaume. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1925;

Machines-outils pour le travail des métaux (Cours supérieur), par Camille Roure (Bibliothèque d'enseignement technique et professionnel). Paris, G. Doin, place de l'Odéon (6e), 1925;

Cours pratique de forge et de chaudronnerie, par M. Cabiac (Bibliothèque d'enseignement technique et professionnel). Paris, G. Doin, place de l'Odéon (6e), 1925;

Cours pratique de filetage. Détermination des roues de filetage. Exécution méthodique des vis et écrous, par A. Cerles (Bibliothèque d'enseignement technique et professionnel). Paris, G. Doin, place de l'Odéon (6e), 1925;

Actualités sur l'organisation industrielle. Monographie de vulgarisation scientifique et industrielle publiée sous la direction de Paul Dufour. Paris, Éditions « Science et industrie », 22, avenue Montaigne, 1925;

L'échappement à trèfle des locomotives de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, par Marcel Japiot (Extrait de la Revue générale des Chemins de fer, juillet 1925). Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925 (Don de la Compagnie des Chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée);

Étude sur l'écoulement des fluides en général, par A. Lebrasseur et F. d'Espine (Extrait de « Chaleur et Industrie »). Paris, Édition de « Chaleur et Industrie », 5, rue Michel-Ange;

Service technique de l'Aéronautique. — Vocabulaire en trois langues des termes techniques employés en aéronautique. Fascicule I : allemand-français-anglais. Issy-les-Moulineaux, 2, rue Jeanne-d'Arc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Manuel typographique utile aux gens de lettres, etc., par FOURNIER LE JEUNE, édité à Paris en 1766. Cet ouvrage en deux tomes, don de M. Legros, membre de la Société, est remarquable à divers titres, notamment en ce que l'auteur y préconise l'unification des types employés en imprimerie, grâce à l'emploi d'une unité typographique commune, le « point » qui est d'ailleurs devenue internationale. C'est le premier essai de normalisation industrielle.

M. Paul DUMANOIS, directeur des Services techniques de l'Office national des Combustibles liquides, membre du Conseil de la Société d'Encouragement, fait une communication sur *Les moteurs à explosion et le problème du carburant* (1).

M. Maurice CURIE, docteur ès sciences, fait une communication sur une *Lampe électrique à incandescence demi-watt n'émettant pas de radiations ultra-violettes* de son invention (*lampe Opticia*) (2).

La séance est levée à 18 h. 45 m.

(1) Voir le texte *in extenso* de cette communication dans le présent numéro du *Bulletin*, p. 730.
(2) Voir le texte *in extenso* de cette communication dans le *Bulletin* d'octobre 1925, p. 700.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE
EN OCTOBRE 1925.

PARTINGTON (J. R.). — **The alkali industry** (*Industrial chemistry series*). 2d ed. In-8 (22 × 14) de XI + 344 p., 85 fig. **Bibliographies.** London, Baillière, Tindall and Cox, 1925. **16991**

COISSAC (G.-MICHEL). — **Histoire du cinématographe de ses origines jusqu'à nos jours.** In-8 (25 × 16) de XV + 604 p., 136 fig. avec une liste des brevets français pouvant concerner les appareils cinématographiques depuis l'année 1890 jusqu'à l'année 1900 incluse, p. 587-599. Paris, Éditions du « Cinéopse », 73, boulevard de Grenelle; Librairie Gauthier-Villars et Cie, 1925. **16992**

TASSY (EDME) et LERIS (PIERRE). — **Les ressources du travail intellectuel en France.** *Supplément* (*1921-1923*). In-8 (23 × 14) de IX + 100 p. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924. **16235**

CHANSOU (MARCEL). — **Manuel de la construction en ciment et en ciment armé** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 424 p., 338 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **16993**

KRETZSCHMAR (CH.). — **Le livret du fourreur** (*Le livret du métier*). In-16 (17 × 13) de 120 p., 19 + XVIII fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 1925. **16994**

TRUCHET (FRANCIS). - **Appareillage des industries électrochimiques et électrométallurgiques. Application à la fabrication du carbure de calcium et du ferrosilicium.** In-8 (25 × 16) de VIII + 194 p., 132 fig, Paris, Dunod, 1925. **16995**

DEJUST (J.). — **Machines à vapeur et machines thermiques diverses.** 2e édition mise à jour par A. DOZOUL (*Bibliothèque de l'Ingénieur de Travaux publics*). In-12 (18 × 12) de 657 p., 440 fig. Paris, Dunod, 1925. **16996**

CASANOVA (PIERRE) et MARRE (FRANCIS). — **Les parlementaires aux abattoirs** (Histoire d'une proposition de loi relative au marché de La Villette). In-12 (19 × 13) de 272 p. Paris, Éditions scientifiques françaises, 25, rue Lauriston (16e), 1925. **16997**

ARCAY (G.). — **Recherches expérimentales sur l'amortissement des oscillations d'un balancier (influence des huiles).** Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de docteur ès sciences physiques. In-8 (24 × 15) de 66 p., 25 fig., IX pl. Besançon, Imp. Jacques et Demontrond, 1925 (*Don de l'auteur*). **16998**

DE ROUSIERS (PAUL). — **Les grandes industries modernes. III : Les industries textiles.** In-12 (19 × 12) de 263 p. Paris, Librairie Armand Colin, 1925. **16999**

LABRIFFE (CH.). — **Manuel de tissage. II : Tissus complexes** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 306 p., 445 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **17000**

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ÉLECTRICIENS. — **Rapports présentés à la Semaine d'octobre 1925.** In-4 (27 × 18). I : **Production. Éclairage et chauffage. Electrochimie,** de 72 + 44 + 21 p., fig. — II : **Appareillage. Canalisations. Traction,** de 93 p., fig., II pl. — III : **Télécommunications. Recherches et mesures,** de 94 + 46 p., fig. Paris, Société française des Électriciens, 14, rue de Staël; Etienne Chiron, 1925. **17001-3**

LEFEBVRE DES NOËTTES (Commandant). — **La force motrice animale à travers les âges.** In-8 (22 × 14) de VIII + 138 p., LXXX pl. Paris, Berger-Levrault, 1924. **17004**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

***

Don de M. L.A. Legros, membre correspondant.

LEGROS (L. A.). — **Typecasting and composing machinery** (Extrait des *Minutes of Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 1908). In-8 (21 × 14) p. 1027-1221, 126 fig., XV pl. London, 1908. **17005**

LEGROS (L. A.). — **Traction on bad roads or land** (Extrait des *Minutes of Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 1918). In-8 (21 × 14) p. 55-194, 163 fig., XL pl. London, 1918. **17006**

LEGROS (L. A.) and ECKENSTEIN (O.). — **Typographical printing-surfaces. Technical vocabulary (English-French-German)**. In-8 (25 × 15) de 20 p. London, William Clowes and Sons, 1915. **Pièce 12983**

LEGROS (L. A.). — **The development of road locomotion in recent years** (Extrait des *Minutes of Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 1910). In-8 (21 × 14) p. 1525-1592, 13 fig. London, 1910. **Pièce 12984**

LEGROS (L. A.). — **The use of pressed steel in automobile construction** (Extrait de *The Institution of Automobile Engineers*, 1911). In-8 (21 × 14) p. 347-389, 55 fig., XIV pl. London, 1911. **Pièce 12985**

LEGROS (L. A.). — **The transmission of power from the engine to the road wheels in motor vehicles** (Extrait de *The Incorporated Institution of Automobile Engineers*, 1909). In-8 (22 × 14) p. 335-382, 26 fig. London, 1909. **Pièce 12986**

LEGROS (L. A.), — **Fracture of axles originatin g in drilled holes** (Extrait des *Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, Vol. CLXIV, session 1905-1906, part II). In-8 (21 × 14) de 4 p., 1 pl. London, 1906. **Pièce 12987**

LEGROS (L. A.). — **Presidential address** (Extrait de *The Institution of Automobile Engineers*, session 1916-17). In-8 (21 × 14) de 32 p., VII + VIII pl. London, 1917. **Pièce 12988**

LEGROS (L. A.). — **Traction across country** (Extrait de *Engineering*, february 22 and 29, march 7 and 14, 1924). In-4 (34 × 25) de 14 p., 66 fig. London. 1924. **Pièce 12989**

LEGROS (L. A.). — **Tanks and chain-track artillery** (Extrait de *The Automobile Engineer*, march and april 1922). In-4 (34 × 25) de 12 p., 33 fig. London, 1922. **Pièce 12990**

***

INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE (Rome). — **Le mouvement international des engrais et produits chimiques utiles à l'agriculture.** 15e revue, année 1924-25 (Extrait de l'*Annuaire international de statistique agricole*, 1924-25). In-8 (24 × 17) de 32 p. Rome, 1925. **Pièce 12976**

DOLLFUS (EMILE). — **Camille de Lacroix (1841-1924)**. (Extrait du *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, juin-août 1925). In-8 (25 × 16) de 7 p., 1 pl. Mulhouse, Imp. Bader et Cie, 1925. **Pièce 12977**

BEL (JEAN MARC). — **La carte géologique du Congo belge de M. P. Fourmarier** (Note du Comité de Commerce de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale). (Extrait du *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, juin 1925). In-4 (27 × 21) p. 475-482. Paris, 44, rue de Rennes (6e), 1925 (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration*). **Pièce 12978**

BEL (JEAN MARC). — **L'industrie minière dans nos colonies** (Extrait du 5e *Congrès de l'Union des Sociétés industrielles de France, Lille 12-15 juin 1924*). In-4 (27 × 21) de 12 p. Lille, Imp. L. Danel, 1925). (*Don de l'auteur, membre du Conseil d'Administration*). **Pièce 12979**

VERMILLET (Mlle). — **Le livret de la repasseuse.** Technologie. Hygiène. Suivi de Conseils pratiques, par Mlle CRAVE (*Le livret du métier*). In-16 (17 × 13) de 66 p., 34 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 1925. **Pièce 12980**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

FREYERMUTH (C.) et ERDMANN (B.). — **Le dessin du tailleur** (*Le livret du métier*). In-16 (17 × 13) de 34 p., avec un atlas (38 × 26) de XXXV pl. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, Léon Eyrolles, 1925. **Pièces 12981-2**

***

Mémorial des poudres, publié par les soins du SERVICE DES POUDRES, avec l'autorisation du Ministre de la Guerre. — Tome XXI (4e fascicule). Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924. **Pér. 223**

PRÉFECTURE DE POLICE (2e Division : 2e Bureau). — **Rapport sur les opérations du Service d'inspection des Etablissements classés dans le Département de la Seine pendant l'année 1923,** présenté à M. le Préfet de Police par M. E. PORTIER. Paris, Imp. Chaix, 1925. **Pér. 245**

SERVICE TECHNIQUE DE L'AÉRONAUTIQUE. — **Bulletin technique,** n° **29** (septembre 1925) : *Erreurs de mesures et tolérances accordées aux calibres vérificateurs de cônes et de filetages*, par le Commandant FRAICHET. — *Précis sur la détermination d'anneaux dynamométriques*, par P. DUPONT. — *Etude expérimentale sur la résistance à la traction d'assemblages fer-bois*, par R. GADANT, 44 p., fig. Issy-les-Moulineaux (Seine), 2, rue Jeanne-d'Arc, 1925. **Pér. 117**

Science et industrie. — N° **149** (1925) : *Les industries métallurgiques et minières*, 245 p., fig. Paris, 22, avenue Montaigne. **Pér. 111**

SOCIÉTÉ DES SCIENCES NATURELLES DU MAROC. — **Mémoires.** N° X (**1925**) : *Les bryozoaires du Maroc et de Mauritanie* (1er mémoire), par F. CANU et R.-S. BASSLER, 79 p., IX pl. Rabat. Institut scientifique chérifien ; Paris, Emile Larose, 1925. **Pér. 469**

ROYAUME DE BELGIQUE. — MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE. — INSPECTION DU TRAVAIL ET DES ETABLISSEMENTS DANGEREUX, INSALUBRES OU INCOMMODES. — **Rapports annuels de l'Inspection du Travail.** 25e année, **1924**. Bruxelles, J. Lebègue et Cie ; Albert Dewit, 1925. **Pér. 277**

NATIONAL PHYSICAL LABORATORY. — **Collected Researches.** Vol. XVIII, **1924**. London, 1925. **Pér. 62**

ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH. — **Transactions.** Vol. LIII, part III (session 1924-25). Edinburgh, 1925. **Pér. 2**

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS. — **Transactions.** Vol. LXVII, **1925**. London, W. C. 2., 5, Adelphi Terrace. **Pér. 222**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Scientific Papers,** Vol. XX (**1925**), nos **503** : *A flow calorimeter for specific heats of gases*, by N. O. OSBORNE, H. F. STIMSON, T. S. SLIGH, p. 119-151, 13 fig. — **506** : *Theory and interpretation of experiments on the transmission of sound through partition walls*, by E. BUCKINGHAM, p. 193-219, 2 fig. — **507** : *A new interference apparatus for testing haemacytometers*, by C. G. PETERS, B. L. PAGE, p. 221-236, 8 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Technologic Papers,** Vol. XIX (**1925**), nos **278** : *Effect of twist on the physical properties of a number 7s yarn*, by F. R. MC GOWAN, C. W. SCHOFFSTALL, A. H. MERCIER, p. 85-95, 11 fig. — **285** : *Release of internal stress in brass tubing*, by R. J. ANDERSON, E. G. FAHLMAN, p. 235-265, 16 fig. **Pér. 61**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Circulars** (**1925**), nos **229** : *United States Government master specification for friction tape*, 4 p. — **230** : *...for rubber insulating tape*, 3 p. — **231** : *Recommended specification for quicklime and hydrated lime for use in the purification of water*, 4 p. — **233** : *United States Government master specification for tuck's packing*, 3 p. — **235** : *...for rubber packings and gaskets (molded, sheet and strip)*, 4 p. — **236** : *...for cloth insertion rubber packing*, 3 p. — **239** : *...for flax packing*, 2 p. — **241** : *...for compressed asbestos sheet packing*, 4 p. — **242** : *...for asbestos metallic cloth gaskets*, 3 p. — **249** : *...for cloth-inserted hot-water bottle*, 3 p. — **251** : *...for rubber fountain syringe*, 3 p. — **254** :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

...for cloth-inserted ring cushions, 3 p. — **255** : *...for cheese cloth for wiping purposes*, 2 p. — **256** : *...for brown denim (shrunk)*, 4 p. — **258** : *...for cheesecloth, unbleached*, 3 p. — **261** : *...for colored cotton rags for wiping machinery (sterilized)*, 3 p. — **264** : *...for white cotton rags for wiping machinery (sterilized)*, 3 p. — **267** : *...for wiping cloths*, 3 p. — **272** : *...for brown cotton sheeting*, 4 p. — **277** : *...for bleached cotton pillowcases*, 4 p. — **278** : *...for brown wide cotton sheeting*, 4 p. **Pér. 61**

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. — BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Simplified practice recommendation**, nos **23** : *Plow bolts*, 10 p. — **25** : *Hot water storage tanks*, 10 p. — **28** : *Sheet steel*, 12 p. — **29** : *Eaves trough, conductor pipe, conductor elbows and fittings*, 6 p. — **30** : *Terneplate*, 7 p. — **32** : *Concrete building units (block, tile and brick)*, 7 p. — **33** : *Chinaware (cafeteria and restaurant)*, 8 p. 1925 **Pér. 61**

SMITHSONIAN MISCELLANEOUS COLLECTIONS. — Vol. **66**, n° 12 (publ. 2429); n° 13 (publ. 2430). Washington, 1916. **Pér. 27**

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. — **Agriculture Yearbook 1924**. Washington, 1925. **Pér. 410**

L'agent général, gérant.
E. LEMAIRE.

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

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

ÉTAT FINANCIER DE LA SOCIÉTÉ

Rapport
présenté par M. Cornu-Thénard, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de l'exercice 1923.

MESSIEURS,

Les comptes de votre Société pour l'exercice 1923, que j'ai l'honneur de vous présenter au nom de la Commission des Fonds, peuvent se résumer, en ce qui concerne les recettes et les dépenses des Fonds généraux, dans le tableau suivant.

PREMIÈRE PARTIE

FONDS GÉNÉRAUX

RECETTES	f c	DÉPENSES	f c
1° Cotisations annuelles des membres ordinaires de la Société (1.025 cotisations)	36.913,50	1° Bulletin et autres publications de la Société : excédent de dépenses. . .	22.272,40
2° Arrérages et intérêts.	65.684,35	2° Service de la Bibliothèque	16.976,40
3° Recettes diverses. .	5.338,55	3° Frais d'administration	55 043,50
		4° Immeubles : excédent de dépenses. . . .	7.817,05
A reporter	107.936,40	*A reporter*.	102.109,35

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

	f c		f c
Report	107.936,40	*Report*	102.109,35
5° Emprunt à la fondation Jollivet.	3.233,90	5° Prix et médailles . .	3.213,35
		6° Conférences	1.107,60
		7° Subventions. . . .	140,00
		8° Pensions	3.600,00
		9° Versement à la réserve de la table décennale.	1.000,00
Total des recettes. . .	111.170,30	Total des dépenses . .	111.170,30

Par ailleurs, la manifestation, que vous avez organisée pour célébrer le centenaire de votre Société, s'est soldée comme suit.

CENTENAIRE DE LA SOCIÉTÉ

RECETTES	f c	DÉPENSES	f c
Versement des membres.	13.765,00	Impressions, gravures et dépenses diverses.	58.316,75
Remboursement de tirages à part	1.800,00		
Emprunt à la fondation Jollivet	42.751,75		
Total.	58.316,75	Total.	58.316,75

Voici les explications qu'il paraît utile de vous donner sur les chiffres qui précèdent.

Le nombre des cotisations encaissées en 1923 est resté sensiblement égal à celui de 1922. Nous vous rappelons, à ce propos, que l'exercice en cours d'examen n'a pas encore bénéficié de la décision prise par votre Assemblée générale du 17 juin 1922 : l'application en était subordonnée, en effet, à l'approbation, par M. le Président de la République, des modifications apportées à vos statuts; le décret réglant la question a été promulgué à la date du 16 avril 1923.

Le déficit laissé par les opérations relatives aux différentes publications passe de 35.106,40 f en 1922 à 22.272,40 f seulement en 1923; de même les frais correspondant au service de la Bibliothèque ont été réduits de 18.423,20 f à 16.976,40 f. Cette diminution des décaissements a été obtenue grâce à la compression, au maximum, de toutes les dépenses dans la constante préoccupation de ne pas amoindrir l'expression des activités les plus essentielles de votre Société.

Les recettes, de leur côté, s'étant maintenues sensiblement égales d'un exercice à l'autre, votre Conseil a pu n'avoir recours, pour équilibrer les comptes, qu'à un emprunt de 3.233,90 f à la Fondation Jollivet; l'an

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

dernier, vous vous en souvenez, cette fondation avait fourni une somme de 12.800,29 f, après intervention du solde du Fonds de Réserve.

Ces indications prouvent manifestement que votre Conseil a appliqué rigoureusement les mesures d'économies annoncées par lui et nous avons à remercier très vivement de leurs efforts M. Baclé, qui exerçait les fonctions de président au cours de l'exercice que nous passons en revue, ainsi que M. Alby, votre éminent trésorier, dont l'activité et la prévoyance ne sont jamais prises en défaut.

Le succès obtenu par la célébration du Centenaire de la déclaration d'utilité publique de la Société d'Encouragement légitime surabondamment les dépenses engagées à cette occasion.

DEUXIÈME PARTIE

FONDS SPÉCIAUX ET FONDATIONS

Nous avons à vous signaler le versement de 1.000 f, à titre de souscripteur perpétuel, de la CHAMBRE SYNDICALE DU BAS-RHIN et le versement de 4.000 f, à titre de souscripteur à vie, de MM. HANNON, BOLLAERT, GUISELIN, JANNIARD, LEGROS, CARPENTIER, SPANGBERG et SCHLŒSING.

D'autre part, la Commission des Fonds vous prie de vous reporter au Bilan, figurant à la fin de ce rapport, pour vous renseigner sur les mouvements des comptes relatifs aux Fonds spéciaux et aux Fondations. Le portefeuille commun de ces Fonds spéciaux et Fondations, dont la totalisation est inscrite au Bilan pour 95.382,60 f, comporte les valeurs suivantes :

Un titre de	2.527 f	de rente française	5	p. 100	1920	pour	50.540,00 f
—	2.190	—	6	—	1920	—	36.500,00 f
17 Bons du Trésor 1922							8.342,60 f

Voici, d'autre part, l'état récapitulatif des titres constituant les portefeuilles des Fonds spéciaux et Fondations :

46.809 f de rentes sur l'État français
et 908 obligations de Compagnies de Chemins de Fer.

Signalons, enfin, à titre documentaire, que les Fonds généraux sont représentés de leur côté par :

60.143 f de rentes sur l'État français
et 27 obligations de Compagnies de Chemins de fer.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les sommes affectées à la distribution de récompenses, prix, subventions et secours, dépassent légèrement, en 1923, le chiffre qu'elles atteignaient en 1922 : en voici la répartition.

sur les revenus des Fondations :

Prix	3.750,00 f
Subventions et brevets	20.450,00 —
Secours	5.900,00 —
sur les Fonds généraux :	
Prix et médailles	3.213,35 f
Subventions	140,00 —
Secours	100,00 —
Ensemble	33.553,35 f.

L'examen de votre comptabilité, auquel nous nous sommes livré, a fait ressortir, une fois de plus, la parfaite tenue de vos écritures et nous vous proposons, Messieurs, d'approuver les comptes et le Bilan tels qu'ils vous sont présentés.

Nous ne manquerons pas, à la fin de cet exposé, de remercier en votre nom le Bureau de votre Conseil du dévouement et des soins éclairés qu'il a prodigués à votre Société; nous adresserons aussi un souvenir particulièrement ému à la famille de M. Toulon qui, au cours de l'exercice 1923, était encore parmi nous et consacrait, avec tant de cœur, son activité intelligente et féconde aux fonctions de secrétaire général que vous lui aviez confiées.

Le Rapporteur,
CORNU-THÉNARD.

Lu et approuvé en assemblée générale le 12 décembre 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

BILAN AU 31 DÉCEMBRE 1923

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 (valeur d'achat)	2.014.850,71	
Portefeuille des fondations (valeur d'achat)	1.109.472,34	
Portefeuille du fonds d'accroissement (fondation Jollivet) (valeur d'achat)	432.671,14	1.542.143,48
Portefeuille commun (valeur d'achat)	95.382,60	
Caisse et banquiers	30.753,06	166.595,12
Débiteurs divers	40.459,46	
TOTAL DE L'ACTIF		4.465.041,81

PASSIF

	f c	f c
Valeurs mobilières et immobilières appartenant à la Société.		2.756.303,21
Valeurs des fondations		1.542.143,48
Fondation Jollivet	»	
— d'Argenteuil	12.756,54	
— Bapst (secours)	10.009,25	
— Bapst (recherches)	11.511,00	
— Christofle	3.974,65	
— Galitzine	629,04	
— Carré	907,68	
— Fauler	1.043,07	
— Legrand	4.157,25	
— Christofle et Bouilhet	2.579,32	
— de Milly	2.907,33	
— de Baccarat	191,55	
— Fourcade	»	
— Menier	314,01	
— Roy	14,20	
— Baude	1.125,44	
— Giffard	3.646,23	
— Meynot	6.437,24	
— Melsens	468,54	
— Classe 50 (1867)	238,65	166.595,12
— Parmentier	2.352,00	
— Classe 51 (1889)	437,03	
— — 21 (1889)	100,72	
— — 63 (1889)	1.883,81	
— De Salverte	291,95	
— Massion	4.032,68	
— Lamy	330,00	
— Gilbert	2.070,40	
— Danton	533,23	
— Arnengaud	29.500,00	
— Classe 65 (1900)	355,08	
— Osmond	15.623,20	
— Robin	6.953,35	
Souscriptions perpétuelles et à vie	18,06	
Réserve de la Société	»	
Réserve Table décennale	5.615,90	
Recherches sur la fragilité des aciers	2.581,00	
Dons divers	503,00	
Créanciers divers	30.502,72	
TOTAL DU PASSIF		4.465.041,81

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Rapport de M. Lucien Bordet, censeur, sur les comptes de l'exercice 1923.

MESSIEURS,

Pendant l'exercice 1923 les recettes normales de la Société n'ont pas pu couvrir les dépenses qui, cependant, ont été réduites dans toute la mesure possible ; il a fallu faire un prélèvement sur le Fonds Jollivet.

Ce fonds a été constitué, par décision de l'assemblée générale du 22 décembre 1882, pour continuer l'œuvre et perpétuer la mémoire de deux des plus grands bienfaiteurs de la Société.

A ce moment une somme de 100.000 fr, prélevée sur les fonds généraux, a été immobilisée et les revenus devaient en être capitalisés pendant cinquante ans pour venir alors accroître le patrimoine de la Société.

La célébration solennelle du centenaire de la déclaration d'utilité publique de la Société et les difficultés de l'époque actuelle ont amené le Conseil à suspendre momentanément l'exécution de cette mesure.

Pendant les quatre années 1922 à 1925 les revenus, au lieu d'être capitalisés, ont servi à faire face aux lourdes charges que nous avons eu à supporter.

Le rapport de la Commission des Fonds indique les prélèvements qui ont ainsi été faits pour niveler les comptes de 1923.

Autant que les circonstances actuelles permettent de faire des prévisions, on peut espérer que ces prélèvements seront les derniers.

Le Fonds Jollivet a actuellement un solde disponible de 5.134,84 fr au 31 décembre 1925 et un revenu de 15.857 fr qui pourra maintenant, sauf imprévu, être capitalisé progressivement.

Les comptes qui vous sont présentés n'appellent aucune autre observation ; je vous propose donc de les approuver en exprimant toute notre reconnaissance au Trésorier et au Bureau pour les soins si dévoués qu'ils apportent à la gestion de nos finances.

LUCIEN BORDET,
censeur.

Lu et approuvé en assemblée générale le 12 décembre 1925.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE FER FORGÉ A L'EXPOSITION DES ARTS DÉCORATIFS ET INDUSTRIELS MODERNES [1]

On peut dire que le fer forgé est le roi de l'Exposition qui vient de fermer ses portes. Jamais à aucune époque on n'a été à même de voir une telle efflorescence, un renouveau aussi complet dans cet art séculaire. Certes, il y a une question de mode, car où le pouvoir impérieux de la mode ne fait-il sentir son influence? Mais il est une question d'ordre technique qu'il faut dégager tout d'abord : ce sont les facilités incroyables que la soudure autogène a données pour accomplir les tours de force qui, jusqu'alors, avaient été considérés comme absolument irréalisables. A l'aide de la fée électricité, on parvient maintenant à incorporer deux morceaux de fer l'un dans l'autre d'une façon aussi intime et aussi absolue que s'ils avaient été pris dans la masse. Plus aucun obstacle, plus aucune limite ne s'élève pour s'opposer à la réalisation des dessins les plus fantastiques de nos artistes épris d'art moderne. Le fer, à l'heure actuelle, peut être manié avec autant de facilité que la cire molle ou la terre glaise; c'est une simple question de temps à passer et par conséquent de prix ; mais à l'époque actuelle, on regarde peu à la dépense, pourvu que le luxe réponde à l'effort financier.

Il est difficile d'adopter un ordre dans la présentation des différentes œuvres; nous nous contenterons donc de parcourir l'Exposition en regardant devant nous et en cherchant à observer sur notre chemin les beaux travaux de ferronnerie que notre œil pourra rencontrer.

Portail de la Bibliothèque de Reims (n° 32 du plan officiel). — Si nous commençons par la porte du Cours la Reine, la porte de l'architecte Patout, si violemment discutée par les uns et par les autres, nous trouvons sur notre droite le portail de la Blibliothèque de la ville de Reims qui va être reconstruite grâce à la fondation Carnegie.

Cette grille se compose de deux vantaux surmontés d'une imposte. A droite et à gauche de la porte centrale sont percées, dans le mur, deux ouvertures fermées par des grilles d'un travail analogue à celui de l'imposte.

MM. M. et L. Sainsaulieu, architectes, qui ont donné le dessin de cette grille ont choisi comme motif de décoration des séries de grosses perles ou boules qui viennent agrémenter les cercles formant le motif qui garnit l'imposte. Les panneaux de la grille principale sont encadrés d'une bande où le fer s'est assoupli de façon à imiter les rinceaux courants dénommés « cours de poste » qu'on retrouve dans les grilles du XVIII[e] siècle (fig. 1).

(1) Les photographies utilisées pour l'illustration de cet article sont tirées de *La ferronnerie moderne présentée par Ch. Clouzot, édition Moreau.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

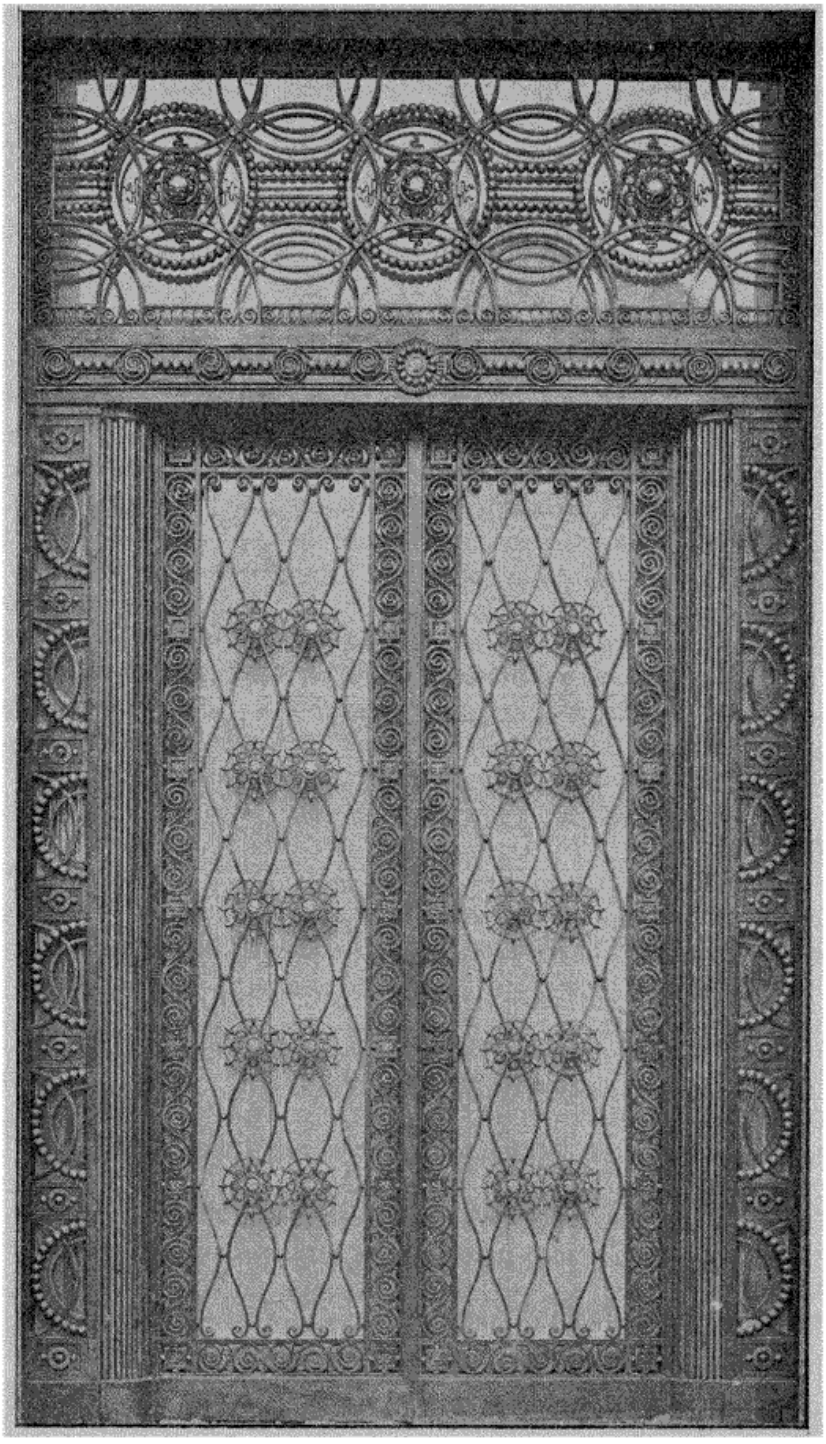


Fig. 1. — Porte de la Bibliothèque de Reims, par les Établissements Schwartz-Haumont, M. et L. Sainsaulieu, architectes.

Le milieu de chacun des vantaux de la porte est formé de bandes de fer ondulé reliées les unes aux autres par des boules, de manière à former des losanges allongés.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Sur ce fond sont appliquées cinq séries de doubles rosaces formées d'enroulements reliés à un bouton central.

Pavillon de la Ville de Paris (n° 38 du plan officiel). — Au Pavillon de la Ville de Paris, la grille donnant sur les jardins du Cours la Reine est éminemment simple. Les vantaux sont formés de barres droites; ils sont accostés de deux pilastres formés d'entrelacs reliés par des macarons estampés. L'imposte, d'une assez belle tenue, est composée d'une sorte de fausse coquille en éventail. Cette grille est l'œuvre de la Maison Baguès.

Dans l'intérieur du Pavillon de la Ville de Paris et fermant le vestibule d'entrée, est une porte fort simple dessinée par les élèves de l'École Boulle. Les panneaux, composés de vantaux carrés, sont garnis, à l'intérieur, de deux segments de cercle encadrant un motif de bronze représentant une femme nue. L'ensemble est assez heureux, quoique un peu trop vide.

Dans le même pavillon on remarque la porte d'intérieur exécutée par l'École municipale Dorian sur les dessins de l'École Boulle. Cette grille consiste en deux vantaux surmontés d'un très petit fronton légèrement cintré. Elle est accostée de deux piédroits formés de deux barres de fer reliées par des liens de même métal.

Les panneaux des vantaux sont décorés en leur milieu d'un octogone allongé garni d'une rosace. Ils sont reliés aux montants par deux cordes disposées en forme de lyre. Les fers de ces cordes sont garnis de petits traits frappés parallèlement.

Pavillon du Club des Architectes. — Dans le Pavillon du Club des Architectes diplômés (Raymond Subes, ferronnier, et Tournon, architecte) on a placé, à l'instar d'un vitrail, un très grand panneau rectangulaire dont l'intérieur est entièrement garni de dessins en silhouettes représentant les principaux monuments des différentes civilisations. En bas, on aperçoit une tête de sphinx caractérisant l'art égyptien; dans le milieu se profilent des monuments antiques, une cathédrale gothique et, dans le haut, une composition qui se rapproche plutôt de l'art moderne.

Cette façon de traiter le fer à la manière de la mise en plomb des vitraux d'une cathédrale n'est pas un exemple unique dans l'Exposition et nous aurons l'occasion d'y revenir.

Dans le même pavillon, on voit un joli couvre-radiateur, des sièges en X.

Les portes du Pavillon sont constituées par de lourdes grilles dans lesquelles l'artiste, cependant, a recherché beaucoup plus l'effet décoratif que l'idée de protection et de défense. Cette clôture, en effet, se compose de deux vantaux garnis d'un très grand losange. Au centre, une épaisse couronne, formée de brindilles reliées par des liens serrés à chaud, est accostée d'une série de guirlandes qui viennent se fixer sur le losange principal. Les encadrements et les montants sont décorés de moulures prises à même le fer.

Pavillon Morancé-Corcellet. (n° 42 du plan officiel). — Les industriels n'ont pas voulu que leur pavillon fût moins artistique que ceux des architectes et une importante firme d'alimentation, la Maison Morancé-Corcellet a demandé à M. Joseph Marrast, architecte, de lui dessiner une élégante clôture qui a été exécutée par M. Raymond Subes, ferronnier.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

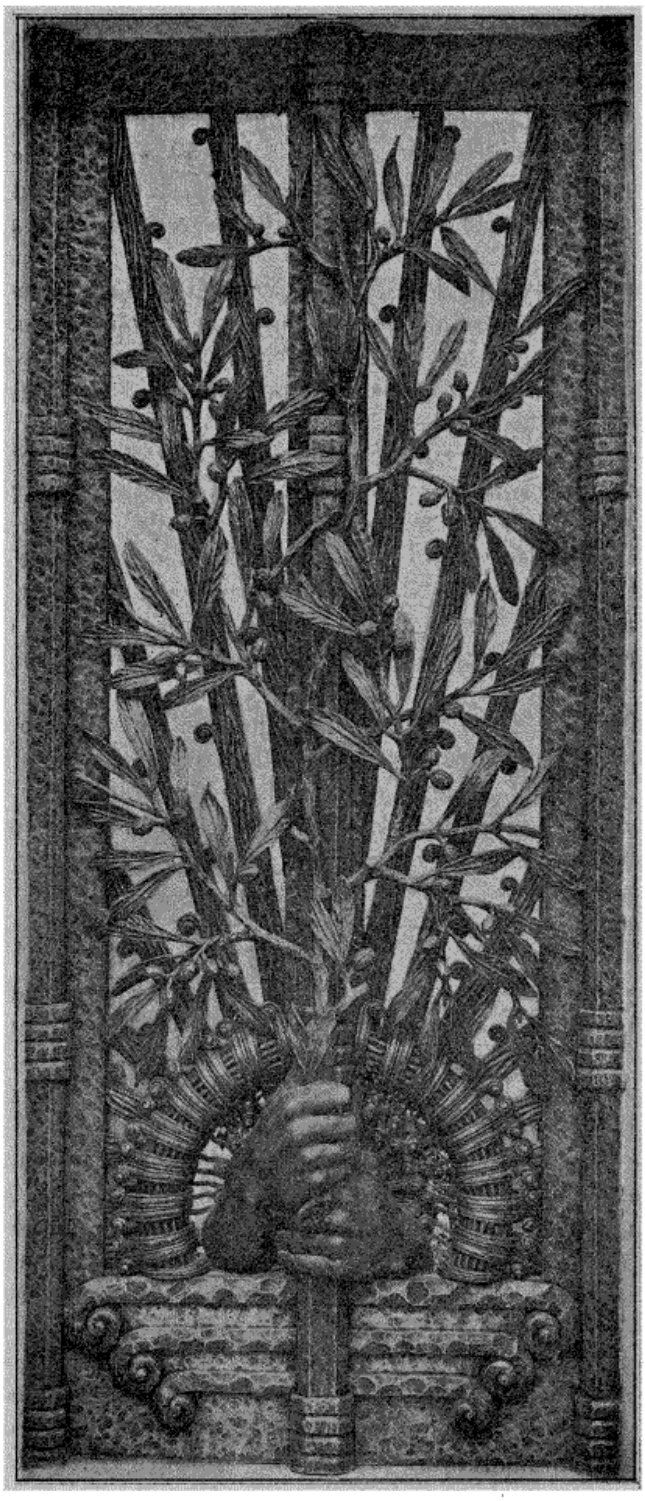


Fig. 2. — Porte du Monument aux Morts de Levallois-Perret, par Paul Kiss.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Cette grille, sans piédroit ni imposte, consiste essentiellement en deux vantaux formés par des entrelacs imitant un travail de vannerie. Au point de jonction de ces entrelacs, une croix, cantonnée de gros clous rivés, forme la partie solide qui arrête les regards et rend le dessin plus lisible.

Dans les montants de la grille se trouve un motif vertical composé de deux bandelettes de fer reliées par des liens. Une des bandelettes s'évase haut et bas pour livrer la place nécessaire au logement de trois petites boules de métal.

Mausolées aux morts de Champagne et aux morts de Levallois-Perret. — Le Mausolée aux morts de Champagne (n° 42 A du plan officiel) est clos par une grille à deux vantaux en fer fortement martelé. L'artiste qui l'a composée (M. Vanhove, ferronnier), a entremêlé les rinceaux à travers les barres principales, de façon que ces rinceaux passent alternativement dessus et dessous. Ils sont fixés par des rivets.

La porte du Monument aux morts de Levallois-Perret a été exécutée par M. Paul Kiss, ferronnier. Elle est formée d'un seul panneau d'une très mâle composition. Ce panneau figure deux mains sortant d'une arcature en demi-cintre; ces mains semblent tenir le montant principal de la porte qui est toute garnie de branches de laurier chargées de baies et de feuilles (fig. 2).

Pavillon des Arts du Feu. — Dans le Pavillon des Arts du Feu, un balcon ferme le péristyle extérieur. Il est formé de brindilles de fer donnant la silhouette d'une dame égyptienne accostée, à droite et à gauche, d'épis de blé : c'est une nouvelle interprétation de la ferronnerie imitant la mise en plomb des vitraux.

Un autre balcon, d'un travail analogue mais d'un sujet légèrement différent, décore l'autre péristyle de ce bâtiment.

Pavillon de l'Autriche (n° 14 du plan officiel). — Le Pavillon de l'Autriche contient deux énormes grilles dues au marteau de Stéphane Balala. La conception de ces grilles est étrange et assez irrationnelle. Le motif principal de la première grille consiste en une immense grecque repliée trois fois sur elle-même. Le centre de cet ornement géométrique est rempli de trois bandes contenant chacune une sorte de branche feuillue. Dans les intervalles laissés libres par la grecque s'épanouissent des branches d'arbres chargées de feuilles et de fruits.

La grille qui fait pendant à celle que nous venons de décrire est garnie à l'intérieur d'une sorte de fausse penture qui vient se rattacher à des barreaux en fer carré placés sur l'angle, lesdits barreaux étant assemblés à œil renflé; c'est un travail très étonnant, mais qui surprend par son manque de cohésion et d'architecture.

Pavillon de Monaco (n° 12 du plan officiel). — Sur la gauche on aperçoit le pavillon de Monaco. La porte due au ferronnier Edgar Brandt (Julien Médecin, architecte) est constituée par huit carrés posés sur leurs angles. Des lignes droites ou ondulées traversent ces carrés et les segments ainsi obtenus sont garnis d'enroulements.

Pavillon de l'Élégance (n° 58 du plan officiel). — Avant d'arriver à la grande grille d'honneur située entre les deux Palais, nous abordons le Pavillon de l'Élégance. La porte d'entrée, exécutée par MM. Bagués frères, ferronniers (Fournez,

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

architecte; Rateau, décorateur) consiste en deux vantaux rectangulaires simulant des marches en pierre recouvertes d'un tapis clouté. Au-dessus de ces marches et contenu dans un nouvel encadrement s'épanouissent, dans chacun des vantaux de la porte, quatre groupes de feuilles de bananier finement déchiquetées.

Dans le même bâtiment, nous notons une charmante balustrade formée d'oiseaux dénommés aigrettes traités d'une manière stylisée. Leur queue en éventail est formée de barres carrées reliées par des cercles. L'inspiration générale de la pièce semble empruntée à l'art égyptien (fig. 3).

A l'intérieur du Pavillon est un grand balcon circulaire qui fait tout le tour du premier étage. Il est formé d'une série d'ifs inspirée évidemment des ornements du même genre qu'on retrouve sur les broderies et les tapis égyptiens.

La porte de sortie du Pavillon de l'Élégance est due à MM. Baguès Frères (Tournez, architecte; Rateau, décorateur). Elle consiste en deux vantaux rectangulaires simulant une lourde draperie accrochée à une barre supérieure par de puissants crampons contournés. Les plis de la draperie sont formés par des fers carrés reliés les uns aux autres par de petites boules rivées.

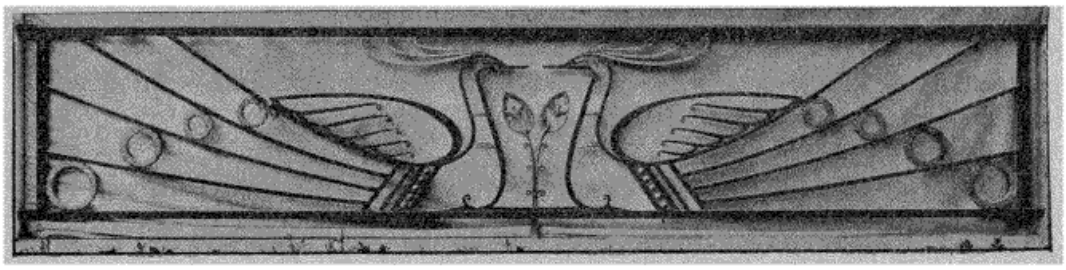


Fig. 3. — Balustrade du Pavillon de l'Élégance, par Baguès Frères, Fournier architecte, Rateau décorateur.

Grande grille d'honneur formant l'entrée principale de l'Exposition. — Cet immense travail était de proportions telles qu'il n'a pas pu être exécuté en métal : on a dû se contenter de donner, à l'aide du staff, l'illusion de ce qu'aurait pu être cette fermeture si elle avait été construite en fer ou en fonte.

Le projet général est dû à MM. Henri Favier et André Ventre, architectes, à M. Edgar Brandt, ferronnier, à M. Navarre, statuaire, qui est l'auteur des bas-reliefs conçus dans un art tout à fait moderne. Les sculpteurs Auberlet et Laurent ont prêté leur concours pour l'exécution des staffs; l'artiste verrier Lalique s'est chargé des parties vitrifiées et MM. Jaquemet et Mesnet ont fourni les grilles articulées.

Dans son ensemble, la porte d'honneur présente une disposition fort intéressante en raison de son plan à redents. Il est certain, toutefois, que le staff s'est prêté assez mal à reproduire les profils qui auraient dû être exécutés en fer forgé. Si l'on devait passer à la réalisation, il est évident que la fonte de fer, plus que le fer forgé, serait indiquée pour la confection de cette œuvre.

La seule partie métallique de la grille est la balustrade à hauteur d'appui qui forme la clôture réelle. La partie centrale de cette balustrade est composée de quatre panneaux formés de rinceaux du centre desquels part un ornement en forme

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'éventail. A droite et à gauche sont deux gros piliers carrés garnis de palmettes imitées un peu du style antique. Ces piliers sont couronnés de bandes de fer nervées rappelant le motif du jet d'eau.

Pavillon du Quotidien (n° 66e du plan officiel). — Après avoir passé l'avenue principale qui mène au Pont Alexandre III, on rencontre le Pavillon du Quotidien, dont M. Raymond Barbaud est l'architecte. La porte d'entrée est due à MM. E. Schenck et ses fils, ferronniers. Elle consiste en un large chambranle rectangulaire garni de barres ondulées munies de petits rinceaux. Aux angles deux gros clous en pointe de diamant.

Le guichet reproduit à peu près le même thème que l'encadrement du chambranle, mais d'une façon plus sobre.

Au centre est un panneau formé de barres renflées en forme de fuseaux et garnie d'ornements circulaires.

Au-dessus de l'inscription « Le Quotidien » est un profil de femme casquée que surmonte une sorte d'imposte rayonnante.

Pavillon de la Renaissance (n° 68 du plan officiel). — Un peu plus loin est le Pavillon de la Renaissance. La porte de ce pavillon, qui est l'œuvre de M. Edgar Brandt, ferronnier, est composée de deux vantaux en glace contenus dans des encadrements perlés. A droite et à gauche, sont deux piédroits remplis de rinceaux portant en leur centre un ornement en forme d'éventail. Dans l'imposte un bas-relief d'Apollon tenant sa lyre se détache sur un fond de rinceaux formés d'enroulements et de feuillages.

Pavillon Savary (n° 74 du plan officiel). — Si nous poursuivons notre marche, nous trouvons le Pavillon Savary, dont M. Robert Mottelay est l'architecte.

La porte d'entrée est due à M. Paul Kiss, ferronnier. Cette porte est contenue entre deux chambranles en marbre; elle consiste en deux vantaux rectangulaires coupés en diagonale par une grande draperie. De grosses cordelières munies d'immenses glands forment toute la décoration de cette porte.

Pavillon du Commissariat général (n° 76 du plan officiel). — Dans le fond du petit square qui est contigu à la porte C du Grand Palais, s'élève le bâtiment du Commissariat général. Il consiste en une fort belle salle de réunion conçue dans le goût le plus moderne. Le Pavillon, dont M. Chrétien Lalanne est l'architecte, est surmonté d'une énorme balustrade en staff traitée à la manière du fer forgé. Au centre, une forte tête, au caractère quelque peu assyrien, est enfermée dans un médaillon octogonal accosté à droite et à gauche de deux rinceaux formés de lignes brisées qui viennent se confondre avec deux balustrades décorées d'octogones et de palmettes (fig. 4).

Les balcons en fer forgé qui se trouvent dans le même pavillon procèdent de la même inspiration. On retrouve au centre le médaillon octogonal habillé à sa partie supérieure d'une sorte de draperie : il est accosté à droite et à gauche de deux rinceaux qui se terminent par des groupes de barres de fer parallèles simulant un jet d'eau.

C'est encore à la même inspiration qu'on doit rapporter les deux départs de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

rampe ornant l'un des perrons latéraux. On sent que l'artiste qui a composé ces différents éléments décoratifs a voulu faire une œuvre mâle et puissante. Il est certes arrivé au résultat cherché, mais peut-être n'a-t-il obtenu ce résultat qu'au détriment d'une conception raisonnée et rationnelle qui doit aussi bien être respectée dans l'art du fer forgé que dans toute autre œuvre architecturale (Raymond Subes, ferronnier).

Pavillon des parfums Fontanis (n° 82 du plan officiel). — Avant d'arriver à la passerelle qui traverse l'avenue Victor-Emmanuel-III, on remarque sur la droite le joli Pavillon des Parfums Fontanis. M. Eric Bagge en est l'architecte. La grille d'entrée, due à M. E. Schenck et ses fils, ferronniers, est formée de deux vantaux

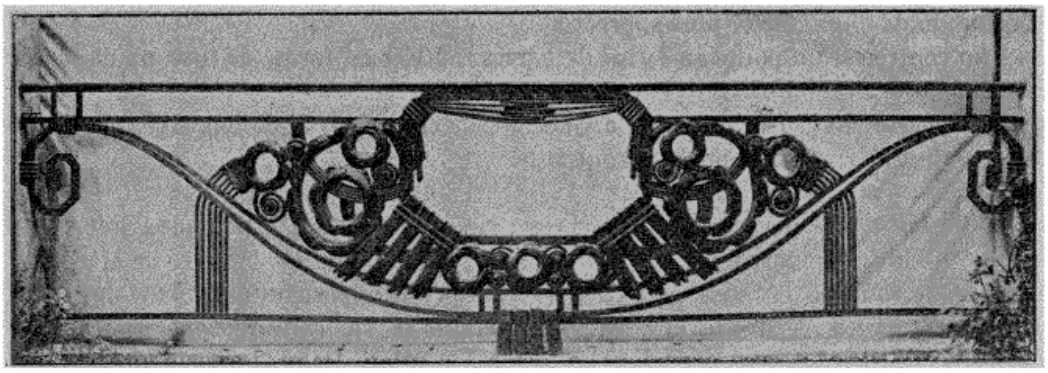


Fig. 4. — Balcon du Pavillon du Commissariat général, par Marcel Bergue, Chrétien Lalanne, architecte.

rectangulaires et est composée de rinceaux aplatis en fer fortement martelé. Sur ces rinceaux viennent reposer des fleurs de chrysanthèmes dorées, indiquées d'une manière schématique (fig. 3).

Pavillon des P. T. T. (n° 86 du plan officiel). — Tout à côté et presque en bordure de l'avenue Victor-Emmanuel-III, se trouve le Pavillon des P. T. T., dont M. G. Tronchet est l'architecte. La porte d'entrée, exécutée par M. G. Vinant, ferronnier, consiste en deux vantaux et une imposte. Les vantaux formés d'un encadrement rectangulaire sont garnis d'un losange allongé relié au cadre par des liens à triple effet. Dans l'imposte, des lignes télégraphiques passent au milieu de nuages; elles sont supportées par des isolateurs et servent de perchoir à toute une volée d'hirondelles.

Maison d'Alsace (n° 118 du plan officiel). — En traversant l'avenue Victor-Emmanuel-III, nous arrivons devant la Maison d'Alsace. A l'extérieur, une porte cintrée garnie d'une bande remplie d'un rinceau fleuri nous annonce la destination du pavillon. A droite et à gauche, deux jolies petites grilles formées d'un panier fleuri garnissent l'entrée.

Si l'on franchit la porte, on aperçoit, à droite, l'escalier donnant accès au premier étage. Il y a là une rampe toute garnie de feuillages, de rinceaux et d'ornements empruntés à la flore du pays : des aiguilles de sapin encadrent délicieusement des groupes de pommes de pin.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La porte principale du pavillon est à quatre vantaux. Les montants sont garnis de pampres de vigne et de grappes de raisins. L'imposte qui surmonte la grille donne asile à toute une série de pommes de pin agréablement disposées. Ce beau travail de ferronnerie est l'œuvre de M. Robert Haug, de Strasbourg-Robertsau.

Dans l'intérieur du pavillon est un joli encadrement en fer forgé pour la caisse d'une maison de commerce.

Dans la salle qui fait face à la Seine, nous voyons d'excellents travaux exécutés par les élèves de l'École des Arts et Métiers de Strasbourg. On trouve là des grilles circulaires, des portes, des impostes qui dénotent chez ces jeunes artisans une véritable virtuosité du marteau.

Pavillon de l'Afrique française (n° 146 du plan officiel). — En quittant le pavillon d'Alsace-Lorraine nous traversons rapidement, sans nous arrêter, le village français, nous jetons un coup d'œil sur la magnifique exposition florale du Pavillon de l'Horticulture et nous arrivons au Pavillon de l'Afrique française dû à M. Germain Olivier, architecte. La grille d'entrée a été exécutée par M. Raymond Subes.

Dans un massif encadrement formé de poutrelles assemblées, l'artiste a inséré des montants formés de larges fers plats déchiquetés à chaud. L'ensemble du travail donne assez bien l'illusion de la reproduction de quelques plantes grasses provenant des régions de l'Afrique équatoriale.

Au-dessus des deux vantaux, une imposte divisée en trois parties est garnie d'un fin réseau de fer plat enroulé. Sur ce fond, viennent s'appliquer des motifs en bronze empruntés à l'art indigène du pays que représente ce pavillon.

Pavillon de l'Indochine (n° 150 du plan officiel). — Nous voici arrivés au bout du quai et dans le pavillon de l'Indochine. Nous remarquons là deux paravents à six feuilles dus à M. Brunel. Ces paravents représentent en silhouette des fleurs et des animaux dont le dessin est emprunté à la flore et à la faune de ces pays exotiques.

Le Grand Palais. — Si nous abordons maintenant le Grand Palais et que nous suivions l'allée centrale qui part de la Seine pour aller aux Champs-Élysées, nous apercevons, à la hauteur d'un entresol, une ravissante grille aux bouquetins. Elle forme balcon pour la Classe de la Céramique. Les animaux sont indiqués par une ligne assez ténue qui se détache sur un fond de fleurs et de feuillages traité en art moderne.

En parcourant la Classe des Bronzes, on trouve quelques jolies applications du fer à la lustrerie et même au mobilier. Signalons les lustres électriques de la Maison Schneider, qui encastre ses verreries d'art dans des montures de fer forgé.

La maison Chazelet nous montre des glaces, des consoles et des lampadaires conçus dans une heureuse interprétation de l'art moderne.

La Maison Lefèvre et Saulnier expose une console en forme de demi-tonneau surmontée d'un marbre.

La maison Georges Leleu montre des lustres en fer forgé avec coupes en verre.

Nous nous arrêterons plus longuement pour regarder la curieuse grille en fer exécutée par la Maison Simonnet. Cette grille qui, comme importance, peut être comparée à une rampe de communion de l'une de nos cathédrales, est exécutée en fer et bronze. Le fond est formé de brindilles imitant de légers branchages habi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

lement cintrés. Au centre, une importante partie en bronze donne l'aspect d'un bouquet de plantes grasses aux feuilles largement épanouies. Tout ce travail de bronze est incrusté de plaques d'argent, ce qui permet de varier agréablement les nuances.

M. J.-M. Préau expose une glace psyché d'une forme déjà un peu connue. Le cadre est formé d'une bande de fleurs au milieu de chacune desquelles se détache une lampe en forme de perle électrique; un pied très massif soutient ce meuble.

M. Marcel Decrion a droit à une mention spéciale pour sa porte d'appartement en fer méplat au centre de laquelle s'épanouit un faisan inspiré des miniatures indo-persanes. Le centre de la porte est garni d'épaisses marguerites montées sur des rinceaux en fer forgé. Dans l'encadrement, on aperçoit des roseaux de la Passion qui se détachent dans une riche décoration florale.

Si maintenant nous passons dans la Section italienne, nous voyons les fers forgés de M. Carlo Rizzardo. Le travail est certes précieux, mais les fers employés sont trop minces et donnent aux pièces un aspect mièvre, un air de pacotille. A noter un lampadaire, peut-être inspiré du célèbre chandelier du XII[e] siècle dénommé « l'arbre de la Vierge » de la cathédrale de Milan. Le ferronnier milanais qui a conçu ce lampadaire est arrivé aux dernières limites de la complication; c'est certainement un tour de force de métier, mais le résultat est loin d'être heureux. Il a, par contre, exposé une cage à oiseaux composée de fils de fer ronds reliés par des liens serrés à froid qui est d'un aspect agréable et d'une bonne tenue.

Pont Alexandre-III. — L'exposition la plus importante de ferronnerie située sur le Pont Alexandre-III, est celle de M. Paul Kiss, qui présente une grande grille formée de deux portes ouvrantes, et accostée à droite et à gauche de deux parties fixes. Ces dernières, formées d'une série d'encadrements à angles droits, sont garnies en leur milieu d'un médaillon quadrilobé contenant une fleur de lis à pied nourri. Deux bandes, formées d'une série de losanges superposés encadrant des rosaces de petites dimensions, servent de support au médaillon fleurdelisé.

Les vantaux principaux sont garnis à leur partie supérieure de deux médaillons formés de segments juxtaposés. Des sujets mythologiques, traités comme les plombs des vitraux d'une église, garnissent les médaillons qui reposent eux-mêmes sur un fond natté.

La partie inférieure de la grille est formée d'une guirlande enroulée sur laquelle reposent deux faisans inspirés de l'art extrême-oriental.

Le fronton qui couronne cette importante pièce est orné de draperies.

Tous les sujets, personnages ou animaux, qui figurent dans cette grille sont traités en silhouette; le dessin est aussi sûr et aussi précis qu'aurait pu l'être l'esquisse même de l'artiste.

L'ensemble de cette grille, à la fois très nouveau et cependant parfaitement rationnel, est un magnifique travail de composition et d'exécution.

Dans le même stand, nous notons deux torchères quadrangulaires garnies d'ornements qui ont pu être inspirés de la chute d'un jet d'eau.

A droite, au fond, est un cache-radiateur décoré d'un faisan traité de la même manière que les panneaux de la grille (fig. 5).

A côté, une table en fer dont la forme générale rappelle celle de l'œuf.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

A gauche, une console carrée portée sur un pied unique en forme de palmier; au-dessus une glace de forme trapézoïde.

Au plafond, est suspendu un lustre tout garni d'ornements en forme d'olives; il est retenu par des tiges rigides terminées par des maillons de chaine.

Fig. 5. — Cache-radiateur, par Paul Kiss.

Dans l'allée centrale sur laquelle ouvrent les boutiques construites sur le pont Alexandre-III, on remarque quelques beaux travaux de serrurerie.

Dans le stand des fourrures Max, nous notons, sur la porte qui donne accès dans la boutique, une enseigne en fer forgé traitée plutôt comme du bronze. Cette enseigne représente une femme stylisée vêtue d'un grand manteau de fourrure et

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

accostée d'un bouquetin. La figure principale se détache sur un fond de feuillage semé lui-même d'une quantité de petits bouquetins en réduction. Dans le bas, se trouve l'inscription de la Maison à laquelle elle sert d'enseigne.

Cette enseigne est due au marteau du maître ferronnier Edgar Brandt.

A côté, on remarque une devanture en fer forgé dont la composition et l'exécution sont dues à M. Victor Ruhlmann. Le décor est formé de fer plat assemblé à vis; il est agrémenté de tiges de fer rond qui viennent s'enchevêtrer à la manière des vrilles de la vigne.

Esplanade des Invalides. — *Boutiques adossées à la gare des Invalides et à la rue de Constantine* (n° 9 du plan officiel). — La série de boutiques comprises dans le joli bâtiment décoré en noir, rouge et or, renferme quelques pièces en fer forgé qui méritent d'être indiquées ici.

Voici, tout à l'angle, la porte du stand du journal « l'Illustration ». La grille qui lui sert de clôture est peu chargée. Dans un cadre rectangulaire, au centre, se détache un médaillon garni au pourtour d'une sorte de dentelle. Au milieu, deux figurines en bas-relief représentent des femmes occupées à lire le journal auquel elles servent d'enseigne. Ces figurines se détachent sur un fond formé de rinceaux feuillagés.

Un peu plus loin, nous voyons le stand de la Maison Siégel. La porte qui y donne accès est, dans sa simplicité, d'un dessin charmant. Au centre de l'encadrement de forme rectangulaire, on voit un pilastre de forme évasée à la partie supérieure; il sert de support à un médaillon octogonal décoré de trois grosses marguerites conçues dans un goût symétrique; entre les fleurs sont disposées des feuilles de laurier. Dans le bas du cadre formant la porte, se trouve une partie pleine en fer ornée de radiations qui se détachent sur un fond martelé.

Galerie placée dans l'axe de la rue de l'Université (n° 25 du plan officiel). — Cette galerie, qui est réservée aux éléments qui, dans la construction, sont connus sous le nom d'hygiéniques : cuisine, lavabos, etc., contient cependant quelques stands où le fer forgé est représenté avec honneur.

Notons tout d'abord une très belle et très intéressante grille exposée par les frères Nics. Cette grille est conçue dans un goût moderne mais extrêmement agréable et harmonieux, en ce sens que le fer forgé a été traité de la façon la plus rationnelle et sans qu'on sente les tours de force qu'autorise maintenant la soudure autogène. Cette grille se compose d'une porte formée d'un cadre rectangulaire sur trois faces et terminée par une partie cintrée. A l'intérieur est un double rinceau qui s'entrecroise; il est garni, dans les parties vides, de deux branches d'arbre feuillagées. Les rameaux traversent harmonieusement les fers carrés et se marient intimement avec la courbe des rinceaux. Entre les barres verticales sont deux ornements de forme allongée dont le profil semble avoir été emprunté à ces urnes antiques terminées par un pied pointu.

Les mêmes artistes exposent à côté un couvre-radiateur dont les parties verticales sont garnies de bandelettes de fer rond ou carré. A droite et à gauche, entre des montants d'une section un peu plus forte, est intercalé un ornement en forme de cours de poste. Dans les angles arrondis de ce couvre-radiateur sont placés des oiseaux posés sur leur nid. La façade même du radiateur est garnie, à la partie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Fig. 6. — Grille d'intérieur (classe 4) par EDGAR BRANDT.

supérieure, d'une sorte de frise mouvementée en son centre, représentant un heureux amoncellement de fruits et de raisins.

Toujours dans le même stand, on remarque l'exposition de M. Vinant, qui nous

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

montre un grand balcon composé de trois parties dans le milieu de chacune desquelles est un médaillon garni de poissons. Les médaillons sont reliés à l'armature principale par des fers traités comme des cordelettes.

A côté, les regards se portent sur un très grand couvre-radiateur, véritable travail de grosse forge. L'artiste qui l'a composé l'a agrémenté de ronds irréguliers garnis de grosses perles martelées. Les panneaux sont formés de cordelettes agrémentées de boules. Sur le dessus, est une plaque de marbre.

Un peu plus loin, voici une œuvre du ferronnier Brandt et de l'architecte Favier : c'est une grande grille en fer forgé et patiné accostée à droite et à gauche de deux piédroits. Le motif principal, placé à la partie centrale du guichet, représente une statue de Diane, contre laquelle vient s'appuyer la biche légendaire. Le fond même de la grille est composé de rinceaux fort simples terminés par un ornement, soit en forme de fleur de lotus, soit en manière d'éventail (fig. 6).

Ce travail est certainement remarquable, mais on y sent un peu trop crûment l'emploi de la soudure autogène et les feuillages qui la composent ne sont pas disposés d'une façon aussi rationnelle que nous l'aurions désiré.

Cette grille est reproduite exactement dans la classe 7 et figure dans le stand spécial du maître-ferronnier.

Dans le fond du stand, est une grande console, en forme de panier, qui supporte une glace dont le couronnement est formé de décrochements rectangulaires.

A droite et à gauche se trouvent des vases, des appliques, des lampes d'un joli travail de ferronnerie.

En face de ce stand, est la grille exécutée par M. Georges Szabo, ferronnier. Dans cet élégant travail, le maître a su allier avec art l'ancienne conception du travail d'assemblage des grilles à œil renflé avec la décoration empruntée à la nature. Son quadruple cep de vigne qui forme la partie centrale et le couronnement de la grille se marie harmonieusement avec les parties un peu rigides des panneaux rectangulaires qui composent cette clôture.

A côté de ce stand est l'exposition technique de la Maison Majorelle, de Nancy, qui s'était, jusqu'à présent, spécialisée dans les meubles et dans les céramiques. Cette maison a tenu à participer au grand mouvement de renaissance du fer forgé. Dans un stand bien ordonné, elle présente une console de grande dimension appliquée contre une glace circulaire avec laquelle elle semble faire intimement corps. Le motif employé pour la décoration de cette importante pièce est la palmette aux branches inégales. On retrouve le même motif aussi bien dans le décor de la glace que dans la ceinture de la console. Le pied de cette dernière est formé d'une large bande d'un travail analogue, courbée en forme de rinceau. Tout ce monument repose sur un grand socle rectangulaire en Labrador. C'est du reste la même matière qui a servi à faire la tablette de la console.

En face de l'entrée du stand, on remarque une console de forme légèrement ventrue supportée par quatre pieds élégants terminés à leur extrémité inférieure par une petite volute. La partie du pied qui porte la ceinture contournée est garnie d'une sorte de draperie dont on trouve des exemples dans le style Bérain. Le marbre est supporté par une belle frise toute garnie de feuilles de vigne, parmi lesquelles sont suspendues des grappes de raisin.

A noter encore dans le même stand, des coupes lumineuses, des lampadaires d'un travail assorti aux pièces dont nous venons de donner la description.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pavillon de l'Art appliqué aux Métiers (n° 49 du plan officiel). — En quittant la galerie, nous revenons vers l'allée centrale de l'Esplanade des Invalides et nous trouvons, proche l'exposition de Sèvres, le charmant Pavillon de l'Art appliqué aux Métiers. L'entrée en est défendue par une grille due à M. Matrat, ferronnier; elle a été exécutée d'après les dessins de MM. Besnard et Haubold, architectes (fig. 7).

Fig. 7. — Porte d'entrée du Pavillon de l'Art appliqué aux Métiers par C. MATRAT, Besnard et Haubold, architectes.

Cette clôture consiste en deux portes reliées à une porte centrale dormante. Chacun des panneaux est garni de barres de fer enroulées en rinceaux; en haut et en bas, un ornement du même travail est artistement disposé de place en place, de façon à rompre la monotonie des lignes droites. Un très riche encadrement limite chacun des panneaux; ce cadre est formé de fleurs stylisées d'un travail très serré et d'un fort heureux effet.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Si nous pénétrons dans le pavillon, nous notons dans le joli oratoire qui est au fond et à droite, une grille de communion dont les panneaux sont formés d'un dessin imitant une rose rayonnante.

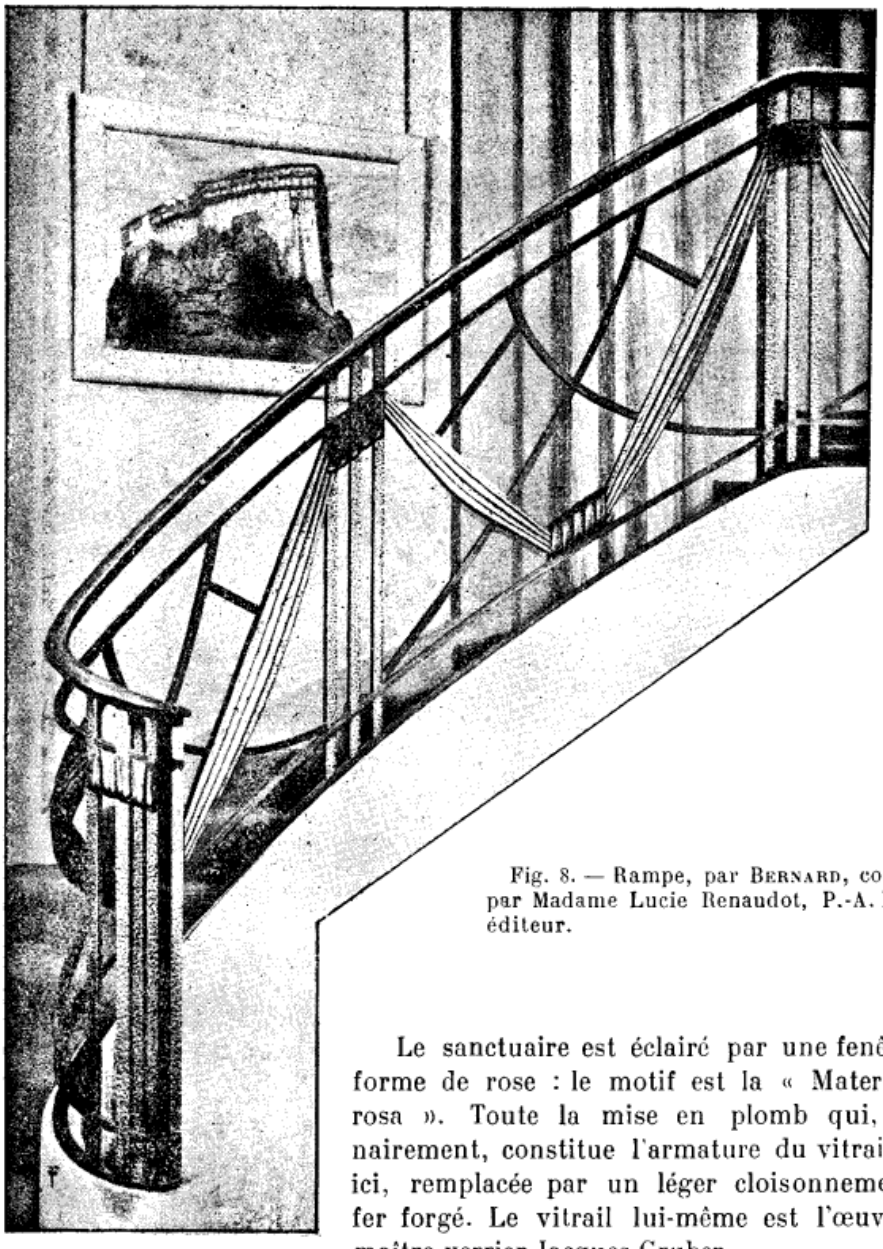


Fig. 8. — Rampe, par BERNARD, composée par Madame Lucie Renaudot, P.-A. Dumas, éditeur.

Le sanctuaire est éclairé par une fenêtre en forme de rose : le motif est la « Mater dolorosa ». Toute la mise en plomb qui, ordinairement, constitue l'armature du vitrail, est, ici, remplacée par un léger cloisonnement en fer forgé. Le vitrail lui-même est l'œuvre du maître verrier Jacques Gruber.

Tour de Champagne (n° 27 du plan officiel). — Revenons maintenant un peu sur nos pas et pénétrons dans la Tour de Champagne au plafond de laquelle est suspendue une immense construction en fer de forme hexagonale. Dans les panneaux de cet édifice sont ménagés des médaillons contenant alternativement des

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cigognes et des coupes de champagne. Ce motif de décoration revient au surplus à chaque instant dans le reste de la décoration de ce hall.

Au centre a été installé un comptoir où se débitent maintes friandises dont les plus précieuses sont renfermées dans des vitrines formées de fer carré agréablement contourné.

Ensembles de mobiliers de la Classe 7 (n° 29 du plan officiel). — En quittant la Tour de Champagne, nous pénétrons dans la galerie réservée au mobilier. Le regard est, dès l'entrée, attiré par un grand salon de forme ronde dans le fond duquel se trouvent deux escaliers symétriques munis de rampes en fer carré sur lesquelles viennent s'appliquer des draperies en fer repoussé, aux lignes quelque peu schématiques. Les panneaux de la rampe sont compris entre des pilastres formés de trois barres de fer travaillées au pointillé. Cette rampe est due à M. Bernard, ferronnier (fig. 8).

Un peu plus loin, sur la droite, on trouve le groupe de Touraine, dont M. Maurice Boille a été l'architecte.

Dans une petite pièce devant servir de vestibule, on voit, sur la droite, un motif carré dans lequel les branches de sapin surchargées de pommes de pin sont le motif principal de décoration.

La même disposition se retrouve à l'étage supérieur dans une sorte de frise.

Au fond et à droite, on a plaisir à voir un joli dessus de porte formé d'une grille rectangulaire; cette dernière est garnie d'une corbeille aux formes surbaissées toute chargée de fleurs et de fruits.

Ensembles de mobiliers de la Classe 7 (n° 35 du plan officiel). — Dans ce pavillon nous devons nous arrêter longuement devant le stand de la Maison Brandt. Le maître ferronnier a pris comme motif de présentation un hall moderne. Les murs, les panneaux intermédiaires et les niches sont couverts d'un travail de staff donnant assez bien l'illusion de revêtements en fer repoussé. Dans les niches se trouvent des amphores de style antique.

Au centre du stand est une lourde table dont les pieds sont formés de consoles consistant en une épaisse bandelette de fer cannelé et enroulé en forme de rinceau.

La console formant desserte est supportée de la même façon.

La table et la desserte sont couvertes par une épaisse dalle de marbre grand antique.

La pièce capitale de l'exposition de M. Brandt consiste dans ce grand paravent à cinq feuilles que nous avons déjà eu le plaisir d'admirer plusieurs fois dans d'autres expositions, notamment au Pavillon de Marsan. Ce paravent est réellement aussi étonnant et aussi remarquable comme conception que comme exécution. Il consiste en cinq feuilles. La partie centrale est garnie d'un grand motif en forme de jet d'eau. Ce « geyser » de fer forgé se divise en une multitude de chutes qui s'élancent vers le haut pour retomber ensuite gracieusement à droite et à gauche; elles débordent même d'une façon tout à fait heureuse sur les panneaux voisins. Ces derniers sont constellés d'immenses feuilles lancéolées partant d'une sorte de pistil d'un décor plus ou moins emprunté à l'entomologie. Le fond de chacun des panneaux est constitué par une série d'enroulements très serrés sur lesquels les grandes feuilles incrustées de lamelles de cuivre se détachent admirablement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le bas du paravent est entièrement garni de segments de croissants qui s'entremêlent à la façon de jets d'eau de moindre envergure que la pièce principale. Ici, le fond est garni d'un décor en forme de colimaçon entièrement brodé dans toute la longueur de volutes enroulées.

Le stand de M. Brandt est amplement garni de lustres, d'appliques et de tous les accessoires du mobilier qu'on arrive maintenant, avec un rare bonheur, à exécuter en fer forgé.

Dans cette pièce, on a ménagé à droite et à gauche deux petits couloirs permettant au public d'approcher un peu. Ces accès sont fermés par des écrans dont l'un est intitulé « Les plumes ». Au milieu de l'encadrement formé de plumes d'autruches superposées, un personnage danse en jouant du tambourin ; il est sup-

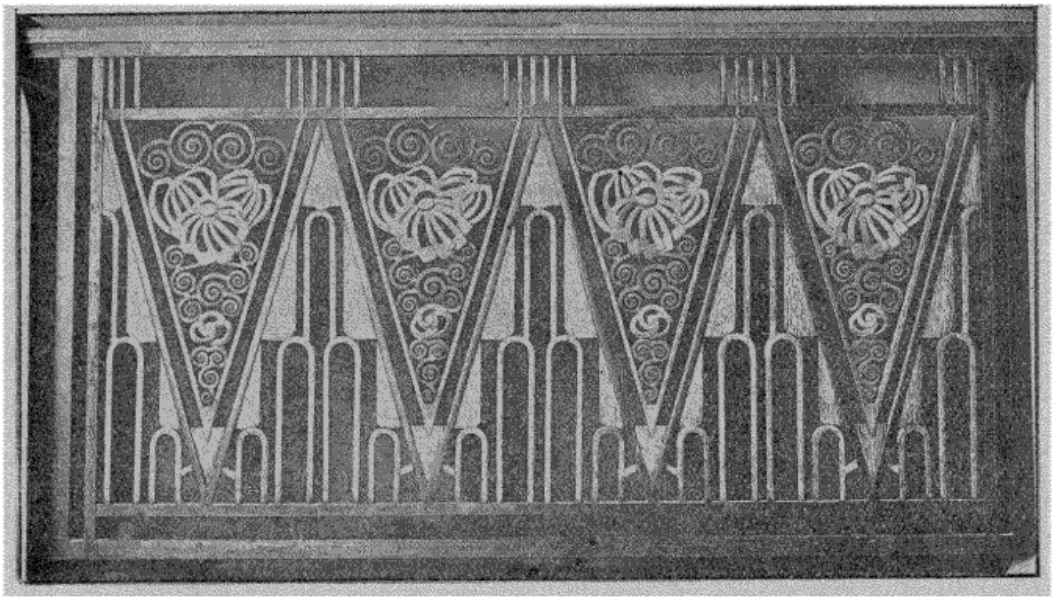


Fig. 9. — Balcon d'un ensemble mobilier, par CHARLES PIGUET, Montagnac, architecte.

porté par une sorte de fleuron issu lui-même d'un ornement rappelant la structure et le mouvement d'un éventail.

A côté est un autre écran de fer forgé dénommé « Le nid ». Ici, il semble que l'artiste se soit souvenu de ces tapisseries du temps de Louis XIII, dans lesquelles le décor est formé de branches d'arbres entremêlées de fleurs et de fruits. Au centre de la composition est un oiseau stylisé qui rappelle un peu la fameuse légende du pélican qui se déchire les flancs pour nourrir ses enfants.

A l'entrée de la pièce, on admire une grille d'intérieur rappelant un peu, par ses enroulements le double L du monogramme de Louis XIV. Des ornements en forme d'éventails occupent la place laissée vide par les enroulements.

Au centre de chacune des portes est un médaillon polylobé dans lequel s'épanouit un bouquet de fleurs dont les tiges sont étroitement serrées par un ruban dont on retrouve les éléments dans le style Louis XVI.

En poursuivant notre course nous trouvons le stand de la Maison Mantelet où

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'on doit regarder avec attention un fort joli décor de fenêtre qui s'applique sur une verrière dépolie et forme en quelque sorte la mise en plomb d'un vitrail. Le motif est formé de ceps de vigne entrecroisés entièrement garnis de grappes de raisins interprétées d'une façon stylisée. Dans les angles de cette œuvre de serrurerie sont deux oiseaux aux attitudes variées. Ces volatiles, indiqués en fer rond, ont été traités avec la même dextérité que ces dessins tracés à la plume par des maîtres écrivains qui, d'un même trait, jamais cassé ni interrompu, arrivent à donner la silhouette et l'impression des objets ou des animaux les plus variés. Ce travail de fer forgé est dû à M. Schenck.

Dans la galerie des ensembles mobiliers on ne doit pas manquer de remarquer le hall dû à M. de Montagnac, architecte-décorateur. Au pourtour de la pièce il a placé un balcon exécuté par M. Charles Piguet, ferronnier. Cette balustrade est constituée par des triangles entrant exactement les uns dans les autres. Ceux qui ont la pointe en bas sont décorés d'un épais motif floral stylisé et couverts d'une patine dorée; les triangles, au contraire, dont la pointe est tournée vers le haut sont garnis d'arcatures allongées et juxtaposées (fig. 9).

Ensemble de mobiliers de la classe 7 (n° 37 du plan officiel). — Si nous quittons le pavillon principal de la classe 7, nous nous engageons dans la galerie annexe, construite sur le prolongement de la rue Saint-Dominique. Nous voyons tout de suite à notre droite le stand de la Maison Majorelle, de Nancy. Cette maison, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler en étudiant la galerie où sont exposées les différentes œuvres de la technique du métal (n° 25 du plan officiel), a tenu à montrer l'utilisation du fer forgé dans un ensemble de mobilier moderne. Dans son stand, M. Majorelle montre au fond de son exposition une très grande grille servant de cache-radiateur. Ce chauffage est installé dans le fond de la pièce; il est compris dans une décoration en marbre disposée à la manière d'un double escalier. Ce couvre-radiateur est composé d'une série de panneaux juxtaposés terminés en mitres. Chacun de ces panneaux est garni à l'intérieur de barres de fer travaillées en cordelettes et agrémenté de temps à autre de boules fuselées. A la partie inférieure du radiateur, de grosses billes de fer sont disposées suivant une ligne ondulée. Une épaisse plaque de marbre sert à fermer la partie supérieure.

La pièce est éclairée par deux lustres polygonaux; ils portent une série de lampes cachées dans des coupes de forme pointue. Les différentes parties de ces lustres sont reliées les unes aux autres par des chaînes portant en leur centre un fuseau.

Sur la table-bureau qui occupe le milieu du stand est une lampe accostée de toutes parts de consoles à jour rappelant un peu les contreforts de nos cathédrales gothiques.

L'un des côtés du stand est fermé par une grille d'un aspect assez singulier et inattendu. Elle est en forme de V et semble composée de deux segments de rampe qui viendraient se couper à angle aigu. Les pilastres qui composent chacune de ces rampes, au lieu de s'arrêter à la hauteur de la main courante, ont été largement prolongés de façon à former une série de décrochements (fig. 10).

L'intérieur de chacun de ces pilastres est garni d'ornements, soit d'aspect géométrique, soit empruntés à l'ordre hélicoïdal. Parfois des grelots ou d'autres ornements viennent remplir les petits médaillons dont nous venons de parler.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a certainement dans cette grille une idée intéressante qui n'est peut-être pas complètement au point, mais dont on pourra certainement faire quelque chose en l'étudiant plus à fond.

Toujours en suivant la même galerie, nous rencontrons le stand de MM. Merlier-Cochet et C^ie^, dont M. Louis Rey a été le collaborateur.

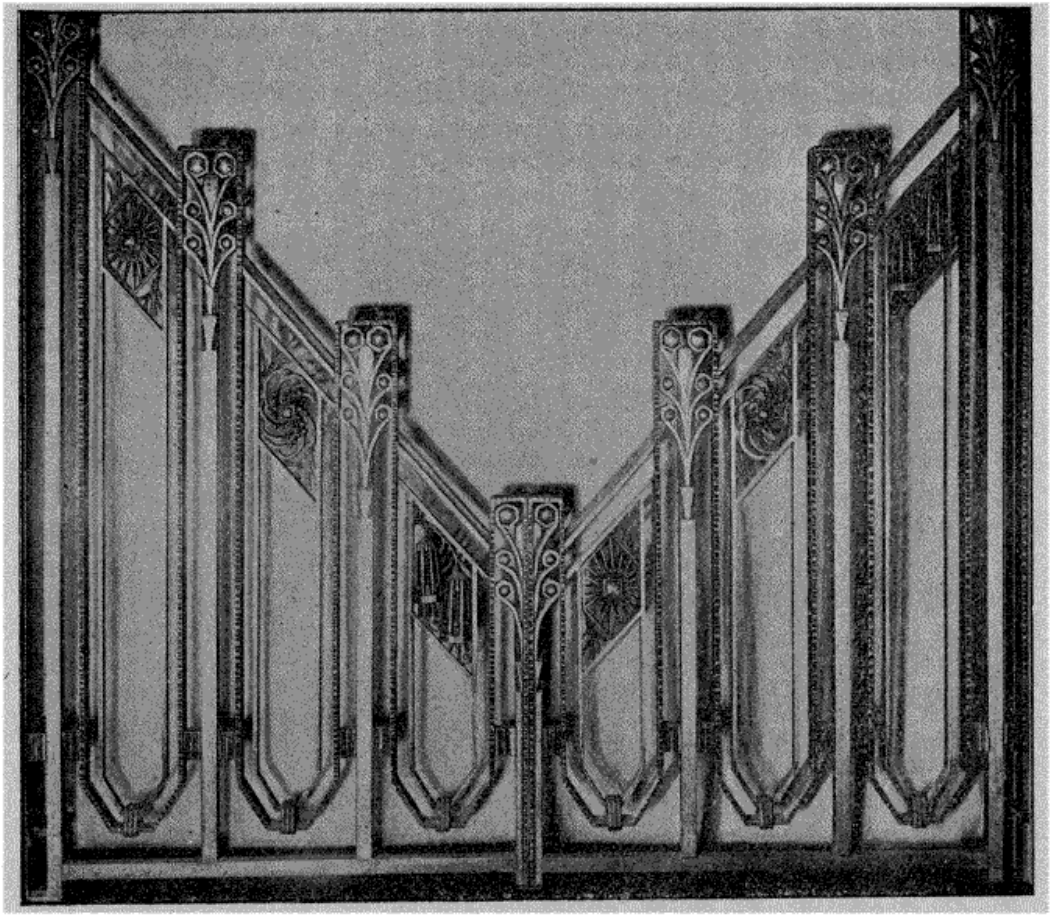


Fig. 10. — Grille (Ensemble mobilier, classe 7) par MAJORELLE FRÈRES.

Dans le fond de la pièce à droite, on remarque une console formant bibliothèque d'une forme un peu spéciale. Le meuble en fer est garni, en son milieu, de tablettes de marbre. Les côtés cintrés sont formés de deux grilles allant en s'évasant de la base au sommet; elles sont garnies de rinceaux et de motifs de fleurs.

Les côtés du meuble sont surmontés d'une sorte de chapiteau à triple effet. Le meuble repose sur un socle en marbre qui lui procure ainsi une solide assise.

Dans un autre ensemble de mobilier aux formes robustes et simples, M. Meyniel a introduit une décoration en fer forgé qui mérite d'être notée.

Le lustre qui éclaire la pièce, dû à M. Edmond Delion, ferronnier, est formé d'une coupe d'albâtre soutenue par quatre chaînes agrémentées de fuseaux. La galerie qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

borde la coupe consiste en une bordure toute remplie de motifs en fer forgé d'un dessin si serré et si ajouré qu'il rappelle le travail du bronze repercé.

Au-dessous de la coupe est une galerie dont les fines découpures ont quelque analogie avec les palmettes empire. Autour de la coupe centrale, se trouvent six coupelles renversées rattachées au plafond par autant de chaînes finement ouvragées.

De chaque côté du stand, dans le fond, on remarque des portes en glace sur lesquelles vient s'appliquer une décoration de fer forgé également due à M. Edmond Delion. A la partie supérieure de la porte, est un médaillon ovale qui est rattaché par des liens à un rinceau placé tout en haut. Ce rinceau en forme d'arc est terminé par un enroulement très serré. A chacune de ses extrémités un double cordon vient relier le fronton à la base du médaillon et, de là, retombe en une chute élégante jusqu'au bas de la porte. Un ornement du même travail, formant draperie, relie le bas du médaillon au bas de la porte.

L'ensemble de cette décoration est fort élégant et ne manque ni de grâce ni de ligne.

Une ambassade française (n° 63 du plan officiel). — Le palais qui occupe le fond de l'Esplanade des Invalides a été dénommé la maison d'un ambassadeur. L'idée, certes, est fort ingénieuse, car elle a permis d'exposer là, avec une réelle vraisemblance, tout ce qui peut constituer le somptueux mobilier d'une habitation moderne.

Si nous entrons par la porte de gauche, nous notons deux consoles en demi-lune évasée dont le décor a été obtenu à l'aide d'un fer plat habilement travaillé. Ces consoles sont couvertes d'un beau dessus en marbre.

Un peu plus loin, dans le grand salon, nous remarquons deux lampadaires de Raymond Subes. Ils sont de forme quadrangulaire et surmontés de coupes en marbre à huit pans.

Dans la même pièce, accostée à de fausses portes en glaces, se trouvent des consoles en fer forgé et argenté en forme de demi-lune allongée; elles consistent chacune en quatre montants cintrés reliés par des draperies et des lambrequins chargés de glands. A l'intérieur des montants cintrés nous retrouvons le motif en forme d'éventail d'où s'échappent des rinceaux tréflés.

Si l'on passe maintenant dans la pièce suivante, on remarque le couvre-radiateur dû également à Raymond Subes. Il est formé de motifs de barres parallèles retenues par des liens : sur le côté sont des barreaux droits martelés et guillochés; au centre est une grande plaque unie martelée.

La pièce est éclairée par six appliques reposant sur des platines carrées et contenant un décor floral. La coupe renfermant la lumière est en marbre translucide.

Dans ce palais, on doit remarquer un buffet composé d'un fond en bois laqué rouge sur lequel viennent se fixer des consoles formant triple épaisseur à la base, puis deux épaisseurs et terminées ensuite par un simple enroulement emprunté toujours au même genre de décoration.

La partie inférieure de la console, formée comme la tablette d'une dalle de marbre, est soutenue par un pied en fer travaillé avec art.

Cour des Métiers (n° 61 du plan officiel). — Au centre du Palais de l'Ambassadeur est une sorte de patio dénommé « La cour des métiers », en raison des peintures décoratives qui ornent les trois côtés du cloître. Cette cour est fermée à droite et à

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

gauche par une balustrade à hauteur d'appui formée de panneaux rectangulaires, au centre de chacun desquels est figurée, en silhouette, une fleur de pétunia dentelée à sa partie supérieure. M. Edgar Brandt est l'auteur de cette clôture.

La porte principale du jardin de la Cour des Métiers est due au maître ferronnier A. G. Szabo. Cette clôture consiste en deux portes à hauteur d'appui représentant l'ancienne technique du fer. Elles sont formées chacune d'un encadrement composé d'une double ligne garnie à l'intérieur d'un ornement en pointe de diamant. Le milieu du portillon est occupé par un carré relié par des liens à l'encadrement général. Au centre est un épi de blé au milieu de rinceaux (fig. 11).

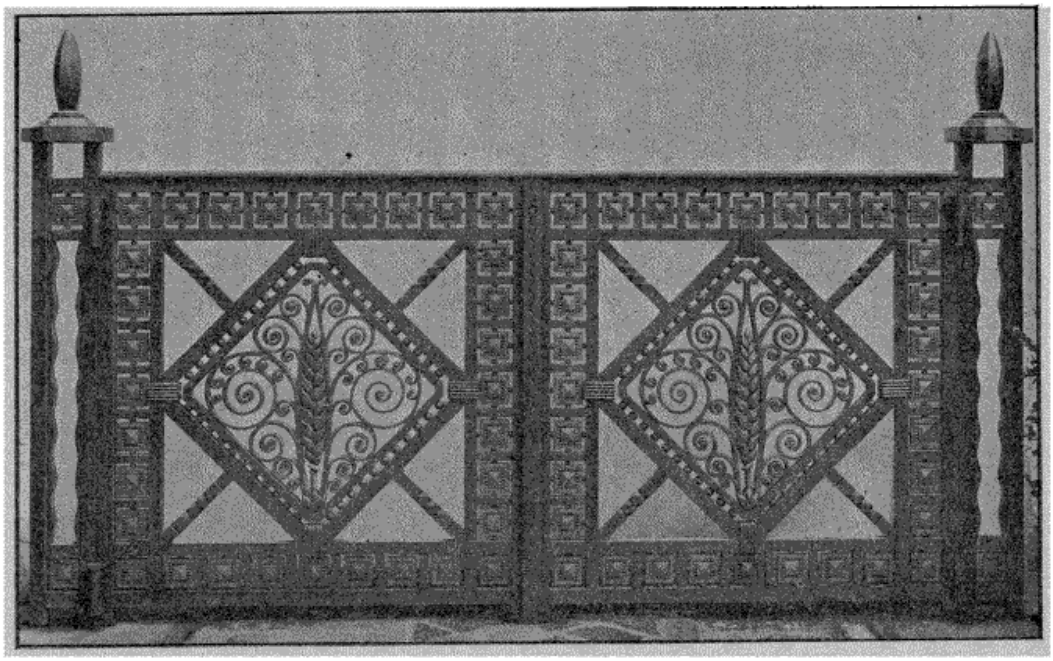


Fig. 11. — Grille de clôture (Jardin de la Cour des Métiers) par A.-G. Szabo.

Pavillon de Nancy (n° 53 du plan officiel). — Nous quittons le Palais d'un ambassadeur et nous remontons vers la Seine. A droite, nous trouvons le pavillon de la ville de Nancy dû à MM. Le Bourgeois et Bourgon, architectes. Ces messieurs ont dessiné une curieuse porte intérieure qui a été exécutée par M. Jean Prouvé, ferronnier. Cette porte est contenue dans un important chambranle formé de trois boudins constituant l'encadrement général. Au centre, sont deux petits panneaux consistant en alvéoles superposées.

Pavillon de Lyon-Saint-Étienne (n° 99 du plan officiel). — En face nous trouvons le pavillon de Lyon-Saint-Étienne dû à M. Tony Garnier, architecte.

La porte d'entrée, qui est l'œuvre de M. Charles Piguet, ferronnier, consiste en quatre vantaux comprenant chacun trois rectangles allongés garnis d'un ruban mollement étendu. Vers le haut de la porte est un quadrilatère dans lequel l'artiste a cherché à rappeler, avec le fer, le travail qu'on peut obtenir en plissant un ruban.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Pavillon Ruhlmann (n° 103 du plan officiel). — Au milieu de l'Esplanade des Invalides, sur la gauche, se dresse la Maison d'un Collectionneur ou le Pavillon Ruhlmann.

L'entrée du public a été réservée du côté du petit square agrémenté de la charmante fontaine de l'enfant à la boule.

La porte qui, de ce côté, donne accès dans la Maison du Collectionneur est à deux vantaux. Son dessin est à la fois sobre et correct.

A l'intérieur, l'œil est tout de suite arrêté par une console en fer forgé de forme semi-circulaire. Elle est montée sur quatre pieds terminés en volutes simples. A l'intérieur de chacun des pieds est un ornement en forme de double éventail superposé. Le marbre de la console repose sur un tablier garni de draperies supportant en leur milieu un petit ornement de forme évasée.

Au-dessus de la console est une petite glace de forme hexagonale contenue dans un cadre mouluré et perlé. Elle est surmontée d'un large fronton dont le motif principal est emprunté au quadruple jet d'eau. Cette élégante décoration se profile sur un fond de feuillages et de fruits traité avec goût.

La glace et la console portent la signature de M. Edgar Brandt.

A l'intérieur du hall, se trouve une grande grille à deux vantaux maintenue par deux pilastres. Les panneaux de la grille, formés de six motifs symétriques, rappellent un peu, par l'enroulement des rinceaux, le double L du monogramme de Louis XIV. A l'intérieur de chacun de ces panneaux secondaires est un motif de bronze au centre duquel se trouve un personnage dansant et jouant de la musique; il repose sur un ornement en éventail emprunté à l'art égyptien.

Au-dessus de la plaquette de bronze et pour relier ensemble les motifs, se trouve un ruban finement plissé.

Le couronnement de la grille, qui n'est que l'épanouissement des motifs décorant les panneaux, est encadré dans une large bandelette de fer également plissée à petits plis.

L'ensemble de cette grille est réellement très nouveau et très décoratif; il est à la fois sobre et l'alliance du bronze et du fer a permis de lui donner une richesse exempte de toute lourdeur.

Dans cette grille comme dans la plupart des travaux sortis des ateliers de la Maison Brandt, les rinceaux sont montés perpendiculairement les uns aux autres, tandis que dans l'ancienne technique ils ne s'en détachaient que latéralement, à la manière des branches d'un arbre. Cette nouvelle manière d'interpréter le fer forgé est réellement fort intéressante; elle ajoute à la légèreté du dessin et change complètement ce que l'œil était jusqu'à présent habitué à voir.

Au point de vue de la défense, il est évident, toutefois, que cette manière de fixer les rinceaux sans les rattacher les uns aux autres par des liens, doit quelque peu compromettre la solidité et rendre moins efficace la protection qu'on est en droit d'attendre d'une grille.

Dans le même pavillon la salle de bains est close par une grille placée là comme un écran et garnie à sa partie médiane supérieure par un groupe de danseurs tenant dans leur dextre un buste couronné de laurier.

La grille extérieure de la Maison d'un Collectionneur qui donne sur l'allée centrale est formée de rinceaux au centre de chacun desquels on retrouve l'élément décoratif en éventail qui est une évocation évidente de l'ancien art égyptien où alors il représentait l'éventail en plumes d'autruche.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les rinceaux qui constituent ces vantaux reposent sur une sorte de lambrequin.

Les vantaux de la grille sont contenus dans un encadrement formé d'enroulements séparés par des motifs en éventail.

L'imposte qui surmonte la grille consiste en un double enroulement au centre duquel nous retrouvons un ornement de forme évasée surmonté d'une galerie dentelée qui rappelle la balustrade de la Cour des Métiers. Dans cette imposte, les rinceaux sont toujours piqués droit sur la courbe des enroulements principaux.

M. Edgard Brandt est l'auteur de toutes les pièces que nous venons de décrire.

Pavillon Goldscheider (n° 115 du plan officiel). — Non loin de la Maison du Collectionneur se dresse le pavillon Arthur Goldscheider dont E. Eric Bagge est l'architecte. Les portes d'entrée et de sortie, dues à M. E. Schenck et ses fils, ferronniers, sont toutes les deux empruntées, comme décoration, au dessin géométrique. Dans l'une ce sont les triangles isocèles qui sont superposés au nombre de quatre dans chacun des vantaux; les côtés latéraux de chacun des triangles sont accostés de dessins formés de lignes courbes et brisées.

Dans l'autre porte, le dessinateur a pris comme thème un très grand triangle posé la pointe en bas; l'intérieur est garni d'autres triangles placés en sens inverse. Les parties ombrées sont remplies de rinceaux et de lignes brisées en forme de trait de Jupiter.

*Pavillon Crès et C^ie^* (n° 17 du plan officiel). — En face du Pavillon Arthur Goldscheider nous remarquons le Pavillon de la firme Crès et C^ie^ dont les portes ont été exécutées sur les dessins de M. Jean Schwartz, par les Établissements Schwartz-Haumont (fig. 12).

La porte de clôture du Pavillon consiste en deux vantaux rectangulaires dont le montant central formerait le tronc d'un arbre d'où s'échapperaient à droite et à gauche des branches portant des rameaux et des fleurs stylisées rappelant un travail de grosse guipure d'ameublement.

Sur une banderolle placée à la partie supérieure, on lit l'inscription Crès Cam. Dans le bas de la grille, des barres recourbées simulent des ondes ou des ornements vaguement géométriques.

Pavillon de la Maîtrise (n° 19 du plan officiel). — Au centre de l'Esplanade des Invalides et tout près du Pavillon de Sèvres, s'élève le Pavillon de la Maîtrise composé par MM. Jean Hiriart, Georges Tribout et Georges Beau, architectes, et réalisé par MM. Chanut et Maurice Dufrêne.

M. Maurice Dufrêne a confié à M. Vasseur, ferronnier, le soin d'exécuter une table de salle à manger présentant la silhouette d'un bateau. Les pieds, de forme évasée, sont à chaque extrémité et donnent l'impression d'une immense corbeille. La ceinture de la table est formée d'une bande de fer garnie d'une série de losanges.

Dans le même pavillon, on remarque deux portes d'intérieur en fer garnies en leur milieu d'une sorte de gerbe allant en s'évasant.

Entre ces deux portes est fixée une console d'un travail absolument analogue à celui de la table de la salle à manger.

Porte de l'Enceinte de l'Exposition, au croisement des rues Saint-Dominique et Fabert. — Le service de l'architecture de l'Exposition n'a pas voulu se montrer

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

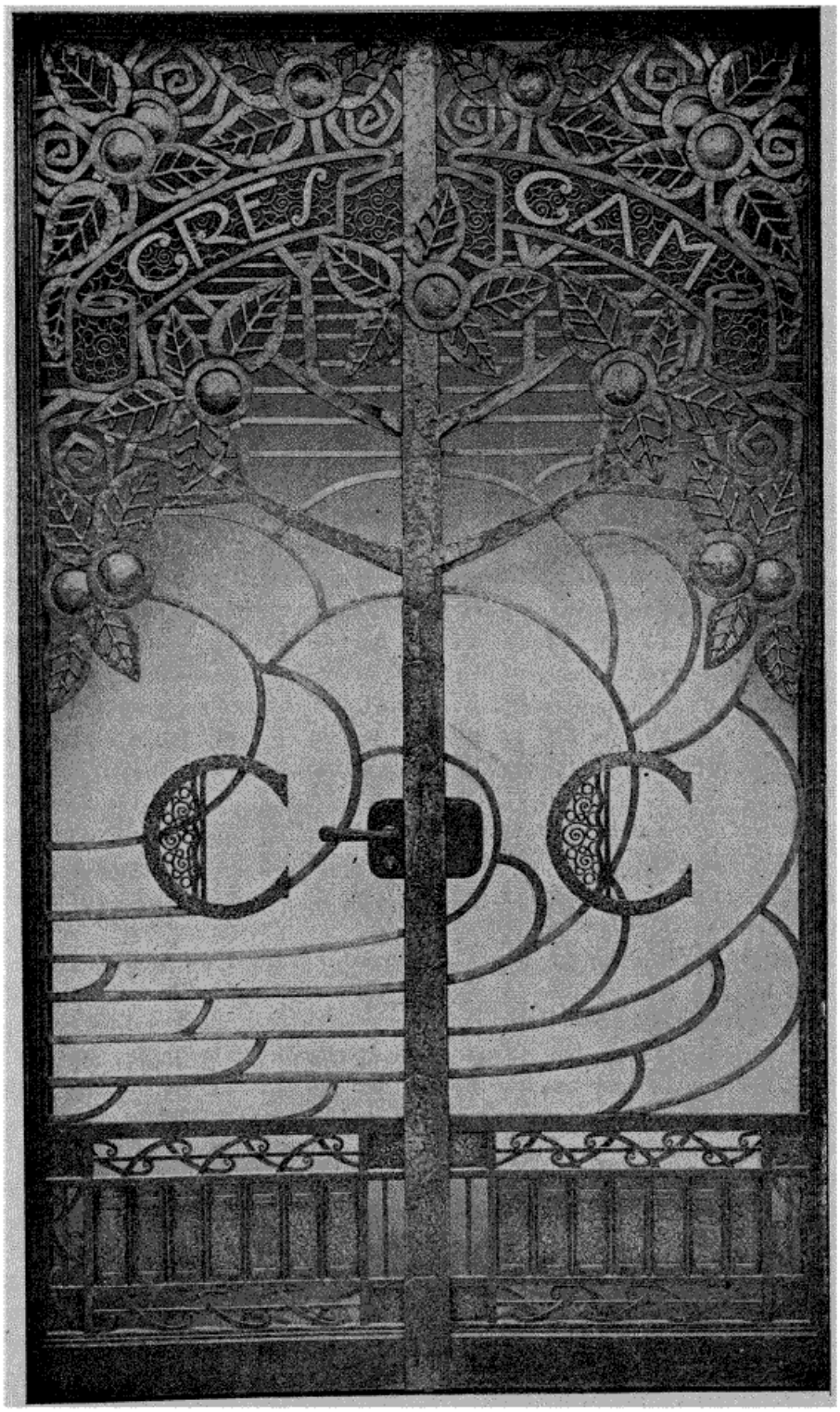


Fig. 12. — Porte d'entrée du Pavillon Crès et Cie, par les Établissements Schwartz-Haumont composée par Jean Schwartz.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

inférieur aux initiatives privées sous le rapport des grilles de clôture; aussi a-t-il concédé à M. Raymond Subes, ferronnier, le soin d'établir la porte d'enceinte de l'Exposition édifiée par M. Joseph Marrast, architecte, au croisement des rues Saint-Dominique et Fabert.

La grille de cette porte, conçue dans une véritable idée de défense et de protection, est accostée à droite et à gauche de deux forts piédroits formant consoles; ces dernières sont composées d'une série de barres carrées terminées par un rinceau à leur partie supérieure. Ces barres, disposées par groupes de trois, puis de deux, sont terminées par un seul fer. Ces différents soutiens sont placés par échelon et reliés les uns aux autres par des colliers épousant exactement la forme de chacune des barres qu'elles encadrent.

Les deux vantaux de la grille sont composés d'un semis de palmettes reposant sur un double enroulement en forme de lyre.

L'imposte semi-circulaire est garnie de barres droites ou ondulées formées d'un huit et rattachées les unes aux autres par un lien serré à chaud.

Pavillon Primavera (n° 121 du plan officiel). — Les grands magasins de nouveautés n'ont pas voulu rester en retard sur l'impulsion générale donnée à l'industrie du fer forgé. C'est dans cet ordre d'idées que le Pavillon « Primavera » a tenu à exposer l'étonnant paravent composé par M. Mozer et exécuté par M. van Mullen, ferronnier. Il consiste en sept feuilles dont chacune des parties est garnie de trois carrés superposés séparés les uns des autres par des traverses horizontales. Les motifs principaux sont reliés à l'armature par un sextuple lien serré à chaud.

A l'intérieur de chacun des panneaux est figurée une plante stylisée ou un entrelac. Les montants sont couverts d'un travail au pointillé.

Pavillon des sections étrangères (n° 111 du plan officiel). — Après avoir passé en revue tous les beaux travaux de serrurerie dus à l'industrie française, il nous a paru intéressant de donner en parallèle les productions du même genre exécutées par nos voisins les Belges et les Italiens.

Dans cette galerie, l'Italie a exposé quelques travaux réellement remarquables. Notons particulièrement le stand de M. Alessandro Mazzucotelli. Cet habile ferronnier a fermé son stand à l'aide d'une grille accostée à des pilastres dont la palme est le principal motif. Dans le bas du panneau, le dessin de la grille affecte la forme d'un réseau rectangulaire dont chacun des carrés serait relié par un fer rond. On sent que l'artiste a voulu imiter ici le travail que l'on obtiendrait en rattachant les montants verticaux et horizontaux à l'aide d'une cordelette de chanvre. Au point de vue technique ce travail est réellement fort remarquable; il ne donne malheureusement pas l'aspect aussi décoratif que mériterait une pareille virtuosité du marteau.

M. Mazzucotelli s'est abstenu d'assembler à œil renflé les montants verticaux et horizontaux et une simple incurvation au point de rencontre des deux barres facilite leur juxtaposition. Les montants verticaux de la grille sont terminés par une sorte de chou frisé formé d'une feuille entourant le bouton central.

Le même exposant a montré comment on pouvait, à l'aide de la forge, obtenir de véritables sculptures en relief : c'est ainsi qu'il présente, sous quatre aspects différents, une tête de coq depuis le lingot de fer brut jusqu'au moment où la pièce est

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

entièrement terminée comme forge et prête à recevoir la finition à la lime ou au burin.

Dans la salle voisine qui forme l'angle de la galerie, M. Mazzucotelli expose un travail réellement très remarquable mais qui, insuffisamment mis en valeur ne donne pas l'impression de l'effort considérable qui a été ainsi réalisé.

La décoration de cette pièce consiste en une large corniche de 25 cm de hauteur environ. Cette corniche est composée d'une succession de petits panneaux chargés de rinceaux sur lesquels viennent s'appliquer des groupes d'épis de blé. A la corniche est fixé de place en place un chardon destiné vraisemblablement à contenir une lampe électrique.

Le centre de la pièce est occupé par un grand médaillon ovale d'un travail analogue à celui de la corniche; il forme cadre à un panneau de même forme composé d'une grille à mailles carrées. Le motif central est relié à la corniche par des barres de fer agrémentées de rinceaux en leur milieu et à chacune de leurs extrémités.

Un vélum constitue le plafond de la salle.

Le mobilier de la pièce consiste en une grande coupe à anses exagérées d'un goût italien tout à fait prononcé. A droite et à gauche sont deux jardinières rondes d'un travail analogue.

De menus objets d'art sont contenus dans des vitrines quadrangulaires, dont les glaces sont reliées par d'importants motifs en fer forgé figurant des serpents et des animaux fantastiques.

Le long des murs on remarque des porte-rideaux agrémentés de consoles en tôle découpée et repoussée.

Tout ce travail indique une réelle habileté manuelle et un goût peut-être un peu exagéré de la décoration où l'on ne saurait manquer de trouver cependant certaines réminiscences de la Renaissance italienne.

Si nous continuons notre promenade dans les bâtiments et galeries adossés à la rue Fabert, nous rencontrons le stand occupé par l'industrie belge.

M. Alexandre a exposé une porte cintrée qui, en style juridique, serait dénommée porte bâtarde, car par ses dimensions et ses proportions, elle tient le milieu entre la porte cochère et la porte d'appartement.

De forme cintrée, cette grille est contenue dans un chambranle formé de rinceaux ondulés d'où se détachent des brindilles frappées parallèlement. Une barre de fer ondulé, dans le genre de ce qu'on appelle une rivière, en terme de broderie, garnit le chambranle extérieur. La gorge est remplie d'un triple boudin surmonté d'un chapiteau.

La porte à proprement parler consiste en une grille formée de maillons rectangulaires assemblés à œil renflé; chacun de ces œils est traité à angle aigu. Dans le centre de la porte on remarque, vers la partie supérieure, un médaillon contenant un coq conçu dans le style stylisé le plus amusant. Ce motif est renfermé dans un cadre perlé qui est rattaché par des liens au restant de la grille. Le motif principal consiste en un cep de vigne qui encadre complètement tout le guichet intérieur : ses feuilles et ses raisins viennent agréablement se mêler au réseau carré du guichet.

Au centre, sur un fond de rinceaux d'un travail précieux, se détache une longue poignée qui rappelle un peu les heurtoirs des siècles précédents.

Dans son ensemble, cette œuvre de serrurerie mérite une mention toute particulière, car, tout en s'alliant heureusement avec l'art moderne et la représentation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de la nature, elle conserve, néanmoins, les saines traditions de l'art du forgeron dont les Flandres nous ont fourni de si beaux spécimens.

A côté de cette grille, M. Alexandre expose une console en demi-lune surmontée d'une glace ovale contenue dans un cadre guilloché orné à la base de rinceaux symétriques. La console elle-même repose sur six pieds contournés haut et bas, en forme de rinceaux. Le marbre est soutenu par une ceinture garnie de rinceaux entièrement recouverts de feuillages repoussés, agrémentés de fleurs et de fruits.

A côté de la console est une charmante petite applique garnie de cristaux de roche.

Un peu plus loin nous notons l'ensemble de mobilier qui a été réalisé par la Maison du « Bon Marché » de Bruxelles. Ce stand est fermé par une grille à hauteur d'appui, vallonnée comme le sont les grilles de chœur de ce pays. L'intérieur de chacun des panneaux est garni de rinceaux agrémentés de dentelures. Les motifs de décoration sont indiqués par un fer plat contourné suivant le motif du dessin qu'on a cherché à reproduire. Sur les rinceaux viennent s'appliquer des fleurs, des feuillages et des grappes de raisin traités d'une façon stylisée.

Au centre des deux grilles principales se trouve un double médaillon contenant l'un un bouquetin et l'autre un cerf affrontés.

Conclusion. — On se demande avec une certaine anxiété quelle conclusion on peut tirer de cette longue promenade à travers les pavillons et les galeries où la France et les nations conviées à la grande manifestation artistique et industrielle ont rivalisé d'adresse et d'ingéniosité pour montrer ce que les unes et les autres étaient capables de produire.

Nous nous trouvons en présence de deux écoles bien distinctes; l'une répudie délibérément tout ce qui a été fait jusqu'à présent; elle veut innover et, au risque même d'être accusée de manquer de rationalisme, elle demande au fer forgé d'accomplir les prodiges les plus inattendus, de s'assouplir comme de la terre glaise, de se dépouiller de ce que cet art peut présenter d'un peu sévère pour pouvoir entrer, en raison de son alliance avec le bronze, dans le véritable domaine de la sculpture.

L'autre école, plus assagie, à notre avis, se souvient des traditions du passé auquel elle ajoute le décor moderne. La représentation de la nature empruntée aux plantes, aux fleurs et aux arbustes semble s'associer merveilleusement à cette seconde conception de l'art du ferronnier. L'œil est moins surpris par des formes plus raisonnables, le vieux forgeron retrouve avec plaisir l'ensemble des lignes dues à l'ancienne technique.

Il convient, en effet, de ne pas oublier que le fer doit être travaillé suivant sa nature et suivant des procédés rationnels. Les ouvrages conçus en suivant cette ligne de conduite ne peuvent en effet manquer de gagner en grâce, en force et en durée.

Nous nous trouvons en ce moment à l'aube d'une renaissance nouvelle de cet art qui fut si merveilleux au début de notre histoire. La science a mis entre nos mains des moyens étonnants pour résoudre les difficultés qui jusqu'alors avaient paru insurmontables; sachons nous montrer sages et prudents, usons avec modération des procédés nouveaux et attachons-nous, avant tout, à produire des œuvres fortes et saines, dignes en un mot de la grande tradition de l'art français.

HENRY-RENÉ D'ALLEMAGNE,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

SECOND CONGRÈS DE LA LIGUE GÉNÉRALE POUR L'AMÉNAGEMENT ET L'UTILISATION DES EAUX

(Grenoble Lyon, 16-22 juillet 1925).

La Ligue générale pour l'Aménagement et l'Utilisation des Eaux (1) a été fondée le 1er décembre 1922 par la fusion de deux anciens groupements : la Ligue fluviale et l'Association générale de Navigation intérieure. Elle a élargi le programme des associations auxquelles elle succédait. Elle a pour objet de favoriser, l'aménagement intégral, méthodique et progressif de tous les cours d'eau français. Elle s'intéresse ainsi à toutes les questions économiques et techniques qui touchent :

a) les cours d'eau navigables : transports par eau, utilisation de la puissance disponible, défense contre les crues... ;

b) les cours d'eau non navigables : production et utilisation de l'énergie électrique, irrigations, adductions d'eau, desséchements,

ainsi qu'à toutes les questions connexes dans lesquelles l'eau joue un rôle : hygiène, usages industriels, pisciculture....

Comme mode d'action, en dehors du rôle confié à une Commission permanente qui a pu obtenir déjà des résultats heureux, la Ligue générale a recours à des congrès régionaux périodiques, comme les groupements qui l'avaient précédée. Depuis la grande guerre ceux-ci avaient provoqué : en 1919, à Strasbourg et à Tours, en 1921, à Rouen, des réunions importantes consacrées surtout à la navigation intérieure et aux problèmes économiques qui se posaient à son sujet. De même en 1922, à Bordeaux, avait été tenue une réunion où, à côté de l'étude des questions régionales de navigation, on avait assisté à des discussions du plus haut intérêt sur la politique de l'électrification.

La Ligue a organisé, en 1924, son premier congrès, tenu à Lille ; une place prépondérante y avait été donnée au développement de nos canaux et surtout à l'organisation de leur exploitation ; puis aux travaux de desséchement et de défense contre les submersions, ainsi qu'à l'amélioration de leur organisation.

La Ligue a eu la très grande satisfaction de voir les conclusions formulées et les vœux adoptés favorablement accueillis par les Pouvoirs publics.

Le second congrès a été tenu à Grenoble, puis, à Lyon du 16 au 22 juillet 1925.

A Strasbourg, en 1919, au Congrès de Navigation intérieure organisé par l'Association générale de Navigation intérieure, furent présentés de remarquables rapports sur les différentes questions, qu'au point de vue des échanges par eau venait de faire naître l'accession au Rhin de la France reconstituée. Plusieurs de ces études tendaient à définir le rôle que devaient tenir désormais les diverses voies d'eau exis-

(1) Siège social, 4, carrefour de l'Odéon, Paris (6e).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tantes ou à créer. Six années ont passé : des améliorations importantes ont été apportées sur certaines lignes de navigation; d'autres, souvent réclamées, restent désirées et des décisions importantes ont été prises au sujet des grandes voies de la vallée du Rhône.

Une mise au point n'était pas inutile, en particulier au sujet des relations de l'Alsace avec Lyon et avec la Méditerranée. Comme on le verra plus loin, elle vient d'être faite au Congrès de Grenoble-Lyon.

L'eau prend de plus en plus d'importance dans notre vie économique. On en réclame de toutes parts. Les voies navigables, naturelles ou artificielles, veulent toutes une alimentation de plus en plus abondante pour assurer une circulation plus facile et plus rapide à des bateaux d'un tonnage de plus en plus grand. Les consommations urbaines, les consommations industrielles de toute sorte demandent à tout prix des cubes quotidiens qui croissent avec une rapidité jusqu'ici insoupçonnée; dans quelques années, la nécessité de faire produire à plein toutes les régions cultivables exigera une augmentation considérable des irrigations. Enfin l'exploitation de la houille blanche oblige à la création de réserves d'eau énormes pour garantir aux usines un débit minimum aussi élevé que possible. Au siècle du charbon nous voyons succéder le siècle de l'eau. Pour satisfaire à ces desiderata complexes qui élèvent de jour en jour le prix de l'eau, il faut employer toutes les ressources et il faut les ménager toutes ; il faut, quand on le peut, imposer même à chaque mètre cube d'eau une double utilisation. Si le projet du grand canal d'Alsace lui demande ainsi deux services, porter des bateaux et faire tourner des turbines, on a été jusqu'à en envisager trois pour le canal latéral du Bas-Rhône, en escomptant qu'il pourrait transporter en outre un débit important en vue des irrigations du Sud-Est.

Aussi, pour une saine politique de l'eau, il n'est plus permis de considérer isolément chacun de ses emplois : il faut se préoccuper d'un aménagement et d'une utilisation tels qu'ils permettent de ne sacrifier aucun des besoins de notre pays; d'ailleurs certaines régions connaissent déjà le manque d'eau d'une manière qui pourrait devenir préoccupante.

Ce sont ces vues d'ensemble qui guident la nouvelle Ligue; elle cherche à en tenir compte dans l'examen tant des questions générales que des questions particulières à chacune des régions qui hospitalisent ses congrès périodiques.

Dans celui de Lille (1924) par exemple, tout en donnant une place de beaucoup prépondérante aux transports par canaux, élément vital pour la prospérité de la région, la Ligue avait provoqué de nombreuses études sur les améliorations désirables pour la région agricole des Watringues, tant au point de vue des travaux à poursuivre et à perfectionner qu'à celui des réglementations qui en faciliteraient la réalisation.

De même, dans le Congrès de Grenoble-Lyon, les trois grands aspects de l'aménagement des eaux ont donné lieu à des rapports très divers demandés à des spécialistes qualifiés.

Comme plusieurs congrès suscités par l'Exposition de la Houille blanche avaient traité à fond une série de problèmes ressortissant aux grands barrages et à l'exploitation des lacs artificiels considérés comme réserves d'énergie, la Ligue n'a fait dis-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

cuter dans cet ordre d'idées que deux questions d'un caractère général. M. l'Ingénieur en chef SIMON a montré que, grâce aux progrès de la technique, on ne devait plus considérer comme absolue l'impossibilité couramment admise d'exploiter un barrage-réservoir à la fois pour soutenir le débit d'été dans la vallée qu'il commande et pour y abaisser le débit maximum des crues désastreuses. Dans bien des cas, on pourra au contraire, avec des observations bien faites sur le régime des hautes eaux et au prix d'un sacrifice secondaire sur le développement des ouvrages d'amenée et d'évacuation, *tirer des grands réservoirs un double profit*. C'est un enseignement qu'il conviendra de ne pas oublier car il permettra d'obtenir un rendement amélioré des dépenses faites pour la « mise en bouteille » des eaux d'hiver, quel que soit son objet, force hydraulique, alimentation des canaux, etc.; sans doute même pourra-t-on, grâce à cela, envisager des travaux que le seul intérêt de la navigation aurait fait trouver trop onéreux.

Le professeur COLLET, doyen de la Faculté des Sciences de Genève, a donné au Congrès un rapport sur la *mesure des débits solides des cours d'eau*, question particulièrement ardue dans laquelle il est un maître incontesté. C'est le débit solide, trop mal connu aujourd'hui, qui condamne les lacs artificiels à n'avoir qu'une vie temporaire : tous seront comblés un jour, quelques-uns en peu de décades peut-être, par les apports des cours d'eau qui les alimentent. C'est contre ce même débit solide qu'il faut lutter dans tous les fleuves pour assurer la circulation des bateaux; on conçoit toute l'importance de son étude méthodique et correcte, par conséquent de contributions précises comme celle de M. Collet, pour la recherche de son ordre de grandeur et des lois qui le régissent.

Dans le domaine de l'utilisation des eaux pour la consommation des villes ou pour les irrigations, quatre rapports ont été présentés.

Ce sont :

1° *Besoins en eau des agglomérations rurales*, par M. SAUVANET, Ingénieur en chef du Génie rural;

2° *Syndicats de communes pour l'alimentation en eau potable*, par M. PRÉAUD, Ingénieur en chef du Génie rural;

3° *Besoins en eau d'irrigation dans la région du Sud-Est*, par M. DE POMPELONNE, Ingénieur en chef du Génie rural;

4° *Utilisation de l'eau pour la culture par un canal d'irrigation*, par M. ESPERT, Ingénieur du Canal de Carpentras.

Il convient d'insister sur deux de ces rapports.

M. SAUVANET a fourni des données précises, fruit d'une longue expérience, sur les quantités d'eau qui sont nécessaires et largement suffisantes pour desservir en eau villages et bourgs. Non seulement il précise ainsi l'importance des ouvrages pour les adductions d'eau à établir, mais il permet de limiter, en connaissance de cause, les emprunts aux ressources générales à faire au détriment des voies navigables ou de leurs affluents.

Le rapport de M. PRÉAUD attire l'attention sur les grandes facilités que donnent les lois récentes, extrêmement libérales, pour réaliser des groupements de communes, même appartenant à des départements différents et leur permettre ainsi de réaliser et de gérer avec le minimum de formalités et de frais des travaux d'intérêt commun. L'auteur fait surtout apparaître l'importance de ces lois de bonne décentralisation pour assurer les adductions d'eau utiles à un groupe de communes voi-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

sines; mais il n'échappera à personne qu'on y trouverait les mêmes avantages s'il s'agissait de construire, d'outiller ou d'exploiter un port sur rivière ou canal destiné à desservir plusieurs groupements locaux.

En ce qui concerne la navigation, une assemblée réunie à Grenoble et à Lyon avait à s'occuper surtout des grandes voies qu'ouvre la vallée du Rhône-Méditerranée-Suisse et Méditerranée-Alsace. Pour ce qui est de la liaison de nos ports maritimes du Sud avec la Suisse, on sait qu'une loi de 1923 a préparé l'exécution d'un vaste programme. Il comporte :

en aval de Lyon un canal à grande section, empruntant le fleuve sur de courtes longueurs et réuni à la mer par le canal de Marseille au Rhône;

en amont de Lyon, l'ouverture d'une autre grande voie d'eau artificielle atteignant le lac de Genève.

De la mer à Lyon, la partie inférieure de la puissante artère projetée conduit en même temps vers l'Alsace. Plusieurs projets ont été étudiés pour prolonger ce tronc commun jusqu'au Rhin par un nouveau canal également à grande section qui se substituerait au canal existant, dit du Rhône au Rhin; ils n'ont eu jusqu'ici aucune suite.

C'est autour de la situation actuelle de la question pour la route d'Alsace qu'ont été groupés cinq rapports faits au Congrès. Celui de M. l'Ingénieur en chef Conche, sur *la voie d'eau Méditerranée-Alsace*, traite le sujet dans son ensemble. Si on laisse de côté les appréciations techniques qu'il contient sur la meilleure méthode à employer pour constituer le tronçon principal (Lyon-Arles) de la future grande voie et notamment les critiques adressées à l'avant-projet tel qu'il a été pris en considération mais auquel les études définitives apporteront forcément nombre de changements, ce travail fournit une contribution de premier ordre au point de vue économique. Il résume une documentation nombreuse, patiemment réunie, sur les caractères actuels des vallées empruntées, sur leurs productions et leur industrie, sur leurs possibilités d'expédition et de réception. Réserve faite sur l'importance des augmentations à attendre de l'avenir pour les échanges par eau, par suite d'un développement des trafics internationaux, on trouve là un ensemble de données et de vues générales qui ne pourront plus être laissées de côté.

Les autres rapports étudient spécialement les diverses sections de la grande voie.

Celui de M. l'ingénieur Gourret précise *l'état d'avancement des travaux entre Marseille et le Rhône*; il annonce que dans moins de deux ans, la circulation des grandes barques du Rhône et des allèges de mer y sera ouverte de bout en bout. Il fait ressortir l'effort magnifique de Marseille en vue de développer ses installations maritimes et les résultats grandioses déjà acquis pour doubler le grand établissement français sur la mer latine en utilisant les étangs de Berre et de Caronte. Il montre surtout, comment on a pu y arriver grâce à une formule de concession souple et nouvelle; il explique comment on a confié aux intéressés la réalisation des ouvrages qui resteront attribués à leurs propres installations particulières, en ne laissant à la charge de la communauté que l'exécution des travaux utiles à tous. On est en présence d'une méthode qui a fait ses preuves du premier coup dans notre pays, et qui mérite d'être imitée.

Le rapport de M. l'ingénieur Thaller complète d'une manière heureuse celui de M. Conche, en ce qui concerne la *section de Saône conduisant de Lyon à l'origine du*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

canal Rhône-Rhin; il définit la consistance des écluses qui sont de types différents et les gênes qu'introduit cette diversité; il précise par une analyse de détail le trafic qu'on peut compter voir naître et durer sur cette section si, contrairement à ce qui existe aujourd'hui, la circulation devenait « normale » par le canal entre Mulhouse, Strasbourg et la Saône.

Le rapport de M. MARCHAL, directeur général de la Compagnie générale de Navigation H. P. L. M., apporte de même une *étude détaillée du canal Rhône-Rhin*; il explique comment, malgré la mise des écluses au gabarit des péniches, qui a été réalisée depuis l'armistice, cette voie d'eau est restée incapable par sa constitution même, de se prêter à un trafic régulier; il montre l'impossibilité d'obtenir une traction suffisamment économique le long d'une route qui passe incessamment, sur de courtes longueurs, d'une dérivation à une section en rivière. Il préconise, pour mettre fin à cette situation, une solution assez peu coûteuse; elle consisterait, par le remaniement des dérivations, à constituer trois sections distinctes, dont chacune serait homogène. Les deux sections extrêmes formeraient chacune un tronçon de canal continu, tandis que la section centrale suivrait, d'une manière continue aussi, le Doubs convenablement amélioré.

Un rapport de M. l'ingénieur KIRCHNER expose enfin, au point de vue technique, comment cette idée générale pourrait être pratiquement réalisée. Il serait alors facile d'*organiser* sur chacune des trois sections, suffisamment longue, *une traction « normale »*.

Il apparaît, de ce groupe d'études concordantes, que l'ensemble des besoins de transports, déjà nés, ou prêts à naître varie en nombres ronds, suivant les régions intéressées et suivant les estimations plus ou moins prudentes des auteurs, d'un minimum de 1.500.000 t par an à un maximum de 3 millions; et que les voies actuelles, y compris le Rhône en aval de Lyon, peuvent largement s'y prêter. Il suffit d'une simple mise en état, moyennant des travaux dont l'estimation à l'heure actuelle ne dépasse pas quelques dizaines de millions, et cela en y comprenant même d'une part les améliorations locales désirables, et d'autre part l'amélioration de l'alimentation sur les divers tronçons du canal Rhône-Rhin. Le tout pourrait d'ailleurs être mené à bien rapidement. Cette satisfaction immédiate, en aidant puissamment la navigation, permettrait d'ajourner la création de la grande voie envisagée du Rhône au Rhin, alors que les ressources indispensables paraissent difficiles à réunir aujourd'hui et alors qu'un mouvement d'affaires rémunérateur ne lui paraît pas encore assuré.

D'autre part pour le grand programme relatif au Rhône amont et au Rhône aval et en raison de sa grandeur même, on ne saurait guère penser que les puissantes routes à créer puissent être ouvertes à l'exploitation avant un délai assez long. Il est pourtant désirable à tous points de vue, de voir s'amorcer le plus rapidement possible des relations entre nos ports méditerranéens et la Suisse. Le programme restreint que le Congrès de Grenoble-Lyon a été amené à proposer donnerait à ce désir une première satisfaction d'attente. Il permettrait à un certain tonnage de marchandises venant du Midi d'atteindre Bâle, par une voie détournée certes mais devenue pratique, et le Congrès a relevé tout l'intérêt qu'offrait cette possibilité. C'est dans cette vue qu'il a insisté particulièrement sur la convenance d'instituer à bref délai un système de traction moderne sur l'embranchement du canal du Rhône au Rhin, de l'Ile Napoléon à Huningue.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Il a retenu aussi qu'en favorisant entre l'Alsace et la Suisse d'une part et le Rhône d'autre part le développement graduel d'échanges restés trop modestes jusqu'à ce jour, on préparait pour le grand canal aval de Lyon un mouvement d'affaires qui emprunterait, dès le jour de son ouverture, le chemin le plus commode et le plus économique. Sans cette préparation, il aurait fallu sans doute un délai notable pour le voir se créer.

En dehors de cette grande question, le Congrès a entendu des rapports sur *les nouveaux ports de la Saône* raccordés au réseau ferré, et sur les projets de même nature préparés et en attente d'exécution (rapport de M. DE DUMAS, directeur de l'Office des Transports du Sud-Est, sur *le port Rambaud*, à Lyon; rapport de M. l'ingénieur en chef CONCHE sur le même établissement, sur *le port de Mâcon*, sur le *projet relatif à Dijon*, etc.).

Cela lui a donné occasion :

1° d'appeler l'attention sur les bénéfices qu'on pourrait tirer du développement de la gare d'eau de Bourogne (canal du Rhône au Rhin) et du développement de l'outillage et des voies au port de Saint-Jean-de-Losne, nœud de tout un ensemble de voies navigables;

2° de renouveler avec insistance les vœux déjà souvent émis par les chambres de commerce et par de nombreux groupements, tendant à la mise en vigueur rapide d'une tarification des transports mixtes par fer et par eau.

Nous signalerons seulement qu'à ce vœu de caractère général, il a été, sur l'intervention de M. Haelling, directeur des ports de Strasbourg et de Kehl, ajouté une précision nouvelle. Le Congrès a insisté pour qu'aux entraves qui gênent le développement de ces transports particulièrement intéressants, on n'ajoutât pas une charge nouvelle pouvant les arrêter complètement. C'est ce qui se produirait si l'on faisait supporter intégralement les frais accessoires nouveaux et considérablement augmentés au prix des courts transports par fer qui amènent la marchandise à un port fluvial et qui l'y reprennent au port de débarquement.

D'autres communications faites au Congrès de Grenoble-Lyon avaient un caractère plus ou moins local :

Desséchement des marais de Bourgoin;

Utilisation des eaux de la célèbre Fontaine l'Évêque pour l'alimentation en eau des Bouches-du-Rhône et du Var;

Étude de M. l'Inspecteur général DENIZET sur les *procédés de mise en valeur des terrains salés*, comme ceux de la Camargue, par une irrigation appropriée;

Étude de M. KREITMANN, Inspecteur des Eaux et Forêts, sur les *procédés à mettre en œuvre pour que les usines hydro-électriques ne deviennent pas fatales au poisson de nos rivières.*

Il convient enfin de signaler tout spécialement deux brèves communications de l'*Institut d'Études rhodaniennes*, l'une sur l'objet même de cet Institut, l'autre due à M. PARDÉ sur les *crues du Rhône*, car il faut attirer l'attention sur cet organisme récent : ses publications techniques et économiques fort intéressantes doivent être suivies avec soin par tous; sa première manifestation est précisément le travail considérable, particulièrement utile, de M. PARDÉ sur l'*hydrologie de la vallée du Rhône.*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTE DU COMITÉ DE COMMERCE

VIIIe Congrès de la Natalité (Clermont-Ferrand, 24-27 septembre 1925).

Le 8e Congrès de la Natalité a tenu ses assises à Clermont-Ferrand du 24 au 27 septembre, avec un plein succès.

Les congressistes venus de tous les points de la France, et aussi d'Algérie et de Tunisie, étaient nombreux à se presser dans la magnifique salle des fêtes de l'hôtel de ville de Clermont-Ferrand où avait lieu la réunion.

Parmi les personnalités présentes citons : avec M. DURAFOUR, ministre de l'Hygiène, venu pour présider la séance de clôture, MM. le docteur MARCOMBE, maire de Clermont Ferrand, CHALUS, président de la Chambre de Commerce, VARENNE, gouverneur général de l'Indochine, le maréchal FAYOLLE, MAUPOIL, préfet; FRANÇOIS-MARSAL, sénateur; les députés CHAUSSAT, DUVAL-ARNOULD, LEFAS.

Le Congrès fut ouvert par une allocution de M. MAURICE CHALUS, président de la Chambre de Commerce, sur *le rôle qu'avaient à jouer les chambres de commerce dans la fondation et dans l'essor de plus en plus prestigieux des congrès de la natalité.*

La bienvenue fut ensuite souhaitée aux congressistes par M. le docteur MARCOMBE, maire de Clermont-Ferrand et conseiller général du Puy-de-Dôme.

M. AUGUSTE ISAAC, président du Congrès, fit ensuite l'*histoire* et dit l'*importance croissante des congrès de la natalité.* Il insista dans son discours sur les menaces que causent à notre pays où la natalité est déficitaire, les *excédents de naissances inquiétants de nos voisins* : 508.000 en Allemagne, 470.000 en Italie, pour la seule année 1924. Il rappela que les deux tiers des ménages français n'ont pas plus de deux enfants, ce qui est tout à fait insuffisant pour la conservation de la race. Ce sont les familles de trois enfants et plus qui seules peuvent sauver la France.

Les travaux du Congrès commencèrent ensuite dans les 5 sections entre lesquelles se répartissaient les rapports et les communications : Section de Législation, Section de l'Économique et de l'Action professionnelle, Section de la Statistique et de la Propagande, Section de la Morale et de l'Enseignement, Section de l'Hygiène et de l'Habitation.

En dehors de ces sections se sont réunies également une Section catholique et une Section protestante où de nombreuses communications furent lues et discutées

La SECTION DE LÉGISLATION comprenait les rapports suivants : deux rapports de M. BOVERAT qui, malade et empêché d'assister au Congrès, fut remplacé par le général BORIE, directeur de l'Alliance nationale pour l'Accroissement de la Population française, sur l'*unification de l'attribution des primes à la natalité* et sur les *mesures à prendre pour la naturalisation des bons éléments étrangers*;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Deux rapports de MM. BERTHELET et TARTING sur la *naturalisation des étrangers élevés en France* et *la population européenne en Algérie et l'application à la colonie des lois d'assistance aux familles nombreuses*;

Rapport de M. LEFEBVRE-DIBON sur la *loi d'encouragement national aux familles nombreuses*; M. Lefebvre-Dibon étant malade, son rapport fut présenté par M. le général Borie.

Devant la SECTION DE L'ÉCONOMIQUE ET DE L'ACTION PROFESSIONNELLE furent discutées les études suivantes :

Répercussion économique du dépeuplement des campagnes, par M. CHARLES-GEORGES PICOT;

Le travail agricole, la famille et la natalité, par M. PAUL ROUX.

La distribution géographique, technique et économique de l'immigration en France, par M. VIEUILLE;

Les résultats économiques et démographiques de l'action des allocations familiales, par M. BONVOISIN;

Extension des allocations familiales agricoles, par M. SAMUEL DE LESTAPIE;

Réduction de tarifs en faveur des familles nombreuses sur les compagnies de navigation assurant les services maritimes postaux entre la métropole et l'Algérie, par M. TARTING;

L'influence défavorable de la difficulté actuelle de se faire servir sur la natalité, par M. COLLOT;

La ristourne d'octroi aux familles nombreuses, par M. PAUL HAURY;

Une indication au sujet de la réforme successorale, par M. le Dr LÉCUYER;

Le fonctionnement des allocations familiales dans la région du Centre, par M. PITIOT;

De l'extrême urgence des allocations familiales aux travailleurs agricoles, par M. ROSSIGNOL.

Réduction aux familles nombreuses par les compagnies de navigation, par M. LACOUX.

Attribution à la Tunisie d'une dotation Cognacq-Jay, par M. LACOUX.

Les autres communications qui furent présentées se répartissaient de la façon suivante :

SECTION DE LA STATISTIQUE ET DE LA PROPAGANDE :

Insuffisance d'une réduction de la mortalité pour rétablir en France une situation démographique normale, par M. VIEUILLE;

Le mouvement de la population depuis un siècle dans la région du Plateau central, par M. CALLON;

Les naturalisations françaises en 1924, par M. THÉODORE;

Les fonctionnaires et la natalité, par MM. BERTHELET et TARTING;

Une propagande en faveur de la natalité dans l'armée française, par M. le commandant SOCKEEL;

Étude démographique des Pays scandinaves, par M. BOURDON;

SECTION DE LA MORALE ET DE L'ENSEIGNEMENT.

L'histoire littéraire de la famille française et ses leçons, par M. CHÉREL;

Comment la famille peut-elle former les futurs chefs de famille? par M. LACOIN;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Étude statistique des divorces en France, par M. THÉODORE;
La propagande malthusienne dans certains pays étrangers, par M. VIEUILLE;
L'action psychologique de l'aide matérielle à la famille, par M. AUG. AUDOLLENT;
Le mouvement nataliste en Allemagne, par M. VIEUILLE;
La démographie à l'école, par M. le Dr LÉCUYER;
Éducation professionnelle des enfants des familles nombreuses, par M. GOULHOT.

SECTION DE L'HYGIÈNE ET DE L'HABITATION. — J'eus l'honneur d'être appelé à la présidence de cette section devant laquelle j'avais accepté par ailleurs de présenter un rapport sur *l'action des offices publics et sociétés d'habitations à bon marché en 1924*;

Les autres communications furent les suivantes :

Étude démographique de la ville de Clermont-Ferrand, œuvres sociales municipales ou privées organisées dans cette ville en faveur de la première enfance et des familles nombreuses, par le Dr ROCHON;

Création de maisons maternelles, par le Dr CHATIN;

Allaitement maternel et allaitement artificiel, par le Dr CANY;

L'organisation de la lutte antisyphilitique dans le Loiret, par M. ROBERT DE MASSY;

Radiation et natalité, les radiations contre le taudis, par le Dr FOVEAU DE COURMELLES;

Institution de sages-femmes préposées de l'État, par M. BOURDON;

La protection de l'enfance en Tunisie, par M. LACOUX;

Le logement des employés de chemins de fer, par M. LENOËL;

La création de centres d'apprentissage simple, rapide et pratique pour soigneuses, gardiennes, nourrices et servantes d'enfants, par Mme BÉROT-BERGER.

Tous ces rapports furent, après discussion, adoptés à l'unanimité et ratifiés en séance plénière, le dimanche 27 septembre.

Deux conférences avaient été prévues au cours du Congrès. Elles eurent toutes les deux le succès que méritait l'éloquence des conférenciers.

La première fut faite par M. G. BLONDEL, sur le sujet suivant : *Une évolution inquiétante de l'état d'esprit en Allemagne*. M. Blondel insista sur l'état d'esprit qui existe actuellement Outre-Rhin et où l'idée de revanche est très répandue dans toutes les classes de la société.

La deuxième conférence fut donnée par M. ROSSIGNOL sur le thème suivant : *Courage et confiance, familles françaises*. L'orateur, tout en précisant les doléances de la famille nombreuse, insista sur la nécessité de faire naître puisque « empêcher de mourir ne suffit pas, puisque empêcher de mourir n'est pas un remède véritable au danger de la dépopulation ».

Trois toasts-conférences furent prononcés au dîner de l'Alliance nationale pour l'Accroissement de la Population française, dont la présidence me fut confiée et où j'eus l'honneur de prendre la parole avec MM. DUVAL-ARNOULD et FRANÇOIS-MARSAL.

Il y a lieu de signaler, à la séance de clôture, le discours prononcé par M. DURAFOUR, ministre de l'Hygiène, de l'Assistance et de la Prévoyance sociale qui insista, en termes particulièrement heureux, sur l'intérêt que le Gouvernement

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

attache à la question de la natalité et au sort des familles nombreuses Le Ministre n'a pas craint de déclarer nettement que nul problème n'était à l'heure actuelle plus angoissant et plus important que celui de la natalité et que nul ne réclamait plus impérieusement d'urgentes solutions.

Enfin, des visites furent organisées au siège des différentes œuvres sociales de la ville de Clermont-Ferrand (Institut d'Hygiène sociale, preventorium, stade municipal, maternité, œuvres Michelin, cité-jardin, etc.).

Le Congrès de Clermont-Ferrand fut particulièrement réconfortant. Comme on l'a très justement écrit, ce fut le congrès de l'optimisme, de la confiance, de la quasi-certitude du succès, parce que c'est le premier où des résultats incontestables ont pu être apportés comme couronnement de l'œuvre des congrès annuels de la natalité.

La lutte contre les fléaux sociaux : taudis, tuberculose, cancer, syphilis, mortalité infantile, pornographie, immoralité publique, est menée chaque jour avec plus d'ardeur, et des résultats particulièrement intéressants ont été obtenus dans ces différents domaines.

L'œuvre admirable des caisses d'allocations familiales s'est développée dans des proportions considérables.

L'exemple donné par la maison Michelin, qui a fait établir des statistisques particulièrement suggestives, prouve d'une façon indiscutable que l'action de ces caisses sur le développement de la natalité est d'une réelle efficacité.

Il y a cependant un seul point noir, c'est la recrudescence manifestée à nouveau par l'alcoolisme depuis quatre ans.

GEORGES RISLER,
vice-président de la Société d'Encouragement.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTES D'AGRICULTURE

L'année agricole 1925 : la récolte des céréales, sélection des blés; consommation des engrais; le troupeau français, le contrôle laitier et beurrier; l'échelle mobile des fermages; l'impôt sur les bénéfices agricoles.

Quels ont été les résultats de l'année agricole 1925? C'est ce que nous voudrions indiquer dans ces notes en même temps que nous signalerions brièvement quelques-unes des questions qui font plus particulièrement l'objet des préoccupations des agriculteurs, à l'heure actuelle.

Récolte des céréales. — *Blé.* — La récolte du blé en France, cette année, a été bonne, 89.561.000 qu; elle eût même été excellente si nous n'avions subi, en août et septembre, dans toutes les régions au Nord de la Loire une période de pluie et de mauvais temps qui a contrarié la rentrée de la moisson. Une assez forte proportion de grains, en Beauce, en Brie, etc., ont germé dans les champs avant que les gerbes aient pu être mises à l'abri, soit en meules, soit dans les granges. La qualité générale des grains, s'en est ressentie, le poids de l'hectolitre ou poids spécifique du blé, pour la moyenne de la France, n'a atteint que 76,50 kg alors qu'en 1921, précédente année de très belle récolte, le poids spécifique avait atteint 78,50 kg.

Il nous faudra donc encore, cette campagne, importer une certaine quantité de blé, notamment de ces blés que l'on qualifie blés de force, secs et riches en gluten; mais la proportion des quantités de blés à acheter à l'étranger sera sensiblement moindre que pendant la dernière campagne; la récolte de 1924 n'avait été que de 76.525.000 qu; aussi au cours de l'année 1924 nous avons importé en France 14.640.519 qu de blé pour une valeur de 1.277.690.000 fr.

La récolte mondiale du blé en 1925 a, du reste, été abondante; les prix dans les marchés étrangers ne devraient pas s'élever très haut; mais, pour nous, intervient toujours la question du change, de telle sorte qu'il est impossible de prévoir à quel taux nous reviendra le blé étranger. Aussi doit-on se féliciter d'en avoir peu à acheter au dehors pour subvenir aux besoins de notre consommation.

Notre récolte de 89.561.000 qu a été obtenue pour une surface ensemencée de 5.565.980 ha; le rendement à l'hectare a donc dépassé 16 qu. La récolte de 1925 égalerait presque ainsi, comme rendement à l'hectare, celle de 1921, considérée comme exceptionnelle (16,35 qu à l'hectare).

Des rendements semblables, comme rendements moyens, bien entendu pour l'ensemble de la France, n'avaient pas encore été atteints. Les deux récoltes les plus

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

élevées, signalées par nos statistiques officielles du Ministère de l'Agriculture, avaient atteint seulement 15,7 qu en 1907 et 15,24 qu en 1903.

A quoi attribuer le rendement moyen élevé de cette année?

Sans aucun doute et tout d'abord, aux conditions favorables de la campagne 1924-1925, pour la végétation du blé. A l'automne 1924, les semailles se sont effectuées facilement dans des terres que l'on avait pu bien préparer; ces semailles ont pu s'achever pendant toute la fin de l'automne et une grande partie de l'hiver sans arrêts, puisque, dans la plupart des régions de la France, nous n'avons eu ni gelées, pour ainsi dire, ni neige. Au printemps, pendant l'été, la végétation du blé s'est poursuivie régulièrement, d'autre part.

Suivant l'expression des cultivateurs, l'année 1924-1925 a été une année à blé.

Mais enfin, depuis un siècle, il y a eu bien d'autres années à blé et qui, cependant, n'ont pas donné, comme rendement moyen à l'hectare, une récolte aussi élevée. Du reste, depuis la fin de la guerre, nous avons eu des années qui n'ont guère été favorables, quelques-unes au moins, pour la végétation du blé, et cependant on constate pour cette période une augmentation du rendement à l'hectare. Si l'on prend les cinq dernières années, 1921-1925, on trouve une moyenne pour l'ensemble de la France comme récolte du blé à l'hectare de 14,49 qu, alors que la moyenne de la récolte du blé en France, les cinq années antérieures à la guerre, n'avait été que de 13,21 qu.

Il y a donc d'autres causes à rechercher qu'un ensemble de conditions météorologiques propices pour expliquer l'accroissement de notre rendement en blé à l'hectare.

Nous cultivons maintenant en blé un million d'hectares en moins que pendant la période précédant la guerre. Les terres que l'on a ainsi soustraites à la culture du blé correspondent évidemment à celles qui convenaient le moins à cette céréale, sur lesquelles par conséquent le rendement à l'hectare devait être le plus faible, ce qui contribuait à baisser la moyenne générale des rendements.

C'est là une première cause de la hausse du rendement moyen à l'hectare constatée depuis quelques années; cela confirme l'opinion que nous avons défendue à plusieurs reprises que, pour accroître notre récolte de blé en France, il ne fallait pas songer à accroître nos surfaces emblavées, mais bien, par un meilleur choix des terres, par une culture plus intensive, chercher à obtenir par unité de surface, plus de blé, que là était le véritable progrès et, pour le producteur, le plus sûr moyen de faire une culture économique.

D'autres causes que le choix de terres mieux appropriées à la culture du blé peuvent encore être prises en considération.

Nous consommons aujourd'hui davantage d'engrais; nous allons revenir plus loin sur ce point, mais dès maintenant qu'il nous suffise par exemple de signaler qu'en 1924 l'agriculture française a consommé plus de 91.000 t d'azote, alors qu'elle n'en avait consommé que 71.000 t en 1913.

Il y a également augmentation dans l'emploi des engrais phosphatés et potassiques, comme aussi des amendements calcaires.

Sélection des blés. — Toutefois le point sur le quel a été certainement réalisé le progrès le plus frappant concerne le choix des variétés de blé et l'utilisation de plus en plus générale des semences sélectionnées par l'agriculture française.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

La méthode généalogique, pour la sélection et l'amélioration des plantes est une méthode française préconisée, depuis plus de trois quarts de siècle, par LOUIS DE VILMORIN qui a montré les merveilleux résultats qu'on pouvait en obtenir, par exemple, pour la création de betteraves riches en sucre. C'est cette méthode qui, appliquée à Verrières par HENRY, PHILIPPE, JACQUES DE VILMORIN nous a dotés des excellents blés aujourd'hui presque partout cultivés.

Cependant les avantages de l'emploi des semences sélectionnées, de variétés bien adaptées au milieu naturel étaient restés longtemps méconnus par la masse des agriculteurs français, malgré les conseils et les avis les plus autorisés. E. RISLER, dans son admirable petit livre, *Physiologie et culture du blé*, appelait leur attention sur ce point dans des pages qui devraient être apprises par cœur par tous les élèves de nos écoles rurales.

A la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, ici-même, M. SCHRIBAUX ne nous disait-il pas en parlant de l'emploi des semences sélectionnées : « Généralisé sur l'ensemble de notre territoire, l'emploi de variétés perfectionnées augmenterait aisément notre production de 10 à 20 p. 100, donnant un accroissement de récoltes qui se chiffrerait par une valeur annuelle de plusieurs milliards de francs » et M. Schribaux pouvait ajouter : « Cette énorme augmentation de notre production agricole serait tout bénéfice puisqu'il n'en coûte pas plus de cultiver une bonne variété qu'une mauvaise », circonstance sur laquelle on n'insistera jamais assez.

La bonne semence ainsi répandue fut longue à germer, mais elle a germé et donné une plante qui s'est vigoureusement développée, dont nous avons commencé seulement à récolter les premiers fruits.

Un changement s'est opéré dans la mentalité des agriculteurs et des producteurs de semences, dont nous devons hautement nous féliciter, changement dont nous avons chaque jour de nouvelles preuves et qui a entraîné de la part des pouvoirs publics l'application de mesures auxquelles on n'aurait pas pu songer il y a vingt ans. Faut-il en citer quelques exemples?

A la dernière *Foire nationale des Semences*, adjointe au IV^e^ Salon de la Machine agricole au mois de janvier 1925, quelle différence avec les expositions de produits agricoles organisées avant la guerre! A la plupart des stands, par quoi cherchait-on à frapper l'attention des visiteurs? par des tableaux, des photographies représentant des laboratoires et des champs de sélection, par des diagrammes, des courbes de densité des épis, etc.; c'est qu'il s'agissait de mettre en valeur les méthodes modernes scientifiques de production de semences adoptées et suivies par chacun des exposants : choix et multiplication des lignées, méthodes de sélection généalogique, d'hybridation, etc., etc.

Au lieu de trouver partout ou à peu près partout les mêmes variétés, mais trop souvent étiquetées avec des noms différents, pour leur donner l'apparence de nouveautés, nombre d'expositions particulières ne renfermaient qu'un choix restreint de variétés, seulement de variétés adaptées au milieu naturel, au climat et aux sols d'une région, déterminée. Telles, les expositions de la Station de Biologie végétale de Besançon-Château Farine (Doubs), de la Station agronomique de Nancy; l'une et l'autre de ces stations poursuivent le même but : Dans nos régions de l'Est de la France, aux hivers longs et rigoureux et aux étés chauds, production de céréales à la fois résistantes à l'hiver et résistantes à l'échaudage.

Chaque année s'accroît la liste des stations agronomiques, des fermes expérimen-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tales, des maisons de production de semences, des agriculteurs qui se font, de la production des semences de blé, une spécialité et poursuivent d'intéressants travaux de sélection : Station de Sélection des Semences de l'Institut agronomique que dirige avec tant de compétence notre éminent collègue M. Schribaux, Centre national d'Expérimentation de Grignon, Centre régional de Mormant dans les environs de Paris; Stations de Nancy, Metz, Colmar, Besançon dans l'Est; Station de Clermont-Ferrand dans le Centre; de Villefranche-de-Lauraguais dans le Sud-Ouest; d'Arillé-Angers dans l'Ouest, etc., etc.

La sélection des semences et leur production pour la vente directe aux agriculteurs se poursuivent, d'autre part, dans les environs de Paris à Verrières, à Coulommiers, à Montfort-l'Amaury, à Melun; dans le Nord à Cappelle et dans plusieurs autres centres du département du Nord, du Pas-de-Calais, de la Somme, de l'Aisne, des Ardennes; à Valence dans le Sud-Ouest, etc., etc.

Dans tous ces milieux voici les travaux que l'on effectue : Tout d'abord, dans les variétés de pays qui se sont modifiées sous des influences multiples, croisements naturels, mutations, mélanges accidentels et qui sont alors devenues des mélanges de familles distinctes, on cherche à découvrir quelques plantes d'élite dont on fait la souche de plusieurs variétés supérieures à la variété originale. C'est l'amélioration des variétés locales par sélection généalogique, la sélection généalogique des blés de pays.

Mais il arrive qu'aujourd'hui les conditions du milieu naturel où l'on cultivait ces variétés de pays se sont modifiées, le sol s'est amélioré par suite de l'apport d'engrais, de préparation plus complète de la terre, de labours plus profonds, etc., etc., les vieilles variétés locales, même sélectionnées ne répondent plus à ces conditions de milieu, les vieilles variétés, par exemple, résistent bien toujours au froid mais elles versent.

Par l'introduction d'autres variétés, par l'hybridation surtout des variétés de pays avec des blés jouissant des qualités qui leur manquent, on cherche à obtenir la variété, le blé idéal pour un milieu déterminé.

« Les variétés de pays sélectionnées avec le plus d'intelligence et même les variétés nouvelles les plus en faveur dans les régions de haute production, ne répondent jamais complètement aux désiderata les plus justifiés de l'agriculteur et du consommateur. Ces croisements raisonnés nous fournissent le moyen d'atténuer les défauts » (Schribaux).

Nos meilleurs blés à l'heure actuelle, nos blés les plus répandus, à plus grand rendement sont des hybrides pour la plupart créés à Verrières par Henry et Philippe de Vilmorin, *Bon Fermier*, *Hybride inversable*, *Alliés*, *Paix*, *Vilmorin 23*, encore des hybrides le *Moyencourt* ou *Gironde Inversable* d'Oscar Benoist, le *Rieti Japhet* de M. Schribaux. comme pour les avoines, la *Noire-Inversable* ou *Ligowo-Brie* également création de M. Schribaux.

Devant les résultats obtenus par l'emploi des semences sélectionnées, des blés en particulier, on comprend que les agriculteurs qui les ont essayées, soient devenus des apôtres convaincus de l'emploi de ces semences et que leur exemple ait fait tâche d'huile autour d'eux. Mais l'on n'a obtenu et l'on ne peut obtenir de bons résultats qu'à la condition d'utiliser une variété adaptée au milieu où l'on doit la cultiver et qu'à la condition d'utiliser dans cette variété une semence vraiment sélectionnée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Or il était à craindre qu'étant donné le véritable engouement dont sont l'objet maintenant, de la part des agriculteurs, les semences sélectionnées, à côté de maisons très sérieuses de production de semences sélectionnées, offrant toutes garanties, ne s'installent d'autres soi-disant sélectionneurs, n'ayant de sélectionneurs que le nom, dont les courtiers parcourent les campagnes offrant aux agriculteurs isolés n'importe quels blés et que les agriculteurs ne deviennent ainsi les victimes de véritables fraudeurs.

Le décret du 26 mars 1925 est une de ces mesures gouvernementales auxquelles nous faisions allusion plus haut, décret pris dans le but de mettre les agriculteurs à l'abri de ce genre de fraude : plus de noms fantaisistes de variétés, références sur la qualité des grains, indication de la provenance, définition de ce qu'il fallait entendre par blé sélectionné, etc., etc.

Céréales autres que le blé. — Le *seigle* a donné en 1925 un récolte de 11.371.250 q au lieu de 10.221.760 q en 1924 et cela, malgré une surface emblavée, légèrement moindre, de 880.350 ha seulement au lieu de 888.840 en 1924.

L'emploi de la farine de seigle comme succédanée de la farine de froment pour la fabrication du pain a cessé d'être obligatoire; par un décret du 8 octobre 1925 ont été rapportées les dispositions du décret portant obligation d'incorporer à la farine entière de froment 4 p. 100 de farine de seigle. Il en est résulté, un moment, une baisse assez sensible sur les cours du seigle, mais cette baisse n'a été que passagère, les agriculteurs ayant vite compris les avantages qu'offrait le seigle, sous forme de farine ou simplement cuit, dans l'alimentation du bétail pour remplacer, en partie, les tourteaux demeurés à des prix très élevés avec tendance à la hausse.

Pour l'*orge*, 716.720 ha emblavés en cette céréale ont produit 10.655.430 q, quantité supérieure de 200.000 q à la récolte de 1924, quantité supérieure à la récolte de 1913, quoique cette année 1913, une plus grande surface ait été consacrée à l'orge (+ 45.000 ha). Le rendement moyen à l'hectare, en 1925, 14,86 q n'avait pas encore été atteint.

L'*avoine*, ensemencée sur 3.502.390 ha, a donné 47.945.600 q, soit un rendement moyen à l'hectare de 13,69 q, dépassé seulement en 1923 (14,55 q) et en 1909 (14,16 q).

Avec, somme toute, une aussi bonne récolte d'avoine, il peut paraître surprenant de constater des cours de 100 fr et plus le quintal, pour l'avoine, ce qui dénote des demandes abondantes sur le marché; le développement pris de tous côtés par la traction automobile ne le faisait pas prévoir. C'est qu'en réalité dans les exploitations agricoles, pour la nourriture du bétail, on fait une beaucoup plus grosse consommation d'avoine qu'autrefois.

RÉCOLTES FOURRAGÈRES. — L'année 1925 a été surtout une année à grande production fourragère : prairies artificielles, prairies naturelles, prairies temporaires ont abondamment donné, et avec l'augmentation des surfaces consacrées aux prés naturels, il en est résulté un approvisionnement en foin très supérieur à l'avant-guerre. Les 5.251.730 ha de prés naturels relevés par la statistique en 1925 auraient donné 222.567.050 q de foin, soit une production moyenne de 42 q à l'hectare. Les chiffres, les plus hauts notés auparavant, se rapportent à l'année 1913 où l'on avait obtenu 186.974.009 q sur une surface de 4.828.768 ha soit un rendement de 38,72 q à l'hectare.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Consommation des engrais. — L'accroissement général de notre production agricole existe donc. Le mouvement n'est pas aussi rapide que certains le souhaiteraient, que certains surtout le jugent possible, ne se rendant pas compte des conditions très particulières de la production agricole, tout autres que celles de la production industrielle, le temps et les agents naturels étant ici des facteurs dont on ne peut supprimer l'influence toujours considérable. On a reproché à l'agriculture française de ne pas consommer assez d'engrais, surtout en comparaison des quantités d'engrais employées dans d'autres pays, comme l'Allemagne, la Belgique, etc. Le reproche est fondé, mais les prix des produits agricoles incitant les agriculteurs français à produire davantage, ceux-ci entrent dans la voie du progrès aussi de ce côté.

L'annuaire de la statistique des engrais et produits chimiques destinés à l'agriculture de M. Lambert contient, à cet égard, des renseignements tout à fait probants.

En 1913, notre consommation d'azote était estimée à 71.000 t dont 48.300 provenant de l'azote du nitrate de soude, et 19.200 du sulfate d'ammoniaque. Nous importions tout l'azote consommé sous forme de nitrate de soude (320.000 t de nitrate du Chili), nous importions une partie du sulfate d'ammoniaque dont nous avions besoin (21.000 t). En 1924, nous avons consommé 91.000 t d'azote dont 39.600 t provenant du nitrate de soude, 40.000 provenant du sulfate d'ammoniaque, 10.000 de la cyanamide. Nous avons produit en France la moitié du tonnage d'azote fourni par le sulfate d'ammoniaque (20.000 t environ, correspondant à une production de 100.000 t de sulfate d'ammoniaque), et les 9/10 de la cyanamide employée par l'agriculture française.

Malgré cette augmentation de notre production des engrais azotés, « jusqu'à présent la consommation française a augmenté plus rapidement que notre production », il faut espérer que cette situation s'améliorera rapidement et que : « Ce qui nous manque sera fourni par les nouvelles installations de fixation d'azote atmosphérique (procédés Claude, Haber, Casale, Fauser), puis par le développement de la production du sulfate d'ammoniaque de récupération au fur et à mesure de l'aménagement des fours à coke et par l'augmentation de la production de cyanamide dont les nouvelles usines sont prêtes à fonctionner à Bellegarde, Lannemezan, Brignoud, Villarodin-Bourget. »

On ne peut que se féliciter de voir l'industrie française entrer résolument dans la voie de la production des engrais azotés.

Le grand fait qui domine actuellement la production des engrais est du reste la fabrication de plus en plus développée des engrais synthétiques azotés d'une part, la récupération de l'ammoniaque de la houille d'autre part. Depuis la guerre, par suite du développemet donné, en Europe principalement, mais dans le monde entier, à la récupération de l'ammoniaque de la houille et à la fabrication synthétique de l'ammoniaque par fixation de l'azote de l'air, les sels ammoniacaux l'ont emporté, pour la première fois en 1924, sur le nitrate de soude du Chili, au double point de vue de la production et de l'utilisation.

Il a été produit et utilisé du 1er janvier au 31 décembre 1924, dans le monde entier, en tonnes métriques de 1.000 kg :

	Production.	Consommation.
Sulfate d'ammoniaque	2.512.456 t	2.502.034 t
Nitrate de soude	2.402.840 t	2.326.130 t.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1923 les expéditions de potasse d'Alsace ont atteint 1.067.257 t de sels bruts, ce qui représente 366.944 t de potasse pure K^2O.

Sur cette quantité totale de sels de potasse sortis d'Alsace, la France n'a retenu pour sa consommation intérieure, que 357.006 t, soit seulement un peu plus du tiers.

Pour la potasse notre production nationale dépasse donc de beaucoup nos besoins actuels et nous exportons à l'étranger la plus grande partie des sels que nous extrayons de nos mines d'Alsace.

Certes l'agriculture française se rend parfaitement compte que nous devons exporter des sels de potasse, que cela est une nécessité pour nos mines alsaciennes, mais elle comprend moins que l'agriculture française ne soit pas servie tout d'abord et qu'à certaines époques de l'année elle souffre de retards, tout à fait préjudiciables, dans les livraisons qui lui sont destinées.

La même observation s'applique pour les livraisons des scories, engrais phosphaté de plus en plus demandé par l'agriculture française. Par suite du retour à la France des aciéries lorraines, la production française de scories s'est élevée en 1924 à 945.000 t (au lieu de 650.000 t en 1913). Sur cette quantité nous avons exporté 473.150 t, c'est-à-dire la moitié. Comment, dans de telles conditions, l'agriculture française ne reçoit-elle pas toujours et au moment où elle en a besoin, toutes les scories qu'elle demande?

Si nous consommons environ 500.000 t de scories, la grosse consommation toutefois des engrais phosphatés par l'agriculture française est surtout représentée par les superphosphates. La France en a produit, en 1924, 2.303.783 t dont elle a utilisé 2.106.135 t. Il y a accroissement, par rapport à 1913, quant à la production (1.979.284 t en 1913) et quant à la consommation (1.934.878 t en 1913).

Les phosphates qui nous sont nécessaires pour la fabrication des superphosphates, nous les trouvons dans nos carrières de phosphate du territoire métropolitain dont on signale une reprise assez sensible de l'activité, mais surtout dans nos gisements de phosphate de l'Afrique du Nord, en Tunisie, en Algérie, au Maroc. La France jouit, sur ce point, pour les engrais phosphatés, d'une situation exceptionnelle.

Sur une production mondiale de phosphate qui n'a guère dépassé 7 millions de tonnes en 1924 (7.218.000 t) la Tunisie a fourni 2.465.000 t, l'Algérie 843.000 t, le Maroc qui n'est encore qu'au début de l'exploitation de ses très riches gisements, 430.450 t.

A propos des engrais, il nous faudrait dire aussi un mot de la chaux et des amendements calcaires; la plupart de nos stations agronomiques et de nos laboratoires agricoles ont jeté depuis quelques années un véritable cri d'alarme; les terres françaises, tout au moins un grand nombre de terres françaises, sont ou deviendraient acides parce qu'elles manqueront de chaux, qu'on ne les chaule plus, qu'on ne les marne plus comme il y a 50 ou 60 ans, alors qu'elles en auraient d'autant plus besoin que l'emploi de certains engrais, comme les engrais potassiques, et que la production de récoltes intensives amènent un entraînement, une exportation considérable des réserves de chaux du sol.

De là une campagne très vive même pour le chaulage des terres, de là des essais de construction d'appareils destinés à pulvériser les calcaires naturels, les craies notamment.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Le troupeau français. — Les abondantes ressources fourragères que, comme nous l'avons vu plus haut, les agriculteurs français ont pu récolter cette année 1925 auront permis, sans aucun doute, d'accoître l'effectif de nos différents animaux ; le recensement de fin décembre 1925, certainement, en sera le témoignage. Nous n'avons actuellement sur le troupeau français que les chiffres de la statistique, publiée au *Journal officiel* du 29 mai dernier, des animaux de ferme au 31 décembre 1924.

M. Alfred Massé a commenté les chiffres de cette statistique devant l'Académie d'Agriculture (séance du 10 juin 1925). C'est à sa communication que nous empruntons les observations que voici :

Pour toutes les espèces, à l'exception de l'espèce asine, il y a augmentation et parfois augmentation sensible sur l'année 1923 (1).

En ce qui concerne les *chevaux*, il y a augmentation de 12.500 têtes environ. Sans doute l'emploi du cheval et par suite les débouchés qui lui sont offerts ont été, dans les années qui ont suivi la guerre, considérablement réduits. La culture mécanique, la traction mécanique sont les principaux facteurs qui ont influencé dans un sens défavorable la production chevaline.

Mais déjà, dans bien des départements, on renonce, à raison du morcellement des héritages et des difficultés naturelles résultant de la constitution du sol, à l'emploi des tracteurs. On revient aux attelages de chevaux qui permettent de mettre les terres en état plus rapidement et avec une main-d'œuvre moindre qu'avec les attelages de bœufs. Il y a là une tendance de nature à encourager l'élevage du cheval. D'autre part, il s'est récemment constitué une société qui a pour but d'entreprendre une active propagande en faveur de l'utilisation rationnelle du cheval et dont les premiers travaux montrent combien, dans de multiples cas, l'emploi du cheval est moins onéreux que celui de l'automobile.

Si l'on tient compte de la population chevaline des trois départements ayant fait retour à la France, population qui n'est pas inférieure à 100.000 unités, par rapport à l'avant-guerre, notre cavalerie est encore en déficit de plus de 450.000 têtes.

L'*espèce bovine* accuse dans son ensemble une augmentation de 275.670 unités, supérieure de plus de 100.000 têtes à celle enregistrée en 1923 et portant sur toutes les catégories. Pour la première fois depuis la guerre, nos effectifs ont atteint et même dépassé le chiffre de 14 millions. Le déficit, comparativement à 1913, n'est plus que de 762.750 têtes auxquelles il convient d'ajouter les 488.000 qui représentent la population bovine des trois départements de la Moselle, du Haut-Rhin et du Bas-Rhin, soit au total 1.251.000 têtes. En continuant quelques années encore l'effort soutenu qui a été fait depuis 1917, époque où nos effectifs ont atteint les chiffres le plus bas, on peut espérer que notre troupeau reviendra à ce qu'il était avant la guerre. De 1917 à 1924, c'est-à-dire en sept années, nous l'avons progressivement

(1)

	1923	1924
	(Têtes.)	(Têtes.)
Espèce chevaline	2.847.970	2.859.400
— mulassière	192.260	192.930
— asine	283.760	279.640
Espèce bovine	13.749.290	14.024.960
— ovine	9.925.310	10.171.520
— porcine	5.405.840	5.801.830
— caprine	1.352.630	1.376.510

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

ramené de 12.242.000 têtes à 14.025.000 têtes soit un gain total de 1.783.000 unités et un gain annuel moyen de 255.000 têtes.

Par rapport à 1913, c'est sur la catégorie des bœufs que porte la plus forte diminution proportionnelle; elle est de 449.000 unités, soit 24 p. 100. La disparition qui s'accentue chaque jour des attelages de bœufs pour les travaux agricoles en est la principale cause; d'un autre côté, on garde les animaux beaucoup moins longtemps, cette partie du troupeau est renouvelée beaucoup plus rapidement qu'autrefois, ce qui en réalité, malgré les apparences, en ne considérant que le point de vue économique, amène à conclure que nous sommes en présence d'une augmentation de la production bien plutôt que d'une diminution.

L'âge moyen d'abatage des vaches a été aussi très sensiblement abaissé; c'est ce qui explique que malgré les efforts de nos éleveurs, nous n'ayons pas encore retrouvé nos effectifs d'avant guerre.

La consommation de la viande ne diminue pas et notre élevage doit s'orienter de telle façon qu'il soit possible de faire face aux besoins du pays. Son intérêt le lui commande; mais nos éleveurs devraient être exactement renseignés sur ces besoins; aussi M. Massé regrette-t-il que le vœu de l'Académie d'Agriculture tendant à ce que le Ministère de l'Agriculture fît procéder à une enquête pour évaluer la consommation de la viande en France, n'ait pas encore été réalisé.

En ce qui concerne notre *troupeau ovin*, les augmentations constatées depuis 1920 continuent et même elles ont très sensiblement dépassé celles des trois années 1921, 1922, 1923, puisqu'elles se sont élevées à 246 310 têtes.

Mêmes résultats heureux pour les *porcins*; nous avons atteint fin 1924 le chiffre de 5.081.830 têtes en augmentation de 400.000 têtes sur 1923, mais le déficit à combler par rapport à 1913 est encore de 1.200.000 têtes.

Progression aussi dans l'élevage des *chèvres*, heureux résultat dû en grande partie aux efforts intelligents qui ont été faits dans plusieurs régions pour remettre en honneur l'élevage de la chèvre et surtout substituer aux races plus ou moins sélectionnées, des animaux de race pure qui n'entraînent pas des frais plus considérables et dont le rendement est très supérieur.

« Notre troupeau remonte lentement, mais régulièrement, la pente si rapidement descendue pendant les années de guerre. Il lui faudra encore un certain temps pour retrouver en nombre ses effectifs d'autrefois. On peut toutefois dire que depuis trois ou quatre ans déjà, il a retrouvé son poids moyen. Quant au poids utile, c'est-à-dire, au poids total fourni par les animaux sacrifiés au cours de l'année, il semble qu'il soit assez voisin de celui d'avant guerre. Si nous n'avons plus les mêmes effectifs, cela tient en grande partie à ce que les animaux sont sacrifiés plus jeunes et que le troupeau se renouvelle plus rapidement. En fait, on peut affirmer que la quantité de viande qu'il fournit annuellement à la consommation n'est pas sensiblement moindre que celle fournie avant 1914. » (A. Massé.)

Le développement du contrôle laitier. — A propos du cheptel français, de sa reconstitution et des progrès réalisés, il y a un point qui mérite tout particulièrement l'attention, parce qu'il peut avoir des conséquences les plus heureuses, c'est le développement depuis la guerre, du contrôle laitier dans beaucoup de nos régions.

Au récent congrès organisé par la Société d'Encouragement à l'Agriculture sur l'alimentation du bétail et le contrôle laitier (10 octobre 1925), M. André Leroy

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

chef des travaux de zootechnie à l'Institut agronomique, l'apôtre du contrôle laitier en France, a précisément fait sur ce sujet une conférence des plus suggestives.

« Lorsque l'on cherche, dit-il, à déterminer l'importance économique de la production du lait et de l'industrie laitière en France, l'on ne manque pas d'être frappé par le rôle prépondérant que joue cette branche particulière de notre activité agricole. Le professeur PORCHER estimait récemment le mouvement annuel d'argent provenant de cette source à 18 milliards de francs, nombre qui classe l'industrie du lait parmi celles qui exercent le plus d'influence sur la prospérité économique de notre pays.. S'il était possible d'accroître de 10 p. 100 seulement la production annuelle des vaches traites régulièrement, pour un autre usage que l'alimentation de leur veau, il est possible de calculer que cette augmentation procurerait à la collectivité des agriculteurs un supplément de revenu d'environ 450 millions de francs, déduction faite de la valeur des fourrages dont il conviendrait de prévoir la distribution pour obtenir ces résultats. »

Si la pratique du contrôle laitier se généralisait en France l'amélioration des conditions de la production du lait serait rapidement réalisée, et c'est là vraiment une œuvre d'intérêt national. Comme le dit encore M. LEROY : « Il est peu de domaines, où les efforts réunis de la science et de la pratique soient capables de fournir, en un temps aussi bref, des résultats susceptibles de profiter à tous les habitants de notre pays. »

Nous avons déjà eu, ici même, dans différentes Notes d'Agriculture, l'occasion de signaler l'importance du contrôle laitier, les résultats que cette méthode avait donnés en Danemark, comment le contrôle laitier avait été organisé en Normandie, dans la Seine-Inférieure.

Rappelons que le contrôle laitier et beurrier se propose pour but de déterminer la puissance de production en lait et en beurre d'une vache d'après l'enregistrement des produits fournis par un certain nombre de jours de traite, convenablement répartis dans le cours de la lactation. La pratique de ces opérations est reconnue aujourd'hui comme la méthode la plus rationnelle d'assurer la sélection des vaches laitières.

En 1914, on comptait 5 organisations françaises de contrôle laitier et beurrier réparties dans quatre départements. La guerre vint naturellement interrompre tous les efforts entrepris dans cet ordre d'idées. Mais depuis 1920, grâce aux efforts des offices agricoles, des directions de services agricoles, un peu partout l'on se préoccupa de mettre en valeur la méthode du contrôle laitier, en démontrant aux agriculteurs que c'était là pour eux le meilleur moyen de sélectionner leurs vaches laitières, d'améliorer les qualités des animaux qu'ils exploitaient. « Dans de nombreux départements, des concours laitiers et beurriers, organisés avec tout le soin et tout l'éclat désirables, firent naître dans le monde des producteurs un esprit d'émulation favorable au progrès. Une sorte de concurrence vint à s'établir d'abord entre les éleveurs d'une même sorte de bétail; puis, les partisans de nos grandes races ne tardèrent pas à subir l'entraînement de ce mouvement, et s'efforcèrent de prouver, au moyen de performances contrôlées d'une manière officielle, la valeur laitière et beurrière de leurs meilleurs animaux (2) ».

En 1922 il y avait 13 organisations françaises de contrôle laitier et beurrier,

(2) A. LEROY.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

22 en 1923, 34 en 1924 et enfin en 1925 on en compte 45 réparties dans 28 départements.

Ces 45 groupements actuels contrôlent à eux tous 10.000 vaches qui appartiennent aux races normande, flamande, hollandaise, bleue du Nord, Maine-Anjou, armoricaine, bretonne pie-noire, bretonne froment, parthenaise bordelaise, d'Aubrac, de Salers, ferrandaise, de Montbéliard, tachetée de l'Est et brune des Alpes.

L'ÉCHELLE MOBILE DES FERMAGES. — Depuis longtemps tous ceux qui ont étudié les conditions du bail à ferme ont déploré la pratique des baux de courte durée. Les dernières années d'un bail sont fatalement des années où le fermier, hanté par l'heure de la sortie, cède à la tentation de mésuser de la terre, la néglige et l'épuise. Or dans un bail à court terme cette mentalité est celle du fermier qui n'a que quelques récoltes à réaliser.

L'intérêt de la collectivité c'est de voir revenir le moins souvent possible ces périodes d'épuisement de la terre qu'il faut ensuite au début du bail suivant, remettre en état, *refaire* comme disent les praticiens. La collectivité ne peut que souffrir d'errements qui diminuent le produit brut mis à sa disposition. Son intérêt est d'accord du reste avec celui du propriétaire qui, en face de sa terre amoindrie comme puissance de production, voit diminuer la valeur d'un élément de son patrimoine. Et enfin il semble bien que le fermier de son côté aurait intérêt, lui aussi, aux baux de longues durée, car seuls ces baux lui permettent une exploitation fructueuse. Bien souvent il est puni de la politique qu'il suit vis-à-vis de la terre par un fléchissement sensible des rendements, si bien qu'il se trouve finalement le mauvais payeur de l'opération.

Si ces aperçus sont exacts, il semble que propriétaires et fermiers devraient tomber d'accord pour ne pratiquer que des baux à long terme. Or il en est autrement. Dans l'ensemble de la France, nous avons toujours été au régime des baux courts; c'est que de tout temps, propriétaire et fermier ont redouté de se lier pour une longue période, en envisageant chacun l'éventualité inverse de celle que prévoit son co-contractant.

Le propriétaire se dit : une période de hausse peut se produire dans la valeur des produits du sol qui aura sa répercussion sur la valeur locative de mon fonds. Mon intérêt est de me ménager la possibilité de profiter de cette aubaine sous la forme d'une augmentation de fermage. La prudence me commande en conséquence de ne pas me lier pour un temps trop long.

Le fermier envisageant l'hypothèse inverse, la baisse des produits du sol, aboutit à la même conclusion : Il ne faut pas me lier pour longtemps, car il y aura peut-être baisse de la valeur locative du sol et je trouverai des terres à meilleur compte ou je renouvellerai mon bail à des conditions moins onéreuses.

Finalement on tombe d'accord pour conclure un bail de courte durée. Aujourd'hui propriétaires et fermiers sont, du fait des circonstances, invités plus que jamais à suivre cette politique et la chose est facile à comprendre. C'est qu'aux variations dans la valeur des produits agricoles, tenant à l'abondance ou à la rareté des produits avec les répercussions qu'exercent ces variations sur le prix de location de la terre, s'ajoutent les variations dans la valeur du franc, c'est-à-dire de l'unité monétaire dans laquelle s'exprime le prix du fermage, et l'incertitude, où se trouvent

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

propriétaires et fermiers sur ce second élément, contribue à les dissuader d'engagements à longue durée.

En effet, traditionnellement le prix des fermages se calcule et s'exprime en francs. Jusqu'en 1914, le franc stipulé c'était le franc-or, étalon stable puisque s'exprimant en un billet convertible à première réquisition en monnaie métallique. Aujourd'hui le franc qu'on stipule c'est le franc-papier éminemment instable et cette instabilité du franc apporte, dans la situation respective des parties, une perturbation et une incertitude perpétuelles. Que représentera le franc dans 6 mois, dans 2 ans, dans 5 ans, dans 10 ans, personne ne peut le dire.

Que la dépréciation du franc s'accentue, les 200 fr de location par hectare convenus en 1925 ne représenteront plus peut-être que la moitié, le quart, le dixième de ce qu'ils représentent actuellement et, dans cette hypothèse, c'est le propriétaire qui sera lésé; il touchera le même nombre d'unités monétaires, mais en fait chaque unité ayant perdu une partie de sa valeur, son fermage *réel* se trouvera diminué d'autant.

Que le franc au contraire remonte, c'est le fermier qui sera victime de cette amélioration de notre devise. Son fermage nominalement inchangé se trouvera en réalité très lourdement aggravé et pour lui la chose est grosse de conséquences, car il vendra ses produits pour un nombre de francs diminués parce que francs restaurés, sans que le fermage subisse une diminution correspondante et ce peut être la ruine pour le fermier.

On conviendra qu'en face de pareilles perspectives, propriétaires et fermiers répugnent à se lier pour de longues périodes. Mais alors c'est l'élimination presque fatale des baux à long terme en dépit des avantages qu'ils présentent par ailleurs quant à la bonne exploitation du sol et qui devraient pousser à la diffusion du type, et c'est la généralisation des baux à court terme avec tous les inconvénients dénoncés.

C'est ce qu'ont compris d'excellents esprits, et de tous côtés on a cherché des formules et des combinaisons nouvelles permettant, en conservant les baux à longue durée, d'éviter ce qui en écarte, à l'heure actuelle, propriétaires et fermiers.

A la base et abstraction faite des variations de détail, on trouve comme idée essentielle celle d'une *échelle mobile des fermages*. A la redevance fixe, traditionnelle, règle des anciens baux, on substitue une redevance variable. Mais alors sur quels éléments s'appuyer pour déterminer ce que devront être les variations et qui décidera de ces variations et de leurs amplitudes?

On est alors revenu à une formule très ancienne.

Autrefois, quand le numéraire était rare à la ferme, on stipulait fréquemment que le fermier s'acquitterait par des prestations en nature (tant d'hectolitres de blé et d'avoine par exemple, tant de pains de fromage, de livres de beurre). C'est cette pratique à laquelle on est revenu avec une variante ou une addition si on préfère. Le fermier devrait tant de quintaux de blé, d'avoine, de kilos de beurre, de fromage, etc. (suivant les régions et le genre de culture), ou la somme correspondante à ce nombre de quintaux de blé, de kilos de beurre, calculée d'après le cours des mercuriales. De cette façon, le fermage converti en francs varie avec le prix du blé, du beurre, produits sur l'exploitation et c'est le point essentiel. C'est encore ce que l'on a désigné sous le nom de *bail à prix variable*. Au fond, l'application en est assez simple. On prend le bail d'avant guerre et l'on constate que le prix de loca-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tion, par exemple de 85 fr par hectare, correspondait à la valeur de 3 q de blé (cours du blé avant guerre), on stipule que le fermier dans le nouveau bail devra livrer au bailleur 2,5 q de blé en nature ou lui payer le prix de ces 2,5 q de blé au cours du blé sur le marché (3). Le plus souvent on prend les cours de Paris pour le blé, la viande, le sucre, parce que il y a soit à la Bourse de Commerce de Paris, soit au marché de La Villette, des cours officiels qui ne donnent pas lieu à discussion.

Il y a toutefois une remarque à faire : l'intérêt n'est pas de multiplier les produits étalons; dans les pays de culture de céréales on se contente de prendre simplement le blé, dans les pays exclusivement d'herbages la viande, le beurre en Normandie, le fromage dans le Jura.

LES RENDEMENTS DE L'IMPOT SUR LES BÉNÉFICES AGRICOLES. — Ceux de nos collègues qui auront pris la peine de lire ces Notes d'Agriculture ne manqueront pas de faire cette réflexion : Somme toute, l'agriculture française est prospère, elle gagne de l'argent. Alors comment se fait-il qu'elle ne paye pas les impôts qu'elle pourrait et devrait payer; comment l'impôt sur les bénéfices agricoles rend-il si peu, une somme dérisoire?

A part les régions viticoles qui ont subi une crise très dure durant de longs mois, il est certain que l'ensemble de l'agriculture française réalise maintenant des bénéfices, modestes quoi qu'on en pense, bien mérités, mais enfin réalise des bénéfices alors que trop longtemps elle ne se soutenait que grâce à des privations de toutes sortes.

L'impôt sur les bénéfices agricoles ne rend pas, c'est incontestable, mais il ne faut pas oublier que la cédule des bénéfices agricoles ne représente qu'une part *infime* de la contribution de l'agriculture aux charges fiscales, et non toute la contribution de l'agriculture à ces charges. Ceux qui laissent entendre le contraire savent parfaitement qu'ils commettent la plus grave et la plus calomnieuse des erreurs, et ils commettent une faute impardonnable en cherchant à l'accréditer dans l'opinion publique.

Mais ceci dit, et on ne saurait cesser de le répéter, il reste dans notre régime d'impôts cédulaires une cédule *qui ne rend pas*, c'est celle des bénéfices agricoles. Or cette espèce de carence coïncide avec une période de hauts prix pour l'ensemble des produits agricoles et on crie au scandale. Voilà le fait brutal.

Mais pourquoi la cédule agricole ne rend-elle pas?

Est-ce la faute des agriculteurs? est-ce la faute du législateur?

Il faut d'abord, pour s'en rendre compte, avoir la notion nette de ce qu'on prétend atteindre dans la dite cédule. C'est le bénéfice de l'exploitation essentiellement distinct du revenu foncier qui, lui, subit de longue date un prélèvement sous la forme de l'impôt foncier.

L'opposition entre les deux notions est facile à saisir quand on raisonne sur le cas d'une terre qui est louée. Au propriétaire incombe en principe la charge de

(3) On ne fixe pas en général le même nombre de quintaux que celui auquel correspondait le prix de fermage d'avant guerre. Car, jusqu'à ces tout derniers mois, on estimait avec raison que les prix de revient du blé (salaires, machines, frais généraux) avaient subi un coefficient plus élevé que le prix de vente du blé. Le blé valait 90 à 100 fr le quintal, soit 3,5 fois le prix d'avant guerre; au contraire la main-d'œuvre, l'achat des machines, etc., revenaient aux fermiers à 4 et 5 fois le taux d'avant 1914.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'impôt foncier, au fermier en tant qu'exploitant la charge de l'impôt sur le bénéfice agricole. Que si le propriétaire est, comme le cas est très fréquent en France, l'exploitant de sa propre terre, il doit fiscalement se dédoubler et payer à la fois l'impôt afférent à la propriété et l'impôt afférent à l'exploitation, puisqu'il cumule les deux qualités.

Ceci rappelé, comment est atteint le bénéfice agricole ou plutôt comment était atteint jusqu'ici le bénéfice agricole, parce que la loi de finances du 13 juillet 1925 a apporté certaines modifications aux lois antérieures pour obtenir de l'impôt sur les bénéfices agricoles un rendement plus élevé ; mais on n'a pas encore les chiffres qui seront obtenus, et, en tout cas, comme nous allons l'indiquer, la véritable cause de la faiblesse du rendement de cet impôt n'a pas été corrigée.

Les textes de loi n'exigent pas de l'agriculteur l'indication du bénéfice effectivement réalisé. Devant les difficultés de détermination avec les comptabilités rudimentaires ou même inexistantes, le législateur a institué un forfait. Le bénéfice agricole est tenu pour équivalent à la valeur locative de la terre exploitée (valeur locative cadastrale), à laquelle sont appliqués des coefficients variables et par région et par nature de culture. Au bénéfice taxé était appliqué dans tous les cas le taux de 6 p. 100.

Telle est l'économie de la cédule agricole et il n'y aurait rien là-dedans qui *a priori* dût entraîner un rendement dérisoire, si tout le système n'était pas compromis par un régime d'exemptions et d'abattements qui finalement épargne l'impôt à la très grande masse des exploitants.

Pratiquement jusqu'à présent, avec les valeurs locatives cadastrales fixées de 1908 à 1911 (moyenne 41 fr.), c'était l'immunité pour les exploitations restant au-dessous de 30 à 35 ha, là où il s'agit de terres labourables auxquelles est appliqué généralement le coefficient 1, ou bien la taxation à une somme infime : quelques francs par exemple.

Or et c'est là le point capital, ces exploitations sont la règle de régions entières, les exploitations plus importantes ne représentent que quelques unités dans la masse. Ce sont les documents officiels qui nous révèlent cette répartition dans le tableau suivant :

	Nombre des exploitations.
De 30 à 40 ha.	92.049
— 40 à 50 —	53.343
— 50 à 100 —	52.048
— 100 à 200 —	22.777
— 200 à 300 —	6.223
Au-dessus de 300 ha	4.280
Total.	230.720

230.720 exploitations sur 5.702.732 étaient seules avec le régime d'imposition adopté, atteintes par l'impôt.

C'est l'exemption pour le reste, c'est-à-dire pour l'immense majorité ou une taxation réduite à des chiffres insignifiants pour celles que l'impôt ne fait qu'effleurer.

Telle est la constatation essentielle qu'il faut mettre en relief ; elle est la condamnation du système à elle seule.

Le fisc, du reste, ne saisissait pas jusqu'ici toutes les exploitations à taxer, parce qu'il se heurtait à de très grandes difficultés dans la détermination des exploitations imposables.

Si, en effet, nous avons un cadastre des propriétés, nous n'avons pas un cadastre

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

des exploitations et tout le monde sait qu'il n'y a pas coïncidence entre les deux notions. Telle grande propriété qui, si elle constituait une exploitation unique, donnerait lieu à imposition, est morcelée en dix ou douze exploitations distinctes de 15 à 20 ha chacune, non soumises à l'impôt à raison de leurs dimensions restreintes (4). Inversement, telle exploitation de 200 ha par exemple est constituée avec des marchés de terres tenus de dix ou douze propriétaires différents. Il est malaisé pour le fisc de se reconnaître dans cet enchevêtrement.

Pour remédier à pareil état de choses, la Chambre des Députés avait proposé un système, dans la discussion de la loi de finances de 1925, qui consistait à établir une progression dans la cédule agricole des bénéfices agricoles des grandes exploitations Le système aurait purement et simplement entraîné la disparition complète de ce genre d'exploitation; le bon sens a fini par reprendre ses droits : le Sénat a écarté pareille disposition fiscale monstrueuse et finalement on est arrivé à un compromis mais qui ne donnera pas le rendement de l'impôt qu'on pourrait attendre des bénéfices agricoles.

La valeur locative des terres ayant beaucoup augmenté depuis l'évaluation antérieure à la guerre, d'après la loi de finances du 13 juillet 1925, le bénéfice agricole sera, jusqu'à l'application des résultats de la nouvelle évaluation en cours, mais non achevée, calculé en appliquant les coefficients à la valeur locative cadastrale, préalablement majorée de 75 p. 100.

Évidemment du fait de cette majoration, un grand nombre d'exploitations vont être soumises à l'impôt, mais le législateur a en même temps élevé les exemptions et déductions à la base.

Sur le montant du revenu de l'exploitation agricole, l'exploitant ne sera taxé que sur la fraction de son revenu supérieure à 2.500 fr; il aura droit, en outre, à une déduction des trois quarts sur la portion comprise entre 2.500 et 4 000 fr, de moitié sur la fraction comprise entre 4.000 fr et 8.000 fr.

Pour permettre au fisc de connaître les exploitations imposables, l'exploitant dont le *revenu cadastral* des terrains exploités excède 2.500 fr est tenu de remettre une déclaration au contrôleur; d'autre part le propriétaire est désormais tenu de remettre au contrôleur des contributions directes, à chaque renouvellement de bail, une déclaration indiquant la désignation de l'exploitation, les nom et prénom du fermier ou du métayer entrant, la date de son entrée en jouissance, et s'il s'agit de marchés de terre, le nom de l'amodiataire, la désignation et le revenu cadastral des parcelles louées.

Que de recherches, de complications pour l'exploitant, le propriétaire!

Que de travail aussi pour le personnel du fisc surmené déjà!

Et enfin et surtout, c'est méconnaître cette réalité, que l'on n'obtiendra jamais rien de sérieux de la cédule dans un pays de petites et moyennes exploitations comme la France tant qu'on s'obstinera dans le système des exemptions et abattements à la base (5).

HENRI HITIER,
membre du Conseil.

(4) Cette division de la propriété en exploitations de petites dimensions, fermes ou métairies, est la règle générale dans nombre de régions de la France, en Bretagne, en Vendée, etc., etc.

(5) Il ne s'agit pas bien entendu de prendre le chiffre de 5.700.000 exploitations dénombrées par les statistiques; dans ce nombre il y en a une masse considérable dont les chefs ne sont pas à proprement parler des exploitants. On devrait exonérer au moins toutes les exploitations au-dessous de 1 ha : 2.235.000 individus seraient ainsi exemptés, mais ce ne serait que 1.327.000 ha qui échapperaient à l'imposition sur 49 millions d'hectares (non compris l'Alsace-Lorraine).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NOTE DU COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS

L'aération du chemin de fer métropolitain de Paris.

Par suite du grand nombre de véhicles de toute sorte, qui circulent dans Paris, l'embouteillage, malgré toutes les mesures prises par la Préfecture de Police, sévit dans les principales artères de la capitale; et la circulation rapide est devenue, surtout à certaines heures, à peu près impossible; aussi pour se rendre à un point tant soit peu éloigné, on est obligé d'emprunter les lignes souterraines du Métropolitain; le nombre des voyageurs y est beaucoup plus considérable qu'il n'avait été prévu à l'origine et il en résulte un encombrement, qui entraîne, comme dans tous les locaux surpeuplés, un air confiné, désagréable, souvent pénible et même nuisible à la santé.

Certains hygiénistes attribuent les inconvénients de cet air confiné à l'excès d'acide carbonique et à la réduction de l'oxygène; d'autres à la production d'un poison pulmonaire dégagé par la respiration; on connaît l'expérience de Brown-Séquard et de d'Arsonval qui enfermaient des lapins dans une série de sept vases métalliques étanches, reliés l'un à l'autre de sorte que l'animal placé dans le premier récipient respirait de l'air pur, alors que les animaux soumis à l'expérience dans les autres récipients respiraient de l'air de plus en plus vicié; le dernier lapin, qui respirait l'air vicié par la respiration des six animaux, mourait rapidement, alors que le premier et même le second restaient en bonne santé.

Pour montrer que l'acide carbonique n'agissait pas dans l'espèce, d'Arsonval a fait d'autres expériences, dans lesquelles il faisait passer l'air vicié sur de l'acide sulfurique, qui retenait le poison pulmonaire et laissait passer l'acide carbonique; les animaux placés dans les derniers récipients n'étaient plus incommodés.

Quoi qu'il en soit, il est bien certain que nous ressentons tous une gêne et souvent des malaises très sérieux, lorsque nous respirons de l'air confiné; la nécessité d'une modification de la situation actuelle dans le Métropolitain est donc bien reconnue.

Le « tube » de Londres est constitué par deux tunnels souterrains à section circulaire de chacun une voie, analogues à ceux du Nord-Sud à la traversée de la Seine près de la place de la Concorde; les trains circulent dans ces tunnels comme un piston, qui assure à chaque passage une ventilation énergique.

Dans le Métropolitain de Paris, au contraire, les souterrains à deux voies sont assez larges pour que le passage d'un train ne fasse que déplacer l'air sans produire de ventilation.

Depuis de nombreuses années, on a tenté vainement de remédier à ces incon-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

vénients; on a essayé de puissants ventilateurs; mais pour être efficaces, ceux-ci devraient donner à l'air une vitesse gênante pour les voyageurs.

On a essayé divers produits chimiques, qui donnent une odeur désagréable, sans grand résultat, et plus récemment on a voulu utiliser des appareils à ozone.

Les ozoneurs sont, d'une façon générale, des appareils clos, dans lesquels sont disposées deux électrodes, reliées respectivement aux deux bornes d'un transformateur et que sépare un espace où jaillit l'effluve, que traverse l'air à ozoner. L'ozone est un merveilleux agent d'épuration, parce qu'il détruit les microbes, brûle les matières organiques, etc.; avant la guerre, on avait installé à l'usine de Saint-Maur, pour les eaux destinées à la Ville de Paris, des ozoneurs qui permettent de traiter 80.000 m³ d'eau par jour en y faisant barboter de l'air ozoné; l'épuration de l'eau était parfaite.

On a placé des ozoneurs à quelques stations du Métropolitain, mais ils n'ont pas donné des résultats appréciables, parce que, notamment, aucun ventilateur ne forçait l'air ozoné à circuler dans les diverses parties de la station ou du tunnel; son action était donc limitée aux abords immédiats des appareils.

Une Commission, comprenant des spécialistes qualifiés, a été chargée par la Préfecture de la Seine d'étudier cette question si complexe; il semble bien que la solution peut être recherchée dans l'établissement de nombreuses baies d'aération, en ajoutant même soit vers les points hauts, soit près des stations importantes, de vastes cheminées formant appel d'air.

Malheureusement toutes ces installations sont onéreuses et souvent difficiles à réaliser par suite de la situation même des lieux; mais il faut espérer que, pour continuer le succès incontestable du Métropolitain, on arrivera prochainement à améliorer la situation actuelle.

G. COLMET-DAÂGE,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LE CENTENAIRE DES ÉTABLISSEMENTS KUHLMANN

Il a semblé que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale ne peut laisser passer, sans en souligner l'importance pour l'histoire de l'industrie chimique française, les cérémonies qui se sont tenues à Lille les 10 et 11 octobre 1925 pour célébrer le centenaire de la création des Etablissements Kuhlmann.

Cet événement a réuni dans un même sentiment deux importantes régions de notre pays, l'Alsace où naquit Frédéric Kuhlmann, et le département du Nord où se sont développées les puissantes usines qui constituent une des belles manifestations de l'industrie chimique française.

A cette occasion, il a été rappelé que Frédéric Kuhlmann naquit à Colmar le 22 mai 1803, d'une honorable famille bourgeoise.

Dès sa sortie du lycée, ce jeune élève entra au laboratoire du chimiste Vauquelin à Paris, où il resta trois années; c'est là qu'en 1823 il publia son premier mémoire sur l'analyse chimique de la racine de garance. C'est là aussi que vint le chercher, en 1824, pour professer la chimie, Delezenne qui avait déjà créé en 1817 à Lille un cours municipal de physique, public et gratuit.

Frédéric Kuhlmann commença ses leçons en juin 1824 et les continua jusqu'à la création de la Faculté des Sciences, en 1854.

Par les conversations qu'il avait avec les industriels qui suivirent ses cours de chimie, il fut frappé de la nécessité pour la région du Nord de se procurer les produits chimiques nécessaires à ses industries et c'est ainsi que jeune, sans fortune, avec l'aide de capitaux prêtés par ceux à qui il avait inspiré confiance, il créa en 1825, à Loos, une fabrique d'acide sulfurique à laquelle il joignit bientôt la fabrication de la soude artificielle, suivant le procédé Leblanc.

Les quinze premières années de fonctionnement de l'usine furent des années de difficultés, d'épreuves et de luttes pour Frédéric Kuhlmann. Ce fut enfin le succès définitif et la fortune lorsque lui vint l'aide financière de la grande famille industrielle lilloise des Descat. Pendant cette période d'épreuves, Kuhlmann ne cessa pas de professer son cours de chimie.

Ce n'est pas sans une curiosité émue que les assistants de la réunion qui

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

se tint à Lille virent la reproduction de cette première usine qui témoigne mieux que toute autre considération du chemin parcouru en un siècle.

Dans un très remarquable exposé fait par un ancien directeur général de la compagnie, M. Grandel, il fut indiqué que les fourneaux furent allumés le lundi de la Pentecôte, 15 mai 1826.

M. Kuhlmann aimait à fêter chaque année cet anniversaire au milieu de ses ouvriers, de sa famille et de ses amis.

Le mercredi suivant, on put soutirer l'acide sulfurique et, à l'Assemblée générale du 18 décembre 1826, l'éminent industriel proposait déjà aux actionnaires de monter la fabrication de la soude Leblanc et de l'acide muriatique qui furent mises en route en 1828.

La société en commandite par actions, fondée en 1825, prit fin le 30 avril 1832 et fut remplacée par la société en commandite simple, qui devait, en 1854, être transformée en une société en commandite par actions, qui prenait le nom de Manufacture de Produits chimiques du Nord, sous la raison sociale « Kuhlmann et C^ie ».

Pendant cette première période, M. Kuhlmann fit, en 1847, l'acquisition d'une usine de produits chimiques fondée à Amiens en 1809 par trois médecins et un pharmacien de cette ville, puis de celle de La Madeleine et, en 1854, de celle de Saint-André.

Les 4 usines de Loos, d'Amiens, de La Madeleine et de Saint-André, progressivement transformées et considérablement développées, restèrent jusqu'en 1904 les centres producteurs de la société fondée par Frédéric Kuhlmann.

Aux fabrications du début, acide sulfurique, sulfate de soude, acide muriatique, noir animal, étaient venus s'ajouter les sulfates métalliques, les sels ammoniacaux, les sels de baryte, les silicates et les engrais, fabrications qui restèrent sur une échelle grandissante le principal objet de l'activité de la Société Kuhlmann jusqu'à la dernière guerre.

Le 29 janvier 1870, la société en commandite par actions Kulhmann et C^ie fut transformée en société anonyme et la région du Nord, plus heureuse à cette époque qu'elle ne le fut depuis, devait être préservée de l'invasion par les victoires du général Faidherbe, à Pont-Noyelles et à Bapaume.

Les stocks de sels des manufactures devaient, comme 44 ans plus tard, être d'un précieux concours pour le ravitaillement de la région coupée de ses communications avec l'Est.

Frédéric Kuhlmann mourut le 27 janvier 1881, après avoir été l'objet des manifestations les plus éclatantes de la Société des Sciences et de la Société industrielle du Nord de la France pour les services qu'il avait rendus à l'industrie et au commerce de la région.

Jules-Frédéric Kuhlmann, son fils, ne devait pas rester longtemps à la

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

tête de la Société; une mort prématurée vint le frapper, alors que la tombe de son père était à peine fermée.

Le conseil d'administration mit alors à la tête des Manufactures de Produits chimiques du Nord, M. Jules Kolb, qui devait, en continuant les traditions du maître, développer encore la prospérité de la Société.

Quand, après 45 années passées à son service, M. Kolb se décida à prendre sa retraite, il laissait les manufactures dotées de tous les perfectionnements scientifiques modernes, dans une voie de prospérité et de puissance qui constituait le meilleur éloge qu'on pût faire de son énergie et de son habile administration.

Il eut pour successeur M. Stahl dont l'énergique impulsion se fit sentir aussi bien dans le domaine commercial que dans le domaine industriel.

Après avoir développé leurs usines, les Manufactures de Produits chimiques du Nord estimèrent, pour répondre au développement continu des ventes de superphosphates, qu'il était utile de créer une usine nouvelle en Belgique, sur le Canal maritime de Gand à Terneuzen, admirablement outillée. Cette usine venait d'être terminée en 1914; elle fut presque complètement détruite à la veille de l'armistice.

M. Stahl fut lui-même remplacé en 1913 par M. Paulin Grandel qui fut digne de ses éminents prédécesseurs.

Dans l'exposé que nous rappelions plus haut, M. Grandel a pu donner les détails les plus intéressants sur l'histoire des usines Kuhlmann et a rappelé notamment qu'en 1826, on procédait à la combustion du soufre par opérations intermittentes. La durée d'une opération était de 15 à 18 heures. Des chaudières séparées servaient à la décomposition du salpêtre dont la quantité s'élevait à 8 ou 10 p. 100 du soufre brûlé.

En 1826 la Société Kuhlmann produisait 700 kg d'acide sulfurique concentré par jour. Or, à la veille de la guerre, elle produisait 450.000 kg par jour; actuellement, sa production approche de 800.000 kg, soit plus de 1.100 fois la production de 1826.

Quant au sort des usines Kuhlmann pendant la guerre, nous ne pouvons mieux faire que de reproduire intégralement le récit de M. Paulin Grandel.

« Les magasins furent d'abord vidés par l'autorité ennemie de tout ce « qu'ils contenaient : matières premières, produits fabriqués, matériaux de « toutes sortes, matériel de transport, bateaux, voitures et wagons-citernes, « matériel électrique, machines-outils, matériel et matériaux de rechange.

« Les chiffres suivants disent l'importance des réquisitions effectuées par « l'autorité allemande dans les usines de la Société : 180.000 t de matières « premières et de produits fabriqués furent enlevées; la valeur en était au « cours de 1914 voisine de 8.500.000 fr.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« La démolition des chambres de plomb préluda bientôt à la destruction « des usines; l'évacuation préliminaire de l'acide par bateaux et wagons-« citernes réquisitionnés fut accélérée par l'enfoncement des planchers et « l'éventrement des tours.

« Le poids du plomb enlevé des quatre usines de Loos, La Madeleine et « Saint-André, Roubaix-Wattrelos et Rieme-Ertvelde dépassa 7 millions de « kilogrammes, pour une valeur voisine de 5 millions de francs aux cours « d'avant guerre.

« La destruction systématique fut faite à la main d'abord, puis par les « explosifs et l'incendie, au moment de la retraite allemande.

« Loos et La Madeleine, qui se trouvaient à 8 et 10 km du front, et « Wattrelos et Rieme qui en étaient encore plus éloignées, n'eurent pas à « souffrir du feu de l'artillerie alliée. Elles reçurent cependant quelques « bombes d'avions destinées aux gares voisines et aux scieries allemandes, « ou des projectiles tirés contre avions qui explosaient en retombant. A part « un ouvrier blessé à La Madeleine, ces bombes et projectiles, comme « l'incendie d'un appareil à acide sulfurique causé par les démolisseurs de « chambres de plomb, ne firent que des dégâts matériels; ils occasionnèrent « des pertes d'acide, de cuivre et de sulfate de cuivre que l'on se garda bien « de conjurer; ce fut autant que les Allemands ne purent prendre.

« Le travail de démolition et de destruction commença par l'usine de La « Madeleine, à la fin du mois de janvier. Des équipes de gens sans aveu, « contre lesquels il est triste de dire qu'aucune sanction n'a été prise après « la guerre, furent engagés par l'autorité allemande.

« Le tour de l'usine de Loos devait suivre, mais l'armée française com-« mençait à refouler l'envahisseur. Des moyens plus expéditifs furent préparés « pour faire sauter l'usine au moment de la retraite; 150 mines reliées élec-« triquement furent disposées dans l'usine, sous les générateurs et les « machines, dans les fours et à la base des tours; à deux reprises, au cours « de la dernière semaine de l'occupation, l'usine et les maisons voisines « furent évacuées, mais l'ordre de faire sauter ne vint pas, et les Allemands « partirent dans la nuit du 16 au 17 octobre. C'est miracle qu'il ne se soit « pas produit d'accident, les mines n'ayant pu être enlevées que trois mois « après la libération de la région.

« A l'usine de Wattrelos, des foyers étaient soigneusement préparés le « 16 octobre 1918, pour incendier et détruire l'usine; le feu y fut mis le 17, « dès la première heure. Grâce à l'absence de vent et aux efforts dévoués du « personnel qui lutta sans trêve pendant 24 heures, avec des moyens insuf-« fisants, l'incendie put être limité aux magasins et aux tours à acide sulfu-« rique, qui furent détruits: les combats d'arrière-garde, qui se déroulaient

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« aux abords immédiats de l'usine, avaient empêché tout secours extérieur.

« A Rieme, à part les stocks et le plomb des chambres, qui avaient été « enlevés, l'usine était encore en assez bon état à la fin d'octobre 1918, ayant « été utilisée par l'armée allemande pour une fabrique de conserves et un « dépôt de fourrages. Le 2 novembre 1918, à 4 heures du matin, 9 jours par « conséquent avant l'armistice, l'autorité militaire préparant sa retraite au « delà du canal maritime de Gand, fit mettre le feu aux magasins bourrés de « paille et de fourrage. Le directeur de l'usine, aidé de ses agents, put « heureusement circonscrire l'incendie, qui menaçait les bâtiments de « fabrication. A midi, on signifiait au personnel l'évacuation des lieux. Le « lendemain, un officier de pionniers fit sauter à la mine les ponts transbor- « deurs, les cheminées, le château d'eau et les tours de Gay-Lussac qui « dominaient la région. La réparation des dégâts commis dans ces deux « journées coûta plus de 6 millions de francs.

« Des agents et des ouvriers de la Société furent victimes des sévices « exercés contre la population par l'autorité allemande : enlèvement de « jeunes gens en 1916; enrôlement de force dans les bataillons d'ouvriers « civils à partir de 1917, et, parmi les notabilités des diverses communes « choisies comme ôtages de représailles et envoyées au camp d'Holzminden « ou à celui de Mileigany où elles séjournèrent six mois, se trouvaient « M. Stahl, directeur général honoraire de la Société, et M. Deldique, « ingénieur en chef. Vous connaissez le régime odieux auquel ils furent « soumis et qui ne parvint point, cependant, à abattre leur courage et leur « confiance patriotique.

« Au début de l'occupation, des nouvelles avaient pu être échangées pério- « diquement avec le président de la Société et les agents qui se trouvaient « en France libre; mais il fallut cesser ce service devenu trop dangereux « pour ceux qui le pratiquaient. La lecture des journaux allemands et les « allusions des cartes de prisonniers restèrent les seules sources de rensei- « gnements, et la joie fut grande, quand, à la fin d'un article du *Berliner* « *Tageblatt* du 2 août 1918 sur l'industrie française et ses efforts de recons- « titution, on put lire le passage suivant :

« Le nombre des usines de produits chimiques a également sensiblement « augmenté; quelques sociétés jouent un rôle dirigeant dans cette augmen- « tation, par exemple la Compagnie nationale de Matières colorantes, créée « en 1916 au capital de 40 millions et les Établissements Kuhlmann, avec un « capital de même importance.

« La guerre de 1914-1918 fut pour la Société une épreuve d'une gravité « exceptionnelle. Son existence même fut en danger. Toutes les usines se « trouvèrent arrêtées pendant toute la durée des hostilités, et l'usine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« d'Amiens, la seule située en dehors de la région envahie, ne représentait « qu'environ 5 p. 100 de la productivité totale, et dut être elle-même évacuée « en 1917.

« L'état-major de la Société était resté à Lille et la présence du personnel « y fut très utile dans la lutte que la direction devait avoir à soutenir chaque « jour contre les vexations et les réquisitions allemandes; au point de vue « social elle fut heureuse, en créant un centre de résistance morale, qui ne « faiblit jamais, au milieu d'une population de plus en plus déprimée par la « longueur de l'occupation, les privations de toutes sortes et les brimades « cruelles de l'autorité allemande.

« Deux administrateurs de la Société, restés dans les régions envahies, « M. Théodore Barrois et M. François Roussel, donnèrent l'exemple de la « résistance morale et de la confiance indéfectible dans la victoire finale; ils « virent la rage de l'ennemi s'exaspérant de la ténacité française, décider la « destruction complète des usines. Ils soutinrent les courages quand la gran- « deur du désastre risquait de les faire faiblir.

« M. Roussel mourut à la peine six mois avant la délivrance et M. Barrois « resta seul représentant du conseil d'administration dans les derniers mois, « les plus tragiques, de l'occupation allemande. Le personnel leur garde un « souvenir reconnaissant pour les mesures bienveillantes qu'ils autorisèrent « le directeur général à prendre en leur faveur.

« Heureusement pour la Société, son président et la plupart des membres « du Conseil d'Administration se trouvaient de l'autre côté des lignes et « parmi eux un administrateur mobilisé, entré au Conseil en mars 1914, qui « devait relever le drapeau des Établissements Kuhlmann que le haut per- « sonnel de la Société, resté à son poste dans Lille envahie, était impuissant « à défendre. Quand en 1915, M. Edouard Agache (1) se mit, avec ses collègues, « à la disposition du Ministre de la Guerre pour apporter au pays le concours « de la Société et l'appoint de ses connaissances techniques, il désigna, en « l'absence du personnel dirigeant prisonnier à Lille, son fils, comme seul « administrateur en âge de répondre au concours offert par le Gouvernement. « Rappelé du front en octobre 1915, M. Donat Agache fut mis à la disposi- « tion du Ministère de l'Armement pour la création et l'organisation des « usines demandées aux Établissements Kuhlmann, et le conseil d'adminis- « tration de la Société le nomma administrateur-délégué le 11 octobre 1915.

« L'exposé de l'œuvre remarquable réalisée en dix ans par le petit-fils du « fondateur de la Société avec l'aide de collaborateurs éprouvés et dévoués,

(1) M. Édouard Agache, président de la Société, était gendre de Frédéric Kuhlmann : il avait épousé la plus jeune de ses filles. Frédéric Kuhlmann s'était marié à Lille et avait choisi sa femme dans « une vieille famille de tisserands flamands ». (N. D. L. R.)

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« sera le plus bel éloge que je puisse faire de sa haute intelligence et de « son activité sans blesser sa modestie.

« Dès que M. Agache put réunir autour de lui quelques-uns des éléments « du personnel de la Société qui avaient été mobilisés, chacun se remit au « travail avec le même esprit et la même volonté qu'autrefois.

« Le Ministère de la Guerre lui confia la mission d'installer une grande « usine d'acide sulfurique pour alimenter la poudrerie nationale de Saint-« Chamas; telle fut l'origine de l'usine de Port-de-Bouc.

« Une augmentation du capital social fut décidée pour procurer à la « Société les ressources dont l'invasion allemande l'avait privée. La puis-« sante société de Peñarroya, qui connaissait la gestion prudente et heu-« reuse de la Société dans le passé, les beaux résultats financiers acquis « avant la guerre et la valeur professionnelle et technique de son état-major, « n'hésita pas à souscrire une somme considérable et apporta son usine de « Marseille-l'Estaque, en pleine exploitation. Grâce à son appui, l'augmen-« tation de capital fut un grand succès; elle procura à la Société des dispo-« nibilités importantes et lui permit de reprendre sa place dans le monde des « produits chimiques.

« L'absorption de l'usine de l'Estaque eut lieu au début de l'année 1916. « En même temps, commençaient les travaux de construction de l'usine « de Port-de-Bouc, admirablement située sur le canal de Caronte au débouché « de l'étang de Berre dans la Méditerranée. Ils furent poussés avec une très « grande rapidité, malgré les difficultés de transport et d'approvisionne-« ment des matériaux et, dix mois après les premiers coups de pioche, « les premières citernes d'acide concentré étaient dirigées sur la poudrerie.

« A partir de cette époque, commence, pour les Établissements Kuhl-« mann, la réalisation d'un double programme qui s'est poursuivi jusqu'à ce « jour : d'abord s'assurer des usines sur tous les points importants du terri-« toire, afin d'atteindre facilement et économiquement toutes les régions; « ce qui va changer son ancien caractère de société régionale en société « nationale; ensuite, ajouter à ses fabrications anciennes des acides et du « superphosphate, des industries nouvelles assez diverses pour que, dans les « périodes de crise de certaines productions, l'ensemble conserve une « moyenne d'activité rémunératrice. »

Nous croyons devoir mentionner aussi l'effort remarquable qui fut accompli sous l'impulsion énergique de M. Donat Agache pour le rétablissement des usines du Nord dont nous avons indiqué tout à l'heure la destruction systématique.

Le 17 octobre 1918, l'ennemi repoussé par nos troupes victorieuses abandonnait Lille et, dès le lendemain, les agents de la Société avaient la joie

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de voir arriver avec quelques-uns de leurs collègues, M. Donat Agache, qui les conviait à l'œuvre urgente des restaurations des usines pillées et saccagées.

Il est également digne de remarque que la Société n'attendit pas le vote de la loi sur les réparations des dommages de guerre pour se procurer les ressources indispensables aux premiers travaux; elle émit immédiatement un emprunt obligataire de 30 millions.

Les travaux commencés vers le mois d'avril 1919, purent être menés très activement et la Société recourant le moins possible aux paiements en espèces, accepta d'être indemnisée en nature et reçut ainsi de l'État le matériel de plusieurs ateliers construits pendant la guerre et inutilisables pendant l'armistice.

Elle prit possession des usines d'acide sulfurique de Bergerac et de Miramas qu'elle démonta et transporta dans le Nord.

Dès la fin de 1919, les quatre usines avaient remis chacune en service un appareil d'acide sulfurique et les fabrications les moins endommagées; vers la fin de 1921, la reconstitution pouvait être considérée comme achevée dans son gros œuvre.

Nous nous étendrons moins sur la phase récente du développement des Manufactures de Produits chimiques du Nord, qui est plus connue de nos contemporains; nous nous bornerons à mentionner comme autre preuve de leur activité, l'absorption de la Compagnie nationale des Matières colorantes qui devait avoir pour effet d'asseoir sur des bases particulièrement solides la fabrication des matières colorantes désormais pourvue de toutes ses matières premières et mise ainsi en mesure de lutter à force égale sur les marchés étrangers avec les producteurs allemands.

La branche des matières colorantes est remarquablement dirigée par M. Joseph Frossard et la fabrication des produits chimiques par M. Raymond Berr. Cette organisation assure à l'industrie des matières colorantes un avenir plein de promesses.

Nous sortirions du cadre de cette note, qui est avant tout un hommage à l'œuvre soutenue d'une grande famille française pendant un siècle, en énumérant toutes les manifestations de l'activité des Établissements Kuhlmann.

Il nous est agréable, au contraire, de saluer ici l'œuvre accomplie par un jeune professeur de chimie dont les recherches scientifiques ne furent jamais interrompues et dont le nom restera, en fait, associé à l'histoire de l'oxydation de l'ammoniaque, puisque dans le mémoire remarquable qu'il publia en 1838, il donnait déja les principes de la méthode qui devait être utilisée à partir de 1914, pour la transformation de l'ammoniaque synthétique en acide nitrique.

Qu'on nous permette de citer à cette occasion les considérations vraiment prophétiques par lesquelles Kuhlmann indiquait dès 1838 la portée que pouvait avoir sa découverte.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

« J'ai fait connaître la possibilité d'obtenir artificiellement et à volonté « de l'acide nitrique, et par conséquent des nitrates, sans avoir recours au « procédé lent de la nitrification. Si dans les circonstances actuelles, la « transformation de l'ammoniaque en acide nitrique au moyen de l'éponge « de platine et de l'air, ne présente pas l'économie convenable, il peut « arriver des moments où cette transformation deviendra possible sous le « rapport économique; et l'on peut donc dire avec assurance que la connais- « sance des faits consignés dans ce travail est de nature à rassurer complè- « tement le gouvernement sur les difficultés et même l'impossibilité de se « procurer du salpêtre en quantité suffisante dans le cas d'une guerre mari- « time, et à faire modifier le mode d'approvisionnement de salpêtre pour les « besoins de l'État, dicté jusqu'alors par une sage prévision de l'avenir. »

Il nous a paru que l'ensemble des circonstances qui ont associé ainsi la science à la grande industrie chimique, et d'autre part les résultats obtenus par un immense et brillant effort, malgré les épreuves subies au cours de l'invasion, devaient trouver place dans les annales de notre Société.

HENRY GALL,
membre du Conseil.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LA SEMAINE DE L'INGÉNIEUR FRANÇAIS

(Premier Congrès : Paris, 16-20 novembre 1925.)

La Semaine de l'Ingénieur français a été le premier congrès corporatif d'ingénieurs qui se soit réuni en France. Elle s'est tenue au Conservatoire national des Arts et Métiers, sous la présidence de M. Max LAUBEUF, ancien Ingénieur en chef de la Marine, membre de l'Institut.

Parmi les membres du Comité organisateur nous citerons : M. LEBRUN, ancien ministre, président; M. J. M. BEL, vice-président de la Société française des Ingénieurs coloniaux; DELLOYE, ancien président de la Société des Ingénieurs civils; CHESNEAU, directeur de l'École nationale supérieure des Mines; COLOMER, président de la Chambre syndicale des Ingénieurs; CELLERIER, directeur du Laboratoire d'Essais du Conservatoire des Arts et Métiers; GUISELIN, délégué de la Société des Ingénieurs civils; PÉRARD, président de la Chambre syndicale des Experts professionnels; DEMOUY, président de la Société des Anciens Élèves du Conservatoire national des Arts et Métiers; P. DE ROUSIERS, délégué de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; VIEUILLE, Ingénieur des Arts et Manufactures, qui remplissait les fonctions de secrétaire général.

La « Semaine » avait obtenu le patronage de : la Société des Ingénieurs civils, la Société des Savants et Inventeurs de France, la Société française des Ingénieurs coloniaux, la Chambre syndicale des Ingénieurs, la Chambre syndicale des Ingénieurs-conseils, la Chambre syndicale des Experts professionnels et judiciaires, l'Union sociale d'Ingénieurs catholiques; des Associations amicales des Anciens Élèves de l'École nationale des Ponts et Chaussées, de l'École centrale des Arts et Manufactures, de l'École supérieure d'Électricité, de l'École de Physique et de Chimie, de l'École spéciale des travaux publics, de l'École d'Électricité et de Mécanique industrielle, de l'École centrale lyonnaise, de l'École Bréguet, de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, de l'Association française pour le Développement des Travaux publics, du Groupe d'Études techniques des Officiers de réserve pour la préparation de la mobilisation économique, du groupe de Paris des Ingénieurs de l'Institut industriel du Nord; du Syndicat des agents du Contrôle des Chemins de fer, etc.

Plusieurs membres de l'Institut et d'autres notabilités scientifiques s'étaient également inscrits dans le Comité d'honneur du Congrès.

Les travaux de la Semaine de l'Ingénieur étaient répartis entre six sections auxquelles ont été présentés les rapports suivants :

1re SECTION. — *Le titre d'ingénieur*, M. MAX; — *La protection du titre d'ingénieur*, M. TIXIER.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2e SECTION. — *La question de l'ingénieur*, M. VIEUILLE; — *Le rôle de l'ingénieur dans l'industrie*, M. GODFROID; — *Le recrutement et la formation de l'ingénieur*, M. RIMLINGER; — *L'enseignement économique et social*, M. BARBIER.

3e SECTION. — *Le Foyer de l'ingénieur*, M. MAX; — *Les vieux ingénieurs*, M. GUISELIN.

4e SECTION. — *L'action corporative des groupements d'ingénieurs*, M. COLOMER; — *Les honoraires des ingénieurs*, M. BEL; — *La condition des ingénieurs en France et à l'étranger*, M. LOYER; — *Un remède à la situation difficile des jeunes ingénieurs*, Lieutenant-Colonel FILLOUX.

5e SECTION. — *La responsabilité des ingénieurs*, M. BEL; — *L'autorité dans les entreprises*, M. CARLIOZ; — *Les droits des ingénieurs sur leurs inventions*, M. LAVOIX; — *La nouvelle loi sur les brevets*, M. RAVIER.

6e SECTION. — *Le rôle de l'ingénieur dans la société moderne et dans l'œuvre de la défense nationale*, Lieutenant-colonel RIMAILHO.

Nous sommes heureux de reproduire ci-dessous le rapport général présenté par M. Vieuille, secrétaire général du Congrès; les travaux de la Semaine de l'Ingénieur s'y trouvent résumés.

P. DE ROUSIERS.

Rapport général

présenté par M. VIEUILLE, secrétaire général du Congrès.

MESSIEURS,

Devant l'auditoire d'élite qui a suivi avec tant d'assiduité les séances de « la Semaine de l'Ingénieur français », devant les auteurs des études si pleines d'intérêt qu'ils lui ont présentées, il est permis d'exprimer la confiance que ces journées si bien employées laisseront un souvenir durable dans les annales de la corporation des ingénieurs.

C'est pour la première fois en effet que les hommes qui exercent les professions si diverses, que l'on comprend sous cette dénomination et qui sont unis par le caractère commun que leur donne une sélection faite à la suite d'études longues et difficiles, se sont réunis, non pour travailler à élucider des questions scientifiques ou techniques, non pour examiner en commun des problèmes afférents à telle ou telle branche des arts industriels, mais pour échanger leurs vues sur des problèmes peut-être encore plus ardus et plus malaisés à résoudre, ceux qui se rapportent au titre même qui définit leur profession, et à la protection dont il convient de l'entourer; aux méthodes par lesquelles elle se recrute; aux disciplines et aux programmes d'après lesquels se forment ceux qui l'exercent; à la condition dans laquelle ils se trouvent à l'égard de ceux qui ont recours à leur savoir, à l'égard de ceux sur lesquels ils ont à imposer leurs directions et leur autorité, aux règles

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'après lesquelles sont rémunérés leurs services, enfin aux institutions de solidarité professionnelle qui leur ont manqué jusqu'ici et dont eux aussi doivent s'assurer le bénéfice.

Avant de résumer les rapports que vous avez entendus, de rappeler les débats auxquels ils ont donné lieu et de dégager les sentiments que l'assemblée a manifestés, permettez-moi de vous dire en quelques mots, comment a pris naissance le projet d'un congrès corporatif des ingénieurs, projet qui a été réalisé avec votre concours.

Il a été envisagé pour la première fois dans les réunions du Comité de la Chambre syndicale des Ingénieurs qui s'est donné pour but de grouper les ingénieurs de toutes origines en une association de caractère purement corporatif.

Ce dessein, mûri lentement, a pris corps au commencement de cette année. Alors s'est constitué un comité d'organisation qui a eu la bonne fortune de pouvoir mettre à sa tête M. Max Laubeuf qui, à son titre d'ancien Ingénieur en chef de la Marine, joint ceux d'ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France et de membre de l'Institut. Il a trouvé pour principaux collaborateurs : MM. Delloye, Colomer, Liouville; le professeur Pérard, président de la Chambre syndicale des Experts professionnels; MM. Bel, Chesneau, Cellerier, Guiselin, de Rousiers.

Le groupement de ces personnes a valu au Comité d'organisation de nombreux patronages. En tête des institutions qui nous ont apporté leur appui, figurent : la Société des Ingénieurs civils, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et plusieurs associations d'anciens élèves des grandes écoles techniques.

Outre ces patronages collectifs, notre congrès a encore obtenu celui de personnes éminentes du monde scientifique et du monde technique. De plus, la direction de l'Enseignement technique s'est fait représenter au Congrès.

Les diverses sections de l'Assemblée ont entendu des rapports fort intéressants dont nous ne pouvons guère ici que rappeler l'objet.

M. Max a considéré sous leurs divers aspects les problèmes délicats et complexes qui se rapportent au grave sujet de la définition du titre d'ingénieur. Il a montré quel intérêt d'ordre général il y a à réserver le titre d'ingénieur aux seuls élèves formés dans les grandes écoles techniques dont l'enseignement a fait ses preuves. Il convient en effet qu'un tel titre, qui implique la possession d'un vaste savoir acquis aux prix d'études longues et difficiles, ne devienne pas une dénomination banale dont s'emparent ceux qui n'en ont pas d'autre à faire valoir; il ne faut pas non plus qu'étendu au delà de toute

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

mesure, il englobe des techniciens d'une science et d'un mérite professionnels très inégaux. Il importe encore que la carrière d'ingénieur, ainsi fermée aux incapables, ne soit pas ouverte inconsidérément aux concurrents venus du dehors.

M. Tixier, en traitant le même sujet que M. Max, a préconisé la création d'un ordre des ingénieurs d'après l'exemple donné par l'Italie.

Les débats auxquels ces études ont donné lieu ont provoqué des interventions très intéressantes.

M. Pérard a exprimé ses vues sur la formation du futur ingénieur, dès le collège, et sur la nécessité de lui donner une culture scientifique générale, base rationnelle du développement des connaissances spéciales particulières aux diverses branches de l'art de l'ingénieur.

M. Godfroy a étudié le rôle de l'ingénieur dans l'industrie, en l'étayant sur un ensemble d'observations poursuivies dans un établissement industriel important.

Un autre rapport a embrassé la question de l'ingénieur dans son ensemble, et son auteur a notamment émis cette idée qu'il y a lieu d'agir sur les familles dans les milieux où se recrutent le plus grand nombre des candidats à la carrière technique pour les détourner de pousser leurs fils dans une voie ingrate et encombrée.

Une note de M. Rimlinger a aussi attiré l'attention sur le recrutement et la formation des ingénieurs. Dans la discussion qui a suivi vous avez remarqué, entre autres, l'intervention de M. Cellerier, qui a rappelé un rapport du Général Morin qui, après un voyage d'études en Allemagne acccompli en 1864, signalait déjà le remarquable développement des études techniques dans ce pays.

M. Guiselin a déploré le trop grand nombre d'ingénieurs et exprimé le vœu que les grandes écoles limitent le nombre des admissions.

Le colonel Rimailho a formé le souhait que les ingénieurs disposent, comme d'autres corporations, d'un lieu où ils puissent se réunir.

M. Bel a exposé ses idées sur la définition du mot ingénieur, nous a fait l'historique de la profession et parlé de la rémunération de ceux qui l'exercent.

M. Loyer nous a présenté un intéressant tableau des traitements des ingénieurs dans divers pays, avant et après la guerre. Sauf aux États-Unis, et pour les fonctions les plus élevées seulement de certaines grandes compagnies industrielles, en général, le traitement moyen des ingénieurs n'est pas supérieur a celui des employés de commerce. Et cependant quelle différence entre les aptitudes exigées des uns et des autres, et la somme des connaissances qui leur sont nécessaires pour l'exercice de leur profession, la difficulté et la longueur des études qui l'ont précédée.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Colomer a parlé de l'action corporative des groupements d'ingénieurs.

Le colonel Filloux a donné aux jeunes gens le conseil de chercher, dans certains pays étrangers, les situations qu'ils ne trouvent plus dans la métropole.

La séance de la sixième Section a offert un vif intérêt, tant par la portée sociale de la question qui faisait l'objet de ses travaux que par l'auditoire d'élite qu'elle avait attiré. Nous y avons vu plusieurs des organisateurs de la victoire et quelques-uns des dirigeants de la grande industrie qui a eu une part si large dans le succès de la guerre. L'allocution de M. Cellerier, la conférence du Colonel Rimailho, le rapport présenté par M. Audoin au nom du Groupe d'Études techniques des Officiers de Réserve, l'information si intéressante donnée par M. Guiselin sur les intentions de la Commission de l'Armée; enfin les communications faites par plusieurs des assistants ont montré quel intérêt la question débattue provoquait dans le pays, surtout parmi l'élite sociale, et à quel point elle avait déjà attiré l'attention des Pouvoirs publics.

M. Max a montré la nécessité de fonder un foyer de l'ingénieur et a partagé les inquiétudes qu'inspire à M. Guiselin la situation des ingénieurs âgés.

Notre cinquième Section a étudié cette question si vaste et d'une si grande portée sociale et économique du rôle de l'ingénieur dans la production des richesses.

M. Bel a parlé de la responsabilité des ingénieurs.

M. Carlioz a traité le problème de l'autorité dans l'industrie. Il a signalé que le principe même d'autorité trouve beaucoup d'adversaires. Il a défini l'autorité comme étant « le pouvoir de permettre et de défendre ». Mais l'autorité suppose une influence morale, une considération personnelle pour l'homme qui en est investi. L'orateur a distingué l'autorité statutaire qui confère le droit de commander et l'autorité morale qui n'appartient qu'à ceux qui savent se faire obéir.

M. Lavoix a traité de la législation de la propriété industrielle, du droit des ingénieurs salariés sur leurs inventions. Une étude sur le même sujet a été présentée par M. Ravier, au nom de la Société des Savants et Inventeurs français.

Il nous reste à répondre au vœu de ceux qui ont pris part à nos réunions en préparant les mesures destinées à empêcher que notre manifestation soit sans lendemain; il faut que le petit groupe qui en a pris l'initiative trouve le concours de personnes nombreuses et l'appui des collectivités qui ne sont pas encore associées à notre action; il faut qu'un comité élargi crée un organisme permanent qui fera connaître les travaux de cette réunion, préparera celles qui le suivront, qui fera connaître les idées que nous défendons, qui agira sur l'opinion et sur les Pouvoirs publics, en leur montrant qu'une

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

politique technique est nécessaire au développement de la prospérité et à la sécurité du pays.

Les réformes que nous demandons, sagement mûries et prudemment réalisées, s'accompliront alors dans cet esprit de concorde et de désir du bien commun qui a inspiré vos travaux et qui dictera vos vœux.

A la séance de clôture, au cours de laquelle fut lu le rapport précédent, le Président donna connaissance des vœux émis par les diverses sections et qui furent adoptés, à l'unanimité, par l'assemblée.

Vœux.

L'assemblée plénière de « La Semaine de l'Ingénieur français » de 1923 invite les groupements professionnels d'ingénieurs à entreprendre ou à poursuivre l'étude des questions suivantes qui sont d'un intérêt général pour tous les ingénieurs et à communiquer le résultat de leur travaux au Comité d'organisation de « La Semaine de l'Ingénieur français » de 1925.

1° Définition de la profession d'ingénieur;

2° Règlementation légale de cette profession;

3° Préjudice causé aux ingénieurs qualifiés et au public et dommage porté au bon renom des ingénieurs français, en France et à l'étranger, par le fait qu'actuellement le titre d'ingénieur peut être pris par des personnes n'ayant pas les connaissances nécessaires à l'exercice de la profession;

4° Règlementation des contrats collectifs du travail des ingénieurs;

5° Introduction, dans le projet de loi sur les assurances sociales, de dispositions tenant compte de la situation et des intérêts spéciaux des ingénieurs;

6° Protection efficace de l'ingénieur français contre la concurrence étrangère;

7° Rémunération des ingénieurs en la prévoyant notamment de telle sorte qu'elle ne soit pas inférieure à celle des agents placés sous leurs ordres;

8° Responsabilité professionnelle de l'ingénieur français et de l'ingénieur étranger exerçant sa profession en France et garanties afférentes à cette responsabilité;

9° Propagande à faire dans les groupements professionnels pour amener leurs membres à donner leur concours à la mobilisation industrielle;

10° Moyen d'établir et de répandre une doctrine de commandement et de liaison entre les chefs d'entreprises et leurs agents d'exécution;

11° Situation des ingénieurs âgés et difficulté de leur placement;

12° Fondation d'une association qui pourrait prendre le titre de « Le Foyer de l'Ingénieur » et qui aurait pour but la création, à Paris ou dans ses

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

environs immédiats, et plus tard, autant que possible, dans les principales villes de province, d'hôtels ou de pensions de famille exclusivement réservés aux ingénieurs âgés et éventuellement à leurs proches.

D'autre part l'assemblée émet les vœux suivants :

1er vœu. — L'assemblée, prenant acte des travaux faits par les divers groupements professionnels concernant la propriété industrielle, émet le vœu qu'il en soit largement tenu compte dans la discussion de la loi sur la propriété industrielle;

2nd vœu. — L'assemblée émet le vœu que les Pouvoirs publics, et notamment ceux qui sont chargés de l'organisation de la mobilisation industrielle, consultent les groupements d'ingénieurs qualifiés, au même titre que les groupements industriels, sur les questions d'ordre technique intéressant la défense nationale;

3e vœu. — Que, conformément au vœu déjà émis par la « Journée de l'Ingénieur » de Grenoble (1925), il soit toujours institué à la base de la formation scolaire de l'ingénieur, une forte culture scientifique et générale;

4e vœu. — Que les diplômes d'ingénieur délivrés par l'État, sous quelque forme que ce soit, ne soient désormais attribués qu'aux candidats qui auront fait preuve d'une large culture scientifique et technologique générale;

5e vœu. — Que l'attention de l'État et des conseils d'administration ou de perfectionnement des écoles délivrant des diplômes soit attirée sur l'intérêt qu'il y a à développer chez les élèves ingénieurs les qualités morales d'autorité et de commandement nécessaires à de futurs chefs et les connaissances d'ordre commercial, économique et social;

6e vœu. — Que les conseils d'administration et de perfectionnement des écoles et instituts concourant à la formation de l'ingénieur prennent en sérieuse considération les vœux ci-dessous déjà formulés par la Société des Ingénieurs civils de France. Des mesures nécessaires doivent être prises :

a) Pour obliger l'élève à un plus grand effort personnel;

b) Pour assurer un contact plus intime entre le corps enseignant et les élèves;

c) Pour organiser des stages d'usines, des visites et voyages d'études qui sont d'une nécessité absolue;

d) Pour donner plus de développement aux documents scientifiques, techniques et économiques remis aux élèves;

e) Pour assurer une collaboration plus intime entre l'école, c'est-à-dire le corps enseignant et les industriels, d'une part, et les anciens élèves, d'autre part;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

7e vœu. — Que l'attention des ministères compétents soit attirée sur la disproportion entre le nombre des diplômes d'ingénieurs actuellement délivrés par l'État ou reconnus par lui et les besoins des industries nationales et étrangères, état de choses qui laisse chaque année sans emplois possibles, dans les carrières d'ingénieurs, un grand nombre de diplômés;

8e vœu. — Que la représentation des industriels et des groupements corporatifs d'ingénieurs soit assurée dans une large mesure au sein des conseils d'administration et de perfectionnement des écoles, instituts ou facultés délivrant des diplômes d'ingénieurs.

L'assemblée a clos ses travaux en décidant de tenir sa prochaine réunion, à Paris, dans la première quinzaine de décembre 1926, et en donnant, au Comité d'organisation de la première Semaine, mission de constituer un Comité permanent chargé de préparer les futures assemblées, en faisant appel aux divers groupements d'ingénieurs et aux personnalités pouvant donner un concours utile à leur organisation.

« La Semaine de l'Ingénieur français [1] » a suscité un très vif intérêt dans les milieux techniques et industriels. Elle a attiré l'attention des dirigeants des institutions dans lesquelles on forme les futurs ingénieurs et des administrations publiques dont ces institutions dépendent.

(1) Secrétariat : 83, rue Taitbout, Paris (9e).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

CONSEIL D'ADMINISTRATION

SÉANCE PUBLIQUE

DU 14 NOVEMBRE 1925

Présidence de M. G. WERY, *vice-président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 24 octobre 1925 est adopté.

Sont nommés membres de la Société :

THE SCIENCE MUSEUM; MM. RETEL (Jules); SCHŒLLER (André); TANBERG (Arthur); DRILHON (Robert),

qui ont été présentés dans la dernière séance.

M. G. WERY, *vice-président*, retrace en termes émouvants la longue, laborieuse et bienfaisante carrière de M. **Eugène Tisserand,** décédé le 21 octobre dernier à l'âge de 95 ans (1).

M. G. WERY, *vice-président*, annonce que le Comité des Arts mécaniques déclare vacant le siège occupé dans ce comité par M. Pierre Arbel, démissionnaire.

De même, le Comité des Arts chimiques déclare vacants les sièges occupés dans ce comité par MM. Livache, Haller et Appert, décédés.

MM. H. HITIER et DE FRÉMINVILLE, *secrétaires généraux*, présentent et analysent des ouvrages récemment entrés dans la Bibliothèque.

(1) Le texte de l'allocution prononcée par M. Wery a été donné *in extenso* dans le *Bulletin* de novembre 1925, p. 725.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Henri Hitier présente les ouvrages suivants :

Les orges marocaines, par E. Miège. Rabat, Gouvernement chérifien. Direction générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation, 1924 (Don de l'auteur);

Le lin. Sa culture et son industrie dans l'Europe occidentale, par N. A. Lazarkévitch. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1925 (Don de l'auteur);

Études sur les combustibles solides, liquides, gazeux. Mesure de leur pouvoir calorifique, par P. Mahler. 3e éd. Paris, Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères (6e), 1925 (Don de l'auteur);

Fixation de l'azote gazeux par les plantes supérieures autres que les légumineuses, par G. Truffaut et N. Bezssonoff (La science du sol, Vol. IV, fasc. 1, mars 1925). Versailles, Librairie des Établissements G. Truffaut, 90 bis, avenue de Paris (Don des auteurs);

La guerre chimique entrevue par les Allemands et... nous, par Henri Le Wita. Paris, La Revue des produits chimiques, 54, rue de Turbigo (3e), 1925 (Don de l'auteur);

Le coton en Indochine et les besoins de l'industrie cotonnière française. Conférence faite à l'Institut national d'Agronomie coloniale, par J. Cardot (Publication de l'Agence économique de l'Indochine, n° X). Paris, 20, rue La-Boëtie (8e), 1925 (Don du Gouvernement général de l'Indochine, Agence Économique);

La houille blanche en Indochine. Étude publiée à l'occasion de l'Exposition internationale de la Houille blanche et du Tourisme, Grenoble, 1925 (Publication de l'Agence économique de l'Indochine, n° XI). Paris, 20, rue La-Boëtie (8e), 1925 (Don du Gouvernement général de l'Indochine, Agence économique);

Études et observations effectuées sur des mèches et des filés de lin dans le but d'en améliorer les méthodes actuelles de production, par James Dantzer et Olivier Roehrich (Extrait du Bulletin « Le monde industriel » de la Société industrielle du Nord de la France, avril-mai 1925). Lille, Imp. L. Danel, 1925 (Don des auteurs);

Les industries de la soie en France, par Pierre Clerget (Collection Armand Colin (Section de géographie), n° 61). Paris, Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel (5e), 1925;

L'épicier-détaillant, par R. Freulon (Le livre de la profession). Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e);

Pour le chimiste. Formules, procédés, tours de mains, « trucs » de toutes sortes pour le travail au laboratoire par le chimiste, l'essayeur et le préparateur, par A. Chaplet. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925;

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Ligue générale pour l'Aménagement et l'Utilisation des Eaux (Paris, 4, carrefour de l'Odéon (6e). — Région du Nord et du Nord-Est. Aménagement et utilisation des Eaux. Congrès de Lille, 30 juin-5 juillet 1924. Rapports. Discussions. Vœux. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1925;

Le problème du carburant en France et dans ses colonies, par Henri PASTRE. Paris, Les Presses universitaires de France, 49, boulevard Saint-Michel (5e);

Le livret du fourreur, par Ch. KRETZSCHMAR (Le livret du métier). Paris, Librairie de l'Enseignement technique. L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1925;

Les parlementaires aux abattoirs (*Histoire d'une proposition de loi relative au marché de La Villette*), par Pierre CASANOVA et Francis MARRE. Paris, Éditions scientifiques françaises, 25, rue Lauriston (16e), 1925;

Les grandes industries modernes, par Paul DE ROUSIERS. III : *Les industries textiles*. Paris, Librairie Armand Colin, 103, boulevard Saint-Michel (5e), 1925;

Manuel de tissage, par Ch. LABRIFFE. II : *Tissus complexes* (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925;

La carte géologique du Congo belge de M. P. Fourmarier, par Jean Marc BEL (Extrait du Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, juin 1925) (Don de l'auteur, membre du Conseil);

L'industrie minière dans nos colonies, par Jean Marc BEL (Extrait des comptes rendus du 5e Congrès de l'Union des Sociétés industrielles de France, Lille, 12-15 juin 1924). Lille, Imp. L. Danel, 1925 (Don de l'auteur, membre du Conseil);

Le mouvement international des engrais et produits chimiques utiles à l'agriculture, publié par le SERVICE DE LA STATISTIQUE GÉNÉRALE DE L'INSTITUT INTERNATIONAL D'AGRICULTURE (Rome) (Extrait de l'Annuaire international de statistique agricole, 1924-25). Rome, 1925;

Camille de Lacroix, 1841-1924, par Émile DOLLFUS (Extrait du Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse, juin-août 1925). Mulhouse, Imp. Bader et Cie, 1925;

Le livret de la repasseuse. Technologie, hygiène, par Mlle VERMILLET, suivi de *Conseils pratiques*, par Mlle CRAVE (Le livret du métier). Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e);

Le dessin du tailleur, par F. FREYERMUTH et B. ERDMANN, avec un atlas de 35 planches. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1925;

La femme dans les industries d'art, par Mme Luisa CHATROUSSE (Encyclo-

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

pédie industrielle et commerciale). Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles, 3, rue Thénard (5e), 1925;

Colles, mastics, luts et ciments, par F. MARGIVAL. 2e édition (Nouvelle collection des Recueils de recettes rationnelles). Paris, Desforges, 29, quai des Grands-Augustins (6e), 1924;

Ligue générale pour l'Aménagement et l'Utilisation des Eaux. — Congrès national de Navigation intérieure et d'Aménagement des Eaux. Grenoble-Lyon, 16 au 22 juillet 1925. Paris, 4, carrefour de l'Odéon (6e);

L'industrie des produits chimiques et ses travailleurs, par A. MATAGRIN (Bibliothèque sociale des Métiers). Paris, G. Doin, place de l'Odéon (6e), 1925;

La ligue des Sociétés de la Croix-rouge Sa fondation, son programme, son action. Paris, 2, avenue Vélasquez (8e);

Ligue des Sociétés de la Croix-rouge. — Exposé et projet d'un manuel de secours. Paris, 2, avenue Vélasquez (8e);

Congrès et exposition du bois et du charbon de bois utilisés comme carburant, Blois, 24, 25 et 26 avril 1925. Mémoires et comptes rendus par E. POHER, J. JAGERSCHMIDT, L. LARGUIER. Paris, 1, place Valhubert (13e), 1925;

Traité scientifique et industriel des plantes textiles, par Félicien MICHOTTE. Tome I : *La ramie. Culture et succédanés.* 2e édition. Paris, Société de propagande coloniale, 45, avenue Trudaine, 1925;

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS (2e partie : Eaux et génie rural). — SERVICE DES FORCES HYDRAULIQUES. *Études glaciologiques.* Tome V. Paris, Imp. Nationale, 1925.

M. Ch. DE FRÉMINVILLE présente les ouvrages suivants :

Histoire du cinématographe de ses origines à nos jours, par G.-Michel COISSAC. Paris, Éditions du « Cinéopse », 73, boulevard de Grenelle; Librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, 1925;

Manuel de la construction en ciment et en ciment armé, par Marcel CHANSOU (Bibliothèque professionnelle). Paris, J.-B. Baillière et fils, 19, rue Hautefeuille (6e), 1925;

Appareillage des industries électrochimiques et électrométallurgiques. Application à la fabrication du carbure de calcium et du ferrosilicium, par Francis TRUCHET. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925;

Machines à vapeur et machines thermiques diverses, par J. DEJUST, 2e édition mise à jour par A. DOZOUL. Paris, Dunod, 92, rue Bonaparte (6e), 1925;

Recherches expérimentales sur l'amortissement des oscillations d'un balancier (influence des huiles), par G. ARCAY. Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris. Besançon, Imp. Jacques et Demontrond, 1925 (Don de l'auteur);

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Les ressources du travail intellectuel en France, par Edme TASSIS et Pierre LÉRIS. *Supplément 1921-1923*. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 55, quai des Grands-Augustins (6e), 1925;

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES ÉLECTRICIENS. — *Rapports présentés à la Semaine d'octobre 1925*. I : Production. Eclairage et chauffage. Électrochimie. II : Appareillage. Canalisation. Traction. III : Télécommunications. Recherches et mesures. Paris, Société française des Électriciens, 14, rue de Staël; Étienne Chiron, 40, rue de Seine (6e), 1925.

Don de M. L. A. LEGROS, membre correspondant de la Société ;

Typecasting and composing machinery, by L. A. LEGROS (Extrait des Minutes of Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 1908). London;

Typographical printing-surfaces. Technical vocabulary, by L. A. LEGROS and O. ECKENSTEIN. London, W. Clowes and sons, 1915;

Traction on bad roads or land, by L. A. LEGROS (Extrait des Minutes of Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 1918). London;

The use of pressed steel in automobile construction, by L. A. LEGROS (Extrait de The Incorporated Institution of Automobile Engineers, 1911). London;

The development of road locomotion in recent years, by L. A. LEGROS (Extrait des Minutes of Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, 1910). London;

The transmission of power from the engine to the road wheels in motor vehicles, by L. A. LEGROS (The Incorporated Institution of Automobile Engineers, 1909). London;

Fracture of axles originating in drilled holes, by L. A. LEGROS (Extrait des Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers, vol. CLXIV, 1905-1906, part II). London;

Presidential address, by L. A. LEGROS (Extrait de The Institution of Automobile Engineers, session 1916-17). London;

Traction across country, by L. A. LEGROS (Extrait de « Engineering », february and march, 1924);

Tanks and chain-track artillery, by L. A. LEGROS (Extrait de The Automobile Engineer, march and april, 1922);

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

*
* *

La force motrice animale à travers les âges, par le Commandant LEFEBVRE DES NOËTTES. Paris, Berger-Levrault, 136, boulevard Saint-Germain (6e), 1924 (Don de l'auteur);

L'ouvrage de M. DES NOËTTES, commandant de cavalerie en retraite, intitulé : *La force motrice animale à travers les âges*, mérite une mention particulière.

Quand on considère l'immense importance de l'aide que le travail de l'animal apporte à l'effort de l'homme dans notre civilisation, on est tenté d'en conclure que l'homme a dû s'appliquer, depuis la plus haute antiquité, à en tirer tout le parti possible. Le Commandant des Noëttes, s'attachant à l'étude de la façon dont ce travail a été utilisé, depuis l'antiquité la plus reculée jusqu'à nos jours, dans toutes les parties du monde, en se basant sur les représentations d'attelages qu'on trouve sur les monuments anciens, ainsi que sur les documents les plus authentiques, reconnaît avec surprise qu'il n'en est rien. Il résulte en effet de cette étude qu'on n'a fait usage, jusqu'à une époque très voisine de la nôtre, que d'attelages extrêmement rudimentaires ou défectueux, ne permettant qu'une très faible utilisation du travail des animaux. Le cheval n'était pas ferré et traînait par un licou qui l'étranglait.

Les grands travaux de l'antiquité, les travaux cyclopéens de l'Égypte, la construction des aqueducs, des temples et des théâtres des Romains ont utilisé presque exclusivement l'effort musculaire de l'homme. L'institution de l'esclavage dispensait de rechercher d'autres sources d'énergie, et l'auteur constate que ce n'est que devant les efforts du christianisme pour la faire disparaître, qu'on a commencé à perfectionner sensiblement l'attelage du bœuf, et surtout du cheval. Ce n'est en effet qu'aux Xe et XIe siècles qu'on voit apparaître le collier, la bricole, la ferrure, et cela, suivant toute probabilité, en France. Ces modes d'attelage marquent un progrès énorme qui devait avoir une utilisation d'autant plus complète que la route se perfectionnerait davantage.

En parcourant cet ouvrage si bien documenté et si convaincant, on est surpris de constater que l'homme ait pu faire, pendant aussi longtemps, mauvais usage de ses ressources. C'est cependant un fait sur lequel l'école Taylor d'organisation scientifique du travail appelle également l'attention avec force; il n'y a guère plus d'un siècle que l'effort dont un cheval est capable a été déterminé avec une exactitude scientifique, pour servir d'unité de mesure dans l'évaluation du travail de la machine à vapeur; et tout dernièrement encore, Taylor poussait un cri d'alarme en constatant que, dans l'atelier ou le chantier moderne, le travail de la machine n'était pas mieux utilisé que celui de l'homme, et l'un et l'autre, pourrions-nous ajouter en nous référant à l'ouvrage de M. le commandant des Noëttes, pas beaucoup mieux, toute proportion gardée, que celui du cheval dans l'antiquité.

CH. DE FRÉMINVILLE.

M. Paul RAZOUS fait une communication sur *la carbonisation du bois en forêt par fours transportables.*

Les excellents résultats donnés par le concours franco-belge de camions automobiles à gazogène sur le parcours Paris-Bruxelles-Strasbourg-Paris, de plus de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

2.000 km, permettent d'envisager la généralisation de l'emploi du charbon de bois comme carburant sur les automobiles. Il semble déjà en effet que la consommation ne puisse dépasser 60 g par tonne kilométrique, soit 21 fr au plus pour 100 tonnes kilométriques pour un camion de 5 t. Ce bon résultat s'explique par la possibilité d'obtenir un meilleur rendement thermique du moteur, dans lequel le taux de compression peut atteindre 10 sans difficulté. Pour ces lourdes voitures, la vitesse moyenne pourrait dépasser 40 km : h sans qu'il y ait à craindre aucun accident de route d'aucune sorte.

Si l'automobile à gazogène fait l'objet des mêmes perfectionnements que la voiture à essence, comme c'est probable, le charbon de bois constituera véritablement un carburant national, mais on doit se demander si notre production forestière est suffisante pour alimenter toutes nos automobiles en admettant qu'elles n'utilisent plus d'autre carburant.

Ce qui nous manque, c'est le bois d'œuvre. Pour fabriquer le charbon de bois, on emploie la charbonnette dont le diamètre est compris entre 1,5 et 7 cm, qui provient des taillis et qui, souvent encore, reste inutilisée sur les coupes parce que les frais de son transport aux lieux de carbonisation seraient supérieurs à son prix de vente possible. On pourrait aussi employer des brindilles ou « rémanents », car on peut aujourd'hui en agglomérer le charbon, avec du goudron de bois, en vue de son passage au gazogène. 20 kg de charbon remplacent plus de 15 kg d'essence. Les 12 millions d'hectolitres d'essence actuellement importés chaque année en France, représentent 12 millions de quintaux de charbon de bois; si on y ajoute 3 millions employés à d'autres usages, on arrive à un total de 15 millions de quintaux; or, nous produisons déjà annuellement près de 3 millions de quintaux; par un aménagement approprié des forêts — les taillis se renouvellent tous les 25 ou 30 ans — et l'utilisation des « rémanents » (dont on ne traite actuellement que 20 p. 100), on pourrait facilement atteindre 11 millions de quintaux. La question revient donc à carboniser sur place toute la charbonnette, tous les « rémanents » disponibles, dans des fours transportables.

Il convient de réagir dès maintenant contre la tendance qu'ont déjà les conducteurs d'automobiles à ne pas vouloir utiliser la voiture à gazogène. Sans doute, actuellement, son service exige plus de travail, d'attention et de soins que la voiture à essence; mais il faut s'attendre, pour cette voiture, à des progrès qui rendront son service aussi facile et aussi propre que celui de la voiture à essence.

M. P. Razous décrit sommairement les meules à carbonisation en forêt et les appareils employés dans les usines fixes de carbonisation, ainsi que leur mode de fonctionnement. Les fours mobiles qui ont été réalisés dans ces derniers temps, dérivent en effet des uns ou des autres. Ils sont en général à marche intermittente.

Les fours des types Magnein, Delhommeau, Barbier et Aubé dérivent de la meule en forêt et procèdent de même façon.

L'appareil Trihan procède des meules horizontales à grande production employées en Suède et Norvège pour la carbonisation des résineux.

Un autre type construit par Barbier et Aubé dérive des appareils fixes; il comporte 4 cornues formant batterie qui sont tour à tour, pendant 4 heures, en déchargement ou en chargement, en période de dessiccation du bois, en période de pyrogénation proprement dite, en refroidissement (étouffement). On y récupère le goudron.

L'appareil Malbay est connecté à une véritable petite station centrale d'éclairage

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

électrique, les gaz qui proviennent de la pyrogénation étant utilisés dans un moteur à gaz. Cet appareil est conçu pour pouvoir carboniser les sarments de vigne. Une fraction du charbon de bois fabriqué sert au chauffage des cornues.

L'appareil de « La Carbonisation industrielle » utilise 3 cornues en batterie.

L'ensemble des appareils du système Deperrois, montés sur roues, constitue une véritable petite usine à gaz avec récupération des sous-produits : goudron, acide acétique, alcool méthylique. Il peut consommer de la sciure.

Dans l'appareil Camille Rocher, on s'est préoccupé d'utiliser les chaleurs perdues et on emploie un gazogène.

Enfin, le four Laurent est à fonctionnement continu.

La réalisation et la mise au point de ces appareils ont exigé un effort considérable de la part des constructeurs; quelques-uns des appareils répondent d'ailleurs à des besoins différents, et il n'est pas encore possible de dire quels seront les types dont l'emploi se généralisera. Les plus anciens ne datent que de trois ans. On ne pourra se prononcer sur leur valeur pratique que lorsqu'ils auront fourni un service continu pendant au moins cinq ans.

La carbonisation en forêt, quelle que soit la forme sous laquelle elle se pratiquera, se heurtera d'ailleurs à une difficutté d'ordre économique : le recrutement de la main-d'œuvre. Si la carbonisation en forêt, par le procédé des meules, a périclité dans ces dernières années, c'est à cause de la diminution du nombre des charbonniers, les vieux qui disparaissent n'étant plus remplacés par des jeunes. Les hommes de la génération actuelle ne consentiront à exercer le dur métier de charbonnier que si, non seulement on leur offre des salaires élevés, mais encore si on leur procure de bonnes conditions matérielles d'existence. La question de la construction et du transport d'appareils mobiles se greffe donc d'une question de construction et de transport de maisons démontables et confortables.

E. L.

La séance est levée à 18 h. 45 m.

SÉANCE PUBLIQUE

DU 28 NOVEMBRE 1924

Présidence de M. A. Mesnager, *président.*

La séance est ouverte à 17 h.

Le procès-verbal de la séance du 14 novembre 1925 est adopté.

Est présenté pour devenir membre de la Société :

M. Blondin (Maurice, Léon) (), licencié ès sciences, ingénieur-électricien E. E. I. P. et E. S. E., secrétaire général de la *Revue générale de l'Électricité*, 171, rue du Faubourg-Poissonnière, Paris (9e), présenté par M. Brylinski et M. J. Blondin (*membre à vie*).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. Ch. de Fréminville, *secrétaire général*. — En la personne de M. **Henri Fayol**, que la mort vient de frapper, en pleine activité malgré son grand âge, la Société d'Encouragement perd un de ses membres les plus éminents.

La belle figure qui disparaît était un tel modèle de droiture dans la poursuite d'un idéal élevé, dans l'attachement à une ligne de conduite bien tracée et dans l'accomplissement du devoir; un si bel exemple de constance et de sincérité dans ses affections, qu'on peut essayer d'en résumer l'histoire en peu de mots malgré l'immensité de la tâche accomplie.

Sorti en 1860 de l'École des Mines de Saint-Étienne, il entrait aussitôt à la Société de Commentry et Fourchambault où il a fait toute sa carrière d'ingénieur. Appelé dès 1866 à la direction des houillères de Commentry, puis à celle des houillères de Commentry et Montvicq et des minières du Berry, il devenait, en 1888, directeur général de la Société de Commentry, Fourchambault et Decazeville, situation qu'il devait occuper brillamment jusqu'en 1918, époque à laquelle il prenait les fonctions d'administrateur de la même société.

M. Fayol était membre du Comité des Houillères de France et du Comité de Direction des Forges de France, membre du Comité de Perfectionnement du Conservatoire des Arts et Métiers et du Comité consultatif des Chemins de Fer, officier de la Légion d'honneur.

Les problèmes qu'il eut à résoudre pour l'exploitation des mines de Commentry, dès le début de sa carrière, ont fait l'objet de notes nombreuses sur : le boisage; le guidage des puits de mines; le déboisage et le remblayage ; la combustion spontanée de la houille; les mouvements de terrain provoqués par l'exploitation des mines.

Mais, les préoccupations relatives à l'épuisement des ressources houillères du bassin qu'il exploitait, devaient donner à ses travaux un nouvel essor, et c'est avec un esprit réellement scientifique qu'il entreprend une étude rationnelle, méthodique et infiniment patiente du gisement de Commentry, avec la double pensée d'en scruter très exactement les richesses et d'en étudier le mode de formation. Ces études, pour lesquelles il a fait appel au concours des plus grands géologues, ont paru dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* en 1881, dans le *Bulletin de la Société géologique de France* en 1888, et ont abouti à un ouvrage important : *Étude sur le bassin de Commentry* dont la primeur a été donnée par le *Bulletin de l'Industrie minérale* de 1886 à 1893.

En assumant les fonctions de directeur général de la Société de Commentry, Fourchambault et Decazeville, M. Henri Fayol devait encore faire une large part aux recherches scientifiques relatives à l'industrie métallurgique. Sous l'impulsion qu'il lui donnait, l'usine d'Imphy se classait rapidement au premier rang des producteurs d'aciers spéciaux, et c'est grâce à la coopération de cette usine que M. Ch. Ed. Guillaume a pu faire les études bien connues des membres de la Société d'Encouragement, qui lui valurent, en 1921, le prix Nobel.

C'est encore dans le laboratoire d'Imphy que M. Chevenard a établi ses appareils d'études devenus classiques et réalisé des découvertes dont les perspectives sont illimitées pratiquement et théoriquement. Les travaux scientifiques de M. Fayol furent couronnés par l'Institut qui leur attribua le *prix Delesse* en 1893. Il reçut aussi une médaille d'or de la Société d'Encouragement.

Du reste, l'histoire de sa gestion industrielle peut se résumer dans ces mots :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Quand il prit en 1888 la direction générale de la Société de Commentry, Fourchambault et Decazeville, cette société était dans la situation la plus critique; son intervention, aussi prudente qu'habile, en assura la prospérité, et, en 1918, il pouvait la remettre à son successeur douée d'une puissance financière remarquable et de cadres d'une valeur exceptionnelle.

Loin d'attribuer le mérite de ce succès à son ascendant personnel, que tous ceux qui l'ont connu ont pu apprécier, il veut, avec modestie, n'y voir que le résultat des méthodes employées. « Avec les mêmes mines », dit-il, « les mêmes usines, les mêmes ressources financières, les mêmes débouchés, le même conseil d'administration, et le même personnel, sous la seule influence d'un nouveau mode d'administration, la Société se releva dans un mouvement ascensionnel comparable à celui de sa chute. »

Et telle est l'idée admirable qui devait dominer les travaux de ses dernières années : montrer qu'avec un peu de méthode et d'ordre dans la prévision et dans l'action, tout le monde aurait pu faire ce qu'il avait fait.

C'est en 1900 qu'il commença à faire connaître ses réflexions sur ce sujet au Congrès international des Mines et de la Métallurgie : il y revenait avec plus de force en 1908, et, en 1916, il lança enfin son *Administration générale et industrielle* dont il exposait les principes à la Société d'Encouragement dans deux conférences qu'il fit le 3 novembre 1916 et le 24 novembre 1917.

« Et voilà comment », dit M. Sainte Claire-Deville, directeur technique des Mines de la Sarre, « M. Fayol est devenu l'apôtre d'une nouvelle science appliquée, la science de l'administration et de l'organisation. Sans doute, il y a beau temps que l'administration et l'organisation existent, mais le grand mérite de M. Fayol a été d'avoir observé pendant sa longue carrière nombre de faits d'expérience relatifs à l'organisation, d'avoir dégagé de ses observations quelques principes très simples, et de les avoir mis en langage très clair. Ces principes sont si simples, si clairs, qu'en lisant les notes de M. Fayol on a tendance à se dire : mais c'est vieux tout cela, c'est connu, c'est évident! Oui, c'est vieux, c'est connu, c'est évident, mais chacun de nous, s'il est sincère peut faire son examen de conscience et s'avouer que tout en connaissant ou croyant connaître les principes de M. Fayol, il les a enfreints, volontairement ou non. »

M. Fayol est venu nous faire mieux comprendre ce que devait être un administrateur et nous faire saisir les qualités dominantes des grands coloniaux romains, des grands administrateurs des affaires de l'État dont la France a connu plusieurs, dont le plus éminent peut-être, Colbert, avait, comme lui, commencé par étudier l'organisation des affaires privées.

La doctrine de M. Fayol n'a pas tardé à se cristalliser autour du « Centre d'Études administratives » qu'il avait créé sous la poussée de sollicitations multiples, à faire des adeptes dans tous les milieux et à être enseignée, aussi bien à l'École des Hautes Études commerciales qu'à l'École de l'Intendance, à l'École du Commissariat de la Marine et à l'École de Guerre.

Mais la portée de la doctrine administrative est plus grande encore et elle a pénétré dans les milieux gouvernementaux. Après avoir étudié à fond l'organisation des P. T. T., M. Fayol indiquait les mesures à prendre pour parer aux insuffisances qu'il constatait : institution d'une direction stable et compétente, usage d'un programme à long terme, etc.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S'élevant encore plus haut, il a montré les applications qu'on pourrait en faire à l'organisation du travail du président du Conseil et de ses ministres; il a réussi à se faire entendre et a pu entrevoir un commencement de réalisation.

Les idées de M. Fayol ont fait le tour du monde; elles ont été tout particulièrement appréciées en Belgique où elles ont reçu d'importantes applications; tout dernièrement M. Fayol acceptait de faire à la Société des Nations une conférence qui fut très écoutée.

Enfin, le mois dernier, à Bruxelles, au Congrès international de l'Organisation scientifique du Travail, il était chaleureusement et unanimement acclamé.

Quand M. Fayol eut connaissance de l'œuvre de Taylor, il l'étudia avec la plus grande attention, cherchant à en approfondir les principes et à les rapprocher de ceux qu'il avait formulés lui-même. La vérité étant une, il ne pouvait admettre qu'il y eût, en matière d'organisation, deux écoles dont les idées fussent en contradiction, comme certains l'auraient voulu, et comme il le craignait lui-même. Il me fit l'honneur de s'adresser à moi pour obtenir à ce sujet les précisions nécessaires, et c'est avec une véritable joie que, pendant ce même Congrès de Bruxelles, ayant vu se dissiper ses derniers doutes, il constatait dans une conférence qu'il fit à la Société des Ingénieurs et Industriels de Belgique, que le choix du point de départ ou du champ d'action préféré, que ce soit le bureau du directeur ou l'établi de l'ouvrier, ne change en rien l'application de la méthode d'analyse scientifique permettant de définir l'organisation, et qu'on aboutit dans les deux cas aux mêmes conclusions; il voyait le fayolisme et le taylorisme, partis des deux extrêmes de l'horizon, se rencontrant pour se prêter un mutuel appui; car, s'il n'y a pas d'administration qui puisse se désintéresser du travail de l'ouvrier, il n'est pas possible de faire de celui-ci le meilleur usage si la tête ne commence pas par s'organiser elle-même. Les deux écoles constituent les deux foyers d'une même fonction.

Fayol, comme Taylor, a été un grand lutteur, un de ces apôtres qui, se consacrant entièrement au bien de leurs semblables, ne peuvent se contenter d'une vague approbation, mais que la mise en pratique de leurs idées peut seule satisfaire. Véritable chef d'école, il a su implanter sa doctrine d'une façon durable et en a confié la garde à des collaborateurs qui lui assureront le développement qu'il souhaitait lui voir prendre.

M. MESNAGER, *président*. — J'ai le regret de vous annoncer la mort de M. Alfred Perot, membre honoraire de notre Conseil.

M. **Alfred Perot**, né à Metz en 1863 est entré en 1882 à l'École polytechnique. Il en sortit en 1884 sans demander à profiter des postes qu'offrait l'État; il voulait compléter ses études scientifiques. En 1887, il obtenait le grade de docteur à la Faculté de Paris.

Il s'occupa ensuite d'enseigner la physique à la Faculté de Marseille et de recherches scientifiques. Avec M. Fabry, actuellement directeur de l'Institut d'Optique, il fonda l'admirable méthode des franges de superposition qui, combinée à la méthode des coïncidences des franges de différentes radiations a permis la création d'étalons en longueurs d'ondes lumineuses, solides et vérifiables en un centième du temps qui était nécessaire pour étudier les étalons fragiles établis auparavant par Michelson. Ils créèrent à cette occasion un interféromètre remarquablement puissant qui a permis des mesures spectroscopiques jusqu'alors impossibles.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

En 1901, Perot devenait professeur à l'École polytechnique, directeur du Laboratoire d'Essais au Conservatoire national des Arts et Métiers, poste qu'il quitta plus tard pour passer à l'Observatoire de Meudon.

Au Ministère du Commerce, il présida la Commission de Réforme du Système métrique qui aboutit à la loi du 2 avril 1919, remplaçant celle du 4 juillet 1837. Cette loi a adopté des unités de longueur, de masse, de temps, de résistance électrique, d'intensité de courant, d'intervalle de température et d'intensité lumineuse. Elle conserva comme unité de longueur le mètre et comme unité de temps la seconde, mais substitua au kilogramme-poids le kilogramme-masse et spécifia que les unités de la mécanique industrielle seraient déduites de la tonne qui vaut 1.000 kg. Cette loi faisait cesser la différence de forme algébrique des expressions de mécanique déduites du système C. G. S. et du système métrique usuel. Il devenait nécessaire de créer une unité de force, celle qui donne à une tonne l'accélération d'un mètre par seconde; on lui donna le nom de sthène du mot grec σθένος. Le pièze, unité de pression, simplifiait les écritures des expressions utilisées par les ingénieurs dans leurs calculs de résistance. La transformation des habitudes se faisait sans difficulté, à 2 p. 100 près, le sthène étant la force de 100 kg de l'ancien système et l'hectopièze, le kilogramme par centimètre carré. L'unité d'énergie devenait naturellement le kilojoule et celle de puissance le kilowatt. Les électriciens cessaient d'avoir un système en désaccord avec le système métrique. D'autre part, le système C. G. S., parfait pour des expériences de physique donnait une échelle manifestement trop petite pour les transactions courantes. Au contraire, l'échelle du nouveau système se trouve bien adaptée à la pratique industrielle courante, le mètre étant l'unité usuelle des ingénieurs, des architectes et des industriels, la tonne, mètre cube d'eau, qui s'en déduit simplement étant couramment utilisée dans les transactions.

Perot laisse le souvenir d'un habile technicien toujours prêt à transporter dans le domaine des applications pratiques les conceptions les plus élevées de la science. Je puis en parler en connaissance de cause, ayant constamment fait partie du Comité technique au Laboratoire d'Essais du Conservatoire national des Arts et Métiers depuis sa fondation, ayant eu par suite constamment sous les yeux les comptes rendus de cet établissement et ayant eu à discuter les installations et les transformations faites par M. Perot. J'ai côtoyé encore de plus près sa carrière de professeur à l'École polytechnique, ayant été répétiteur de son cours pendant près de 15 ans avant d'être examinateur. J'ai toujours été frappé de la façon très personnelle avec laquelle il présentait les questions et du souci qu'il apportait à se tenir constamment en contact avec les applications et leurs progrès sans cesser de faire un enseignement élevé, dans lequel il n'hésitait pas à faire usage de toutes les ressources de l'analyse mathématique.

Son activité était considérable : de 1903 à l'époque de la guerre, il n'a cessé de faire partie du Conseil de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; dans le même temps, il participait activement aux travaux de l'Association internationale pour l'Essai des Matériaux, dont il présidait régulièrement en France une des sections, ce qui ne l'empêchait pas de prendre part aux travaux de la Société française de Physique et à d'autres. Tous ceux qui, pendant ces années d'activité féconde, ont eu à l'approcher, ont conservé très vivant le souvenir de l'aménité de ses relations.

Il était depuis longtemps officier de la Légion d'Honneur.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nous adressons à Madame Perot et à toute sa famille l'expression de notre douloureuse sympathie.

M. MESNAGER, *président*. — Dans la séance en comité secret qu'il vient de tenir, notre Conseil d'Administration a désigné plusieurs membres nouveaux de ce conseil, qui étaient présentés par les différents comités :

M. Jules RICHARD, constructeur d'instruments de précision, présenté par le Comité des Arts mécaniques, en remplacement de M. Arbel, démissionnaire;

M. Émile BOYOUD, Ingénieur des Arts et Manufactures;

M. André MICHELIN, Ingénieur des Arts et Manufactures;

M. Paul KESTNER, ingénieur-constructeur, ces trois derniers présentés par le Comité des Arts chimiques, en remplacement de MM. Livache, Haller et Appert, décédés.

M. Maurice LACOIN, Ingénieur en chef à la Compagie du Chemin de fer d'Orléans, en remplacement de M. Carmichaël, décédé, présenté par le Comité de Commerce;

Le MARÉCHAL LYAUTEY, présenté par le Comité de Commerce, conformément aux derniers statuts qui ont porté de dix à seize le nombre des membres du Comité de Commerce.

Conformément aux statuts, la nomination de ces six nouveaux membres de notre Conseil sera soumise à la ratification de l'Assemblée générale des Sociétaires qui se tiendra dans deux semaines.

De même, notre Conseil vient de nommer membre correspondant étranger M. L. A. LEGROS, présenté par le Comité des Arts mécaniques.

M. MESNAGER, *président*. — Le Comité d'Agriculture a désigné pour son président M. Léon LINDET, en remplacement de M. Eugène Tisserand, décédé.

M. MESNAGER, *président*. — La Société Ch. LORILLEUX et C^ie^, membre de notre Société, nous a adressé une somme de 1.000 francs pour aider à la publication de notre Bulletin. De même M. DE COULONS nous a envoyé 40 francs et, comme l'année dernière :

la SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE LA VISCOSE (siège social et usine à Arques-la-Bataille), nous a versé 300 francs;

la SOCIÉTÉ ARDÉCHOISE POUR LA FABRICATION DE LA SOIE DE VISCOSE, à Vals-les-Bains, nous a versé 200 francs;

la SOCIÉTÉ ITALIENNE DE LA VISCOSE, à Albi (Tarn), nous a versé 200 francs.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Au nom de notre Société j'adresse nos très vifs remerciements à ces cinq sociétaires et aussi à M. QUANTIN, déjà membre à titre personnel, qui est secrétaire général des trois Sociétés de Viscose.

MM. LAURENT et Augustin SEGUIN présentent leur *stroborama, nouvel appareil stroboscopique à grand éclairage* et signalent *ses applications industrielles.*

La méthode stroboscopique est une méthode d'analyse des mouvements périodiques rapides très connue et employée depuis bien longtemps dans les laboratoires. Elle consiste à présenter à l'œil les objets en étude au moment où ils se trouvent au même point de l'espace dans la même phase de leur mouvement, ce qui leur donne l'apparence de l'immobilité; on peut donner l'apparence du mouvement ralenti, direct ou rétrograde, si l'on fait varier lentement la phase de l'observation.

Cette méthode avait été utilisée jusqu'ici de plusieurs manières. Dans sa forme actuelle, où elle commence à pénétrer dans l'industrie, un tube au néon raréfié illumine le mobile à observer à une fréquence réglée par un interrupteur qui constitue le synchroniseur. Le principal obstacle à la diffusion de cette méthode a été jusqu'à présent le manque d'éclairage causé par l'impossibilité de faire passer dans le synchroniseur un courant d'une intensité suffisante.

Le stroborama, qui remédie à ce défaut d'éclairement, est d'une intensité pratiquement illimitée. On peut par suite éclairer stroboscopiquement la totalité d'un atelier et opérer en plein jour. Ce résultat a été obtenu par la séparation complète des fonctions de l'éclaireur et du synchroniseur qui n'est plus traversé par le courant d'éclairage. Un dispositif spécial d'avertissement électrique permet au synchroniseur de déterminer dans l'éclaireur la décharge d'une puissante batterie de condensateurs directement alimentée par les secteurs électriques.

La méthode stroboscopique ainsi perfectionnée, grâce à un éclairage illimité, voit un nouveau champ industriel s'ouvrir devant elle, et, sans aucun doute, tous ceux qui utilisent des mouvements périodiques rapides : constructeurs de moteurs d'hélices, de turbines, filateurs, etc., pourront retirer de grands avantages de son emploi. E. L.

M. MESNAGER, *président.* — MM. Seguin n'ont-ils pas cherché à appliquer leur méthode à la mesure de la torsion d'un arbre métallique? Il semble qu'on pourrait très facilement réaliser un appareil donnant la mesure de la puissance transmise par un arbre de machine (à une hélice de bateau par exemple) en entourant cet arbre d'un manchon fixé à l'une de ses extrémités et en munissant l'autre extrémité d'une graduation qui se déplacerait devant un repère porté par l'arbre.

M. Laurent SEGUIN répond qu'on lui a déjà demandé une étude de ce genre et que, d'ailleurs, il existe un appareil à lampes qui réalise en partie ce desideratum.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

M. ANDROUIN. — L'appareil a-t-il été employé à l'étude des torsions élastiques périodiques des arbres-manivelles, en particulier dans le cas où ces torsions sont amplifiées en raison de ce que la périodicité des efforts correspond à peu près à celle de la vibration naturelle de l'arbre et de l'ensemble des masses qui y sont attachées?

M. L. SEGUIN. — La méthode n'a pas encore été appliquée à l'étude des vitesses critiques signalée par M. Androuin; mais elle paraît pouvoir s'y prêter facilement. C'est d'ailleurs en vue d'étudier les déformations élastiques des manivelles et des bielles en mouvement rapide que mon frère et moi avons été amenés à imaginer notre appareil.

M. MESNAGER, *président* — On pourrait appliquer la méthode à l'étude des tensions intérieures développées dans des arbres de manivelles en mouvement. On étudie bien la transmission des efforts, mais dans des pièces en matière transparente et au repos. Il semble qu'avec la méthode stroboscopique on pourrait saisir cette transmission dans des pièces compliquées en mouvement.

Au nom de notre Société je remercie MM. Laurent et Augustin Seguin de leur très intéressante communication; l'exposé de M. Laurent Seguin est très clair, et les expériences saisissantes et très bien présentées par son frère et lui ont remarquablement illustré cet exposé. Du reste, les applaudissements des nombreux assistants prouvent combien ils ont été intéressés.

La séance est levée à 18 h. 30 m.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

OUVRAGES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE

EN NOVEMBRE 1925

PASCAL (PAUL). — **Explosifs, poudres, gaz de combat.** Leçons professées à la Faculté des Sciences de Lille. In-8 (25 × 16) de VIII + 296 p., 118 fig. Paris, J. Hermann, 1925. **17008**

Les grands vins de France. Supplément au numéro de septembre 1925 de la « *Vie technique et industrielle* ». In-4 (31 × 24) de XXVII + 121 p., fig. Paris, La Vie technique, industrielle, agricole et coloniale, 14, rue Séguier (6e), 1925. **17009**

BARBAUDY (JEAN). — **Contribution à l'étude de la distillation des mélanges ternaires hétérogènes.** Thèses présentées à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris, pour obtenir le grade de Docteur ès sciences physiques. In-8 (24 × 16) de 157 p., 68 fig. Paris, J. Hermann, 1925 (*Don de l'auteur*). **17010**

LE CHATELIER (HENRY). — Introduction à l'étude de la métallurgie. — **Le chauffage industriel.** 3e édition. In-8 (25 × 16) de 555 p., 100 fig. Paris, Dunod, 1925. **17011**

KOPACZEWSKI (W.). — **Introduction à l'étude des colloïdes. Etat colloïdal et ses applications.** In-12 (19 × 12) de VII + 226 p., 36 fig., II pl. **Bibliographie**, p. 221-222. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926 (*Don de l'auteur*). **17012**

BARATTE (J.). — **Manuel du boulanger-pâtissier** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 431 p., 145 fig. **Bibliographie**, p. 416. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1924. **17013**

DUMESNY (P.) et NOYER (J.). — **L'industrie chimique des bois.** Leurs dérivés et extraits industriels. 2e édition. In-8 (25 × 16) de VI + 432 p., 105 fig., VI planches. Paris, Gauthier-Villars et Cie. **17014**

HARTMANN (G. H. C.). — **Les mécanismes** (*Encyclopédie de mécanique appliquée*). In-8 (23 × 15) de 452 p., 388 fig. **Bibliographie**, p. 435. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **17015**

DUVAL (CHARLES-L.). — **Usines hydroélectriques,** suivi de *Réglages des groupes électrogènes*, par J.-L. ROUTIN (*Encyclopédie d'électricité industrielle*). In-8 (23 × 15) de 512 p., 317 fig. **Bibliographies**, p. 30, 84, 157, 271 à 274, 388 à 393, 475. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **17016**

La Norvège. Numéro spécial, hors série. Supplément au numéro d'octobre 1925 de la *Vie technique et industrielle*. In-4 (31 × 24) de XXII + 136 p., fig. Paris, La Vie technique, industrielle, agricole et coloniale, 14, rue Séguier (6e), 1925. **17017**

MILHAUD (J.). — **La téléphonie automatique.** In-8 (21 × 14) de XIII + 341 p., 199 fig. **Bibliographie**, p. 325-336. Paris, Dunod, 1925. **17018**

STODOLA (A.). — **Turbines à vapeurs et à gaz.** Ouvrage suivi de Considérations sur les machines thermiques et leur avenir. 2e édition française traduite d'après la 6e édition allemande, par E. HAHN. In-4 (32 × 23). Vol. I : XIX + 686 p., 837 fig.; Vol. II : p. 687-1163, fig. 838 à 1138; VI planches. Paris, Dunod, 1925. **17019-17020**

Agendas Dunod, 1926. In-18 (15 × 10) :

Automobile, par GABRIEL LIENHARD. 14e édition, de XX + 496 + 71 + XXXII p., 410 fig. **17021**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Banque, par HENRI DUFAYEL. 7e édition, de LXXII + 208 + XXXII p. **17022**

Bâtiment, par E. AUCAMUS, revisé par PH. ROUSSEAU. 45e édition, de XXVIII + 435 + 84 + XXXII p., 90 fig. **17023**

Chemins de fer, par L. VIOLET. 45e édition, de XXIV + 351 + XXXII p., fig. **17024**

Chimie, par ÉMILE JAVET. 45e édition, de XL + 426 + 107 + XXXII p. **17025**

Commerce, par G. LE MERCIER. 12e édition, de LXXXVIII + 452 p. **17026**

Construction mécanique, par J. IZART. 45e édition, de XVI + 315 + 76 + XXXII p., 136 fig. **17027**

Électricité, par J.-A. MONTPELLIER, révisé par L.-D. FOURCAULT. 45e édition, de XXIV + 428 + XXXII p., 126 fig. **17028**

Métallurgie, par LOUIS DESCROIX, revu par S. BRULL. 42e édition, de XX + 322 + 79 + XXXII p., 41 fig. **17029**

Mines. Prospection et exploitation. Préparation mécanique, par J. ROUX-BRAHIC. 45e édition, de XXIII + 451 + 88 + XXXII p., 108 fig. **17030**

Physique industrielle, par J. IZART. 6e édition, de XVI + 353 + 64 + XXXII p., 91 fig. **17031**

Travaux publics, par E. AUCAMUS, révisé par PH. ROUSSEAU. 45e édition, de XXIV + 411 + 88 + XXXII p., 91 fig. Paris, Dunod, 1926. **17032**

FOURQUET (J.). — **La mécanique** (*Le livre de la profession*). In-12 (18 × 12. Vol. I : **Mécanique générale**, de 308 p., 400 fig.; Vol. II : **Mécanique appliquée**, de 264 p., 233 fig. Paris, Librairie de l'Enseignement technique, L. Eyrolles. **17033-4**

LABARRE (F.). — **Manuel du chimiste de laiterie**. Analyse du lait et de ses sous-produits. In-12 (18 × 12) de 168 p. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1926. **17035**

CHAPLET (A.). — **Manuel de l'industrie du caoutchouc** (*Bibliothèque professionnelle*). In-18 (16 × 10) de 247 p., 38 fig. **Bibliographie**, p. 242-244. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1925. **17036**

RATEAU (A.), EYDOUX (D.), GARIEL (M.). — **Turbines hydrauliques** (*Encyclopédie de mécanique appliquée*). In-8 (23 × 15) de 692 p., 178 fig. **Bibliographie**, p. 661-665. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1926. **17037**

COUTAGNE (AIMÉ). — **La fabrication des ferro-alliages**. Fontes électriques et métaux spéciaux (*Encyclopédie minière et métallurgique*). In-8 (23 × 15) de 650 p., 76 fig. **Bibliographies** à la fin de chaque chapitre. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1924. **17038**

***

Le Pavillon de la Société de l'Art appliqué aux Métiers à l'Exposition des Arts décoratifs et industriels modernes (Esplanade des Invalides). In-8 (24 × 16) de 8 p., XXIV planches dont 8 en couleurs. Paris, Société de l'Art appliqué aux métiers, 34, quai de Béthune. **Pièce 12993**

LONGINESCU (G. G.). — **Petru Poni**. Note biographique (Extrait du *Bulletin de la Section scientifique de l'Académie roumaine*, IXe année, nos 9-10). In-8 (24 × 17) de 4 p. Bucarest, Cultura nationala, 1925 (*Don de l'auteur, membre de la Société*). **Pièce 12994**

UNION DES GRANDES ASSOCIATIONS FRANÇAISES POUR L'ESSOR NATIONAL. — **Rapport sur l'action de l'Union, 1923-1925**. In-4 (27 × 21) de 22 p. Paris, 96, boulevard Raspail (6e). **Pièce 12995**

UNION DES GRANDES ASSOCIATIONS FRANÇAISES POUR L'ESSOR NATIONAL. — **Rapport fait au nom de la Commission des Assistantes d'hygiène scolaire**, par Mlle J. DELAGRANGE. In-4 (27 × 21) de 8 p. Paris, 96, boulevard Raspail (6e). **Pièce 12996**

CHAMBRE SYNDICALE DE L'ACÉTYLÈNE, DE LA SOUDURE AUTOGÈNE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT. — **Historique. Statuts. Principaux services. Prescriptions. Cahiers des charges de la Chambre syndicale**. In-8 (24 × 15) de 80 p., fig. Paris, 104, boulevard de Clichy (18e), 1925. **Pièce 12997**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MERCERON-VICAT (J.). — **Chaux hydrauliques et ciments. Historique et application des découvertes de L. Vicat.** In-8 (22 × 14) de 32 p., V planches. Grenoble, Imp. Allier père et fils, 1925 (*Don de l'auteur*). **Pièce 12998**

***

SOCIÉTÉ DE CHIMIE PHYSIQUE. — **Publications.** Fasc. XII : *Structure des molécules.* Conférences faites au laboratoire de M. Ch. Moureu et à la Société de chimie physique, par VICTOR HENRI, 123 p., 14 fig., III pl. Paris, J. Hermann, 1925. **Pér. 46**

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE. — DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX ET FORÊTS. — **Annales.** Fasc. **53 :** *Documents officiels. Jurisprudence. Rapports et notes techniques* (*France et étranger*). Parie, Imp. nationale, 1923. **Pér. 9**

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR LA PROTECTION DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE. — **Bulletin.** 2e série, n° **18** (**1924-1925**) : *Travaux de l'Association.* Paris, 117, boulevard Saint-Germain (6e), 1925. **Pér. 320**

Science et industrie. — N° **148** (1925) : *Industries agricoles. Industries alimentaires. Le froid.* 140 p., fig. Paris, 22, avenue Montaigne. **Pér. 111**

COMITÉ DES FORGES DE FRANCE. — **Annuaire 1925-1926.** Paris, 7, rue Madrid (8e). **Pér. 86**

UNION DES INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES ET MINIÈRES, DE LA CONSTRUCTION MÉCANIQUE, ÉLECTRIQUE ET MÉTALLIQUE ET DES INDUSTRIES QUI S'Y RATTACHENT. — **Annuaire 1925-1926.** Paris, 7, rue Madrid (8e). **Pér. 86**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Bulletin.** Tome VII. Session **1924-1925**. Le Caire, 1925. **Pér. 32**

INSTITUT D'ÉGYPTE. — **Mémoires présentés.** Tome VIII, IX, X : *Mémoire sur l'Histoire du Nil*, par S. A. LE PRINCE OMAR TOUSSOUN, 543 p., XXII pl. Le Caire, 1925. **Pér. 32**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings.** Vol. CCXIX, **1924-1925** (part I). London, Great George Sreet, Westminster, S. W. 1. **Pér. 189**

INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. — **Selected Engineering Papers** (**1924-25**), nos **20** : *The permeability of concrete*, by H. C. TOY, 15 p., 4 fig. — **21** : *Cement mortars* : relation of sand-grading, water-absorption, and compressive strength, by H. S. SMITH and C. D. CROSTHWAITE, 19 p., 7 fig. — **22** : *Rotary converters for railway use*, by R. W. MOUNTAIN, 18 p., 8 fig. — **23** : *Transverse oscillations in girders*, by R. C. J. HOWLAND, 22 p. — **24** : *Whirling speeds of loaded tapered shafts*, by T. M. NAYLOR, 20 p., 10 fig., I pl. **Bibliography**, p. 19-20. — **25** : *Interlocking steel sheet piling for temporary dams at Grimsby*, by J. W. MC LAREN, 11 p., I pl. — **26** : *The Penang hills railway*, by A. R. JOHNSON, 20 p., 3 fig. — **27** : *Vancouver harbour, B. C.* (*Canada*), by A. D. SWAN. 28 p., 6 fig. — **28** : *The strength of struts*, by A. ROBERTSON, 55 p., 46 fig. — **29** : *Construction of new landing-stage and other works at Gosport*, by C. H. CRUTTWELL. 10 p., I pl. — **30** : *The development works at Sambhar salt lake, Rajputana, India*, by S. A. S. BUNTING, 35 p., 9 fig. — **31** : *The orifice as a basis of flow-measurement*, by J. L HODGSON, 23 p., 9 fig. — **32** : *Simplified tacheometry*, by S. BLENCOWE, 13 p., 3 fig. London, Great George Street, Westminster S. W. 1. **Pér. 189**

INSTITUTION OF AERONAUTICAL ENGINEERS. — **Minutes of Proceedings**, n° **17** : *Photoclastic methods of measuring stress*, by E. G. COKER, p. 5-21, 7 fig. — *Flying in Australia*, by H. L. J. HINKLER, p. 22-34. London, 34. Broadway, Westminster, S. W. 1. **Pér. 503**

INSTITUTION OF ENGINEERS AND SHIPBUILDERS IN SCOTLAND. — **Transactions.** Vol. LXVIII, Session **1924-25**. Glasgow, 39 Elmbank Crescent. **Pér. 5**

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS. — **Index to the Transactions.** Vol. XLVII to LXVII, **1905-1925**. London, 5, Adelphi Terrace, W. C. 2. **Pér. 222**

ROYAL INSTITUTION OF GREAT BRITAIN. — **Proceedings.** Vol. XXIV, part III, **1925**. London, Albemarle Street, W. 1. **Pér. 258**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

NEW YORK STATE DEPARTMENT OF LABOR. — **Annual Report of the Industrial Commissioner, 1925**. Albany. **Pér. 128**

BUREAU OF STANDARDS (Washington). — **Miscellaneous Publications**, n° **56** : *Tables and graphs for facilitating the computation of spectral energy distribution by Planck's formula*, by M. KATHERINE FREHAFER and C. L. SNOW, 7 tableaux (60 × 50). Washington, 1925. **Pér. 61**

K. SVENSKA VETENSKAPSAKADEMIEN I STOCKHOLM. — **Arkiv for Matematik, Astronomi och Fysik**. Band **19**, H. 2. Stockholm, 1925. **Pér. 8**

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DES NOUVEAUX MEMBRES

ADMIS PENDANT L'ANNÉE 1925

A FAIRE PARTIE DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

M. Blondin (Maurice) (⁂), licencié ès sciences, ingénieur-électricien, E. E. I. P. et E. S. E., secrétaire général de la *Revue générale de l'Électricité*, 171, rue du Faubourg-Poissonnière, Paris (9e) (membre à vie).

Chambre de commerce de Strasbourg (le Président) (Bas-Rhin).

MM. Deschamps Frères (R. Freund-Deschamps et Cie), fabricants de couleurs d'outremer (Usines à Vieux-Jeand'Heurs et Renesson (Meuse), 251, rue Saint-Martin, Paris (3e).

M. Drilhon (Robert), Ingénieur-électricien, E. S. M. E., ingénieur-conseil (applications générales de l'électricité à l'agriculture), 44, rue Nicolo, Paris (16e).

M. Fieux (Jean) (✲), Ingénieur des Arts et Métiers, ingénieur-conseil aux Établissements Schneider et Cie, 11, rue Valentin-Hauÿ, Paris (15e).

M. Gentien (Paul), agriculteur au Maroc, 24, avenue Kléber, Paris (16e).

M. Herrenschmidt (Georges) (✲), Ingénieur des Arts et Manufactures, industriel, 3, rue du Wacken, Strasbourg (Bas-Rhin).

M. Mollet Viéville (Édouard) (O. ✲, ⁂), avocat à la Cour d'Appel, professeur de législation industrielle à l'École des Arts et Manufactures, 52, boulevard Malesherbes, Paris (8e).

Pathé Cinéma, fabricant de films vierges cinématographiques, photographiques et radiographiques, 30, rue des Vignerons, Vincennes (Seine).

M. Retel (Jules, Marie, René) (⁂), Ingénieur civil des Mines, administrateur-directeur de la Société d'Applications électro-mécaniques, 5, quai Aulagnier, Asnières (Seine).

M. Schlumberger (Gabriel), industriel, 45, rue de Brubach, Mulhouse (Haut-Rhin).

Science museum (The), South Kensington, Londres, S. W. 7 (Angleterre).

Société anonyme des ciments Vicat, 5, cours Jean-Jaurès, Grenoble (Isère).

Société anonyme des Usines Renault, 8 et 10, avenue Émile-Zola, Billancourt (Seine).

Société des combustibles purifiés, 21, rue Auber, Paris (9e).

Société d'études de la route en béton, 80, rue Taitbout, Paris (9e).

Société du gaz de Paris, 6, rue Condorcet, Paris (9e) (membre perpétuel).

Tanberg (Arthur, P.), chimiste Ph. D., Experimental Station, E. I. du Pont de Nemours et Co, Wilmington, Del. (États-Unis).

Touplain (Félix) (✲), chimiste en chef, adjoint du Laboratoire central du Ministère des Finances, 1, rue Gabriel-Vicaire, Paris (3e).

Union des bauxites (commerce et exploitation des mines de bauxite), 39, cours Joseph-Thierry, Marseille (Bouches-du-Rhône).

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES

NOMS DES AUTEURS MENTIONNÉS

DANS LA CENT VINGT-QUATRIÈME ANNÉE DU BULLETIN

(JANVIER-DÉCEMBRE 1925)

124e année.

Les nombres en chiffres romains indiquent le ou les mois du cahier. Le nombre en chiffres arabes qui les suit indique la page.

A

ALLEMAGNE (Henri, René d'). — Le cinématographe instructeur (Note du Comité des Constructions et des Beaux-Arts) . . . . . VI 466

— L'Exposition internationale des Arts décoratifs et industriels modernes. Le Pavillon de l'Art appliqué aux Métiers . . . . . XI 795

— Le fer forgé à l'Exposition des Arts décoratifs et industriels modernes. XII 819

ANDROUIN (M.-J.). — Analyses de : *Cours de technologie du bois*, par J. MASVIEL . . . . . III 278

— — *Le tonnelier*, par Marcel REYNAUD. III 278

— — *Création, organisation et direction des usines*, par E. MATTERN . . X 708

— — *Manuel de fabrication des épingles, des aiguilles, des agrafes, plumes métalliques, hameçons, etc., et emploi des machines-outils servant à cette fabrication*, par DEMOUY . . . . X 708

— Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le *Manuel de serrurerie et fer forgé* de J. MOUTARDIER (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). IV 327

APPERT (Léon). — *Note sur les verres de vitraux anciens*. . . . . II 192

ARNAUD. — Les installations électriques dans les usines . . . . VI 488

AUDOLLENT (Aug.) . . . . . XII 855

AUSTIN . . . . . VI 498

B

BAKKER . . . . . VI 496

BALDIT (Albert). — *Études élémentaires de météorologie pratique*. VII-VIII-IX 645

BANDET (Edouard). — Voir HITIER.

BARATTE (J.). *Manuel du boulanger-pâtissier* . . . . . X 714

— Voir TESTE.

BARBIER. — Production du gaz pauvre au moyen de bois et du charbon de bois . . . . . V 416

BARBIER . . . . . XII 883

BARDIN (René). — *Traité pratique sur le fonctionnement du moteur à explosions* . . . . . V 421

— *Le carburateur* . . . . . V 421

BAUCHÈRE (A.). — Le problème de la route. Les revêtements à base de liants hydrauliques. . . . . I 89

BAUDART (C.). — *Tables de calculs des dalles et poutres en béton armé*. . V 430

BEDEL (C.). — Voir LEBEAU.

BECHMANN (G.). — Analyse de : *Traité d'urbanisme*, par Ed. JOYANT . . V 425

BEL (J. M.). — La carte géologique du Congo belge de M. P. FOURMARIER (Note du Comité de Commerce). VI 475

BEL . . . . . XII 883

BÉROT-BERGER (Mme) . . . . . XII 855

BERTHELET . . . . . XII 854

BERTHELOT (Charles). — Communication sur le lavage du charbon par flottage, son but, ses avantages, son mode d'application (Mémoire). . I 15

— Voir CHARPY.

BERTHELOT (Daniel). — Analyse de :

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

L'éclairage public à Paris, par R. BOUTTEVILLE . . . . . V 421
BERTIN (Louis Emile). — Voir SAUVAGE.
BESSON (Louis). — Les applications de la météorologie à la médecine et à l'hygiène . . . . . VII-VIII-IX 636
BLONDEL (G.). . . . . XII 855
BOCQUET (J.). — Nœuds et amarrages de sécurité. . . . . VI 486
BOLL (G.). — *Constructions métalliques, bâtiments et travaux publics* . . III 283
BONNICHON. — Commerce du charbon de bois et ses débouchés . . . . V 413
BONVOISIN . . . . . XII 854
BORDAS (Dr F.). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les méthodes de contrôle des eaux de sources thermo-minérales, imaginées par M. Félix TOUPLAIN (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925) . . IV 303
BORDET (Lucien). — Rapport de M. Bordet, censeur, sur les comptes de l'exercice 1923. . . . . XII 818
BORIE (Général) . . . . . XII 853
BOUILLON. — Voir REY.
BOURDON. . . . . XII 854, 855
BOUTTEVILLE (R.). — *L'éclairage public à Paris* . . . . . V 421
BOVERAT. . . . . XII 853
BRAZIER (C.-E.). — Communication sur les anémomètres et la mesure de la vitesse du vent (Compte rendu de l'assemblée générale du 13 décembre 1924) . . . . . I 102
BUREAU (Capitaine R.). — Communication sur les transmissions et les relations des phénomènes électromagnétiques et les phénomènes météorologiques (Compte rendu de la séance publique du 16 mai 1925) VI 511
— — (Compte rendu analytique) VII-VIII-IX 625

C

CABANTOUS (A.). — Dispositifs de protection pour le travail du bois à la toupie . . . . . VI 485
CALLON . . . . . XII 854
CANY (Dr) . . . . . XII 855
CARLE (Georges). — *Rapport sur la culture du coton au Maroc en 1924.* X 715
CARLIEZ . . . . . XII 883
CARMICHAEL (Robert). — Voir ROY.
CHALUS (Maurice) . . . . . XII 853
CHARPY (Georges). — Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les titres et travaux de M. Charles BERTHELOT, sur les combustibles solides (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). . . . . IV 312
CHATIN (Dr) . . . . . XII 855
CHÉREL . . . . . XII 854
CHESNEAU (G.). — Analyse de : *Note sur les verres des vitraux anciens*, par Léon APPERT . . . . . II 192
CLAUDE (Georges) . . . . . I 99
COFFIGNIER (Charles). — Voir HALLER.
COISSAC (C.-Michel). — *Histoire du cinématographe, de ses origines jusqu'à nos jours.* . . . . . X 712
COLLET . . . . . XII 849
COLLOT . . . . . XII 854
COLMET DAÂGE (G.). — Le fonctionnement des fosses septiques (Note du Comité des Constructions et des Beaux-Arts) . . . . . VI 468
— L'aération du chemin de fer métropolitain de Paris (Note du Comité des Constructions et des Beaux-Arts) . . . . . XII 872
COLOMER. . . . . XII 883
CONCHE . . . . . XII 850, 852
CORNU-THÉNARD. — Rapport, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de l'exercice 1923. XII 813
COULONS (G. de). — Voir FÉRY.
COURTOIS (Gabriel). — Dispositifs protecteurs contre les tensions anormales et les surtensions dans les réseaux distributeurs d'énergie électrique . . . . . VI 485
CURIE (Mme Pierre). — *L'isotopie et les éléments isotopes* . . . . . X 710
CURIE (Maurice). — Communication sur les lampes électriques et protection de la vue. Lampe « Opticia », demi-watt, n'émettant pas de rayons ultra-violets nocifs (Mémoire). . X 700
— — (Compte rendu de la séance publique du 24 octobre 1925). . . XI 807
— *Le radium et les radio-éléments*. X 709
CUVELETTE. — Communication sur l'état actuel de la reconstitution des mines de Lens (Compte rendu de la séance publique du 28 février 1925). III 274
— — (Mémoire) . . . . . V 359

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

D

DABAT (Léon). — Analyse de : *La prévision du temps en agriculture*, par Joseph SANSON . . . . VII-VIII IX 648
DAMIENS (A.). — *Les isotopes* . . . X 710
— Voir LEBEAU.
DELADRIÈRE. — Comment prolonger la durée des câbles métalliques. . VI 488
DELCAMBRE (Colonel E.). — Communication sur l'organisation rationnelle d'un service météorologique national (Compte rendu de la séance publique du 23 mai 1925) . . . VI 513
— — (Compte rendu analytique). VII-VIII-IX 633
DEMORLAINE. — Ressources du pays en bois et en charbon de bois utilisables comme carburant . . . . . V 412
DEMOUY. — *Manuel de fabrication des épingles, des aiguilles, des agrafes, plumes métalliques, hameçons, etc., et emploi des machines-outils servant à cette fabrication* . . . . . X 708
DENIZET . . . . . XII 852
DONGIER . . . . . VII-VIII-IX 574
DUMANOIS (Paul). — Communication sur les moteurs à explosion et le problème des carburants (Mémoire). XI 730
— — (Compte rendu de la séance publique du 24 octobre 1925). . . XI 807
— *Moteurs à combustion interne*. . II 192
DUMAS (de). . . . . XII 852
DUPONT (G.). — *Distillation du bois*. II 194
— Voir HALLER.
DURAFOUR . . . . . XII 855
DUVAL-ARNOULD. . . . . XII 855
DYBOWSKI (J.). — Analyses de : *Les plantes à huile*, par Yves HENRY. II 195
— *Les plantes à fibres*, par Yves HENRY. II 196

E

ESPERT . . . . . XII 849

F

FACCIOLI . . . . . VI 499
FERRIÉ (Général G.). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux d'optique, électricité, magnétisme et télégraphie de M. Raymond JOUAUST (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925) . . VI 316
FÉRY (Charles). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les perfectionnements apportés par M. G. de COULONS dans la fabrication des plaques positives d'accumulateurs électriques (compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925) . . . . IV 329
— Analyse de : *La lumière intensive. Phares et projecteurs*, par Ed. MARCOTTE. . . . . X 712
FIEUX (Jean). — Voir de FRÉMINVILLE.
FILLOUX (Lieutenant-colonel) . . XII 883
FLEURY (P.). — Voir LEBEAU.
FOILLARD (Antoine). — Les chargeurs mécaniques pour foyers de locomotives . . . . . I 60
FOURMARIER (P.). — Voir BEL.
FOVEAU DE COURMELLES (Dr) . . . XII 855
FRANÇOIS-MARSAL . . . . . XII 855
FRÉMINVILLE (Ch. de). — Les idées d'Henry FORD et ses méthodes . II 109
— Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le conjoncteur-disjoncteur et les travaux de M. Jean FIEUX (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925) . . . . . IV 306
— Nécrologie de M. Henri FAYOL (Compte rendu de la séance publique du 28 novembre 1925) . . XII 898
— Analyses de *L'organisation scientifique des usines*, par E. NUSBAUMER. III 277
— — *La force motrice animale à travers les âges*, par le commandant LEFEBVRE des NOËTTES (Compte rendu de la séance publique du 14 novembre 1925) . . . . . XII 891
FREYSSINET (Eugène). — Voir MESNAGER.

G

GALL (Henry). — Le centenaire des Etablissements Kuhlmann. . . XII 874
— Analyse de : *Fours électriques et chimie*, publié sous la direction de Paul LEBEAU. . . . . V 422
GARNIER (F.) . . . . . VII-VIII-IX 575
GÉRARD . . . . . VI 496
GODFROID . . . . . XII 883
GOULET. — Application du gazogène aux tracteurs agricoles. . . . . V 416
GOULHOT. . . . . XII 855

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

GOURRET. . . . . XII 850
GOUTAL. — Conférence sur l'utilisation des déchets de bois et de charbon de bois pour l'alimentation des gazogènes. . . . . V 410
GRUNER (E.). — La Ligue des Sociétés de la Croix-rouge (Note du Comité de Commerce) . . . . . VI 471
— La situation économique de Reims et de sa région (Note du Comité de Commerce). . . . . XI 801
— Analyses de : *Les grandes industries modernes.* I : *L'industrie houillère. L'industrie pétrolière. L'industrie hydro-électrique.* II : *La métallurgie*, par Paul de ROUSIERS . . . . . III 280
— — *Les grandes industries modernes.* T. III : *Les industries textiles*, par Paul de ROUSIERS . . . . . X 714
— — *Notes historiques sur les houillères de Ronchamp* (*Haute-Saône*), par Léon POUSSIGUE. . . . . V 427
GUILBERT (Gabriel). — Communication sur la prévision des variations de pression (Compte rendu de la séance publique du 30 mai 1925) . . . VI 513
— — (Mémoire). . . . . VII-VIII-IX 574
— *La prévision scientifique du temps. Traité pratique* . . . . VII-VIII-IX 651
GUILLOU (Henri). — Voir MASSON.
GUISELIN. . . . . XII 883

H

HAGA. . . . . VI 497
HALLER (A.). — Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux sur les couleurs et les peintures de M. Charles COFFIGNIER (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). IV 313
— Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur l'ouvrage intitulé *Résines et Térébenthines, les industries dérivées*, de M. VÈZES et G. DUPONT (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925) . . . . . IV 344
HARRACA (Emm.). — *Des conditions de résidence à Paris de l'étudiant. Autrefois et aujourd'hui* . . . . . V 429
HATINGUAIS (A.) . . . . . II 134
HAURY (Paul) . . . . . XII 854
HENRY (Yves). — *Les plantes à huile.* (*Eléments d'agriculture coloniale*). II 195
— *Plantes à fibres* (*Eléments d'agriculture coloniale*). . . . . II 196
HITIER (Henri). — Rapport sur l'attribution de la médaille Dumas à M. Edouard BANDET (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925) . . . . . IV 306
— Rapport, au nom du Comité de l'Agriculture, sur le procédé de destruction des mauvaises herbes à l'aide de solutions d'acide sulfurique, préconisé par Edmond RABATÉ (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). IV 318
— Rapport, au nom du Bureau, sur l'organisation de l'apprentissage à la Compagnie des Chemins de fer de l'Est (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). . . . . IV 330
— Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur la répartition des revenus des fondations de secours attribuées à ce Comité. VI 435
— — (Compte rendu de la séance publique du 2 mai 1925) . . . . . VI 504
— — Notes d'Agriculture. . . . XII 857
HITIER (Joseph). — Analyse de : *Traité de la fraude dans la vente des marchandises*, par J.-A. ROUX . . . V 423

I

ISAAC (Auguste) . . . . . XII 853
ISTRATI (C.-J.) et LONGINESCU (G.-G.). — *Curs metodic de chimie si mineralogie.* III 283

J

JOLIBOIS (Pierre). — Analyses de : *Le radium et les radio-éléments*, par Maurice CURIE. . . . . X 709
— — *Les isotopes*, par A. DAMIENS. X 710
— — *L'isotopie et les éléments isotopes*, par Mme Pierre CURIE . . . . . X 710
— Voir LEBEAU.
JOUAUST (Raymond). — Voir FERRIÉ.
JOYANT (Ed.). — *Traité d'urbanisme.* V 425
JULHIET (Edouard). — Analyse de : *Des conditions de résidence à Paris de l'étudiant. Autrefois et aujourd'hui*, par Emm. HARRACA. . . . . V 429

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

K

KAYSER (Ed.). — Obtention des filasses de chanvre . . . . . VI 462
KIRCHNER . . . . . XII 851
KŒNIGS (G.). — Communication sur les camions à gazogène (Compte rendu de la séance publique du 10 janvier 1926) . . . . . II 180
— — (Mémoire) . . . . . III 201
KREITMANN. . . . . XII 852

L

LACOIN (Maurice). — Communication sur le développement de l'apprentissage à l'atelier, sa réalisation à la Cie du Chemin de fer de Paris à Orléans; les projets d'organisation de l'apprentissage en France et la taxe d'apprentissage (Compte rendu de l'assemblée générale du 13 décembre 1924). . . . . I 104
LACOIN . . . . . XI 854
LACOUX . . . . . XII 854, 855
LAVOIX . . . . . XII 883
LEBEAU (Paul), BEDEL (C.), DAMIENS (A.), FLEURY (P.), JOLIBOIS (P.), PICON (M.), RIBAUD (G.), WEIS (H.). — *Fours électriques et chimie* . . . . . V 422
LEBLANC (Maurice). — L'éclairage des usines et des ateliers . . . . . VI 484
LE CESNE (Julien). — Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur trois nouvelles cartes économiques de l'Afrique occidentale française et une carte du Sahara occidental et central, établies par A. MEUNIER (Compte rendu de l'Assemblée générale solennelle du 28 mars 1925) . . IV 336
— — (Compte rendu de la séance publique du 14 mars 1925). . . IV 353
— Analyse du *Rapport sur la culture du coton au Maroc en 1924*, par Georges CARLE. . . . . X 715
LE CHATELIER (Henry). — Analyse de : *Synthèses et catalyses industrielles. Fabrications minérales*, par Paul PASCAL. . . . . III 279
— *Science et industrie*. . . . . III 284
LECORNU (Léon). — L'École de Perfectionnement industriel . . . . . V 418
— Analyse de : *Le carburateur*, par BARDIN . . . . . V 421
— . . . . . VII-VIII-IX 574
LÉCUYER (Dr) . . . . . XII 854, 855
LEFEBVRE DES NOËTTES (Commandant). — *La force motrice animale à travers les âges* . . . . . XII 891
LEFEBVRE-DIBON. . . . . XII 854
LEMAIRE (E.). — Analyse de : *Curs metodic de chimie si mineralogie*, par C. J. ISTRATI et G. G. LONGINESCU. . III 283
— Introduction aux Conférences sur les progrès récents et les applications de la météorologie organisées à Paris par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale du 2 au 30 mai 1925 . . . . . VII-VIII-IX 521
LENOEL . . . . . XII 855
LEPÈRE (Georges). — Conférence sur les bases théoriques et expérimentales de la construction aéronautique (Mémoire) . . . . . III 217
— — (Compte rendu de la séance publique du 14 mars 1925). . . IV 354
— Voir RENARD.
LESTAPIE (Samuel de). . . . . XII 854
LINDET (Léon). — Analyse de : *Distillation du bois*, par G. DUPONT. . II 194
— — *Les lignites et les applications industrielles*, par Edmond MARCOTTE. III 279
— — *Manuel du boulanger-pâtissier*, par J. BARATTE . . . . . X 714
— Nécrologie d'Achille LIVACHE, membre du Conseil et vice-président de la Société d'Encouragement. IV 339
LIVACHE. — Voir LINDET.
LONGINESCU (G. G.). — Voir ISTRATI.
LOYER. . . . . XII 883

M

MALBAY. — Application des gazogènes aux moteurs fixes . . . . . V 416
MAMY (H.). — 2e Congrès technique de l'Association des industriels de France contre les accidents du travail (Paris, 4-5 mai 1925) . . VI 483
MANENS. — Sur la protection des presses typographiques . . . . VI 487
MARBOUTIN (F.). — L'eau potable pour l'alimentation du personnel des usines et ateliers . . . . . VI 486
— L'énergie radiante des corps incandescents . . . . . VI 489
MARCHAL. . . . . XII 851
MARCOMBE (Dr) . . . . . XII 853

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

MARCOTTE (Edmond). — *Les lignites et leurs applications industrielles* . III 279
— *La lumière intensive. Phares et projecteurs* . . . . . X 712
MARIÉ (Georges). — Voir SABOURET.
MARSAT (A.). — Les lampes électriques à incandescence précises pour projecteurs sans réglage (lampe « Norma ») . . . . . XI 737
MASSON (Léon). — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur l'indicateur de puissance à lecture directe inventé par M. Henri GUILLOU (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). IX 311
MASSY (Robert de) . . . . . XII 855
MASVIEL (J.). — *Cours de technologie du bois.* . . . . . III 278
MATTERN (E.). — *Création, organisation et direction des usines* . . . . . X 708
MAX . . . . . XII 883
MESNAGER (A.). — Assemblée générale du 13 décembre 1924 . . . . . I 98
— Élection de Georges CLAUDE comme membre de l'Académie des Sciences. I 99
— Assemblée générale solennelle du 28 mars 1925 : Distribution des récompenses décernées pour l'année 1924. Discours . . . . . IV 289
— — Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les travaux exceptionnels en béton armé, exécutés par M. Eugène FREYSSINET . . . . . IV 301
— Séances publiques :
— — — 10 janvier 1925 . . II 177
— — — 24 — — . . II 183
— — — 31 — — . . II 189
— — — 28 février — . . III 272
— — — 2 mai — . . VI 502
— — — 9 — — . . VI 507
— — — 16 — — . . VI 509
— — — 6 juin — . . X 705
— — — 24 octobre — . . XI 802
— — — 28 novembre — . . XII 898
MEUNIER (A.). — Voir LE CESNE.
MOREUX (l'abbé Th.). — *Météorologie pratique. Comment prévoir le temps* . VII-VIII-IX 644
MOUTARDIER (J.). — Voir ANDROUIN.

N

NUSBAUMER (M. E.). — *L'organisation scientifique des usines* . . . . . III 277

P

PACORET (E.). — *L'électrification industrielle et rurale de la France.* . . X 707
PARDÉ. . . . . XII 852
PASCAL (Paul). — *Synthèses et catalyses industrielles. Fabrications minérales.* III 279
PATART (Georges). — Conférence sur l'alcool méthylique de synthèse par catalyse sous pression (Mémoire). . II 141
— — (Compte rendu de la séance publique du 31 janvier 1925). . II 190
PATOUREAU (J.). — La suspension des véhicules au moyen des ressorts à air. . . . . IV 345
PAULIN (Honoré). — *Madagascar, Afrique équatoriale française, Cameroun-Togo.* . . . . . III 282
PETITPAS (Julien). — L'agglomération des sciures de bois et des copeaux d'usinage . . . . . V 399
PICON (M.). — Voir LEBEAU.
PICOT (Charles-Georges). . . . . XII 854
PINARD (F.) et SALA (R.). — L'utilisation de la force motrice des vagues et le système Pinard-Sala . . . II 119
PITIOT. . . . . XII 854
PITOIS (Étienne). — Voir RENARD.
POHER (E.). — Conférence sur le rôle des chemins de fer dans la production agricole française (Mémoire) . X 686
— — (Compte rendu de la séance publique du 6 juin 1925). . . . X 705
POMPELONNE (de). . . . . XII 849
POUSSIGUE (Léon). — *Notes historiques sur les houillères de Ronchamp (Haute-Saône)* . . . . . V 427
PRACHE (Charles). — Communication sur les procédés évaporatoires par compression de vapeur, système Prache et Bouillon (Mémoire) . III 247
— — (Compte rendu de la séance publique du 14 février 1925). . III 272
PRACHE ET BOUILLON. — Voir MESNAGER, REY
PRÉAUD . . . . . XII 849

R

RABATÉ (Edmond). — Voir HITIER.
RATEAU (A.). — Compteur à gaz « Sigma » à liquide incongelable . . X 669
RAVIER . . . . . XII 883

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

RAZOUS (Paul). — L'Exposition et le Congrès du bois et du charbon de bois utilisés comme carburants. V 409
— — Appareils modernes fixes et mobiles pour la carbonisation des bois et la récupération des sous-produits. V 413
— Communication sur la carbonisation du bois en forêt par fours transportables (Compte rendu de la séance publique du 14 movembre 1925) . . . . . XII 891
REBOUL (G.). — Communication sur les applications de la météorologie à l'agriculture et au tourisme (Compte rendu de la séance publique du 9 mai 1925). . . . . VI 508
— — (Mémoire). . . . . VII-VIII-IX 577
RENARD (Lieutenant-Colonel P.). — Séance publique du 14 février 1925. III 270
— Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, au sujet de l'attribution des médailles de vermeil à M. Georges LEPÈRE et Étienne PITOIS (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). . . . . IV 324
— Communication sur les considérations générales sur la météorologie et ses applications, notamment à la navigation aérienne (Compte rendu de la séance publique du 2 mai 1925). VI 506
— — (Mémoire). . . . . VII-VIII-IX 522
— Analyse de : *Pour comprendre le ciel et l'atmosphère* . . VII-VIII-IX 655
—. . . . . IV 355
—. . . . . VII-VIII-IX 575, 594, 635
REY (Jean). — Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les titres de MM. PRACHE et BOUILLON à la grande médaille d'or à l'effigie d'Ampère (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). . . . . IV 298
REYNAUD (Marcel). — *Le tonnelier*. III 278
RIBAUD (G.). — Voir LEBEAU.
RIMAILHO (lieutenant-colonel) . . XII 883
RIMLIGER . . . . . XII 883
RISLER (Georges). — Communication sur le sanatorium Lalance, de Pfastatt, près Mulhouse, et la lutte contre la tuberculose (Compte rendu de la séance publique du 24 janvier 1925). . . . . II 186
— Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur l'œuvre de M. Gabriel SCHLUMBERGER au Sanatorium Lalance, de Pfastatt (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). . . . . IV 320
— Une politique gouvernementale de la natalité (Note du Comité de Commerce) . . . . . X 682
— VIII[e] Congrès de la Natalité, Clermont-Ferrand, 24-27 septembre 1925 (Note du Comité de Commerce). XII 853
ROCHON (D[r]) . . . . . XII 855
ROSEMBERG. — Sur la sécurité et l'hygiène dans les ateliers de soudure autogène. . . . . VI 487
ROSSIGNOL . . . . . XII 854, 855
ROSSIGNON (René). Présentation de l'appareil « Noza » pour la photographie d'objets et la reproduction, l'agrandissement ou la réduction de tous documents (Compte rendu de la séance publique du 6 juin 1925). X 705
— — (Mémoire). . . . . XI 790
ROUCH (Capitaine de corvette Jean). — Les applications de la météorologie à la navigation. . VII-VIII-IX 595
— *L'atmosphère et la prévision du temps* . . . . . VII-VIII-IX 647
— *Les méthodes de prévision du temps.* VII-VIII-IX 653
— *Pour comprendre le ciel et l'atmosphère* . . . . . VII-VIII-IX 655
— *Pour comprendre la mer*. . . . . VII-VIII-IX 655
— *Pour voyager en paquebot* . . . . . VII-VIII-IX 655
ROUME (E.). — Analyse de : *Madagascar, Afrique équatoriale française, Cameroun-Togo*, par Honoré PAULIN. III 282
ROUSIERS (Paul de). — *Les grandes industries modernes. I : L'industrie houillère. L'industrie pétrolière. L'industrie hydro-électrique. II : La métallurgie* . . . . . III 280
— — III : *Les industries textiles*. . X 714
— Semaine de l'Ingénieur français. . XII 882
ROUX (J.-A.). — *Traité de la fraude dans la vente des marchandises*. V 423
ROUX (Paul) . . . . . XII 854
ROUX. — Sur le rôle de la prévention des accidents du travail dans l'assurance des accidents . . . . . VI 487
ROY (F.). — Nécrologie de Robert CARMICHAEL . . . . . VI 460

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

S

SABOURET (V.). — Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les travaux de M. Georges MARIÉ sur la stabilité du matériel des chemins de fer (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). VI 308

SALA (R.). — Voir PINARD.

SALOMON (Louis). — Analyse de : *L'électrification industrielle et rurale de la France*, par E. PACORET. . . . . X 707

SANSON (Joseph). — *La prévision du temps en agriculture* . . VII-VIII-IX 648

SAUVAGE (Édouard). — Conférence sur les chargeurs automatiques pour locomotives (Mémoire) . . . . . I 53

— Nouveau réchauffeur d'eau d'alimentation pour locomotives, de l'Auxiliaire des chemins de Fer et de l'Industrie . . . . . II 135

— Analyse de : *Moteurs à combustion interne*, par Paul DUMANOIS . . . II 192

— Note bibliographique sur les indicateurs (Note de mécanique). . IV 352

— Séance publique du :

— — — — 14 mars 1925 . . . . IV 353

— — — — 24 mai — . . . . VI 512

— — — — 30 — — . . . . VI 513

— Nécrologie de Louis-Émile BERTIN. VI 438

SAUVANET . . . . . XII 849

SCHILT (V.). — La lutte contre l'incendie dans les usines. . . . . VI 489

SCHLUMBERGER (Gabriel). — Voir RISLER.

SEGUIN (Laurent et Augustin). — Communication sur leur stroborama, nouvel appareil stroboscopique à grand éclairage. Ses applications industrielles (Compte rendu de la séance publique du 28 novembre 1925) . . . . . XII 898

SHIBUSAWA. . . . . VI 497

SIMON. . . . . XII 849

SOCKEEL (commandant). . . . . XII 854

SOHM (M.). — Le chauffage des chaudières au charbon pulvérisé . . III 234

SOLERI . . . . . VI 499

STAVEREN (Van). . . . . VI 496

T

TAILLEFER (André). — Analyse de : *Histoire du cinématographe, de ses origines jusqu'à nos jours*, par C.-Michel COISSAC. . . . . X 712

TARNIER. — Application du gazogène aux chantiers publics . . . . . V 417

TARTING . . . . . XII 854

TESTE et BARATTE. — Propagande en vue de l'utilisation du charbon de bois carburant. . . . . V 417

THALLER . . . . . XII 850

THÉODORE . . . . . XII 854, 855

TIXIER. . . . . XII 883

TOUPLAIN (Félix). — Voir BORDAS.

TRIBOT LASPIÈRE (J.). — 3e Session de la Conférence internationale des Grands réseaux électriques à haute tension (Paris, 16-25 juin 1925). VI 491

— Les essais contrôlés de véhicules électriques à accumulateurs organisés par l'Union des syndicats de l'Électricité (septembre-octobre 1924). X 672

V

VALENSI . . . . . VI 499

VÈZES (M.). — Voir HALLER.

VIEUILLE . . . . . XII 854, 855

W

WEHRLÉ (Capitaine Ph.). — Communication sur les méthodes française et norvégienne de prévision du temps (Compte rendu de la séance publique du 16 mai 1925) . . . . VI 511

— — (Compte rendu analytique) . . VII-VIII-IX 629

WEISS (H.). — Voir LEBEAU.

WERY (Georges). — Nécrologie d'Eugène TISSERAND. . . . . XI 725

— Séance publique du 14 novembre 1925. . . . . XII 891

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE
DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LA CENT-VINGT-QUATRIÈME ANNÉE DU BULLETIN
(JANVIER-DÉCEMBRE 1925)

124e année.

Les nombres en chiffres romains indiquent le ou les mois du cahier. Le nombre en chiffres arabes qui les suit indique la page.

A

Académie des Sciences. Élection de M. Georges CLAUDE dans la Section des Sciences appliquées à l'Industrie. Allocution de M. MESNAGER (Compte rendu de l'Assemblée générale du 13 décembre 1924). . . . . I 99

Accidents du travail. 2e Congrès technique de l'Association des Industriels de France contre les — — — (Paris, 4-5 mai 1925), par H. MAMY . . VI 483

— — L'éclairage des usines et des ateliers, par Maurice LEBLANC. . VI 484

— — Dispositifs de protection pour le travail du bois à la toupie, par A. CABANTOUS . . . . . VI 485

— — Dispositifs protecteurs contre les tensions anormales et les surtensions dans les réseaux de distribution d'énergie électrique, par Gabriel COURTOIS . . . . . VI 485

— — L'eau potable pour l'alimentation du personnel dans les usines et ateliers, par F. MARBOUTIN . . . . VI 486

— — Nœuds et amarrages de sécurité, par J. BOCQUET . . . . . VI 486

— — Sur la protection des presses typographiques, par M. MANEUS. VI 487

— — Sur le rôle de la prévention des — — — dans l'assurance-accidents, par M. ROUX . . . . . VI 487

— — Sur la sécurité et l'hygiène dans les ateliers de soudure autogène, par ROSEMBERG. . . . . VI 487

— — Comment prolonger la durée des câbles métalliques, par M. DELADRIÈRE. . . . . VI 488

— — Sur les installations électriques dans les usines, par M. ARNAUD. VI 488

— — L'énergie radiante des corps incandescents, par M. MARBOUTIN. VI 489

— — La lutte contre l'incendie dans les usines, par V. SCHILT . . . VI 489

Accumulateurs électriques. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les perfectionnements apportés par M. G. DE COULONS, dans la fabrication des plaques positives d'— —, (par Charles FÉRY (compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). . . . IV 329

— (Voir *Véhicules électriques*).

ADMINISTRATION, COMPTES RENDUS, etc. DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE du 13 décembre 1924. I 98

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE SOLENNELLE; 28 mars 1925 :

— Distribution des récompenses décernées pour l'année 1924 . . . . IV 289

— Discours de M. A. MESNAGER, président . . . . . IV 289

— Liste des récompenses décernées et rapports relatifs à ces récompenses. IV 298

État financier de la Société. Rapport, au nom de la Commission des Fonds, sur les comptes de l'exercice 1923, par M. CORNU-THÉNARD. . . . XII 813

— Rapport de M. Lucien BORDET, censeur, sur les comptes de l'exercice 1923. XII 818

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

CONSEIL D'ADMINISTRATION :

Fondations de secours. Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur la répartition des revenus des — — — attribuées à ce Comité, par Henri HITIER. . . . . VI 435
— — (Compte rendu de la séance publique du 2 mai 1925). . . . VI 504
Liste des membres titulaires . . . . I 3
— — — honoraires. . . . . I 10
— — — correspondants . . . . . I 11
Séances publiques :
— — 10 janvier 1925 . . . . . II 177
— — 24 — — . . . . . II 183
— — 31 — — . . . . . II 189
— — 14 février — . . . . . III 270
— — 28 — — . . . . . III 272
— — 14 mars — . . . . . IV 353
— — 2 mai — . . . . . VI 502
— — 9 — — . . . . . VI 507
— — 16 — — . . . . . VI 509
— — 23 — — . . . . . VI 512
— — 30 — — . . . . . VI 513
— — 6 juin — . . . . . X 705
— — 24 octobre — . . . . . XI 802
— — 14 novembre — . . . . . XII 891
— — 28 — — . . . . . XII 898

Liste des nouveaux membres admis pendant l'année 1925 à faire partie de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale . . . . . XII 910
Récompenses. Distribution des — décernées pour l'année 1924 (Assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). IV 289
— Liste des —; rapports relatifs à ces —. . . . . IV 298

Aération. (Voir *Métropolitain de Paris.*)
Aéronautique. Bases théoriques et expérimentales de la construction —. Conférence par Georges LEPÈRE (Mémoire) . . . . . III 217
— — (Compte rendu de la séance publique du 14 mars 1925). . . . IV 354
— (Voir *Météorologie.*)
Afrique du Nord. (Voir *Betterave à sucre.*)
Afrique occidentale française. Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur trois nouvelles cartes économiques de l' — — — et une carte du Sahara occidental et central, établies par A. MEUNIER, par J. Le CESNE (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). IV 336
— — (Compte rendu de la séance publique 14 mars 1925) . . . . IV 353

AGRICULTURE.

Agriculture. L'année agricole 1925 (Notes d'agriculture), par Henri HITIER. . . . . XII 857
— (Voir *Chemins de fer, Météorologie.*)
Bénéfices agricoles. L'année 1925 : l'impôt sur les bénéfices agricoles (Notes d'agriculture) . . . . . XII 857
Bétail. L'année agricole 1925 : le troupeau français (Notes d'agriculture). XII 857
Beurre. (Voir *Lait.*)
Blés. (Voir *Céréales.*)
Céréales. L'année 1925 : la récolte des —, sélection des blés (Notes d'Agriculture). . . . . XII 857
Engrais. L'année agricole 1925: consommation des — (Notes d'agriculture). XII 857
Fermages. L'année agricole 1925 : l'échelle mobile des — (Note d'agriculture). . . . . XII 857
Lait. L'année agricole 1925 : le contrôle laitier et beurrier (Notes d'Agriculture). . . . . XII 857

Alcool méthylique. La production industrielle de l'— — de synthèse par catalyse sous pression. Conférence par Georges PATART (Mémoire). II 141
— — (Compte rendu de la séance publique du 31 janvier 1925) . . II 190
Amarrages. (Voir *Accidents de travail.*)
Anémomètres. Les — et la mesure de la vitesse du vent. Communication par C.-E. BRAZIER (Compte rendu de l'assemblée générale du 13 décembre 1924) . . . . . I 102
Appareil « Noxa ». Présentation de l'— — pour la photographie automatique d'objets et la reproduction, l'agrandissement ou la réduction de tous documents, par René ROSSIGNON (Compte rendu de la séance publique du 6 juin 1925). . . . . X 705
— — (Mémoire). . . . . XI 790
Apprentissage. Le développement de l'— à l'atelier, sa réalisation à la Cie du Chemin de fer de Paris à Orléans; les projets d'organisation

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

de l'— en France et la taxe d'—. Communication par Maurice LACOIN (Compte rendu de l'assemblée générale du 13 décembre 1924) . . . I 104
— Rapport, au nom du Bureau, sur l'organisation de l'— à la Cie des Chemins de fer de l'Est, par Henri HITIER (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). IV 330
Arts décoratifs et industriels. L'Exposition internationale des — — — — modernes de Paris 1925. Le Pavillon de l'Art appliqué aux Métiers, par Henri-René d'ALLEMAGNE. XI 795
Assurance. (Voir *Accidents du travail.*)
Ateliers. (Voir *Accidents du travail.*)

B

Béton armé. Rapport, au nom du Comité des Constructions et des Beaux-Arts, sur les travaux exceptionnels en — —, exécutés par M. Eugène FREYSSINET, par A. MESNAGER (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925.) IV 301
Betterave à sucre. La — — — en Afrique du Nord et spécialement au Maroc . . . . . XI 745

BIBLIOGRAPHIE.

Afrique équatoriale française. (Voir *Madagascar.*)
Agrafes. (Voir *Épingles.*)
Aiguilles. (Voir *Épingles.*)
Béton armé. Tables de calculs des dalles et poutres en — —, par C. BAUDART. V 430
Bois. Distillation du —, par G. DUPONT. II 194
— *Cours de technologie du —.* Tome I : *généralités, assemblage, outillage. Procédés d'exécution.* Tome II : *Travail des, —*, par J. MASVIEL. . . . . III 278
Boulanger-pâtissier. Manuel du — —, par J. BARATTE. . . . . X 714
Cameroun-Togo. (Voir *Madagascar.*)
Carburateur (Le), par René BARDIN. V 421
Chimie. Curs metodic de chimie si mineralogie, par C.-J. ISTRATI et G.-G. LONGINESCU . . . . . III 283
Cinématographe. Histoire du cinématographe, de ses origines jusqu'à nos jours, par C.-Michel COISSAC. . . X 712
Constructions métalliques, bâtiments et travaux publics, par G. BOLL. . III 283
Coton. Rapport sur la culture du — au Maroc en 1924 par Georges CARLE. X 715
Éclairage. L'— public à Paris, par R. BOUTTEVILLE . . . . . V 421
Électrification. L'— industrielle et rurale de la France, par E. PACORET . . X 707
Épingles. Manuel de fabrication des —, des aiguilles, des agrafes, plumes métalliques, hameçons, etc. et emploi des machines-outils servant à cette fabrication, par DEMOUY. . . . . X 708
Force motrice animale. La — — — à travers les âges, par le commandant LEFEBVRE des NOËTTES. . . . . XII 896
Fours électriques et chimie, par Paul LEBEAU, C. BEDEL, A. DAMIENS, P. FLEURY, P. JOLIBOIS, M. PICON, G. RIBAUD, H. WEISS. . . . . V 422
Fraude. Traité de la — dans la vente des marchandises, par J.-A. ROUX. . V 423
Hameçons. (Voir *Épingles.*)
Houille. (Voir *Industries modernes.*)
Houillères de Ronchamp. Notes historiques sur les — — — (Haute-Saône), par Léon POUSSIGUE . . . . . V 427
Hydro-électricité. (Voir *Industries modernes.*)
Industries modernes. Les grandes — —. I : *L'industrie houillère. L'industrie pétrolière. L'industrie hydro-électrique.* II : *La métallurgie*, par Paul de ROUSIERS . . . . . III 280
— — III : *Les industries textiles*, par Paul de ROUSIERS. . . . . X 714
Industries textiles. Les grandes industries modernes. T. III : *Les — —*, par Paul de ROUSIERS . . . . . X 714
Isotopes. Les —, par A. DAMIENS . . X 710
— *L'isotopie et les éléments —*, par Mme Pierre CURIE. . . . . X 710
Lignites. Les — et leurs applications industrielles, par Edmond MARCOTTE. III 279
Lumière intensive. La ——. Phares et projecteurs, par Ed. MARCOTTE. . X 712
Madagascar, Afrique équatoriale française, Cameroun-Togo, par Honoré PAULIN. . . . . III 282
Maroc. (Voir *Coton.*)
Métallurgie. (Voir *Industries modernes.*)
Météorologie pratique. Comment prévoir le temps, par l'abbé Th. MOREUX. VII-VIII-IX 644

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— *Études élémentaires de — pratique*, par Albert BALDIT. . . VII-VIII-IX 645
— *L'atmosphère et la prévision du temps*, par J. ROUCH . . . . . VII-VIII-IX 647
— *La prévision du temps en agriculture*, par Joseph SANSON . . VII-VIII-IX 648
— *La prévision scientifique du temps. Traité pratique*, par Gabriel GUILBERT. VII-VIII-IX 651
— *Les méthodes de prévision du temps*, par J. ROUCH . . . . . VII-VIII-IX 653
— *Pour comprendre le ciel et l'atmosphère*, Jean ROUCH . . VII-VIII-IX 655
Minéralogie. (Voir *Chimie*.)
Moteurs à combustion interne, par Paul DUMANOIS . . . . . II 192
Moteur à explosions. Traité pratique sur le fonctionnement du — — —, par René BARDIN. . . . . V 421
Navigation maritime. — Pour comprendre la mer, par Jean ROUCH. VII-VIII-IX 655
— *Pour voyager en paquebot*, par Jean ROUCH . . . . . VII-VIII-IX 655
Organisation scientifique. L'— — des usines, par M. E. NUSBAUMER. . III 277
Pétrole. (Voir *Industries modernes*.)
Phares. (Voir *Lumière intensive*.)
Plantes à fibres. (*Éléments d'agriculture coloniale*), par Yves HENRY. . . II 196
Plantes à huile. Les — — — (*Éléments d'agriculture coloniale*), par Yves HENRY . . . . . II 195
Plumes métalliques. (Voir *Épingles*.)
Projecteurs. (Voir *Lumière intensive*.)
Radium. Le — et les radio-éléments, par Maurice CURIE. . . . . X 709
Résidence à Paris de l'étudiant. Des conditions de — — — — —. Autrefois et aujourd'hui, par Emm. HARRACA . V 429
Science et industrie, par Henry LE CHATELIER . . . . . III 284
Synthèses et catalyses industrielles. Fabrications minérales, par Paul PASCAL. . . . . III 279
Tonnelier. Le —, par Marcel REYNAUD. III 278
Urbanisme. Traité d'—, par Ed. JOYANT V 425
Usines. Création, organisation et direction des —, par E. MATTERN. . . X 708
— (Voir *Organisation scientifique*.)
Vitraux anciens. Note sur les verres de — —, par Léon APPERT . . . . II 192

Bois. L'Exposition et le Congrès du — et du charbon de — utilisés comme carburant (Blois, 24-26 avril 1925), par Paul RAZOUS. . . . . V 409
— — Conférence sur l'utilisation des déchets de — et de charbon de — pour l'alimentation des gazogènes, par GOUTAL . . . . . V 410
— — Ressources du pays en — et charbon de — utilisables comme carburant, par DEMORLAINE . . . . V 412
— — Commerce du charbon de — et ses débouchés, par BONNICHON. . V 413
— — Appareils modernes fixes et mobiles pour la carbonisation des — et la récupération des sous-produits, par Paul RAZOUS . . . . V 413
— — Production du gaz pauvre au moyen du — et du charbon de —, par BARBIER. . . . . V 416
— — Application des gazogènes : 1° aux moteurs fixes, par MALBAY . . . V 416
— — — 2° aux tracteurs agricoles, par GOULET . . . . . V 416
— — — 3° aux chantiers publics, par TARNIER. . . . . V 417
— — Propagande en vue de l'utilisation du charbon de — comme carburant, par TESTE et BARATTE. . V 417
— (Voir *Accidents du travail. carbonisation*.)

C

Câbles métalliques. (Voir *Accidents du travail*.)
Camions à gazogène. Les — — —. Communication de G. KOENIGS (Compte rendu de la séance publique du 10 janvier 1925). . . . . II 180
— — (Mémoire). . . . . III 201
Carbonisation du bois. Concours de fours mobiles pour la — — — en forêt (Forêt de Sénart, juin 1925). II 174
— La — — — en forêt par fours transportables. Communication par Paul RAZOUS (Compte rendu de la séance publique du 14 novembre 1925). XII 896
— (Voir *Bois*.)
Carburants. (Voir *Bois, Moteurs*.)
Chantiers publics. (Voir *Bois*.)
Chanvre. Obtention des filasses de —, par Ed. KAYSER . . . . . VI 462
Charbon. Le lavage du — par flottage, son but, ses avantages, son mode

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

d'application. Communication de Charles BERTHELOT (Mémoire) . . I 15
Charbon de bois. (Voir *Bois.*)
Charbon pulvérisé. Le chauffage des chaudières au — —, M. SOHM . III 234
Chargeurs mécaniques. Les — — pour locomotives. Conférence par Édouard SAUVAGE (mémoire) . . . . . I 53
— Les — — pour foyers de locomotives, par Antoine FOILLARD . . . I 60
Chaudières. (Voir *Charbon pulvérisé.*)
Chemins de fer. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur les travaux de M. Georges MARIÉ sur la stabilité du matériel des — — —, par V. SABOURET (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925) . . . . . IV 308
— Le rôle des — — — dans la production agricole fançaise. Conférence par E. POHER (Mémoire) . X 686
— — (Compte rendu de la séance publique de 6 juin 1925) . . . . X 705
— (Voir *Métropolitain de Paris.*)
Cinématographe. Le — instructeur (Note du Comité des Constructions et des Beaux-Arts), par Henry René d'ALLEMAGNE . . . . . VI 466
Combustibles solides. Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les titres et travaux de M. Charles BERTHELOT sur les — —, par Georges CHARPY (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). IV 312
Compteur à gaz « Sigma », à liquide incongelable, par A. RATEAU . . X 669
Congo belge. La carte géologique du — — de M. P. FOURMARIER (Note du Comité de Commerce), par J. M. BEL. VI 475
Congrès. (Voir *Eaux, Natalité, Semaine de l'Ingénieur français.*)
Conjoncteur-disjoncteur. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le — — et les travaux de M. Jean FIEUX, par Ch. de FRÉMINVILLE (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925. IV 306
Copeaux. (Voir *Sciures de bois.*)
Couleurs. Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur les travaux sur les — et les peintures de M. Charles COFFIGNIER, par A. HALLER (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925) . . . . IV 313
Croix-rouge. La Ligue des Sociétés de la — — (Note du Comité de Commerce), par E. GRUNER . . . . VI 471

D

Distribution d'énergie électrique. (Voir *Accidents du travail.*)

E

Eaux. Second Congrès de la Ligue générale pour l'aménagement et l'utilisation des — (Grenoble-Lyon, 16-22 juillet 1925) . . . . . XII 847
Eaux de sources thermo-minérales. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les méthodes de contrôle des — — — —, imaginées par M. Félix TOUPLAIN, par le Dr F. BORDAS (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925) . . . . . IV 303
Eau potable. (Voir *Accidents du travail.*)
Éclairage. (Voir *Accidents du travail.*)
École supérieure de Perfectionnement industriel (L'), par Léon LECORNU. V 418
Électricité. (Voir *Accidents du travail, Optique, Réseaux électriques, Véhicules électriques.*)
Électro-magnétisme. (Voir *Météorologie.*)
Établissements Kuhlmann. Le centenaire des — —, par Henry GALL . . XII 874
Évaporation. (Voir *Procédés évaporatoires.*)
Exposition. L'— internationale des Arts décoratifs et industriels modernes de Paris 1925. Le Pavillon de l'Art appliqué aux Métiers, par Henri-René d'ALLEMAGNE . . . . . XI 795
— Le fer forgé à l'— des Arts décoratifs et industriels modernes, par Henri-René d'ALLEMAGNE . . . . . XII 819

F

Fer forgé. Le — — à l'Exposition des Arts décoratifs et industriels modernes, par Henri-René d'ALLEMAGNE. XII 819
— (Voir *Serrurerie.*)
Ford (Henry). Les idées d' — — et ses méthodes, par Ch. de FRÉMINVILLE. II 109

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Force motrice des vagues. L'utilisation de la — — — — et le système Pinard-Sala, par F. PINARD et R. SALA . . . . . II 119
Fosses septiques. Le fonctionnement des — — (Note du Comité des Constructions et des Beaux-Arts), par COLMET DAAGE . . . . . VI 468
Fours transportables. (Voir *Bois.*)

G

Gaz pauvre. (Voir *Bois.*)
Gazogènes. (Voir *Bois, Camions.*)

H

Hygiène. (Voir *Météorologie.*)

I

Incandescence. (Voir *Accidents du travail, Lampes électriques.*)
Incendie. (Voir *Accidents du travail.*)
Indicateurs. Note bibliographique sur les — (Note de mécanique), par Ed. SAUVAGE . . . . . IV 352
Indicateur de puissance. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur l' — — — à lecture directe inventé par M. Henri GUILLOU (Compte rendu de l'assemblée générale du 28 mars 1925) . . . . . IV 311
Installations électriques. (Voir *Accidents du travail.*)

L

Lampes électriques et protection de la vue. Lampe « Opticia », demi-watt, n'émettant pas de rayons ultra-violets nocifs. Communication par Maurice CURIE (Mémoire) . . . . X 700
— — (Compte rendu de la séance publique du 24 octobre 1925). . XI 807
— Les — — à incandescence précises pour projecteurs sans réglage (lampe « Norma »), par A. MARSAT. . . XI 737
Liants hydrauliques. Le problème de la route. Les revêtements à base de — —, par A. BAUCHÈRE . . . . . I 89
Ligue générale pour l'aménagement et l'utilisation des eaux. (Voir *Eaux.*)
motives. (Voir *Chargeurs mecaniques, Réchauffeur d'eau d'alimentation.*)

M

Magnétisme. (Voir *Optique.*)
Maroc. (Voir *Betterave à sucre.*)
Matières grenues et pulvérulentes. Classification uniforme des — — — recommandée par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale . . . . . X 659
Mauvaises herbes. Rapport, au nom du Comité d'Agriculture, sur le procédé de destruction des — — à l'aide de solutions d'acide sulfurique, préconisé par Edmond RABATÉ, par Henri HITIER (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). . . . . IV 318
Médecine. (Voir *Météorologie.*)
Météorologie. — Conférences sur les progrès récents et les applications de la — organisées à Paris par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, du 2 au 30 mai 1925. Introduction par E. LEMAIRE. VII-VIII-IX 521
Considérations générales sur la — et ses applications, notamment à la navigation aérienne. Communication du Lieut-colonel Paul RENARD (Compte rendu de la séance publique du 2 mai 1925) . . . . . VI 506
— — (Mémoire) . . . . VII-VIII-IX 522
— Communication sur la prévision des variations de pression, par Gabriel GUILBERT (Compte rendu de la séance publique du 30 mai 1925) . . . VI 513
— — (Mémoire). . . . . VII-VIII-IX 551
— — (Discussion). . . . VII-VIII-IX 574
— Communication sur les applications de la — à l'agriculture et au tourisme, par G. REBOUL (Compte rendu de la séance publique du 9 mai 1925). VI 508
— — (Mémoire). . . . . VII-VIII-IX 577
— — (Discussion). . . . VII-VIII-IX 594
— Les applications de la — à la navigation, par le capitaine de corvette ROUCH . . . . . VII-VIII-IX 595
— Communication sur les transmissions et les relations des phénomènes météorologiques, par le capitaine R. BUREAU (Compte rendu de la séance publique du 16 mai 1925). VI 511
— — (Compte rendu analytique) . . . VII-VIII-IX 625

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

— Communication sur les méthodes française et norvégienne de prévision du temps, par le capitaine Ph. WEHRLÉ (Compte rendu de la séance publique du 16 mai 1925. VI 511
— — (Compte rendu analytique) . . VII-VIII-IX 629
— Communication sur l'organisation rationnelle d'un service météorologique national, par le colonel E. DELCAMBRE (Compte rendu de la séance publique du 23 mai 1925). . VI 513
— — (Compte rendu analytique . . . VII-VIII-IX 633
— — (Discussion). . . . VII-VIII-IX 635
— Les applications de la — à la médecine et à l'hygiène, par Louis BESSON. VII-VIII-IX 636

Métiers. (Voir *Arts décoratifs.*)
Métropolitain de Paris. L'aération du chemin de fer — — — (Note du Comité des Constructions et des Beaux-Arts), par G. COLMET-DAÂGE. XII 872
Mines de Lens. L'état actuel de la reconstitution des — — —. Communication de M. CUVELETTE (Compte rendu de la séance publique du 28 février 1925). III 274
— — (Mémoire) . . . . . V 359
Moteurs à explosions. — Les — — — et le problème des carburants. Communication par Paul DUMANOIS (Mémoire . . . . . XI 730
— — Compte rendu de la séance publique du 24 octobre 1925). . XI 807
Moteurs fixes. (Voir *Bois.*)

N

Natalité. Une politique gouvernementale de la — (Note du Comité du Commerce), par Georges RISLER. . . X 682
— VIII[e] Congrès de la —, Clermont-Ferrand, 24-27 septembre 1925 (Note du Comité de Commerce), par Georges RISLER. . . . . XII 853
Navigation aérienne (Voir *Météorologie*).
Navigation maritime (Voir *Météorologie*).
Nécrologies.
M. Albert SCHEURER. . . . . I 98
M. Paul TOULON. . . . . II 178
M. Victor CHAMPIGNEUL. . . . . II 179
M. Camille de LACROIX. . . . . II 184
M. A LIVACHE. . . . . III 272
M. Achille LIVACHE, par Léon LINDET. IV 339
M. Louis Émile BERTIN, par Ed. SAUVAGE. . . . . VI 438
M. Robert CARMICHAEL, par F. ROY. VI 460
M. Charles RABUT . . . . . VI 503
M. Albin HALLER . . . . . VI 504
M. Eugène TISSERAND, par Georges WERY . . . . . XI 725
M. Léon APPERT . . . . . XI 803
M. Henri FAYOL, par Ch. DE FRÉMINVILLE . . . . . XII 899
M. Alfred PEROT, par A. MESNAGER. XII 901
Notes d'Agriculture, par Henri HITIER. XII 857
Note de Mécanique, par Ed. SAUVAGE. IV 352
Notes du Comité de Commerce. VI 471, 475
— — — . . . . . X 682
— — — . . . . . XI 801
— — — . . . . . XII 853
Notes du Comité des Constructions et des Beaux-Arts . . . . . VI 466
— — —. . . . . XII 872

O

Optique. Rapport, au nom du Comité des Arts économiques, sur les travaux d'—, électricité, magnétisme et télégraphie de M. Raymond JOUAUST, par le général G. FERRIÉ (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925) . . . . . IV 316

P

Peintures (Voir *Couleurs*).
Photographie automatique (Voir *Appareil « Noxa »*).
Presses typographiques (Voir *Accidents du travail*).
Procédés évaporatoires. Les — — par compression de vapeur, système Prache et Bouillon. Communication par Charles PRACHE (Mémoire). III 247
— — (Compte rendu de la séance publique du 14 février 1925). . III 272
— — (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). IV 298

R

Réchauffeur d'eau d'alimentation. Nouveau — — — pour locomotives, de

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

l'Auxiliaire des Chemins de Fer et de l'Industrie, par Édouard SAUVAGE. . . . . II 135
Reims. La situation économique de — et de sa région (Note du Comité de Commerce), par E. GRUNER . . XI 801
Réseaux électriques. 4e Session de la Conférence internationale des Grands Réseaux électriques à haute Tension (Paris, 16-25 juin 1925), par J. TRIBOT LASPIÈRE. . . . . VI 491
Résines. Rapport, au nom du Comité des Arts chimiques, sur l'ouvrage intitulé — *et Térébenthines, les industries dérivées*, de M. VÈZES et G. DUPONT, par A. HALLER (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). . . . . IV 314
Ressorts à air. (Voir *Suspension des véhicules.*)
Revêtements. (Voir *Liants hydrauliques.*)
Route. (Voir *Liants hydrauliques.*)

S

Sahara. (Voir *Afrique occidentale française.*)
Sanatorium Lalance, de Pfastatt. Rapport, au nom du Comité de Commerce, sur l'œuvre de M. Gabriel SCHLUMGERGER au — — — —, par Georges RISLER (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925). . . . . IV 320
— (Voir *Tuberculose*).
Sciures de bois. L'agglomération des — — — et des copeaux d'usinage, par Julien PETITPAS . . . . . V 399
Semaine de l'Ingénieur français. La — — — — (Premier Congrès : Paris, 16-20 novembre 1925), par P. DE ROUSIERS et VIEUILLE . . . . . XII 883
Serrurerie. Rapport, au nom du Comité des Arts mécaniques, sur le *Manuel de — et fer forgé* de M. J. MOUTARDIER, par M.-J. ANDROUIN (Compte rendu de l'assemblée générale solennelle du 28 mars 1925) . . . . IV 327
Sociétés. (Voir *Croix-rouge.*)
Soudure autogène. (Voir *Accidents du travail.*)
Stroborama. Nouvel appareil stroboscopique à grand éclairage. Ses applications industrielles. Communication de MM. Laurent et Augustin SEGUIN (Compte rendu de la séance publique du 28 novembre 1925). XII 898
Suspension des véhicules. La — — — au moyen de ressorts à air, par J. PATOUREAU. . . . . IV 345

T

Télégraphie. (Voir *Optique.*)
Térébenthines. (Voir *Résines.*)
Tracteurs agricoles. (Voir *Bois.*)
Tourisme. (Voir *Météorologie.*)
Tuberculose. Le sanatorium Lalance, de Pfastatt, près Mulhouse et la lutte contre la —. Communication de Georges RISLER (Compte rendu de la séance publique du 24 janvier 1925). II 186

U

Usines. (Voir *Accidents du travail.*)

V

Véhicules électriques. Les essais contrôlés de — — à accumulateurs organisés par l'Union des Syndicats de l'Électricité (septembre-octobre 1924), par J. TRIBOT LASPIÈRE. X 672
— Règlements des essais contrôlés de — — à accumulateurs organisés pour septembre 1924. . . . . X 676

L'agent général, gérant.
E. LEMAIRE.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Coulommiers. — Imp. PAUL BRODARD.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires