

Titre général : Congrès international de mécanique appliquée. 1900. 3 Tomes. Rapports

Auteur : Exposition universelle. 1900. Paris

Titre du volume :

Mots-clés : Exposition internationale (1900 ; Paris) ; Mécanique appliquée*Congrès

Description : 1 vol. ([4]-XXIV-94 p.) ; 30 cm

Adresse : Paris : Ch. Dunod, 1901

Cote de l'exemplaire : CNAM 4 Xae 52-2

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?4XAE52-2>

CONGRÈS INTERNATIONAL
DE
MÉCANIQUE APPLIQUÉE

40 75

4° Xae 52.2

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

CONGRÈS INTERNATIONAL

DE

MÉCANIQUE APPLIQUÉE

TENU

AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

Du 19 au 25 Juillet 1900

TOME II

SÉANCES DU CONGRÈS

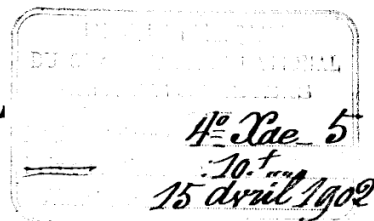
(PROCÈS VERBAUX)

PARIS

V^{ve} CH. DUNOD, ÉDITEUR

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 49

1901





RÈGLEMENT DU CONGRÈS

ARTICLE PREMIER. — Conformément à la décision en date du 18 mars 1899, de M. le Commissaire général de l'Exposition universelle de 1900, il est institué à Paris un **Congrès international de Mécanique appliquée**, qui sera rattaché à la série des congrès prévus par l'arrêté ministériel du 14 juin 1898.

ART. 2. — Le Congrès s'ouvrira le jeudi 19 juillet 1900 et se terminera le mercredi suivant.

ART. 3. — Seront membres du Congrès :

1° Les *donateurs* qui auront versé une contribution d'au moins 50 francs ;

2° Les adhérents qui auront acquitté la cotisation dont le montant est fixé à 25 francs ;

3° Les délégués des administrations publiques françaises et les délégués des gouvernements étrangers ;

4° Les membres d'honneur et les membres du Comité de patronage.

ART. 4. — Les membres du Congrès recevront une carte qui leur sera délivrée par le directeur général de l'exploitation de l'Exposition.

Ces cartes sont strictement personnelles.

ART. 5. — Le Congrès comporte :

Des séances générales ;

Des séances de sections ;

Des conférences ;

Des visites à l'Exposition et à divers établissements scientifiques et industriels.

ART. 6. — La commission d'organisation nommée par le commissaire général de l'Exposition est chargée de préparer les travaux et les opérations du Congrès.

Elle reste constituée pendant et après la session pour assurer les services administratifs, ainsi que l'impression et la distribution des publications du Congrès.

ART. 7. — A l'ouverture du Congrès, le bureau du Comité d'organisation fait procéder à la nomination du bureau du Congrès.

ART. 8. — Le bureau du Congrès a la direction des travaux de la session ; il fixe l'ordre du jour de chaque séance.

ART. 9. — Les membres du Congrès ont seuls le droit d'assister aux séances et aux visites.

ART. 10. — En séance générale et en séance de section, après lecture des communications autorisées ou des conférences, les orateurs prenant part à la discussion ne pourront garder la parole pendant plus de dix minutes, ni parler plus de deux fois dans la même séance sur le même sujet, sauf décision spéciale de l'assemblée.

a

ART. 11. — Les orateurs écriront un résumé de leurs observations. En vue de la rédaction des procès-verbaux, ce résumé sera remis au secrétaire dans les vingt-quatre heures, faute de quoi, le texte rédigé par le bureau en tiendra lieu. Le bureau peut opérer des réductions sur la longueur des résumés.

ART. 12. — Le bureau du Congrès statue en dernier ressort sur tout incident non prévu au règlement.

ART. 13. — Les procès-verbaux sommaires de la session seront imprimés et mis gratuitement à la disposition des membres du Congrès.

Il en sera de même d'un compte rendu détaillé des travaux du Congrès, qui sera publié, dans la mesure des ressources disponibles, par la commission d'organisation.

ART. 14. — Le Congrès reste soumis aux dispositions de l'arrêté ministériel du 11 juin 1898, portant règlement pour les Congrès à l'Exposition de 1900.

ART. 15. — Les adhésions au Congrès, la correspondance et toutes communications relatives au Congrès seront adressées :

1° Avant et après la session, au secrétariat du Congrès international de Mécanique appliquée, en l'hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 44, rue de Rennes, à Paris;

2° Pendant la durée de la session, à l'adresse qui sera ultérieurement indiquée.

PROGRAMME

DES QUESTIONS A TRAITER

AU CONGRÈS INTERNATIONAL DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE

1^{re} QUESTION. — Organisation des ateliers mécaniques et, en particulier, des ateliers de construction mécanique.

Rapporteurs : MM. KREUTZBERGER, le capitaine LENEVEU, le commandant MANGIN, le professeur THURSTON.

Répartition des locaux, du travail, des outils; outillage; machines-outils; interchangeabilité; force motrice; transmissions; réception des matériaux; usinage; vérification; montage; essais; expédition. — Organisation économique; organisation ouvrière.

Il serait intéressant de présenter les monographies de quelques ateliers bien installés.

2^e QUESTION. — Laboratoires de mécanique.

Rapporteurs : MM. BACLÉ, CHABAL, BOULVIN, CHARPY, le capitaine DEVÉ, DWELSHAUVERS-DERY, le commandant MANGIN, RABUT, le professeur THURSTON.

Outillage, installation, méthodes d'essais de mécanique; monographie de laboratoires existants. Terminologie mécanique.

3^e QUESTION. — Applications mécaniques de l'électricité.

Rapporteurs : MM. DELMAS, HENRY et NEU.

4^e QUESTION. — Transmissions diverses; appareils de levage et de transport.

Rapporteurs : MM. BASSÈRES, LECORNU et THIERRY.

Transmissions à grande distance; transmissions d'ateliers; embrayages; changements et renversements de vitesse; grues, bigues, ponts roulants, ascenseurs, etc. — Chemins de fer d'usines; funiculaires; transports aériens; chaînes flottantes, etc.

5^e QUESTION. — Moteurs hydrauliques.

Rapporteurs : MM. RATEAU et PRAZIL.

Nouveaux types de turbines et de roues; construction, rendement, applications.

6^e QUESTION. — Chaudières à petits et très petits éléments.

Rapporteurs : MM. BRILLIÉ, DONKIN, SINIGAGLIA et WALCKENAER.

Les chaudières à petits éléments ont pris une grande extension depuis le Congrès de 1889; les chaudières à très petits éléments n'existaient alors qu'à l'état d'embryons. Constaté les progrès accomplis. Constitution, circulation, résultats, sécurité, applications.

7^e QUESTION. — Machines à vapeur rapides, rotatives et turbines à vapeur.

Rapporteurs : MM. LECORNU, LEFER, PARSONS, RATEAU et SOSNOWSKI.

Constitution, construction, fonctionnement, entretien, régulation, résultats, applications.

8^e QUESTION. — Moteurs thermiques.

Rapporteurs : MM. DIESEL, DONKIN, FORESTIER et WITZ.

Machines à gaz, à huiles lourdes, à essence, à gaz pauvres, à acide carbonique, etc. — Construction, applications, résultats.

9^e QUESTION. — Mécanique des voitures automobiles.

Rapporteurs : MM. L. BOCHET, CUÉNOT, FORESTIER, GRIFFITH, KREBS,
DE LA VALETTE et MESNAGER.

Le développement rapide de l'industrie des automobiles a donné naissance à des problèmes dont les solutions intéressent la mécanique tout entière : moteurs légers et rapides; transmissions spéciales; organes nouveaux, tels que bandages pneumatiques, essieux brisés, paliers à billes, etc.

MEMBRES D'HONNEUR ET COMITÉ DE PATRONAGE

PRÉSIDENTS D'HONNEUR

- MM. **LE MINISTRE** du Commerce et de l'Industrie.
LE MINISTRE des Travaux publics.
FIGARD, commissaire général de l'Exposition de 1900.
LE COLONEL LAUSSEDAT, membre de l'Institut, directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers.

MEMBRES D'HONNEUR

- MM. **LES COMMISSAIRES GÉNÉRAUX**, d'Allemagne, d'Autriche, de Belgique, de Danemark, d'Espagne, des États-Unis, de la Grande-Bretagne, de Hollande, de Hongrie, d'Italie, des Pays-Bas, du Portugal, de Russie, de Suède, de Suisse.
DELAUNAY-BELLEVILLE, directeur général de l'exploitation de l'Exposition de 1900.
A. CARNOT, membre de l'Institut, président de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.
G. CANET, président de la Société des Ingénieurs civils de France.

COMITÉ DE PATRONAGE

FRANCE

- MM. **BERTIN**, directeur du matériel au Ministère de la Marine.
DUVAL, directeur de la C^{ie} de Fives-Lille.
J. FARCOT, constructeur mécanicien, à Saint-Ouen.
LE GÉNÉRAL GRAS, président du Comité technique de l'Artillerie.
MAURICE LÉVY, membre de l'Institut.
LE GÉNÉRAL PEAUCELIER.
SCHNEIDER, constructeur-mécanicien au Creusot.

ALSACE-LORRAINE

- M. **AUG. DOLLFUS**, président de la Société industrielle de Mulhouse.

ALLEMAGNE

- MM. **RICHTER**, commissaire général à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
LEWALD, vice-commissaire à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
LE PRÉSIDENT de la Société des Deutscher Ingenieure,

- MM. **LE PROFESSEUR LINDE**, Munich.
LE PROFESSEUR Dr REULEAUX, Berlin.
SCHROTER, professeur à l'École polytechnique, Munich.
SLABY, Charlottenbourg.

AUTRICHE

- MM. **EXNER**, commissaire général d'Autriche à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
A. POPPOVIC, commissaire adjoint à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
MAX BEYER, commissaire adjoint à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
LE PRÉSIDENT de la Société des ingénieurs et architectes autrichiens.
J. VON HAUER, directeur de la Société Austro-Hongroise des chemins de fer l'État.
VON GRINBURG,
PFAFF, constructeur à Ottakring-Vienne.
J. RADINGER.

BELGIQUE

- MM. **VERCRUYSE**, commissaire général de la Belgique à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
ANSPACH, professeur à l'Université de Bruxelles, 83, rue d'Arlon.
BOULVIN, professeur à l'École du génie de Gand.
DWELSHAUHERS-DERY, professeur à l'Université de Liège, 5, quai Marcellis.
SCHARR, administrateur des Chemins de fer de l'État Belge.
LES PRÉSIDENTS de l'Association des ingénieurs de Bruxelles, de Gand, de Liège et de Louvain.

DANEMARK

- MM. **P. CHRISTEN**, secrétaire général du Danemark à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
ENGELSTEDT, délégué du commissaire général du Danemark à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)

ESPAGNE

- Son Excellence M. le **DUC DE SESTO**, président de la Commission espagnole à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
MM. le comte de **VALENCIA DE DON JUAN**, vice-commissaire. (MEMBRE D'HONNEUR.)
le marquis de **VILLALOBAR**, délégué royal d'Espagne. (MEMBRE D'HONNEUR.)
LE PRÉSIDENT de l'Association nationale des ingénieurs de Madrid.
SERRAT Y BONASTRE, directeur de la Société *La Maquinista Terrestre y Marítima*, Barcelone.

ÉTATS-UNIS

- MM. **F. W. PEEK**, commissaire général. (MEMBRE D'HONNEUR.)
LES PRÉSIDENTS des Sociétés Américaines des Civil Engineers, Mechanical Engineers et Mining Engineers.
DAVIDSON, directeur du College of Commerce, San-Francisco.
HUTTON, F., secrétaire des Mechanical Engineers, 13, W. 34th N.-Y.
B. DWOODWARD, commissaire général adjoint. (MEMBRE D'HONNEUR.)
ISCHERWOOD, ingénieur en chef de la Marine des États-Unis, 111, E. 36th N.-Y.
COLEMAN SELLERS, 1600, Hamilton St., Philadelphie.
THURSTON, Silbey College, Ithaca.
WESTINGHOUSE, G., Pittsburg.

GRANDE-BRETAGNE

- MM. **LE COLONEL HERBERT JEKYLL**, commissaire général à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
SPEARMALL, commissaire général adjoint à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
LES PRÉSIDENTS des Institutions des Civil Engineers, des Mechanical Engineers et de l'Iron and Steel.

MEMBRES D'HONNEUR ET COMITÉ DE PATRONAGE.

VII

- MM. **SIR W. ANDERSON**, 85, Shooters-Hill Road, Blackheath, London.
SIR FREDERIC BRAMWELL, 5, Great George St., London.
SIR VERNON HARCOURT, O. Queen Anne's Gate, London.
ASPINAL (J. A. F.), ingénieur en chef du matériel au Lancashire-Yorkshire Ry.
COTTERILL (H.), professeur de mécanique au Royal Navy College.
DREDGE (James), éditeur de l'*Engineering*. Bedford St., London.
DONKIN (Bryan), à Reigate.
KENNEDY (Alex. B. W.), 17, Victoria St.
MAC FARLANE GRAY, ancien ingénieur en chef du Board of Trade, Ladbroke Crescent, London.
UNWIN (W. C.), Palace Gate Mansions, Kensington, Londres.
WEBB (F. W.), ingénieur en chef du matériel au London and North Western Ry, à Crewe.

HOLLANDE

- MM. le Baron **MICHIELS VAN VERDUYNEN**, commissaire général de la Hollande à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
J. F. W. CONRAD, président de l'Institut royal des ingénieurs néerlandais.
BOSSCHA, secrétaire perpétuel de la Société hollandaise des Sciences à Harlem.
MICHAELIS, ancien directeur des chemins de fer et président de l'Institut royal néerlandais, La Haye.

HONGRIE

- MM. **TOMMASSO VILLA**, commissaire général. (MEMBRE D'HONNEUR.)
BELA DE LUKATS, commissaire général à l'Exposition de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
ED. DE MIKLOS, commissaire adjoint à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
LE PRÉSIDENT de la Société des ingénieurs hongrois.

ITALIE

- MM. **LE PRÉSIDENT** de la Société des ingénieurs et architectes de Florence.
EUGÈNE BETTRANI, président de l'Académie des Lincei, Rome.
BETOCCHI (commandeur), ancien président du Conseil supérieur des travaux publics, membre de l'Académie des Lincei, Rome.
SINIGAGLIA, professeur agrégé à l'École des ingénieurs de Naples, via Imbriani, Naples.

PORTUGAL

- S. Exc. le Conseiller **RESSANO GARCIA**, président de la Commission organisatrice de la section portugaise à l'Exposition de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
MM. **ANTONIO DE PORTUGAL DE FARIA**, secrétaire du commissaire du Portugal à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
le vicomte de **FARIA**, commissaire du Portugal à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
LE PRÉSIDENT de la Société des ingénieurs civils portugais.

RUSSIE

- MM. le prince **TENICHEFF**, commissaire général de Russie à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
BASILL DE WOUTTCH, commissaire général adjoint de Russie à l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
LE GÉNÉRAL PETROW, président de la Société technique impériale russe.
LE GÉNÉRAL GHERCEVANOF, directeur de l'Institut des voies et communications, Saint-Petersbourg.
BELELUBSKY, 4, rue Serpouchowskaia, Pétersbourg, directeur du laboratoire de mécanique de l'Institut impérial des ingénieurs des voies et communications.
KISLENSKY (W.), président de la Société d'Encouragement de l'industrie et du commerce, Section de Varsovie.

SUÈDE

- MM. **B. AKERMAN**, président de la commission royale. (MEMBRE D'HONNEUR.)
A. THIEL, commissaire général. (MEMBRE D'HONNEUR.)

MM. LE PRÉSIDENT des Ingénieurs suédois, Stockholm.
ALMGREN (F.), administrateur des chemins de fer suédois.
DE LAVAL.

SUISSE

MM. A. JEGHER, secrétaire général suisse pour l'Exposition Universelle de 1900. (MEMBRE D'HONNEUR.)
LE PRÉSIDENT de la Société Vaudoise des ingénieurs et architectes de Lausanne.
D^r AMSLER, correspondant de l'Académie des Sciences, à Schaffhouse.
LE COLONEL HUBER, président de la Société des mécaniciens suisses (Zurich).
le Prof. D^r R. GNEHM, directeur du Polytechnicum (Zurich).
NAVILLE, directeur des établissements Escher Wyss (Zurich).
SULZER (Wintherthur).
TETMAYER (Zurich).

COMITÉ D'ORGANISATION

BUREAU

Président.

M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, membre de l'Institut, inspecteur général des mines, directeur de l'Ecole nationale supérieure des mines, président du Comité de mécanique de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, boulevard Saint-Michel, 60.

Vice-Présidents.

MM. HIRSCH (Joseph), inspecteur général honoraire des ponts et chaussées, professeur au Conservatoire national des arts et métiers, membre du Comité de mécanique de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, rue Castiglione, 1.

LINDER (Oscar), inspecteur général des mines en retraite, président du Comité technique des machines (Exposition Universelle de 1900), ancien président de la Commission centrale des machines à vapeur, vice-président du Conseil et membre du Comité de mécanique de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, rue du Luxembourg, 38.

LOREAU (Alfred), ingénieur des arts et manufactures, ancien président de la Société des ingénieurs civils de France, boulevard Saint-Germain, 243.

Secrétaires.

MM. BOYER-GUILLON (A.), ingénieur civil des mines, préparateur du cours de mécanique appliquée aux arts du Conservatoire national des arts et métiers, rue de Tocqueville, 4.

COMPÈRE (Charles), ingénieur des arts et manufactures, directeur de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur, rue de Rome, 66.

MASSON (Léon), ingénieur des arts et manufactures, sous-directeur du Conservatoire des arts et métiers, membre du Comité de mécanique de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, rue Saint-Martin, 292.

RICHARD (Gustave), ingénieur civil des mines, membre honoraire du Conseil et agent général de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, rue de Rennes, 44, secrétaire de la rédaction de la *Revue de Mécanique*.

RICHEMOND (Pierre), ingénieur des arts et manufactures, de la maison Weyber et Richemond, rue Ampère, 49.

WALCKENAER (Charles), ingénieur en chef des mines, rapporteur de la Commission centrale des machines à vapeur, boulevard Saint-Germain. 218.

Trésorier.

M. RICHARD (Gustave), 44, rue de Rennes.

MEMBRES

MM.

- BADOIS** (Edmond), ingénieur des arts et manufactures, rue Blanche, 12.
- BARBET** (Alexandre), ingénieur des arts et manufactures, membre du Comité de mécanique de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, administrateur délégué de la Compagnie des chemins de fer nogentais, rue de l'Université, 57.
- BARQUAND** (Émile), machines-outils de précision, avenue de l'Opéra, 9.
- BAUDRY** (Charles), ancien ingénieur du génie maritime, ingénieur en chef du matériel et de la traction des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, quai de la Tournelle, 27.
- BOURDON** (Charles), ingénieur en chef des installations mécaniques à l'Exposition de 1900, professeur à l'École centrale, boulevard Beauséjour, 1.
- BOURDON** (Édouard), ingénieur des arts et manufactures, membre du Comité de mécanique de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, président de la Chambre syndicale des mécaniciens chaudronniers et fondeurs de Paris, rue du Faubourg-du-Temple, 74.
- BRULL** (Achille), membre du Comité de mécanique de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, ancien président de la Société des ingénieurs civils de France, boulevard Malesherbes, 117.
- CANET** (Gustave), ingénieur des arts et manufactures, directeur de l'artillerie de MM. Schneider et C^{ie}, boulevard Malesherbes, 1, président de la Société des ingénieurs civils de France.
- CLÉRAULT**, ingénieur en chef des mines, ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, membre de la Commission centrale des machines à vapeur, rue Monceau, 42.
- COLLIGNON**, inspecteur général des ponts et chaussées en retraite, examinateur de mécanique à l'École polytechnique, membre du Comité de mécanique et secrétaire de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, rue de Seine, 6.
- DEBIZE** (Alphonse), ingénieur en chef du service central des Constructions des manufactures de l'État, professeur à l'École d'application des manufactures de l'État, quai d'Orsay, 63.
- DE DION** (le comte Albert), président de la Chambre syndicale de l'Automobile, 24, quai National, à Puteaux (Seine).
- DILIGEON** (Émile), ingénieur des arts et manufactures, membre du Comité de mécanique de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, rue Saint-Maur, 54.
- FORESTIER** (Georges), inspecteur général des ponts et chaussées, rue de Lille, 5.
- KREBS** (Arthur), commandant du Génie en retraite, directeur des anciens établissements Panhard et Levassor, avenue d'Ivry, 19.
- KREUTZBERGER** (Frédéric-Guillaume), ancien ingénieur mécanicien pour les établissements de l'artillerie, fondateur des ateliers de Puteaux, rue de Neuilly, 140, à Puteaux (Seine).
- LÉAUTÉ** (Henry), membre de l'Institut, professeur de mécanique à l'École polytechnique, boulevard de Courcelles, 20.
- LE BLANC** (Jules), ingénieur constructeur, rue du Rendez-Vous, 52.
- LIEBAUT** (Arthur), administrateur de la Société des Établissements Weyher et Richemond, membre du Conseil supérieur du travail, membre de la Société nationale d'agriculture, de la Commission centrale des machines à vapeur, du Conseil supérieur de l'enseignement technique, du Conseil de perfectionnement du Conservatoire des arts et métiers, membre du Comité des arts et manufactures, président honoraire de la Chambre syndicale des mécaniciens, inspecteur régional de l'enseignement technique, 72, avenue Marceau.
- MALLET** (Anatole), ingénieur civil, lauréat de l'Institut et de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, avenue Trudaine, 30.
- MICHEL-LÉVY** (Auguste), membre de l'Institut, ingénieur en chef des mines, rapporteur de la Commission centrale des machines à vapeur, rue Spontini, 26.
- ORLY** (Albert), ingénieur en chef des mines, directeur général de la Compagnie générale de traction, directeur de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur du Nord de la France, ancien directeur de l'École des mines de Saint-Étienne et de l'Institut industriel du Nord de la France, rue Clapeyron, 23.
- PÉRISSÉ** (Sylvain), ingénieur des arts et manufactures, président de l'Association des industriels de France contre les accidents du travail, membre du comité de l'inspection de l'enseignement industriel et commercial, rue d'Amsterdam, 67.
- PEUGEOT** (Armand), président de la Chambre syndicale de l'industrie vélocipédique, de la locomotion automobile et des industries qui s'y rattachent, boulevard Gouvion-Saint-Cyr, 3.

MM.

POLONCEAU (Ernest), ancien président de la Société des ingénieurs civils de France, ancien ingénieur en chef du matériel et de la traction, ingénieur conseil de la Compagnie du chemin de fer d'Orléans, membre du Comité de mécanique de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, rue de Verneuil, 55.

RATEAU, ingénieur des mines, ingénieur conseil des ateliers Sautter-Harlé et C^{ie}, 105, quai d'Orsay.

RIBOURT (Léon), ingénieur des arts et manufactures, professeur à l'École centrale, ingénieur à la Direction centrale de la Compagnie de Fives-Lille, rue Caumartin, 64.

ROZÉ, répétiteur à l'École polytechnique, professeur de mécanique à l'École de physique et de chimie de la ville de Paris, membre du Comité de mécanique de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, rue du Cardinal-Lemoine, 62.

SARRAU (Émile), membre de l'Institut, professeur de mécanique à l'École polytechnique, avenue Daumesnil, 9 bis, à Saint-Mandé (Seine).

SAUVAGE (Édouard), ingénieur en chef des mines, professeur à l'École nationale supérieure des mines, membre du Comité de mécanique de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, rue Eugène-Flachat, 14.

SIMON (Édouard), ingénieur civil, membre du Comité de mécanique de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, secrétaire général de l'Association des industriels de France contre les accidents du travail, boulevard du Montparnasse, 89.

SOREAU (Rodolphe), ingénieur civil, ancien élève de l'École polytechnique, expert près le Conseil de Préfecture de la Seine, secrétaire de la Société des ingénieurs civils, rue de Clichy, 35.

TRESCA (Gustave), ingénieur adjoint, conservateur des collections au Conservatoire national des arts et métiers, rue Saint-Martin, 292.

VALETTE (comte Henri de La), ingénieur civil des mines, inspecteur des travaux publics au Ministère des Colonies, secrétaire technique de l'Automobile-Club de France, secrétaire du Comité technique du Touring-Club de France, boulevard Saint-Germain, 62.

LISTE DES MEMBRES

MM.

Agisson, ingénieur, 177, faubourg Saint-Martin, Paris.
Alby (A.), ingénieur des ponts et chaussées, 22, place Malesherbes, Paris.
Alers (Ch.), ingénieur, 65, boulevard Arago, Paris.
Alfassa (G.), ingénieur, 15, rue Soufflot, Paris.
Algrin (R.), ingénieur, 7, rue des Bauges, Paris.
Allemand (G.), ingénieur, à La Croix-aux-Mines, par Laveline (Vosges).
Allest (J. d'), administrateur délégué de la Société et Ateliers de Provence, 40, chemin de la Madrague, Marseille.
Almeida (E. d'), ingénieur, 118, rue Saussure, Paris.
AMERICAN (The) **INSTITUTE OF MINING ENGINEERS** à New York (*Donateur*).
Amstutz (E.), ingénieur, usines Peugeot, à Valentigney (Doubs).
Ansaloni (A.), ingénieur, 47, rue de Rome, Paris.
Ansat (A.), loueur de locomotives, 39, rue de Flandre, Paris.
Antheau (J.), chef du bureau des études, aérostation militaire à Chalais-Meudon (Seine-et-Oise).
Anthoni (J.), ingénieur, 17, avenue Niel, Paris.
Arbel (P.), ingénieur, 4, rue du Luxembourg, Paris.
Archambault de Vençay, ingénieur, 29, rue de Noyon, Amiens.
Armengaud jeune, ingénieur conseil, 23, boulevard de Strasbourg, Paris.
Arson (L.), ingénieur, 90, boulevard de Courcelles, Paris.
Aubert, ingénieur au corps des mines, à Amiens (Somme).
Aubrat, ingénieur civil, 118, rue Caulaincourt, Paris.
Audant (F.), ingénieur, compagnie des tramways de l'Est-Parisien, 12, rue Halévy, Paris.
Aufort (A.), ingénieur-constructeur, à Vierzon (Cher).
Augé (Daniel), ingénieur, 92, rue des Arts, à Levallois-Perret (Seine).
Babey (Émile), ingénieur aux usines de Fives-Lille (Nord).
Baclé (L.), ingénieur civil des mines, 57, rue de Châteaudun, Paris.

MM.

Badois (Edmond), ingénieur, 12, rue Blanche, Paris.
Bailloud, ingénieur civil des mines, 106, avenue de Villiers, Paris.
Bailly (A.), ingénieur à Cockerill, Seraing (Belgique).
Baldauff, ingénieur, 18, rue d'Espagne, Tunis.
Baldy, ingénieur en chef des ponts et chaussées, Perpignan.
Balsan (Ch.), manufacturier, 8, rue de la Baume, Paris.
Bar (Jean), manufacturier, Rantigny (Oise).
Barade (F.), ingénieur de la maison Niclausse, rue de la Prévoyance, à Gagny (Seine-et-Oise).
Barbet (Alexandre), ingénieur, 53, avenue de Paris, à Versailles.
Bardet (J.), ingénieur, 46, avenue de la République, Paris.
Bardou (E.), ingénieur, 75, rue Raynouard, Paris.
Bariquand (Émile), machines-outils, 9, avenue de l'Opéra, Paris.
Barry (M.), ingénieur constructeur, château des Villettes, par Saint-Just (Haute-Vienne).
Baron (Maurice), ingénieur, à Deville-les-Rouen (Seine-Inférieure).
Bartaumieux (Ch.), architecte, 66, rue la Boétie, Paris.
Barzano (Carlo), ingénieur, 1, fore Bonaparte, à Milan (Italie).
Bassères (B.), ingénieur à la compagnie de Fives-Lille, 64, rue Caumartin, Paris.
Bataille-Aushert, chef du bureau des Études, fonderie de canons, à Bourges.
Batard-Razelière, ingénieur des ponts et chaussées à Marseille.
Baudry (Ch.), ingénieur en chef à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, 27, quai de la Tournelle, Paris.
Baumann (A.), ingénieur civil, 12, cité Pelleport, Paris.
Bazin (E.), directeur de la fonderie à Vannes (Morbihan).
Beaupré (E.), constructeur mécanicien, 8, rue Victor-Hugo à Montreuil (Seine-et-Marne).
Bel (J.-M.), ingénieur conseil, 4, place Denfert-Rochereau, Paris.
Belelubsky, professeur, 4, Serponchowskaïa, à Saint-Petersbourg (Russie).
Belle (L.), ingénieur, 1, boulevard du Temple, Paris.

MM.

Bellefille, ingénieur à Montceau-les-Mines (Saône-et-Loire).
Bellens, ingénieur, 39, rue de Constantinople, Paris.
Benet (Laurence V.), ingénieur, 21, rue Royale, Paris.
Benoît (E.), ingénieur, 84, rue Oberkampf, Paris.
Béranger (Ch.), ingénieur civil des mines, 15, rue des Saints-Pères, Paris.
Berge (R.), ingénieur civil, 12, rue Pierre-Charron, Paris.
Bernardo da Costa, ingénieur, 14, boulevard Pasteur, Paris.
Berrier-Fontaine, directeur de l'établissement d'Indret par la Basse-Indre (Loire-Inférieure).
Berthon (L.), ingénieur, 51, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.
Berthoud, ingénieur, 14, rue de la République, à Saint-Étienne.
Bertin (Émile), directeur du Génie maritime, 8, rue Garancière, Paris.
Bertrand (Vital), ingénieur des ponts et chaussées à Laon (Aisne).
Beyroux (G.), ingénieur, 19, rue Albouy, Paris.
Biard, ingénieur principal du matériel à la Compagnie de l'Est, 14, rue Monsieur-le-Prince, Paris.
Bienaimé (L.), ingénieur, 146 bis, rue de Rennes, Paris.
Bienvelet (L.), ingénieur, 15, rue de la Muette, à Maisons-Laffitte (Seine-et-Oise).
Bikoff (Nicolas de), ingénieur, Institut technique à Saint-Petersbourg (Russie).
Billy (de), ingénieur des mines, 73, rue de Courcelles, Paris.
Biseau (Ch.), ingénieur, 27, rue Vital, Paris.
Biver, ingénieur, 90, rue Joffroy, Paris.
Bloch (P.), maître de forges, 60, rue de Vivier, à Auber-villiers (Seine).
Blondeau, ingénieur civil, 53, rue d'Auteuil, Paris.
Blondel, ingénieur des ponts et chaussées, 41, avenue de la Bourdonnais, Paris.
Bochet (A.), ingénieur, 14, rue de Passy, Paris.
Boettcher (E.), ingénieur, 39, avenue de la République, Paris.
Boghos Nubar Pacha (S. E.), Le Caire (Égypte).
Boileau (H.), ingénieur, 60, rue de la Victoire, Paris.
Boisgrollier (Joseph de), directeur des usines de Mazières, à Bourges (Cher).
Bolle, ingénieur, 16, rue de Bourgogne, à Vienne (Isère).
Bollinckx (H.), ingénieur, 95, chaussée de Mons Anderlecht, Bruxelles (Belgique).
Bonaparte (Prince Roland), 10, avenue d'Iéna, Paris.
Bonjour, ingénieur, 71, rue Lafayette, Paris.
Bonnaffous, constructeur mécanicien, 59, rue des Cloys, Paris.
Bonnet (J.-B.), ingénieur mécanicien, à Bouges (Indre).
Bonnin (Ch.), ingénieur à la Compagnie du Nord, 171, boulevard de la Liberté, à Lille.
Bontemps, ingénieur, 11, rue de Lille, Paris.
Bonvillain (Ph.), ingénieur, 6, rue Blanche, Paris.
Bosquillon de Jenlis, ingénieur, 48, rue Saint-Jean, à Saint-Quentin (Aisne).

MM.

Bordenave, ingénieur de l'usine Menier, à Noisiel-sur-Marne (Seine-et-Marne).
Bordier (E.), ingénieur, 60, rue de la Tour, Paris.
Borschneck, capitaine du génie à l'établissement d'aérostation militaire, à Chalais, près Meudon (Seine-et-Oise).
Boschan (Von), pavillon Henri IV, à Saint-Germain-en-Laye (Seine-et-Oise).
Bossu (H.), ingénieur civil, 2, rue des Trois-Frères, Paris.
Bouchacourt (E.), ingénieur à Fourchambault (Nièvre).
Bouchet, ingénieur, 22, rue Alphonse-de-Neuville, Paris.
Bouffet, ingénieur en chef des ponts et chaussées à Carcassonne (Aude).
Bouillaut, ingénieur, fabricant de sucre, à Noyon (Oise).
Bouillon-Bey, ingénieur, 64, rue Caumartin, Paris.
Boulenger (Alexandre), ingénieur, à Choisy-le-Roi (Seine).
Boulvin, 18, boulevard du Fort, à Gand (Belgique).
Bouquillon (G.), ingénieur, 2, avenue Saint-Dominique, à Montargis (Loiret).
Bourdon (Ed.), ingénieur constructeur, 74, faubourg du Temple, Paris.
Bourdon (Ch.), ingénieur, 1, boulevard Beauséjour, Paris.
Bourgoin, ingénieur, 126, rue Lafayette, Paris.
Bourguignon (P.), ingénieur, 34 bis, boulevard Saint-Marcel, Paris.
Bourguin, ingénieur en chef des ponts et chaussées à Reims (Marne).
Bouron (H.), ingénieur, 20, avenue de Gigant, à Nantes.
Bouruet-Aubertot, ingénieur, 6, rue François-I^{er}, Paris.
Bousquet (Du), ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie du Nord, 78, rue des Poissonniers, Paris.
Boutteville (H.), ingénieur en chef des ponts et chaussées, 87, boulevard Saint-Michel, Paris.
Boyer, ingénieur, administrateur délégué de la Société générale électrique et industrielle, 4, cité d'Antin, Paris.
Boyer-Guillon (A.), ingénieur, 5, place des Ternes, Paris.
Brancher (M.), ingénieur, 9, rue Mogador, Paris.
Brassaud (G.), ingénieur civil, 20, rue de l'Estrapade, Paris.
Briaud (A.), ingénieur, 36, boulevard Saint-Germain, Paris.
Bricard (H.), directeur des Forges et Chantiers de la Méditerranée, boulevard de Strasbourg, 45, Le Havre.
Brillié (H.), ingénieur de la marine à Indret, par Basse-Indre (Loire-Inférieure).
Brissonneau fils et A. Lotz, constructeurs mécaniciens, rue de la Brasserie à Nantes.
Brix (A.), colonel professeur à l'Académie d'artillerie, 22, Simbirskaja, à Saint-Petersbourg (Russie).
Brocq, ingénieur, 18, boulevard de Vaugirard, Paris.
Bronislaw Slaboszewicz, Fwerskdija Pimenovski pereulok, Maison A. Baranoff (pour l'ingénieur B. Slaboszewicz), Moskwa (Russie).

MM.

Brosser, ingénieur, maison Schneider, 42, rue d'Anjou, Paris.
Brulé, ingénieur constructeur, 31, rue Boinod, Paris.
Brüll (A.), ingénieur civil, 117, boulevard Malesherbes, Paris.
Brun (Ed.), fabricant de sucre, à Hattencourt (Somme).
Bruneton (J.), ingénieur, 245, rue Marcadet, Paris.
Brusselet (A.), ingénieur, 407, rue de Vaugirard, Paris.
Bryan-Donkin, à Reigate (Angleterre).
Bunji-Mano, ingénieur au Collège Impérial University, à Tokio (Japon).
Buquet (Paul), directeur de l'École centrale des arts et manufactures, 1, rue Montgolfier, Paris.
Burkard (P.), ingénieur, 67, rue du Grand-Chemin, à Roubaix.
Buxtorf (Emmanuel), ingénieur, 23, rue de Paris, à Troyes (Aube).
Cagniant (Commandant), directeur des Domaines de Gafsa à Sfax (Tunisie).
Caillard (V.), ingénieur, rue de Prony, Le Havre (Seine-Inférieure).
Caillatte, ingénieur, 54, rue de Prony, Paris.
Callens (E.), ingénieur civil des mines, 2, rue de l'Intendance, à Toulon.
Cambier (Th.), ingénieur, 4, avenue Carnot, Paris.
Campion (P.), ingénieur à la Compagnie de l'Ouest, 21, rue Thiers, à Charleville.
Cance (A.), ingénieur, 5, rue Saint-Vincent-de-Paul, Paris.
Canet (Gustave), ingénieur, directeur de l'artillerie de MM. Schneider et C^{ie}, 42, rue d'Anjou, Paris.
Canonne (E.), ingénieur, à Walincourt (Nord).
Cantillon (A. de), ingénieur, Villa de la Réunion, 124, avenue de Versailles, Paris.
Carouac (Armand), ingénieur, à Aubin (Aveyron).
Cariage (F.), ingénieur directeur d'usines, à Maubeuge.
Carié (P.), ingénieur, 4, rue Murillo, Paris.
Casalonga, ingénieur conseil, 15, rue des Halles, Paris.
Casevitz (H.), ingénieur, 8 bis, avenue Henri-Martin, à Nanterre (Seine).
Castaing (J.), ingénieur des ponts et chaussées à Laval.
Castel (Ch.), inspecteur général des mines, en retraite, 72, cours de Vincennes, Paris.
Cauvin (Ernest), ingénieur, 5, rue de Milan, Paris.
Cavalcanti (Vital Brandão), ingénieur de la marine, Rua Bambina, n° 66, Casa IV, à Rio de Janeiro (Brésil).
Cavalier (H.), directeur de la Compagnie française Babcock et Wilcox, 9, rue des Ateliers, à Montpellier.
Cavelier de Mocomble, ingénieur, 83, boulevard Magenta, Paris.
Casaubon (A.), ingénieur, 43, rue Notre-Dame-de-Nazareth, Paris.
Gentner (A.), ingénieur, 24, rue de Châteaudun, Paris.
Chabal, ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, 20, boulevard Diderot, Paris.

MM.

Chabert (E.), ingénieur, 6, rue du Mont-Thabor, Paris.
Chambard (Arthur), inspecteur départemental de l'enseignement technique, à Auxerre (Yonne).
Chambon (L.), ingénieur mécanicien, 70, rue de Crimée, Paris.
Chambre de Commerce de Paris, représentant : M. Pozzy, 2, place de la Bourse.
Chambrelet (Alphonse), ingénieur, 7, rue Gounod, Paris.
Chasles (H.), ingénieur, 7 bis, rue du Louvre, Paris.
Château (J.), ingénieur, 118, rue de Montmartre, Paris.
Chaudel-Page, ingénieur, au Valdoie, près Belfort.
Chaussegros, ingénieur en chef de la Compagnie d'Orléans, en retraite, 3, place Jussieu, Paris.
Chaussonot (H.), ingénieur, 11, avenue Trudaine, Paris.
Chauveau (G.), directeur de la Société des voitures automobiles, 20, rue des Belles-Feuilles, Paris.
Chauvet, ingénieur, 6, rue Pagès, à Suresnes (Seine).
Chauvière (L.), 27, ingénieur, boulevard des Capucines, Paris.
Chauvin (A.), dessinateur à Nieul, commune de Montierchaume, par Châteauroux (Indre).
Chevrier, ingénieur à l'usine des couleurs métalliques à Charleval (Eure).
Christ (Émile), ingénieur, 15, rue de Milan, Paris.
Clamens (J.-B.), ingénieur, 9, rue Louis-le-Grand, Paris.
Clamouse, modeleur mécanicien, 106, rue Oberkampf, Paris.
Claudet, ingénieur des ponts et chaussées, à Lons-le-Saunier.
Cleiren (Ch.), ingénieur, 30, rue George-Sand, Paris.
Clerc (J.) et Gendre, ingénieurs, 182, boulevard de la Villette, Paris.
Clérault, ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie de l'Ouest, 44, rue de Rome, Paris.
Clercq (Comte de), ingénieur en chef à la Compagnie de Suez, 112, boulevard de Courcelles, Paris.
Cluzet (F.), ingénieur, 15, rue de Bouvines, à Lille.
Coblentz, ingénieur des ponts et chaussées, à Honfleur (Calvados).
Cody (P.), ingénieur, 191, rue de Normandie, à Gravelle-Sainte-Honorine (Seine-Inférieure).
Colby (Albert Ladd), hôtel Binda, 11, rue de l'Échelle, Paris.
Collet (A.), ingénieur, 13, rue de Turin, Paris.
Collignon, inspecteur général des ponts et chaussées, en retraite, 6, rue de Seine, Paris.
Collon (E.), ingénieur à la Blanchisserie, route de Grasse, à Cannes.
Comité central des Houillères de France, 55, rue de Châteaudun, Paris.
Comptoir National d'Escompte (M. Bonnin), ingénieur au service des Études financières, représentant, 11, rue Bergère, Paris.
Compagnie de Fives-Lille (Nord), 64, rue Caumartin, Paris.
Compagnie générale des Omnibus (M. Mommerqué), représentant, 155, rue Saint-Honoré, Paris.

MM.

Compagnie française de Mines d'or et d'Exploration, 20, rue Taibout, Paris.
 Compagnie des Mines de Vicoigne et Nœux, à Nœux-les-Mines (Pas-de-Calais), représentant: M. Alin.
 Compagnie française Babcock et Wilcox, 15, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.
 COMPÈRE, directeur de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur, 66, rue de Rome, Paris (*Donateur*).
 Conteville, ingénieur, 5, rue d'Italie, à Vincennes (Seine).
 Contrestin (A.), ingénieur constructeur, à Saint-Nazaire.
 Corbeaux (L.), ingénieur des ponts et chaussées, place de la Porte-Notre-Dame, à Cambrai.
 Cordier (L.), ingénieur, 16, rue Lagrange, Paris.
 Corner Julius ingénieur constructeur, à Péruwelz (Belgique).
 Cossin, ingénieur, 55, rue de Chalon, le Creusot, (Saône-et-Loire).
 Coulaud, mécanicien constructeur, 7, impasse de la Baleine, Paris.
 Courtois, ingénieur civil, 61, rue Balagny, Paris.
 Coutrot (H.), ingénieur civil des mines, 14, rue Brémontier, Paris.
 Crédit Lyonnais, service des Études financières 19, boulevard des Italiens, Paris.
 Crepelle, ingénieur, 50, rue de Valenciennes, à Lille.
 Crépin (Christian), ingénieur, à Saulty (Pas-de-Calais).
 Croahé, directeur de la Société Lyonnaise, 40, avenue de Suffren, Paris.
 Grozet, ingénieur de la maison Normant frères, 6, rue du Four, à Romorantin (Loir-et-Cher).
 Guau fils (Charles), élève à l'École nationale supérieure des mines, 137, boulevard Magenta, Paris.
 Damoiseau, ingénieur, 2 bis, rue du Bac à Asnières (Seine).
 Dardenne (A.), directeur commercial de la Société des Ciments français, 80, rue Taibout, Paris.
 Darracq (P.), manufacturier, usines Perfecta, à Suresnes (Seine).
 Darras (A.), ingénieur constructeur, 123, boulevard Saint-Michel, Paris.
 Daubron (L.), ingénieur, 210, boulevard Voltaire, Paris.
 David (H.), constructeur mécanicien, 3, rue de l'Échelle, à Orléans (Loiret).
 David-Plé, mécanicien, à Brézolles (Eure-et Loir).
 Davidsen, ingénieur, 5, rue Fénélon, Paris.
 Debaue, ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Beauvais (Oise).
 Debize (A.), ingénieur en chef des manufactures de l'État, 63, quai d'Orsay, Paris.
 Debray (P.), ingénieur en chef des ponts et chaussées, 41, avenue Kléber, Paris.
 Deharme (P.), ingénieur, 30, rue Berthollet, Paris.
 Delachanal (Élie), ingénieur, 32, rue du Docteur-Couture, Le Havre.
 Delafosse (L.), directeur des mines de Tréllys, au Martinet (Gard).

MM.

Delamare-Debouteville (E.), ingénieur, château de Montgrimon à Fontaine-le-Bourg (Seine-Inférieure).
 Delaplanche, directeur des constructions maritimes de Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
 Delmas, ingénieur, à Montpellier (Hérault).
 Delmas, ingénieur, 10, boulevard Émile-Augier, Paris.
 Deloffre (Auguste), fondeur mécanicien, rue de la Gare, Le Cateau (Nord).
 Delsol, ingénieur civil, 8, rue de la Poste, à Toulouse.
 Demenge, administrateur des Forges de Douai, 89, avenue de Villiers, Paris.
 Denis-Luc, ingénieur, 48, rue Sarvan, Paris.
 Depreux (H.), ingénieur civil, industriel, à Viesly (Nord).
 Deroche (M.), constructeur, 21, rue Labois-Rouillon, Paris.
 Desbont (de), Constantin, chimiste, Slaviansk, gouvernement de Karkow (Russie).
 Desbrochers des Loges (Ch.), ingénieur, 12, boulevard Saint-Germain, Paris.
 Deschamps (Jules), ingénieur civil, 4, avenue des Ternes, Paris.
 Deschamps (Henry), professeur à la Faculté technique de l'Université, 9 rue des Vingt-Deux, à Liège (Belgique).
 Desdoutis (G.), ingénieur en chef aux chemins de fer de l'État, 42, rue de Châteaudun, Paris.
 Desjuzeur, ingénieur directeur, 37, cours du Midi, à Lyon.
 Desmarais, ingénieur, 10, avenue Marceau, Paris.
 Desmarres (R.), ingénieur, 20, rue de Penthievre, Paris.
 Desnoyers (F.), manufacturier, 22, rue de Poitou, Paris.
 Desouches (A.), ingénieur, 38, avenue des Champs-Élysées, Paris.
 Desrozières, ingénieur électricien, 10, avenue Frochot, Paris.
 Destombes (A.), constructeur, 92, rue du Grand-Chemin, à Roubaix.
 Destriau (J.), ingénieur, 18, rue Monadey, à Bordeaux.
 Deurbergue (H.), ingénieur, 192, boulevard Malesherbes, Paris.
 Devé, capitaine d'artillerie, à Puteaux.
 Diesel (R.), ingénieur, Schackstrasse, 2, à Monchen (Allemagne).
 Dieudé-Defly (A.), ingénieur, usine à gaz, 8, route de la Corniche, à Nice.
 Digeon et fils, aîné, ingénieur constructeur, 15, rue du Terrage, Paris.
 Dijon (E.), constructeur, à Colonzelle (Drôme).
 Diligeon (Emile), ingénieur, 23 bis, avenue Niel, Paris.
 Dion (comte de), ingénieur, 24, quai National, à Puteaux.
 Directeur de la Compagnie de Suez, 9, rue Charras, Paris.
 Direction Générale des Usines des produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey, 9, rue Sainte-Cécile, Paris.

MM.

Dobler (F.), ingénieur, 5, rue de Rome, Paris.
Doepp (G. de), professeur à l'Institut technologique de l'empereur Nicolas I^{er}, à Saint-Petersbourg.
Dolizy, constructeur mécanicien, 41, rue des Trois-Bornes, Paris.
Dollot (E.), ingénieur, 9, rue Viète, Paris.
Dompieri (Ing. Gino), 221, rue de l'Université, Paris.
Donn (Edwin), ingénieur de la maison Armstrong, 8, Great George street Westminster J. W., à Londres.
Dor (Pierre), ingénieur, 7, rue Dieudé, à Marseille.
Dorian (G.), constructeur-mécanicien, 114, boulevard de Belleville, Paris.
Doumerc (A.), ingénieur, Société alsacienne, 7, rue Drouot, Paris.
Douziech, ingénieur, 70, boulevard Saint-Marcel, Paris.
Dubernard, ingénieur à la Compagnie des Mines de l'Escarpe, à Flers-en-Escrebieux (Nord).
Dubois (Robert), ingénieur-adjoint des études à la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, 44, rue de Rome, Paris.
Duchene (G.), ingénieur, 113, rue Jonfosse à Liège (Belgique).
Dujardin, ingénieur, 82, rue Brûle-Maison, à Lille.
Dulac (L.), ingénieur, 5, rue Bernouilli, Paris.
Dumez, ingénieur constructeur, 15, place de la Madeleine, Paris.
Dumont (Ch.), ingénieur civil des mines, 45, rue Riquet, Paris.
Dumontant (L.), ingénieur constructeur, Usine du Ray, à Nice.
Dumur (A.), ingénieur des ponts et chaussées, à Forcalquier (Basses-Alpes).
Duportail, ingénieur, 11, boulevard du Temple, Paris.
Dunod (M^{me} veuve Ch.), éditeur, 49, quai des Grands-Augustins, Paris.
Duranton (J.), ingénieur, 166, boulevard Voltaire, Paris.
Durieux, ingénieur, à Aulnay-les-Bondy (Seine-et-Oise).
DUVAL (Edmond), directeur de la Compagnie de Fives-Lille, 64, rue Caumartin, Paris (*Donateur*).
Duval-Pihet (N.), ingénieur constructeur, 6, rue Neuve-Popincourt, Paris.
Dwelshauwers-Déry, professeur à l'Université, 5, quai Marcellis, à Liège (Belgique).
Dwelshauwers-Déry fils, 60, avenue de l'Observatoire, à Liège (Belgique).
Dyckhoff (F.), ingénieur, administrateur délégué de la Société française des moteurs R. Diesel, à Bar-le-Duc (Meuse).
Engelém (Van G.), répétiteur à l'École spéciale du génie civil, à Gand (Belgique).
Erard (P.), ingénieur, Moulins de Jolivet, près Lunéville (Meurthe-et-Moselle).
Espinasse (G.), ingénieur, 17, rue Saint-James, à Neuilly-sur-Seine (Seine).
Eude (E.), ingénieur, 8, avenue d'Orléans, Paris.
Eude (P.), ingénieur, 30, rue Vital, Paris.
Euverte (J.), ingénieur, 6, rue de Seine, Paris.
Evens, ingénieur, 108, boulevard Richard-Lenoir, Paris.

MM.

Evette (A.), ingénieur, 243, rue Saint-Martin, Paris.
Fafeur (X.), ingénieur-constructeur, 5, square Gambetta, à Carcassonne (Aube).
FALIÈS (A.), ingénieur civil, 18, boulevard Montmartre, Paris (*Donateur*).
Farcot fils, ingénieur, 189, rue Lafayette, Paris.
Faucher (H.), ingénieur, 16, rue de Grammont, Paris.
Fauquier, ingénieur-constructeur de la maison Piguet et C^{ie}, 2, rue de Paris, à Lyon (Rhône).
Faure (A.), ingénieur, 59, rue de Roanne, à Saint-Étienne (Loire).
Faure (L.), ingénieur des ponts et chaussées, à Nîmes (Gard).
FAURE-BEAULIEU, ingénieur-constructeur, 54, avenue de la République, Paris (*Donateur*).
Fayolle (E.), ingénieur, 20, rue Turgot, Paris.
Feray (L.), ingénieur, 85, rue du Rocher, Paris.
Ferrier (A.), ingénieur, 163, rue Saint-Roch, à Saint-Étienne (Loire).
Filleul-Brohy (G.), ingénieur, 12, rue d'Anjou, Paris.
Filouque père, constructeur, à Bourtheroulde (Eure).
Firminhac, ingénieur, 17, boulevard Haussmann, Paris.
Flamant (A.), inspecteur général des ponts et chaussées, 1, rue Littré, à Alger.
FLEURY, ingénieur gérant du Comptoir de l'industrie linière, 9, rue d'Uzès, Paris (*Donateur*).
Follin (P.), ingénieur constructeur, Lisieux (Calvados).
Foureaux (M.), ingénieur civil, 54, rue de Chabrol, Paris.
Fontaine (M.), ingénieur principal des usines de Courrières, à Sallaumines (Pas-de-Calais).
Fontbonne (H. de), ingénieur, 26, avenue de Tourville, Paris.
Forestier (G.), inspecteur général des ponts et chaussées, 5, rue de Lille, Paris.
Forquenot, ingénieur, Études financières au Crédit Lyonnais, Paris.
Fort (L.), ingénieur à la Compagnie de l'Est, 11, quai de la Marne, à Épernay (Marne).
Fortin (Jules), ingénieur mécanicien, 13, rue du Commerce, à Raismes (Nord).
Fortin-Hermann, ingénieur civil, 138, boulevard du Montparnasse, Paris.
Foucart (E.), ingénieur, 2, avenue de Châteaudun, à Blois (Loir-et-Cher).
Fouché (F.), ingénieur, 38, rue des Écluses-Saint-Martin, Paris.
Fouchée (Emile), ingénieur civil, 22, rue Guillaume-le-Conquérant, Le Havre.
Fougerat (E.), ingénieur en chef honoraire des mines de Bruay, 46, rue Mozart, Paris.
Fournié (V.), inspecteur général des ponts et chaussées, 9, rue du Val-de-Grâce, Paris.
Fournier (V.), ingénieur, 6, rue du Foin, Paris.
Fournigault (M.), ingénieur, 93, avenue Thiers, Le Mans (Sarthe).
France (E. de), ingénieur civil des mines, 1, avenue de Tourville, Paris.
François, ingénieur, 28, rue des Damettes, à Puteaux (Seine).

MM.

Francoq, ingénieur civil des mines, 48, avenue Victor-Hugo, Paris.

Freire (Victor da Silva), professeur à l'École Polytechnique de São Paulo, 18, Caixa, São Paulo (Brésil).

Frémont (Ch.), ingénieur constructeur, 124, rue de Clignancourt, Paris.

Fuselier (Yves), ingénieur civil des mines, inspecteur de la Compagnie de l'Ouest, 59, boulevard Pasteur, Paris.

Gagnière (P.), 89, ingénieur, rue du Fort, à Argenteuil (Seine-et-Oise).

Galezowski (L.), ingénieur, 74, boulevard du Montparnasse, Paris.

Gallay (E.), ingénieur, 5, rue Borghèse, à Neuilly-sur-Seine (Seine).

Galliot (F.), ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Dijon (Côte-d'Or).

Gard, chef de bureau du matériel à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, 142, boulevard du Montparnasse, Paris.

Garin (J.), ingénieur, 35, rue Manin, Paris.

GARNIER, ingénieur-mécanicien, 54, avenue de la République, Paris (*Donateur*).

Garnier (Paul), ingénieur-constructeur, quai Jean-Bart, Redon.

Gatzouk (Alexis), professeur, 20, rue de Longchamps, Paris.

Gauthier (E.), ingénieur, maison Boas, Rodrigues, 67, boulevard de Charonne, Paris.

Gauthier (G.), ingénieur, 219, boulevard Voltaire, Paris.

Gauthier-Lathuille, ingénieur, 116, boulevard Richard-Lenoir, Paris.

Gauthier (A.), ingénieur, à Saint-Martin-du-Tertre (Seine-et-Oise).

Gendre (P.), ingénieur, à Arques-la-Bataille (Seine-Inférieure).

Gennequin (L.), ingénieur, 10, rue François-Miron, Paris.

Gennes (A. de), ingénieur civil des mines, 42, rue des Perchamps, Paris.

Geslain (F.), ingénieur des ponts et chaussées, 33 bis, boulevard Bourdon, Paris.

Geyer, ingénieur, 104, Grand-Chemin-de-Toulon, à Marseille.

Gilliot (P.), ingénieur des ponts et chaussées, 97, rue de Monceau, Paris.

Godillot (A.), ingénieur, 2, rue Blanche, Paris.

Golchot (Louis), ingénieur, à Montceau-les-Mines (Saône-et-Loire).

Goncourt (de), capitaine, section technique de l'artillerie, 1, place Saint-Thomas-d'Aquin, Paris.

Gontard, ingénieur, 4, rue de Bazeilles, Paris.

Gorvel, inspecteur des machines à la Compagnie du gaz, 6, rue Condorcet, Paris.

Gouchos, ingénieur, 24, rue Chaussée-de-Paris, à Vernon (Eure).

Gongis (A.), constructeur mécanicien à Auneau (Eure-et-Loir).

MM.

Gounot, ingénieur civil des mines, 17, rue de la Terrasse, Paris.

Grandel (E.), ingénieur civil des mines, usine Kuhlmann, à Loos (Nord).

Grangé (G.), ingénieur constructeur, 79, rue Manin, Paris.

Gré (A.), ingénieur, 6, place des Quinconces, à Bordeaux (Gironde).

Griffisch (G.), ingénieur à la Compagnie générale des omnibus, 27, rue Descombres, Paris.

Grisier (G.), ingénieur, à la Vierge, par Orsay (Seine-et-Oise).

Grobot (G.), ingénieur civil des mines, directeur des aciéries d'Assailly, à Lorette (Loire).

Gromadzinski (M.), constructeur-mécanicien, 23, rue d'Alleray, Paris.

Grosselin Père et fils, constructeurs, à Sedan (Ardennes).

Grouvelle, ingénieur, 18, avenue de l'Observatoire, Paris.

Guellac (L.), entrepreneur, Le Palais, à Belle-Isle-en-Mer (Morbihan).

Guérard (Adolphe), inspecteur général des ponts et chaussées, 8, rue Picot, Paris.

Guéret, ingénieur constructeur, 72, boulevard de la Gare, Paris.

Guérout (P.), ingénieur, 16, avenue Pauliani, Nice (Alpes-Maritimes).

Guérout (Paul), ingénieur, 17, rue Clapeyron, Paris.

Guerreau, ingénieur civil des mines, 4, rue de Lorraine, à Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Guerreiro (Mendès), ingénieur délégué du Portugal, 28, rue Poussin, Paris.

Guesdon (Ch.), ingénieur, à Condé-sur-Noireau (Calvados).

Guillain (F.), ingénieur, 55, rue Scheffer, Paris.

Guillemin (H.), ingénieur constructeur, à Albert (Somme).

Guillemin (G.), ingénieur, 16, rue du Sommerard, Paris.

Guillermé, ingénieur représentant de la Société Jules Jaluzot et C^{ie}, 114, rue de Provence, Paris.

Guillon, ingénieur des arts et manufactures, 3, avenue Reille, Paris.

Gunziger (E.), ingénieur, à Sars-Poteries (Nord).

Guyenet, ingénieur, 195, rue de l'Université, Paris.

HALLAM DE NITTIS, ingénieur, 42, rue Saint-Didier, Paris (*Donateur*).

Hamme (Van Ch.), conservateur général de l'Université, à Gand (Belgique).

Hanning (W.), ingénieur, 191, rue de l'Université, Paris.

HATON DE LA GOUPILLIÈRE, inspecteur général des mines, membre de l'Institut, 60, boulevard Saint-Michel, Paris (*Donateur*).

Hébert (Augustin), ingénieur, Saint-Philippe-sur-Risle (Eure).

Hégly (V.), ingénieur des ponts et chaussées, 8, rue Ternaux, à Sedan (Ardennes).

Heidet (A.), directeur des ateliers, fûts métalliques, à Juvisy (Seine-et-Oise).

Heilmann (J.-J.), ingénieur électricien, 38, rue de Laborde, Paris.

MM.

Heitz (Paul), ingénieur, 29, rue Saint-Guillaume, Paris.
 Henning (G. C.), 220, Broadway, New-York city (États-Unis).
 Henning (M^{me} G. C.), 220, Broadway, New-York city (États-Unis).
 Henry (A.), ingénieur, 61, rue Claude-Bernard, Paris.
 Henry (A.), ingénieur, 143, rue de Flandre, Paris.
 Henry (Ed.), ingénieur construct., 19, rue du Poteau, Paris.
 Henry (Ed.), ingénieur, ancien élève de l'École Polytechnique, 6, rue Clauzel, Paris.
 Henry (Ed.), ingénieur, 22, boulevard Saint-Germain, Paris.
 Herscher (E.), ingénieur des mines, 11, rue Jeanne-d'Arc, à Lille (Nord).
 Hersent (Ch.), directeur du tramway Vichy-Cusset, à Cusset (Allier).
 Hersent (J.), ingénieur, 22, place Malesherbes, Paris.
 Hervais (E.), ingénieur constructeur, rue de Chantoingt, à Clermont-Ferrand.
 Hervé (S.), ingénieur constructeur, 205, rue Sainte-Catherine, Bordeaux (Gironde).
 Hiard (L.), ingénieur, à Breteuil-sur-Iton (Eure).
 Hillairet (A.), 22, rue Vicq-d'Azir, Paris.
 Hiller (Edward G.), chief engineers, 28, Saint-Ann's Square, à Manchester (Angleterre).
 Hinstin (J.), ingénieur, 23, rue de Turin, Paris.
 HIRSCH (J.), inspecteur général des ponts et chaussées, 1, rue de Castiglione, Paris (*Donateur*).
 Hirn (G.), ingénieur, 6, rue Louis-Blanc, à Courbevoie (Seine).
 Hochgessand (J.), ingénieur, 117, boulevard de la Villette, Paris.
 Houbigant (O.), ingénieur civil, 18, rue du Lac, à Saint-Mandé (Seine).
 Hubeau (Jos.), ingénieur, 11, rue Mont-Saint-Martin à Liège (Belgique).
 Hubert (Herman), ingénieur en chef des mines, 66, rue Fabry, à Liège (Belgique).
 Hug (P.), ingénieur, fabricant de scies, 37, rue de Lyon, Paris.
 Hugon (G.), ingénieur civil des mines, 22, rue de Vic, à Calais (Pas-de-Calais).
 Huguet (A.), ingénieur, 22, rue Vicq-d'Azir, Paris.
 Huillier (F.), ingénieur principal des ateliers de la Compagnie de l'Ouest, 44, rue de Rome, Paris.
 Huré, ingénieur-constructeur, 218, rue Lafayette, Paris.
 Imbault (G.), ingénieur, rue du Cail, à Châteauneuf-sur-Loire (Loire).
 Institut Industriel du Nord, 17, rue Jeanne-d'Arc, à Lille (Nord).
 Isman (E.), ingénieur, 34, rue Gambetta, à Houilles (Seine-et-Oise).
 Jacoupy (L.), ingénieur civil des mines, 150 bis, boulevard Pereire, Paris.
 Jacquemin (L.), ingénieur, Salines de Laneuveville (Meurthe-et-Moselle).
 Janet (A.), ingénieur de la marine, 29, rue des Volontaires, Paris.

MM.

Janvier (V.), ingénieur, 44, rue d'Alésia, Paris.
 Japy (H.), ingénieur, 99, rue de Courcelles, Paris.
 Javaux, administrateur directeur de la Société Gramme, 33, rue Clavel, Paris.
 Jeanteaud, ingénieur civil, 51, rue de Ponthieu, Paris.
 Joanneton, ingénieur, 48, route de Sens, à Sainte-Savine (Aube).
 Jolibois, président du Comité, 46, quai de l'Hôtel-de-Ville, Paris.
 Joly (H.), ingénieur, 20, Alfred Place Bradford square, Londres.
 Joly, ingénieur en chef des ponts et chaussées, 11, rue du Printemps, Paris.
 Joly (G. de), ingénieur des ponts et chaussées, 3, rue de la Terrasse, Paris.
 Jomier, ingénieur des ponts et chaussées, à Cherbourg.
 Jonte (Emile), ingénieur, 42, rue Sedaine, Paris.
 Joret (L.), ingénieur, 9, rue Montaigne, Paris.
 Joubert (L.), ingénieur, 46, boulevard Magenta, Paris.
 Jouglot, ingénieur à l'École nationale d'arts et métiers, à Aix.
 Jouguet (E.), ingénieur des mines, 12, rue de Lodi, à Saint-Étienne (Loire).
 Journaux (E.), constructeur, Marigny-le-Cahouët (Côte-d'Or).
 Juvet (E.), ingénieur, Feuquières-en-Vimeu (Somme).
 Jubeau (H.), ingénieur représentant de la Société française de constructions mécaniques, 21, rue de Londres, Paris.
 Julien, 119, ingénieur, rue Saint-Maur, Paris.
 Julliot (H.), ingénieur, 19, rue de Flandre, Paris.
 Kan (M.), ingénieur, 97, avenue de Clichy, Paris.
 Kassmin (A.), professeur à l'École polytechnique de l'empereur Nicolas II, à Varsovie (Russie).
 Kazama (F.), lieutenant de la marine japonaise, Barrow-in-Furness Woodside Villa, Croslands Park (Angleterre).
 Keelhoff (F.), ingénieur des ponts et chaussées, chargé de cours à l'Université de Gand (Belgique).
 Kern (E.), ingénieur civil, 135, rue de Belleville, Paris.
 Kilanski (V. de), président de la Société d'encouragement de l'industrie et du commerce russe, Section de Varsovie, 23, rue Vladimir, à Varsovie (Russie).
 Klein (J. F.), professeur of mechanical Engineering Dectugh University, à Bethléem (Pa.) (États-Unis).
 Klotz (Victor), ingénieur, 18, place Vendôme, Paris.
 Korda (Désiré), ingénieur, 64, rue Caumartin, Paris.
 Kornowski (Henri), ingénieur, 33, rue Électorale, à Varsovie (Russie).
 Kouji-Satow, 38, Sutherland terrace, à Glasgow (Écosse).
 Kowalski (Ch.), ingénieur principal de la traction à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, 13, rue Allard, à Saint-Mandé (Seine).
 Kraft (Fr.), ingénieur, Cockerill, à Seraing (Belgique).
 Krauss (F.), ingénieur de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur, I Annagasse 3, Wien (Autriche).

MM.

Krebs (A.), commandant du génie en retraite, 19, avenue d'Ivry, Paris.
 Kreiss (A.), ingénieur, 44 bis, Grand'Rue, à Sèvres (Seine-et-Oise).
 Kreutzberger (F.), ingénieur mécanicien, 140, rue de Neuilly, à Puteaux (Seine).
 Krieg (E.), ingénieur, 7, rue Barbès, à Montrouge (Seine).
 Kuwada (Jompéi), mechanical Engineers military, à l'arsenal d'Osaka (Japon).
 Labeyrie (L.), contrôleur principal des mines, 4, place Armand-Carrel, Paris.
 Laboujonnrière (J.), faisant fonctions d'ingénieur des ponts et chaussées, à Saint-Yrieix (Haute-Vienne).
 Lachaume (L.), ingénieur, 12, faubourg Saint-Denis, Paris.
 Laclôtre (Jean), faisant fonctions d'ingénieur des ponts et chaussées, à Confolens (Charente).
 Lacoïn (L.), ingénieur, 40, rue d'Alsace, à Lunéville (Meurthe-et-Moselle).
 Lacour (A.), ingénieur civil des mines, 60, rue Ampère, Paris.
 Lacour-Vivant, constructeur mécanicien, à Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).
 Lacroix (G.), ingénieur (M. à briques), 177, quai de Valmy, Paris.
 La Ferté, ingénieur aux chantiers Schneider, à Chalon-sur-Saône.
 Laffargue (J.), ingénieur électricien, 70, boulevard Magenta, Paris.
 Laffont jeune, ingénieur mécanicien, à Fleurance (Gers).
 Lafon (Ph.), ingénieur civil, 39, rue des Archives, Paris.
 Lagille (Edmond), ingénieur à la Compagnie de Fives-Lille, à Fives-Lille (Nord).
 Lambert (Ch.), ingénieur, 73, rue de Turbigo, Paris.
 Lanier (G.), ingénieur conseil, 40, rue Lemercier, Paris.
 Lanza (Gaetano), professeur, Mass. Institut Technology, à Boston (États-Unis).
 Lapointe (G.), ingénieur constructeur, 9, rue Saint-Sébastien, Paris.
 Laporte (F.), ingénieur, 2, rue Saint-Simon, Paris.
 Largillière, ingénieur, directeur des usines de la Massadière, à Terre-Noire (Loire).
 Larivière (P.), ingénieur civil des mines, 164, quai Jemmapes, Paris.
 La Rivière (G.), ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Lille (Nord).
 Launay (Félix), ingénieur en chef de l'assainissement de Paris, 35, rue de Saint-Petersbourg, Paris.
 Laurent (E.), ingénieur, 12, rue Saint-Gilles, Paris.
 Laussedat (colonel), membre de l'Institut, 3, avenue de Messine, Paris.
 Laussedat (G.), ingénieur constructeur, à Rantigny (Oise).
 Laval (J. de), ingénieur voyer, à Fort-de-France (Martinique).

MM.

Laval (H.), ingénieur, 112, avenue Pereire, à Asnières (Seine).
 Lavallée-Poussin (L. de), consul honoraire, 182, faubourg Saint-Denis, Paris.
 Léauté (A.), membre de l'Institut, 20, boulevard de Courcelles, Paris.
 Lebart, ingénieur civil, 35, rue de Villiers, à Neuilly-sur-Seine (Seine).
 Lebert (Ed.), ingénieur, 20, rue Sainte-Hélène, Le Mans (Sarthe).
 Le Blanc (Jules), ingénieur constructeur, 52, rue du Rendez-Vous, Paris.
 Le Bris (Guy), ingénieur à la Compagnie de l'Ouest, 22, rue Lalo, Paris.
 Lebrun (A.), ingénieur des mines, 7, place Saint-Jean, à Nancy (Meurthe-et-Moselle).
 Lebrun (R.), ingénieur, à Nœux-les-Mines (Pas-de-Calais).
 Lecart (J.-B.), ingénieur, 26, avenue Trudaine, Paris.
 Lecerf (F.), ingénieur, villa Cora, à Cannes (Alpes-Maritimes).
 Le Chatelier (H.), ingénieur en chef des mines, 73, rue Notre-Dame-des-Champs, Paris.
 Lecod (A.), ingénieur, à Boisville (Eure-et-Loir).
 Lecomte (A.), ingénieur civil, 172, avenue Victor-Hugo, Paris.
 Lecornu, ingénieur en chef des mines, 3, rue Gay-Lussac, Paris.
 Ledru (E.), constructeur mécanicien, 71, rue des Archives, Paris.
 Lefer (E.), ingénieur, 66, boulevard de Strasbourg, Paris.
 Lefèvre (L.), ingénieur, directeur de la *Revue Noire*, 33, rue Meurcin, à Lille (Nord).
 Le Garrec, ingénieur civil, 6, rue du Palais, à la Rochelle (Charente-Inférieure).
 Le Gavrian (Paul), ingénieur, 282, boulevard Saint-Germain, Paris.
 Lehmann (A.), ingénieur, 49, avenue Victor-Hugo, Paris.
 Leitner (Henri), Oriental Institut Wolking Surrey (England).
 Lelièvre, ingénieur, 31, faubourg d'Alsace, à Épinal (Vosges).
 Lemaître (Jules), ingénieur, fabricant de tubes, à Hautmont (Nord).
 Lemarchand (Edmond), manufacturier, Le Houleme (Seine-Inférieure).
 Lemut (F.), ingénieur des mines, château de Bienville, à Eurville (Haute-Marne).
 Lenoir (M.), ingénieur civil, 22, rue Albert-Joly, à Versailles (Seine-et-Oise).
 Lepelletier (capitaine), section technique de l'artillerie, 1, place Saint-Thomas-d'Aquin, Paris.
 Lepeu (J.), ingénieur, 95, rue Greuze, Paris.
 Lequin, ingénieur, 94, rue Jouffroy, Paris.
 Lérissé (F.), chef mécanicien à l'usine frigorifique, à Verdun (Meuse).

MM.

Lerond, ingénieur des ponts et chaussées, 106, rue Miromesnil, Paris.
Leroux (A.), directeur de la sucrerie Say, à Pont-d'Ardrès (Pas-de-Calais).
Leroux, ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Tours (Indre-et-Loire).
Leroy (Ch.), ingénieur en chef aux aciéries de la marine, à Saint-Chamond (Loire).
Leroyer de Longraire, ingénieur civil, 23, quai Voltaire, Paris.
Le Sauvage, ingénieur des constructions navales, à Arles.
Lespinats (V. de), ingénieur, 27, rue Victor-Hugo, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
Letombe (L.), ingénieur, 3, place de Rihour, à Lille (Nord).
Letort, ingénieur directeur du matériel de la raffinerie Say, 123, boulevard de la Gare, Paris.
Levéque (Daniel), mécanicien, à Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or).
Lévy (Lambert), inspecteur divisionnaire des chemins de fer du Nord, à Cambrai (Nord).
Liébaut (Arthur), ingénieur constructeur, 72, avenue Marceau, Paris.
Liet (J.), ingénieur, 182, rue de Belleville, Paris.
Linder (O.), inspecteur général des mines, en retraite, 38, rue du Luxembourg, Paris.
Liottier (E.), ingénieur, au François (Martinique).
Lippkowski (J. de), ingénieur, 37, rue Taitbout, Paris.
Lissianski (Michel), professeur à l'École polytechnique de l'empereur Nicolas II, à Varsovie (Russie).
Lokart (E.), ingénieur, 1, boulevard Fulton, à Oran (Algérie).
LOMONT, ingénieur, château de Boulan, à Albert (Somme) (*Donateur*).
Lonchakoff (A.), usine Poutiloff, à Saint-Petersbourg (Russie).
Lonquétty (M.), ingénieur, 58, rue de Londres, Paris.
Lordier (Ch.), ingénieur, 44, rue de Rome, Paris.
Loreau (Alfred), ingénieur civil, 243, boulevard Saint-Germain, Paris.
Loreau (René), ingénieur, 243, boulevard Saint-Germain, Paris.
Lorieux (Louis), ingénieur, 32, boulevard de Courcelles, Paris.
Lorilleux (Ch.), industriel, 157, rue de la République, à Puteaux.
Lorriette (J.), à Jeantes, par Plomion (Aisne).
Lotz (Alfred), fils de l'aîné, ingénieur constructeur, rue Canclaux, à Nantes (Loire-Inférieure).
Loubat (J.) et C^e, 15, boulevard Saint-Martin, Paris.
Louvel (M.), ingénieur chef du service des études et travaux de la Compagnie du gaz, 6, rue Condorcet, Paris.
Lyon (M.), ingénieur, 83, avenue du Bois-de-Boulogne, Paris.
Maohy (R.), ingénieur, 39, avenue de Bondy, à Noisy-le-Sec (Seine).

MM.

Maechel (E.), dessinateur aux forges de Gueugnon (Saône-et-Loire).
Maglin, ingénieur, 9, rue du Montparnasse, Paris.
Magnard (E.), directeur de la fonderie de Fourchambault (Nièvre).
Maire (E.), ingénieur, 45, rue Jeanne-d'Arc, à Reims (Marne).
Malicot et Blin, constructeurs mécaniciens, 103, avenue de la République, à Aubervilliers (Seine).
Mallet (A.), ingénieur, 30, avenue Trudaine, Paris.
Mallet (H.), ingénieur, attaché au Creusot, 24, boulevard du Guide Le Creusot (Saône-et-Loire).
Mandon (F.), ingénieur, 21, rue Martel, Paris.
Manhes (A.), directeur de la Compagnie des tramways de Cannes (Alpes-Maritimes).
Marandon (R.), constructeur mécanicien, à Tauxières (Marne).
Marchand (E.), ingénieur, 101, faubourg Saint-Denis, Paris.
Marchand (E.), ingénieur, 233, rue Saint-Honoré, Paris.
Marchis (Lucien), professeur à la Faculté des sciences de Bordeaux (Gironde).
Margaine, ingénieur des ponts et chaussées, 1, quai de la Joliette, à Marseille (Bouches-du-Rhône).
Marié (Georges), ingénieur, 4, boulevard des Sablons, à Neuilly-sur-Seine (Seine).
Markiewicz (P.), ingénieur, 44, rue Hamelin, Paris.
Marot, ingénieur, 155, boulevard Malesherbes, Paris.
Martine (G.), industriel, 15, rue de Roubaix, à Lille (Nord).
Marx (A.), ingénieur, 97, boulevard Malesherbes, Paris.
Masse (R.), ingénieur, 52, rue de Paris, à Noyon (Oise).
Masse (R.), ingénieur civil des mines, 15, rue de Bruxelles, Paris.
Massin, contrôleur principal des mines, 16, rue des Ursulines, à Saint-Denis (Seine).
Masson et fils, ingénieur, 52, rue Popincourt, Paris.
Masson (Ch.), ingénieur, 40, faubourg Stanislas, à Nancy (Meurthe-et-Moselle).
MASSON (Léon), sous-directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris (*Donateur*).
Masson (Émile), ingénieur électricien, 21, avenue Peltzer, à Verviers (Belgique).
Mathieu (Ch.), ingénieur constructeur, 2, rue de Mulhouse, à Reims (Marne).
Mathieu (A.), ingénieur, impasse de la Chapelle, rue de la Chapelle, Paris.
Mathysens (H.), ingénieur civil, 4, rond-point de Longchamps, Paris.
Mauban, ingénieur, 5 bis, rue de Solférino, Paris.
Max (M.), ingénieur des mines, 29, rue d'Artois, Paris.
Mazen (Natalis), ingénieur, 44, rue de Rome, Paris.
Mazerau, ingénieur, 1, avenue Gambetta, Paris.
Ménart (J.-B.), ingénieur métallurgiste, à Leuze (Hainaut-Belgique).
Mengin (commandant), section technique de l'artillerie, 1, place Saint-Thomas-d'Aquin, Paris.
Menier (H.), ingénieur, 8, rue Alfred-de-Vigny, Paris.

MM.

Meunier (E.), ingénieur civil, 16, rue de Birague, Paris.
Mercier (L.), directeur général des mines de Béthune, par Bully (Pas-de-Calais).
Mercier (Jules), ingénieur, 8, rue Beauharnais, à Rueil (Seine-et-Oise).
Mesnager (Augustin), ingénieur des ponts et chaussées, 182, rue de Rivoli, Paris.
Mettrier (Maurice), ingénieur au corps des mines, à Montpellier (Hérault).
METZGER, directeur des chemins de fer de l'État, 42, rue de Châteaudun, Paris (*Donateur*).
Micault, tourneur mécanicien, 61, rue de Lourmel, Paris.
Michaud (Jules), ingénieur, 96, rue d'Assas, Paris.
Michel-Lévy (Auguste), membre de l'Institut, 26, rue Spontini, Paris.
Miet (M.), directeur de l'usine de la Compagnie du secteur de la rive gauche, 39, quai d'Issy, à Issy-les-Moulineaux.
Millot (J.), industriel à Gray (Haute-Saône).
Minkévitch (Bronislas de), ingénieur à Réval, rue Institut-kaya n° 152, logement 5 (Russie).
Mitinsky (A.), professeur à l'institut des mines de Saint-Petersbourg (Russie).
Moffre (H.), ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie du Midi, 54, boulevard Hausmann, Paris.
Moïse (Albin), ingénieur en chef à la Compagnie de l'Ouest, 2, rue du Grand-Champ, Nanterre (Seine-et-Oise).
Mollet-Fontaine, constructeur, rue Gustave Testelin, à Lille (Nord).
Monchot (Ch.), ingénieur civil, à Vaux (Seine-et-Oise).
Monges (A.), conducteur des ponts et chaussées, boulevard Gassendi, à Digne (Basses-Alpes).
Monneret (L.), ingénieur, 137, rue d'Alésia, Paris.
Monnier (L.), directeur des forges de Champigneulle (Meurthe-et-Moselle).
Montagne (E.), ingénieur directeur de la Société des produits métalliques, à Sens (Yonne).
Montaudoin (Ch.), ingénieur, 21, rue de la Paroisse, à Chatou (Seine-et-Oise).
Montupet, ingénieur constructeur, 19 à 25, rue de la Voûte, Paris.
Morel (Ch.), appareils de broyage, à Domène (Isère).
Morère (J.), directeur de la Compagnie du tramway à vapeur de Paris à Saint-Germain, 42, avenue de la Défense, à Courbevoie (Seine).
Moricand (Ph.), ingénieur, 37, rue Taitbout, Paris.
Mosès, ingénieur, 4, boulevard des Italiens, Paris.
Mouille (A.), ingénieur civil des mines, 24, rue d'Aumale, Paris.
Mouton (E.), chef d'atelier aux forges de Gueugnon (Saône-et-Loire).
Mry (Pierre), ingénieur aux forges de Champagne, à Saint-Dizier (Haute-Marne).
Mussat (E.), ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Mont-de-Marsan.

MM.

Nadal (J.), ingénieur des mines, à Bourges (Cher).
Nakamura, ingénieur du Japon, 4, rue Troyon, Paris.
Négrel-Martini, ingénieur, 70, rue Saint-Jacques, à Marseille (Bouches-du-Rhône).
Neu (L.), ingénieur, 58, rue Brûle-Maison, à Lille (Nord).
Neufville (M. de), ingénieur des mines, 6, rue Halévy, Paris.
Niclausse (Jules), ingénieur constructeur, 24, rue des Ardennes, Paris.
Nicolle (A.), conducteur principal faisant fonctions d'ingénieur des ponts et chaussées, à Lure (Haute-Saône).
Novince (P.), ingénieur électricien, 4, place Frédéric-Sauvage, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais).
Nugue (P.), ingénieur chez M. Pinette, à Chalon-sur-Saône.
Obata-Bunzaburo, ingénieur, 22, avenue de Tourville, Paris.
Oiry (A.), ingénieur en chef des mines, 23, rue Clapeyron, Paris.
Odagiri (Enju), ingénieur de la marine japonaise, 3, Albion street, Hill HeHD, Glasgow.
« Office Picard » (le directeur de l'), 97, rue Saint-Lazare, Paris.
Ohatchi (Gentaro) mécanicien en chef de la marine japonaise, 22, avenue de Tourville, Paris.
Olivier (M.), ingénieur, 20, rue Saint-Ambroise, Paris.
Ouachée (R.), ingénieur, 278, boulevard Saint-Germain, Paris.
Panassié (L.), ingénieur, 15, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.
Panhard (R.), ingénieur, 5, rue Royale, Paris.
Parent (H.), ingénieur, 51, rue Cambronne, Paris.
Parent (E.), ingénieur directeur de la Compagnie de Fives-Lille, à Givros (Rhône).
Parent (L.), directeur des ateliers de la Compagnie de Fives-Lille (Nord).
Parsons (Ch.), Holey Hall, Wylam-on-Tyne (England).
Pasquet (H.), ingénieur divisionnaire des mines de Rochela-Molière à Firminy (Loire).
Passerat (M.), ingénieur, 10, boulevard de Montgermont, à Montereau (Seine-et-Marne).
Patoureaux (J.), ingénieur, 25, rue Ledru-Rollin à Ivry-Centre (Seine).
Paulet (A.), inspecteur du matériel fixe à la Compagnie de l'Est, 21, rue Perdonnet, Paris.
Pélatan (L.), ingénieur, 27, avenue de la Grande-Armée, Paris.
Pélistot (J. de), directeur des Docks de Marseille (Bouches-du-Rhône).
Pellé (P.), fondeur en fer, 31, rue Curial, Paris.
Pelletier, ingénieur de la Compagnie de l'Est, 168, rue Lafayette, Paris.
Pérelli (Guido), ingénieur en chef de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur, à Milan (Italie).
Péres (Ch.), ingénieur et agent général des mines de Carmaux (Tarn).
Périsse (S.), ingénieur expert, 67, rue d'Amsterdam, Paris.

MM.

Pétillat, constructeur, à Vichy (Allier).
Petit, ingénieur (Maison Schneider), 42, rue d'Anjou, Paris.
Peugeot (Robert), ingénieur industriel, à Valentigney (Doubs).
Peugeot (Armand), 3, boulevard Gouvion-Saint-Cyr, Paris.
Philippe (A.), ingénieur constructeur, 124, boulevard Magenta, Paris.
Piat (A.) et ses fils, constructeurs mécaniciens, 85, rue Saint-Maur, Paris.
Piaud (L.), ingénieur de la marine, 8, boulevard de la République, à Chatou (Seine-et-Oise).
Picard (R.), 21, boulevard Saint-Germain, Paris.
Piéplu (M.), constructeur mécanicien, 20, rue Bréa, Paris.
Pile (L.), ingénieur, 11, boulevard Barbès, Paris.
Pillon (J.), ingénieur, 72, rue de Clichy, Paris.
Pinat (Émile), fondé de pouvoirs de la maison V^o Du-nod et C^o, 49, quai des Grands-Augustins, Paris.
Pinchart-Deny (L.), ingénieur constructeur, 58, rue Saint-Sabin, Paris.
Pitat (M.), ingénieur, 172, avenue Victor-Hugo, Paris.
Pluyaud (J.), ingénieur, 40, rue Albouy, Paris.
Poidatz (A.), ingénieur, 159, avenue Malakoff, Paris.
Poillon (E.), ingénieur, 7, rue Leroux, à Amiens (Somme).
Pontiggia (Luigi), ingénieur en chef de l'Association des industriels d'Italie à Milan.
Pontzen (E.), ingénieur civil, 65, rue de Monceau, Paris.
Porcherot (L.), ingénieur civil à la Béchellerie, à Saint-Cyr-sur-Loire (Indre-et-Loire).
Pottier (A.), ingénieur, boulevard de la Gare, Paris.
Pouchucq, ingénieur, 44, rue de Rome, Paris.
Prat (Louis), ingénieur, 51, rue Taitbout, Paris.
Pratz (Fr.), professeur, à Zurich (Suisse).
Président (Le) de l'Association des ingénieurs civils portugais, Lisbonne.
Privat (F.), ingénieur principal à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, 34, avenue Ledru-Rollin, Paris.
Quatravaux (Ch.), ingénieur, 2, rue des Jacobins, à Caen (Calvados).
Quellenec, ingénieur en chef à la Compagnie de Suez, 9, rue Chartras, Paris.
Rabut (Ch.), ingénieur en chef des ponts et chaussées, 77, rue Duplessis, à Versailles (Seine-et-Oise).
Racienoki (Sigismond), ingénieur, 33, rue Électorale, à Varsovie (Russie).
Racine (P.), ingénieur, 99, rue de Breteuil, à Marseille (Bouches-du-Rhône).
Rateau, ingénieur des mines, 105, quai d'Orsay, Paris.
Raty (F.), directeur des hauts fourneaux, à Maubeuge (Nord).
Ratzig (D^r Alex.), professeur à l'Institut polytechnique à Kieff (Russie).
Ravel (E.), ingénieur des ponts et chaussées, à Castellan (Basses-Alpes).
Rebut (G.), ingénieur, 18, rue Cortambert, Paris.

MM.

Recopé (Comte Ed.), 11, avenue d'Iéna, Paris.
Reignier (Ch.), ingénieur, 152, boulevard Magenta, Paris.
Renard, ingénieur des ponts et chaussées, Le Havre (Seine-Inférieure).
Renaud (G.), inspecteur général des ponts et chaussées, 29, rue Scheffer, Paris.
Requier (M.), sous-lieutenant en stage au 38^e d'artillerie, à Nîmes (Gard).
Résimont (A.), administrateur directeur de la Société anonyme des forges et aciéries du Nord et de l'Est, Valenciennes (Nord).
Reuss (G.), ingénieur, 63, rue Michelet, à Saint-Étienne (Loire).
Rey (L.), administrateur de la Société de travaux « Dyle et Bacalan », 15, avenue Matignon, Paris.
Rey-Pailhade (J. de), ingénieur civil des mines, 18, rue Saint-Jacques, à Toulouse (Haute-Garonne).
Reynès, faisant fonctions d'ingénieur des ponts et chaussées, à Mauriac (Cantal).
Ribail (Xavier), ingénieur, Le Val-d'Any, par Gaillon (Eure).
Ribourt (Léon), ingénieur, 64, rue Caumartin, Paris.
Richbourg (A.), constructeur-mécanicien, 20, rue de la Reynie, Paris.
Rickersky (Féliks), ingénieur, 36, Hoza, à Varsovie (Russie).
Richard (Jules), ingénieur, 8, impasse Fessart, Paris.
Richard (Gustave), ingénieur civil des mines, 44, rue Rennes, Paris.
Richemont (de), ingénieur, 86, boulevard Rochechouart, Paris.
RICHEMONT (P.), ingénieur, 49, rue Ampère, Paris (Donateur).
Richez (A.), ingénieur, 39, rue Jean Bart, à Lille (Nord).
Ricour (Th.), directeur de l'École nationale des ponts et chaussées, 28, rue des Saints-Pères, Paris.
Riester (A.), ingénieur, 10, rue Saint-Roch, Paris.
Rieunier (P.), ingénieur, 1, square Latour-Maubourg, Paris.
Rigo (E.), ingénieur directeur, usine Saint-Marcel, à Hautmont (Nord).
Riseau (Ch.) ingénieur, 27, rue Vital, Paris.
Robard (R.), administrateur délégué de la Société l'éclairage électrique, 141, rue de Rome, Paris.
Robin-Langlois (Julien), ingénieur, 30, rue Fontaine, Paris.
Rochemont (baron Quinette de), inspecteur général des ponts et chaussées, 18, rue Marignan, Paris.
Rodet (P.), ingénieur, à Dieuleft (Drôme).
Roditi (O.), ingénieur, 123, boulevard Pereire, Paris.
Rolland (L.), directeur des forges de Douai, à Douai (Nord).
Roquigny (A.), ingénieur, 7, rue du Théâtre, Paris.
Rosborg (Anders), ingénieur, à Stockholm (Suède).
Roser (N.), ingénieur, 38, rue de la Briche, à Saint-Denis (Seine).

MM.

Rousseau, ingénieur à la Compagnie de Fives-Lille, 7, rue de la Néva, Paris.
Rousselet, ingénieur, 19, rue Chevert, Paris.
Roux (Jules), ingénieur, 123, boulevard de la Gare, Paris.
Rouy (Georges), ingénieur civil des mines, 3, rue Gounod, Paris.
Roy (A.), constructeur, à Saint-Ciers-la-Lande (Gironde).
Rozé, répétiteur à l'École polytechnique, 62, rue du Cardinal-Lemoine, Paris.
RUEF (P.), ingénieur civil des mines, 21, rue Laffitte, Paris (*Donateur*).
Ruppé (M.), directeur des mines des Malines, à Ganges (Hérault).
Sabrou (E.), ingénieur, 27, rue Barthélemy-Delespaul, à Lille (Nord).
Sage (P.), directeur de la Société anonyme des établissements P. Sage, 57, rue Emeriau, Paris.
Salmon (G.), maître de forges, 93, boulevard Malesherbes, Paris.
Salmson (E.), ingénieur-mécanicien, 55, rue Grange-aux-Belles, Paris.
Samain (G.), ingénieur-constructeur, 12, rue Saint-Amand, Paris.
Sarreau (E.), membre de l'Institut, 9 bis, avenue Daumesnil, à Saint-Mandé (Seine).
Sauron (Ph.), ingénieur, 1, rue André-Réal, à Grenoble (Isère).
Sautter (G.), ingénieur civil, 26 avenue de Suffren, Paris.
Sauvage, ingénieur en chef adjoint du matériel et de la traction de la Compagnie de l'Ouest, 14, rue Eugène-Flachat, Paris.
Schiffers (Henri), ingénieur, 20, rue des Bonnes-Filles, à Liège (Belgique).
Schmerber (H.), ingénieur, 96, boulevard Rochechouart, Paris.
Schmidt, ingénieur, 29, rue de Noyon, à Amiens (Somme).
Schneider (P.), ingénieur, 32, rue de la Ville-l'Évêque, Paris.
Schryver (J. de), directeur du matériel de chemin de fer, à Raismes (Nord).
Schwarberg (E.), ingénieur directeur de la Compagnie électro-mécanique, 11, rue Juliette-Lamber, Paris.
Schweitzer (J.), ingénieur, 1, rue Méhul, Paris.
Sébert (Général), administrateur de la Société des forges et chantiers de la Méditerranée, 14, rue Brémontier, Paris.
Sébin (Charles), ingénieur, 4, rue Morand, Paris.
Séguela (R.), ingénieur, 21, rue Alphonse-de-Neuville, Paris.
Séguin (A.), ingénieur, 26, rue du Luxembourg, Paris.
Seignier (E.), ingénieur, 42, boulevard Beaumarchais, Paris.
Séjournet (P.), ingénieur, 42, rue d'Anjou, Paris.
Sepulchre (A.), ingénieur, à Aulnoye (Nord).

MM.

Serrin (H.), ingénieur électricien, 13, boulevard du Temple, Paris.
Seyrig (Roger), industriel, 194, avenue de Paris, plaine Saint-Denis (Seine).
Shin (Tsuneta), chez MM. O. Kura et C^{ie}, Bishopsgate str. Within, London EC. (Angleterre).
Silvestre (H.), inspecteur principal à la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, 64, rue Montgrand, à Marseille.
Simon (Ed.), ingénieur civil, 89, boulevard du Montparnasse, Paris.
Simon frères, constructeurs mécaniciens, à Cherbourg (Manche).
Simonot (Ch.), ingénieur, 6, quai Jemmapes, Paris.
Singrün, ingénieur, à Épinal (Vosges).
Sloan (J.J.), ingénieur, 17, rue du Louvre, Paris.
Société des acieries de Longwy, à Mont-Saint-Martin (Meurthe-et-Moselle).
Société des anciens élèves des Écoles nationales d'Arts-et-Métiers, 6, rue Chauchat, Paris.
Société anonymes des forges de Franche-Comté, à Besançon (Doubs).
Société anonyme des usines de Mazières, à Bourges.
Société anonyme de construction, forges et fonderies d'Hautmont (Nord).
Société industrielle de Mulhouse, à Mulhouse (Alsace).
Solacroup, ingénieur, 41, boulevard de la Gare, Paris.
Soreau (Rodolphe), ingénieur civil, 35, rue de Clichy, Paris.
Sosnowski (K.), directeur de la Société de Laval, 48, rue de la Victoire, Paris.
Soubeiran (A.), ingénieur, 3, square Labruyère, Paris.
Soyer (A.), mécanicien, 104, rue Oberkampf, Paris.
Spoo (M.), ingénieur, à Viviez (Aveyron).
Spoo (Othon), ingénieur, à Dahlbrück (Westphalie).
Springer (C.), directeur gérant de la Maison Beer, à Jemeppe-lez-Liège (Belgique).
Standaert (L.), ingénieur, 12, rue Camille-Desmoulins, Paris.
Stapfer (D.), ingénieur, 42, boulevard Maritime, à Marseille (Bouches-du-Rhône).
Staritzky (Paul), ingénieur, Société impériale technique de Russie, Soliano Gorodok, Saint-Petersbourg (Russie).
Stégen (Van den), administrateur délégué de la Société anonyme des anciens ateliers Van den Kerkow, à Gand (Belgique).
STERNÉ (P.), ingénieur civil, 49, rue de la Victoire, Paris (*Donateur*).
Stoclé (A.), ingénieur en chef, 21, rue Jacquemars Giclé, Lille (Nord).
Suplee, Harisson (H.), 120, Liberty Str., New-York (Etats-Unis).
Suquet (E.), ingénieur en chef des ponts et chaussées, 37, rue du Général-Foy, Paris.
Swain (Geô F.), professeur Mass. Institute of technology, à Boston, Mass. U. S. A.
Tainturier (C.), ingénieur, 5, rue du Départ, à Meudon (Seine-et-Oise).

MM.

Tamy, ingénieur à l'Établissement thermal du Mont-Dore (Puy-de-Dôme).

Taragonet (Ed.), ingénieur, 36, rue Michel-Ange, Paris.

Tarting (L.), ingénieur, à Céret (Pyrénées-Orientales).

Taussat (J.), ingénieur, à Montfaucon-du-Lot (Lot).

Teissot (J.), ingénieur, 14, rue du Ranelagh, Paris.

Thévenet Le Boul (J.), ingénieur en chef des ponts et chaussées, 222, faubourg Saint-Honoré, Paris.

Thierry (Victor), ingénieur conseil, 48, rue de Malte, Paris.

Thirion et fils, ingénieur, 160, rue de Vaugirard, Paris.

Thirion fils, ingénieur conseil, 95, boulevard Beaumarchais, Paris.

Thirion (H.), constructeur, 54, rue de la Roquette, Paris.

Thomine (E.), ingénieur, 15, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

THURSTON (R. H.), directeur de Sibbey College, Cornell University, Ithaca, Pa. (Etats-Unis) (*Donateur*).

Tiersot (A.), constructeur, 16, rue des Gravilliers, Paris.

Tinardon (M.), ingénieur, 27, avenue de la Grande-Armée, Paris.

Tomson, directeur général de la Société des mines de Harpen, 36, Ostwall, à Dortmund (Westphalie).

Tondu (Ch.), ingénieur, à la mairie, à Oran (Algérie).

Toulon (Paul), ingénieur en chef des ponts et chaussées, 75, rue Madame, Paris.

TOUSSAINT (V.), ingénieur, 39, boulevard de La Trémolle, à Dijon (Côte-d'Or) (*Donateur*).

Tresca (G.), ingénieur-adjoint du Conservatoire des arts et métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris.

Tripiet (H.), ingénieur, 17, rue Cavallotti, Paris.

Troubat (A.), à Plombières-les-Dijon (Côte-d'Or).

Trouvé (G.), ingénieur, 14, rue Vivienne, Paris.

Tudsbury (John), secrétaire de l'Institut des ingénieurs civils de la Grande-Bretagne, Great George Street, Londres.

Vaës (Fr. Johannes), professeur à l'École moyenne quinquennale, à Rotterdam (Hollande).

Valdelièvre (G.), ingénieur, 33, rue des Tanneurs, à Lille (Nord).

Valensi (R.), ingénieur, 22, rue de Russie, à Tunis (Tunis).

Valette (M.), maître de forges, à Rive-de-Gier (Loire).

Valette (comte Henri de La), ingénieur, 62, boulevard Saint-Germain, Paris.

Vallot (Emile), ingénieur civil, 114, avenue des Champs-Élysées, Paris.

Vallot (H.), ingénieur, 2, place des Perchamps, Paris.

Valton (F.), ingénieur, 19, parc de Montretout, à Saint-Cloud (Seine-et-Oise).

Valton (H.), ingénieur de la marine, 10, rue La Trémolle, Paris.

Vaudiau (L.), chef de fabrication aux forges de Gueugnon (Saône-et-Loire).

MM.

Vautier (A.), constructeur de machines-outils, à Maubeuge (Nord).

Vedovelli, ingénieur, 160, rue Saint-Charles, Paris.

Veissière (Raoul) et C^e, ingénieur, à Montech (Tarn-et-Garonne).

Vétillart (A.), ingénieur manufacturier, à Bessé-sur-Braye (Sarthe).

Vicaire (E.), ingénieur, 30, rue Gay-Lussac, Paris).

Vidal, ingénieur des ponts et chaussées, 2, rue Jean-Jacques-Bel, à Bordeaux (Gironde).

Vieussa, ingénieur en chef à la Compagnie de Suez, 9, rue Chartras.

Villain, ingénieur des mines, 57, rue Stanislas, à Nancy (Meurthe-et-Moselle).

Vinsonneau, ingénieur civil, 5, rue Brochant, Paris.

Vincent Bietrix, ingénieurs-constructeurs à la Chaléassière, à Saint-Étienne (Loire).

Virat, ingénieur civil, 34, avenue Daumesnil, Paris.

Voyer (Jules), capitaine du génie, à l'Établissement d'aérostation militaire, à Chalais-Meudon (Seine-et-Oise).

Vuaillet (F.), ingénieur, 119, Grande-Rue, à Saint-Maurice (Seine).

Waeles (A.), ingénieur distillateur, 29, avenue de la Gare, à Soissons (Aisne).

Walbaum (A.), ingénieur, 38, rue des Moissons, à Reims (Marne).

WALCKENAER, ingénieur en chef des mines, 218, boulevard Saint-Germain, Paris (*Donateur*).

Ward (Charles), à Charleston, W. Va. (U. S. A.).

Wauthy (Ch.), fondeur, à Sin-le-Noble (Nord).

Weill (Léopold), ingénieur civil des mines, 34, rue Saint-Lazare, Paris.

Weir (G. et J.), Ingénieur, Holm, Foundry Cathcart Glasgow (Ecosse).

WESTINGHOUSE (G.), à Pittsburgh, P. A. (États-Unis) (*Donateur*).

Weyer (V.), ingénieur, à Royat-les-Bains (Puy-de-Dôme).

Whinfield (J.), ingénieur, Brambletyo Cavendish Road Sutton Sussex (England).

Widmer (Ed.), ingénieur en chef des ponts et chaussées, 22, rue Desbordes-Valmore, Paris.

Williams and C^e (J. H.), manufacturers, of Drop-Forgings Brooklyn, New-York.

Wiriol (L.), administrateur de la Compagnie des Ports de Tunis, Sousse et Sfax, 126, boulevard de Courcelles, Paris.

Witz (A.), professeur, 29, rue d'Antin, à Lille (Nord).

Yankowsky (Platon), ingénieur, 9, prospect Zabalkanski, Saint-Petersbourg (Russie).

Zang (Ch.), ingénieur-constructeur, 53, rue de la Santé, Paris.

Zwianner (Peter), directeur de l'Association des propriétaires d'appareils à vapeur, I, Annagasse, 3, Wien (Autriche).

Zuylen de Nyevelt (baron de), 70, avenue du Bois-de-Boulogne, Paris.

CONGRÈS INTERNATIONAL
DE
MÉCANIQUE APPLIQUÉE
A L'EXPOSITION DE 1900

SÉANCE SOLENNELLE D'OUVERTURE

La séance solennelle d'ouverture du Congrès de mécanique a eu lieu au *Conservatoire national des arts et métiers*, le jeudi 19 juillet, à 10 heures du matin, sous la présidence de M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, président de la Commission d'organisation.

M. le Président de la Commission d'organisation déclare le Congrès ouvert et prononce l'allocution suivante :

MESSIEURS,

Soyez les bienvenus, la Commission d'organisation du Congrès international de mécanique appliquée de 1900 salue les savants ingénieurs, les hardis industriels qui se pressent dans cette enceinte, pour y renouveler nos assises de 1889. Mais ce simple mot m'impose tout d'abord deux devoirs à remplir.

En 1889, comme aujourd'hui, le Congrès de mécanique s'est tenu dans ce conservatoire, si libéralement ouvert par son Directeur, infatigable pour l'action personnelle, infatigable aussi pour le don bienveillant de tout ce qui peut venir en aide au mouvement scientifique. M. le colonel Laussedat doit donc avoir notre première parole, une parole de remerciement, pour la largeur avec laquelle il nous ouvre ce magnifique établissement, notre cadre naturel certainement, mais dans lequel nous apportons un si grand trouble pendant que nous y passons comme une trombe.

Il y a cinquante ans, exactement un demi-siècle, j'entrais comme élève à l'École polytechnique. M. Laussedat y était déjà un maître, il m'a *collé*, je lui ai pardonné; aujourd'hui je lui reporte vénération et reconnaissance. Je suis assuré, Messieurs, que ce sont aussi les sentiments que vous inspire cette longue vie, incarnation de l'honneur et du dévouement.

Un autre nom doit être évoqué en ce jour, mais avec tristesse. C'est celui de notre admirable et cher Président de 1889, Philipps, mort presque au sortir de notre session, et dont la notice chronologique ouvre les premières pages du Recueil des travaux accom-

plis alors. Savant précis, élégant analyste, jamais satisfait de lui-même, initiateur ingénieux et profond, Philipps a présenté le type parfait de l'union de la théorie et de la pratique.

La pratique et la théorie, quels mots redoutables ! Naguère, ils constituaient un champ clos, où se mesuraient avec ardeur les partisans de l'une et de l'autre, pour se rejeter des reproches réciproques, et faire retentir jusque dans l'organisation de nos grandes écoles les éclats de cette lutte.

La lumière s'est faite peu à peu, et la conciliation est en meilleure voie. Le praticien n'oserait plus s'aventurer dans les difficiles questions du jour, sans des emprunts faits à la théorie. Le savant pur croirait opérer dans le vide, et se sentirait inquiet, s'il ne se repérait souvent au contact de l'expérience. Les frères ennemis ont désarmé, et ils ont dorénavant un champ commun d'action.

Le théoricien ne saurait connaître dans leur essence même, ni dans toutes leurs multiples corrélations, les phénomènes complexes qu'il s'efforce d'analyser. Il ne peut constituer qu'une solution incomplète des problèmes qu'il aborde, et l'on ne saurait raisonnablement exiger de lui davantage.

Le praticien qui se laisserait conduire en aveugle et sans discernement par les formules d'une théorie approximative, et parfois insuffisamment saisie, ne devrait s'en prendre qu'à lui-même des mécomptes résultant de cet excès de confiance mal dirigée. Qu'il accepte avec prudence les secours de la théorie, il ne saurait plus les négliger à l'heure actuelle, mais qu'il s'arrête à temps, sans se livrer les yeux fermés. En outre, que par une louable réciprocité il éclaire de son côté le théoricien, en lui signalant ses lacunes, et lui offrant, pour l'aider à les combler, ses propres résultats d'expérience.

La main dans la main, la théorie et la pratique pourront ainsi accomplir un bon voyage, continuant et développant encore les merveilleux succès dont nous sommes chaque jour les témoins.

En vue d'un tel secours, l'atelier est pour le théoricien une mine féconde ; et combien nous en comptons de ces ateliers véritablement scientifiques, auxquels on doit rendre hommage sous ce rapport ! Mais combien utiles aussi seraient des laboratoires de mécanique ! Certaines nations étrangères sont entrées à pleines voiles dans cette voie ; la France s'est laissée un peu attarder. Elle n'aime pourtant pas à se voir en retard, et à sentir l'éperon. Aussi apporterons-nous une attention soutenue aux discussions qui naîtront ici sur cette question, introduite à dessein dans votre programme par la Commission d'organisation comme l'une des plus importantes.

Nous trouverons à cet égard des lumières précieuses dans le volume que la Commission a l'honneur de vous présenter, et dont voici l'histoire.

Dès le début de notre effort d'organisation, nous avons fait appel aux hommes de bonne volonté et de haute valeur scientifique des pays les plus divers, en leur demandant d'apporter au Congrès les lumières du milieu spécial dans lequel ils vivent. Nulle contrainte, liberté complète pour la rédaction. L'unification sortira de la discussion elle-même.

Notre attente n'a pas été seulement remplie, elle a été dépassée. Des documents admirables, mais beaucoup plus étendus que l'on ne devait s'y attendre, ont fondu sur nous, comme une de ces averses bienfaisantes qui font sortir de terre les richesses de la moisson. Malheureusement, les richesses de notre trésorier n'étaient pas montées au même diapason, et surtout, obstacle vraiment infranchissable, les délais que nous laissaient les retards apportés par un grand nombre de nos correspondants ne permettaient pas de tout imprimer en temps utile. Il y avait, en outre, à se préoccuper des trop grandes disproportions que présentaient les diverses œuvres, et d'un déploiement de planches et de figures parfois écrasant.

Nous ferons de notre mieux plus tard pour assurer la publication *in extenso* de tout ce qui se pourra. Mais, pour les nécessités de l'heure présente, en vue de la tenue de votre session, nous avons dû prendre un parti énergique, lorsqu'un temps incroyablement réduit nous séparait de l'échéance.

Nous avons, en conséquence, eu recours à celui qui ne veut pas être nommé, mais que l'on trouve toujours quand il s'agit d'accomplir les labeurs héroïques, avec une science sûre, une activité formidable et une précision qui ne se dément jamais.

Peut-être devinerez-vous mon énigme? Quant au volume, il n'est pas signé. La Commission d'organisation tout entière le signe et en prend la responsabilité.

Ce volume est arrivé à l'heure, comme tout ce qu'entreprend son auteur inconnu. Depuis plusieurs jours déjà, vous l'avez en distribution. Il vous présente, sous la forme la plus commode, la substance remaniée, réduite dans ses proportions quand cela a été nécessaire, et mise au point pour l'étude du Congrès, de cette magnifique moisson due à une pléiade d'hommes éminents dont je ne vous énumérerai pas les noms : ils sont tous dans le volume. Je me borne en ce moment à leur adresser les chaleureux remerciements de la Commission d'organisation, que vous voudrez sans doute, Messieurs, transformer vous-mêmes en remerciements du Congrès.

Quant à l'auteur anonyme, si bien caché, si vous parvenez à le découvrir, je pense que vous ne pourriez mieux faire que de le nommer tout à l'heure Secrétaire général du Congrès. Je vous le conseille, pour le plus grand bien de notre œuvre. Jamais on ne saura assez tout ce qu'elle lui doit depuis un an et demi. Je pense donc que lui aussi a droit à des remerciements. Je vous engage à me les confier, puisque je suis seul à connaître l'adresse à laquelle je dois les faire parvenir.

Ces rapports ainsi réunis au dernier moment en un faisceau, par un effort colossal, ne sont pas d'ailleurs tout ce que vous aurez à connaître. D'autres communications importantes sont venues ou viendront encore s'y adjoindre. Vous les entendrez dans vos sections, et leur discussion, combinée avec celle des rapports préparatoires, provoquera ces échanges de vues, ces contacts de personnes qui sont l'utilité propre des Congrès, et qui s'annoncent pour celui-ci sous de si heureux auspices.

Turbines à vapeur d'allure vertigineuse, machines motrices dont la puissance dépasse les plus hardies imaginations du passé, moteurs à gaz de grand pouvoir, emploi des gaz de hauts-fourneaux, totalement inconnu en 1889, pressions qui eussent été considérées comme téméraires il y a seulement quelques années; mécanismes d'automobiles, alliant la souplesse, l'audace, avec la sécurité; tous ces sujets vont se produire ici, avec cette caractéristique de la mécanique moderne qui tient à se rendre compte de tout, sans rien laisser au hasard.

Il faut que l'ensemble du mécanisme soit bien compris, mûri et adapté à son but. Chaque détail doit être, en lui-même, comme dans ses relations avec les organes connexes, étudié avec méthode, et défini avec une précision inconnue jadis.

Mais le moteur ou l'appareil fabriqué ne sont plus seuls à attirer l'attention. Les machines mêmes destinées à les fabriquer, sont à leur tour entrées en scène dans les préoccupations de l'industriel. Il faut opérer avec ordre, et d'une façon presque automatique, la création des pièces rigoureusement interchangeables, exactes au cinquantième de millimètre, et les produire plus vite et plus économiquement que les ébauches d'autrefois.

Cette précision de la mécanique, on la retrouve aussi à la forge, et dans l'élaboration métallurgique des matériaux, en vue de l'usage que l'on en exige.

Pour ces dernières opérations, le secours constant des méthodes d'essai devient indispensable. Vous savez quelle place cette question a prise dans les préoccupations nouvelles. Mais nous rappellerons avec quelque orgueil que c'est ici même, dans cette

salle, qu'a pris naissance, au sein du Congrès de mécanique appliquée de 1889, le vœu d'où est sortie pour le Gouvernement de la République française la constitution de la laborieuse et féconde Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction. Depuis lors ont été tenus, par l'Association internationale pour l'essai des matériaux, les Congrès de Zurich, de Stockholm, et, il y a quelques jours à peine, celui des méthodes d'essai de 1900 issu de l'initiative de l'Administration française, et accueilli par le plus brillant concours international.

L'unification des méthodes d'essai est, de tous côtés, poursuivie avec ardeur. Sa forme définitive reste sans doute encore éloignée, mais elle répond bien nettement à ce besoin instinctif d'unification qui se fait jour dans toutes les directions. Déjà de grands succès ont été obtenus dans cette voie. Vous connaissez l'unification des filetages accomplie sur l'initiative et par les efforts de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale, et déjà consacrée par la réunion internationale de Zurich.

D'autres tentatives du même genre pourront suivre. Déjà l'on s'en occupe pour les engrenages. Déjà l'on formule le même *desideratum* pour les essais thermiques ou mécaniques des moteurs, aujourd'hui abandonnés à un arbitraire et à une absence de formules uniformes tels que des hommes distingués, pratiquant des recherches parallèles, peuvent arriver à en présenter les résultats avec des désaccords apparents, difficiles à réduire après coup.

Ce sont là de graves questions; mais c'est votre travail même, sur lequel j'ai voulu seulement jeter quelques aperçus, trop longs sans doute, car je me suis facilement laissé entraîner en me retrouvant dans un milieu si sympathique, au sein duquel j'ai tant appris pour moi-même, et noué de si précieuses relations. Il ne faut cependant pas que je les en rende victimes, en abusant trop longtemps de votre bienveillante patience.

Le moment est donc venu, Messieurs, où vous avez à constituer définitivement le Congrès de mécanique appliquée, par la nomination de votre Bureau, auquel la Commission d'organisation n'aura plus qu'à remettre ses pouvoirs.

Avant tout, vous avez à procéder à l'élection d'un Président du Congrès. Je donnerai la parole à toutes les personnes qui désireront la prendre sur cette question.

On procède ensuite à l'élection des membres du bureau du Congrès.

M. Singrün prend la parole et propose de nommer M. Haton de la Goupillière président du Congrès.

M. Haton de la Goupillière est élu président par acclamation.

M. le Président remercie les membres du Congrès et les prie de procéder à l'élection des présidents d'honneur.

Sont élus présidents d'honneur : MM. Laussedat, Amsler, Donkin, De Laval, Dwelshauvers-Dery, Petrov, Pfaff, Hartmann, Thurston.

Sont élus vice-présidents : MM. Bertin, Boulvin, Brull, Canet, Forestier, Hirsch, Linder, Loreau, Prazil et Sauvage.

On passe ensuite à l'élection des présidents des trois sections entre lesquelles seront répartis les travaux du Congrès.

Sont élus : président de la première section, M. Sauvage; président de la deuxième section, M. Boulvin; président de la troisième section, M. Hirsch.

Le Congrès procède ensuite à la constitution du Secrétariat. M. le Président propose d'élire M. Gustave Richard, secrétaire général. M. G. Richard est élu par acclamation Secrétaire général du Congrès.

M. Richard remercie en quelques mots du chaleureux accueil fait à son élection.

Sont élus secrétaires : *MM. Boyer-Guillon, Masson et Richemond.*

Sont élus secrétaires de Section. PREMIÈRE SECTION : secrétaire en chef, *M. Ruteau*; secrétaires, *MM. Soreau, Bochet, de La Valette*. DEUXIÈME SECTION : secrétaire en chef, *M. Walckenaer*; secrétaires, *MM. Frémont et Delmas*. TROISIÈME SECTION : secrétaire en chef, *M. Lecornu*; secrétaires *MM. Compère et Deschamps*.

Enfin M. le Président propose d'élire un certain nombre de vice-secrétaires, dont le rôle sera principalement de conduire les membres du Congrès dans les différentes visites qui sont organisées à l'Exposition.

Sont élus vice-secrétaires : *MM. Chauveau, Chevrier, Deschamps, Eude, Lehmann, de Marchena, Maglin et de Gennes.*

M. le Président demande à l'assemblée de bien vouloir autoriser le bureau à ajouter quelques noms si la chose est nécessaire, et en un mot de lui accorder toute latitude pour l'organisation des travaux du Congrès. Cette proposition est adoptée!

M. Ribour informe les membres du Congrès qu'il se tiendra à leur disposition, le lendemain, à 9 heures, au bureau de la Classe 21, pour leur donner des explications sur les dessins des ascenseurs de la Tour Eiffel.

M. Loreau, vice-président, prend la parole pour inviter, au nom de la Société des Ingénieurs civils de France et de M. Schneider et C^{ie}, les membres du Congrès qui voudront bien se faire inscrire à assister à la séance de la Société des Ingénieurs Civils qui aura lieu le 20 juillet 1900, à 9 heures, au pavillon de M. Schneider et C^{ie}, à l'Exposition.

L'ordre du jour étant épuisé et personne ne demandant à prendre la parole, la séance est levée à 11 h. 1/4.

Le Secrétaire général,

G. RICHARD.

Le Président,

HATON DE LA GOUPILLIÈRE.

PREMIÈRE SECTION

ORGANISATION DES ATELIERS MÉCANIQUES — MOTEURS HYDRAULIQUES MÉCANIQUE DES VOITURES AUTOMOBILES

SÉANCE DU 19 JUILLET

PRÉSIDENTE DE M. E. SAUVAGE

La séance est ouverte à 2 h. 50, sous la présidence de M. Ed. SAUVAGE, ingénieur en chef des mines.

Prennent place au bureau MM. BOYER--GUILLON et H. DE LA VALETTE, secrétaires.

Le Président fait l'analyse du rapport de M. VICTOR TOUSSAINT sur l'*organisation des ateliers mécaniques*. Ce mémoire, publié dans le premier volume du Congrès et très documenté, comporte quatre parties principales, qui ont trait à la fonderie, à la forge, aux ateliers d'usinage et à la chaudronnerie.

L'étude de M. Toussaint comprend aussi la description d'un atelier d'outillage, la répartition de la main-d'œuvre, l'organisation du service des étuves et l'établissement du prix de revient.

Les points suivants de ce remarquable travail sont l'objet de discussions.

Conduites de vent pour les fours et les forges (p. 13, l. 12 du mémoire). — D'après M. Toussaint, le réseau des conduites de vent pour les forges et pour les fours doit être de préférence placé en sous-sol.

M. DUMONTANT, ingénieur constructeur; M. ROY, administrateur de la Banque de France à Nice, et M. CHAMBERTAIN partagent cette manière de voir; on fait toutefois remarquer qu'il convient, pour la commodité de l'installation, que ces conduites soient placées dans des caniveaux.

Conduite des machines-outils. — L'auteur dit que chaque machine-outil : tour, raboteuse, fraiseuse doit être conduite par un ouvrier, notamment pour les outils importants ou lorsqu'on usine des pièces de grande valeur. Toutefois, pour des pièces d'une

exécution facile et pouvant être exécutées en série, on peut faire conduire plusieurs machines par un nombre moindre d'ouvriers.

Sans condamner absolument la conduite de deux ou plusieurs machines-outils par un seul homme, il semble que les préférences de l'auteur sont en faveur de la méthode ancienne, qui consiste à donner, en principe, une seule machine à chaque ouvrier.

Le Congrès entreprend la discussion de cette importante question.

M. CLERC, ingénieur-constructeur, estime qu'il faut tenir compte, notamment à Paris, de la résistance du personnel à l'application étendue de la méthode nouvelle. Il craint d'ailleurs que la répartition de la surveillance d'un même ouvrier sur plusieurs machines ne compromette le fini d'exécution des pièces usinées et n'utilise qu'imparfaitement la puissance de production de chaque machine.

M. KREUTZBERGER pense que l'utilisation d'un bon matériel d'outillage automatique ne comporte pas la surveillance d'un homme par machine et qu'il y a intérêt à confier à un même ouvrier autant de machines que celui-ci peut en conduire.

Il cite, à titre d'exemples, l'application étendue de cette méthode chez divers constructeurs américains.

L'expérience acquise en Amérique, comme en Allemagne et en Angleterre, tend à prouver qu'il y a intérêt à ce que le plus petit nombre d'ouvriers conduise un nombre donné de machines; l'application de cette méthode exige d'ailleurs que la rétribution de la main-d'œuvre soit établie de manière à y intéresser les ouvriers.

M. CASALONGA estime que la question se résume à utiliser le plus économiquement possible le capital immobilisé dans l'acquisition de machines; il pense qu'il y a intérêt à faire conduire le plus grand nombre de machines par le moins d'ouvriers.

M. MASSON, ingénieur constructeur à Nancy, dit qu'il a sans aucun doute grand avantage à faire conduire plusieurs machines par un seul ouvrier quand il s'agit de fabrication en série proprement dite; mais il estime qu'il est toujours possible d'employer ce mode de travail même quand on n'a pas de spécialité.

Voici comment il opère : un ouvrier spécial est attaché à chaque machine importante sur laquelle il façonne des pièces de valeur soit à l'heure, soit à la tâche, suivant les cas; puis, à côté de cette machine, il y en a une autre de moindre importance, sur laquelle le même ouvrier travaille aux pièces à un prix très réduit ou moyennant un supplément qui ne dépasse pas 20 p. 100 de son salaire ordinaire. De son côté, l'ouvrier y trouve aussi son avantage.

La seconde machine ne fonctionne pas toujours en raison de la mise en chantier ou de la surveillance qu'exigent les pièces difficiles; mais, ne fonctionnerait-elle que la moitié et même le tiers du temps, il y aurait encore un avantage incontestable.

M. H. CASEVITZ, ingénieur constructeur, estime que la question des salaires des ouvriers peut, dans chaque cas particulier, déterminer l'opportunité de l'une ou de l'autre méthode.

En Amérique, les bénéfices qui résultent de l'augmentation de production au delà d'une certaine limite sont partagés entre l'ouvrier, le patron et le compte amortissement.

Cette méthode donne d'excellents résultats, et devrait être adoptée également en France.

M. VAN DER STREGEN pense que, dans la *fabrication courante* des pièces en séries, il convient de donner à conduire plusieurs machines à un même ouvrier et que, dans la *construction* de pièces uniques ou de valeur, il est nécessaire d'affecter un ouvrier à la surveillance de chaque machine-outil.

Degré de précision dans l'exécution des pièces. — Interchangeabilité. — Emploi des calibres. — M. TOUSSAINT dit que l'emploi des calibres permet seul d'arriver à assurer

l'interchangeabilité des pièces et que, même dans les machines où il n'y a pas lieu de faire les pièces interchangeables, il faut toujours viser à une exécution très rigoureuse.

M. CLERC fait une distinction entre le cas de la *fabrication en série* et celui de *construction* de pièces uniques. Dans le premier cas, l'emploi des calibres s'impose pour assurer l'interchangeabilité. Dans le second, au contraire, il suffit de faire des ajustages à la demande sous peine de perdre inutilement du temps.

MM. SPRINGER et DETOMBE pensent que l'ajustage au calibre est préférable, et qu'il est dangereux de s'en rapporter encore au pied à coulisse des ouvriers.

M. KREUTZBERGER considère que tous les ajustages doivent être faits au calibre et qu'il appartient au constructeur ou au dessinateur de signaler les exceptions quand elles sont reconnues nécessaires.

La précision de l'ajustage comporte trois degrés :

- 1° Ajustage libre ;
- 2° Ajustage à frottement doux ;
- 3° Ajustage à frottement dur.

En Amérique, quelle que soit la précision de l'ajustage, on a adopté une règle pratique qui donne de très bons résultats : Les *contenants* doivent être à la mesure *moyenne exacte* et le contenu est ajusté au degré de précision voulu.

Pour évaluer le degré de précision, il suffit d'intercaler entre la pièce à calibrer et le calibre des feuilles de clinquant dont l'épaisseur correspond au jeu cherché.

Avec un peu d'habitude, la flexibilité du calibre ou le degré de dureté au glissement renseigne immédiatement sur le fini d'exécution.

M. CLAUDET PAGE estime que, avec un double jeu de calibres à cotes maxima et minima, on évite plus facilement de dépasser les limites de la tolérance.

M. TRESCA pense qu'il faut soustraire les calibres aux variations de température afin d'éviter de graves erreurs.

M. CASEVITZ fait remarquer que l'usage du calibre est courant dans les fabriques d'armes et de machines à coudre où tous les ouvriers sont habitués à travailler au centième de millimètre.

M. VAN DER STEGEN partage l'avis de M. Kreutzberger en ce qui concerne l'emploi des calibres, mais il estime que la règle adoptée par les Américains : de donner la cote exacte toujours à la partie femelle, peut présenter des inconvénients, notamment dans la construction des arbres, dont les portées et les manivelles sont de diamètre exact et les coussinets susceptibles de jeu.

Il convient donc de spécifier sur les dessins eux-mêmes les tolérances admises, au sujet desquelles il serait intéressant de compléter le rapport de M. Toussaint, tolérances variables suivant la nature de la construction et le degré de précision de fabrication.

L'ouvrier n'aura pas ainsi à interpréter le dessin.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous avons remarqué que le degré de précision variait suivant les applications ; je crois que nous sommes tous d'accord pour dire qu'il est intéressant de travailler avec des degrés d'approximation donnés, approximation plus ou moins grande selon la nature du produit, mais précisée dans chaque cas.

M. DETOMBE partage absolument cette opinion, il croit qu'on devrait toujours, dans tous les ateliers de construction, travailler sur calibres.

Cela est surtout nécessaire lorsque les produits de deux opérations distinctes doivent s'assembler, par exemple, s'il s'agit du tournage d'un axe et de l'alésage d'un coussinet correspondant. Cette application générale des calibres établis sur des mesures métriques serait peut-être difficile dans bien des cas. Il faudrait longtemps pour obtenir des ouvriers qu'ils s'en servent ; mais, du jour où on y serait arrivé, il en résulterait une grande facilité de travail.

M. DUMONTANT. — On pourrait, par exemple, exécuter suivant des calibres déterminés les arbres, les clavettes et les pièces qui s'y rapportent. En établissant pour ces pièces des dimensions bien déterminées, que tous les constructeurs adopteraient, on faciliterait énormément la construction et les réparations; on faciliterait aussi beaucoup l'emploi des calibres.

M. LE PRÉSIDENT croit, qu'en principe, tous les membres de la section seront d'accord pour approuver l'établissement de séries graduées de dimensions, dont on ne s'écarterait pas pour toutes les pièces principales d'usage courant.

On passe à l'examen de la partie du mémoire de M. Toussaint qui traite de *l'atelier de chaudronnerie*; M. Toussaint estime que, lorsqu'il s'agit d'emboutir les tôles, le travail à la presse doit être préféré toutes les fois qu'on est en présence d'un nombre de pièces semblables suffisant pour justifier la dépense de matrices. Ce mode de travail fatigue moins le métal, et l'exécution en est toujours plus correcte que dans l'emboutissage à la main.

Cette opinion paraît généralement admise par tous les constructeurs.

Vient ensuite une partie fort importante du mémoire de M. Toussaint relative au *service des études*. M. Toussaint expose qu'un dessinateur, pour exécuter de bonnes études, outre certaines connaissances spéciales comme, par exemple, celle du dessin, doit avoir des notions assez précises sur les procédés de fabrication des pièces qu'il est appelé à dessiner; c'est seulement en réunissant ces connaissances que le dessinateur apporte à l'ingénieur qui dirige les études un concours efficace. Cela paraît presque évident; cependant, il arrive assez souvent, par suite de diverses circonstances, que des pièces soient dessinées dans un bureau d'études qui se trouve tout à fait isolé des ateliers de construction; les dessins sont ensuite envoyés à l'atelier qui doit les exécuter. Cette méthode ne paraît pas satisfaisante à l'auteur du mémoire.

M. CONTESTIN. — Il est indispensable que le dessinateur connaisse bien les procédés de fabrication de l'usine dans laquelle il est employé et même tous les détails de l'exécution. Pour faire un bon dessinateur, il faut d'abord savoir comment les pièces s'exécutent, comment on les fabrique; c'est ainsi qu'on arrive à éviter dans les dessins ce que nous appelons des loups, c'est-à-dire souvent de grosses bévues. On ne doit donner le titre de dessinateur qu'à celui qui connaît la fabrication des pièces qu'il est appelé à dessiner et même leur destination.

M. MASSON, estime que le dessinateur doit être au courant des travaux d'atelier de façon à combiner des pièces qui peuvent se fabriquer avantageusement. On peut, en effet, avec des formes différentes, arriver à un même résultat mécanique tout en ayant des résultats commerciaux et économiques bien différents.

M. ROY. — Il est intéressant, indispensable même, que tout dessinateur connaisse la destination de l'appareil qu'on lui demande de dessiner, pour que cet appareil puisse être exécuté avec toute l'économie possible.

M. CONTESTIN. — Il faut, à mon avis, que les connaissances du dessinateur soient très étendues; je ne veux pas dire par là qu'il faut qu'il connaisse toute l'industrie, ce serait chose impossible, mais il faut qu'il ait pénétré dans le détail de la construction dont il s'occupe.

M. LE PRÉSIDENT donne lecture d'un paragraphe du rapport relatif à cette question et dans lequel M. Toussaint condamne une méthode souvent employée en demandant que l'étude soit complète et comprenne les derniers dessins d'exécution, détaillés autant qu'il est nécessaire pour l'atelier.

M. KREUTZBERGER. — Les conditions nécessaires pour une bonne exécution sont assez

difficiles à réunir. En ce qui me concerne, j'ai toujours fait des plans extrêmement complets, de sorte qu'on ne pouvait déroger aux indications que je donnais; je n'ai jamais eu de contestations de la part de mes ouvriers parce que, lorsqu'ils discutaient quelque chose, je me mettais moi-même à la besogne et je leur montrais comment la chose devait être faite.

Avec cette manière de procéder, j'ai toujours pu construire convenablement mes machines; j'avais en outre l'avantage que, si une autre machine était commandée à la suite d'une première, on pouvait suivre exactement les mêmes procédés que pour cette première.

M. CLERC. — J'ai également pratiqué cette méthode; mais je regrette d'être obligé de dire que, pour la première opération, j'ai quelquefois échoué après avoir fait une étude bien complète du travail à exécuter. Il est arrivé que la fabrication ne se faisait pas du tout comme je l'avais demandé. Donc, tout en appuyant la motion de M. Kreutzberger, je demande qu'on ne se fie pas toujours à une première étude, et qu'on fasse des essais.

M. LE PRÉSIDENT. — On voit que l'orateur approuve l'étude absolument complète, sous la réserve qu'il y a parfois des tâtonnements dans la construction d'une première pièce; on pourrait dire que ces tâtonnements constituent eux-mêmes en quelque sorte une expérience, une étude complémentaire. Mais je crois que tout le monde est d'accord pour admettre, qu'en général, l'étude doit être complète.

M. ROY. — Au sujet des bureaux d'études, il est utile d'accompagner les plans de notes et de nomenclatures détaillées des pièces, ce qui manque souvent.

M. LE PRÉSIDENT. — M. Toussaint a bien prévu ce complément des dessins, car il dit dans son mémoire : « Ils doivent renfermer tous les renseignements voulus... »

M. KREUTZBERGER. — Le bureau de dessin est le pivot de toute la construction.

M. LE PRÉSIDENT. — Au sujet des *frais généraux*, M. Toussaint parle d'une division en deux parties : la première serait constituée par ce qu'on peut appeler les véritables frais généraux, qui sont répartis sur chaque objet sortant de l'atelier au prorata de la main-d'œuvre dépensée; cette partie comprend notamment les appointements du personnel, les frais d'administration, l'assurance, l'entretien des bâtiments; puis, vient une seconde partie, que l'auteur dénomme *frais d'industrie*, et qui comprend des dépenses un peu spéciales à chaque travail exécuté. Par exemple, la dépense de puissance motrice est affectée spécialement, et en quantité déterminée, à certaines catégories de travaux et non à tous. En résumé, M. Toussaint distingue les frais généraux qu'il est impossible d'attribuer à une commande plutôt qu'à une autre, et, au contraire, ceux qui peuvent être comptés pour l'exécution de chaque commande.

Cette distinction paraît très logique, puisqu'elle permet d'établir avec précision le prix de revient des pièces et les devis.

M. CLERC approuve cette division des frais généraux en deux parties, qu'on peut appeler frais généraux *directs* et frais généraux *indirects*.

M. LE PRÉSIDENT. — Je crois que l'idée de l'auteur est celle-ci : Il fait entrer dans la catégorie des frais généraux directs les dépenses qui sont faites en tout cas, qu'on produise ou qu'on ne produise pas : par exemple, on supporte constamment les frais des emprunts faits pour construire une usine et les impôts. Dans les frais indirects, que l'on considère encore souvent comme des frais généraux, viennent se ranger les dépenses qu'on ne fait que par suite des travaux utiles qu'on exécute; avec une comptabilité suffisamment minutieuse, on conçoit qu'on puisse attribuer à chaque opération toutes ces dépenses réellement faites pour l'exécuter.

M. CONTESTIN est d'avis que les dépenses portées pour l'entretien des machines outils

ne doivent pas rentrer dans les véritables frais généraux. Il approuve d'ailleurs la division préconisée par M. Toussaint.

M. LE PRÉSIDENT. — Je crois que, si nous considérons le principe pur, la théorie, la question est si claire que tout le monde sera du même avis; mais il serait intéressant de savoir si, dans la pratique courante, cette division peut être facilement réalisée.

Elle exige, en effet, une comptabilité minutieuse; ne pourrait-on même pas arriver à des difficultés de comptabilité telles que la méthode serait d'une application bien difficile?

M. CONTESTIN. — Voici comment je comprends la chose : le matériel doit s'entretenir, c'est-à-dire que tout industriel doit tenir ses outils en état de répondre à sa production; et, s'il conserve ses outils, ceux-ci conservent toujours une valeur qui est celle du neuf; voilà pourquoi je dis que le compte d'entretien du matériel ne doit pas faire partie intégrante des frais généraux, parce que cet entretien du matériel se trouve englobé dans l'amortissement; c'est un compte tout à fait particulier.

M. SPINGER. — Nous sommes en réalité des marchands de main-d'œuvre, et il faut évidemment que les acheteurs paient les frais d'entretien et de réparation du matériel; cela rentre donc dans les frais généraux; on ne peut faire de compte spécial pour cet article, car il est pratiquement impossible de répartir l'usure d'un appareil entre les diverses commandes pour lesquelles il a été employé.

L'examen des comptes annuels montre que, proportionnellement au chiffre d'affaires, on a toujours le même pourcentage de frais généraux; je crois que tous les ateliers de construction ont de 120 à 120 p. 100 de frais généraux, je parle des ateliers qui ne font pas de spécialités mais des constructions de mécanique générale.

M. LE PRÉSIDENT. — La question spéciale soulevée par l'auteur du mémoire est celle-ci : Il prend les frais généraux tels qu'on les compte dans tous les ateliers, puis il en fait deux parts; l'une d'elles constitue des frais généraux proprement dits : elle est répartie au prorata du montant de chaque commande. Pour la seconde partie, il la spécialise, et la fait supporter par certaines commandes. Cette méthode est souvent appliquée partiellement; par exemple, l'entretien des marteaux-pilons est une partie des frais généraux, mais qu'on ne porte que sur les pièces de forge; l'entretien des machines-outils constitue également une partie des frais généraux, mais il est logique de ne pas la faire supporter par les pièces faites à la main.

A la suite de diverses observations, le Président croit devoir préciser comme il suit le point en discussion :

Le prix de revient comprend ce qu'on appelle des dépenses directes, c'est-à-dire le salaire qu'on paie à l'ouvrier qui exécute une certaine pièce, la matière qu'on prend pour l'exécuter; puis il comprend ensuite des frais généraux qui sont répartis au prorata de la main-d'œuvre et des dépenses de matières.

Ce que veut faire l'auteur, c'est réduire au minimum ces frais généraux en n'y comptant que des frais très généraux; il veut en compter, comme dépenses directes affectées à chaque commande, la plus grande part possible. Comme cette méthode, au moins dans les détails, n'est pas généralement suivie, il serait intéressant de savoir si on estime qu'elle est pratique.

M. CLERC. — Je crois que l'auteur des mémoires va trop loin et que sa proposition entraînerait des complications trop grandes. Je m'en tiendrais purement et simplement à deux sortes de frais généraux : d'abord, ceux consistant en frais du capital, d'amortissement, direction, etc., puis, les frais généraux indirects, qui consistent dans l'achat de courroies, d'outillage, d'huile, etc.; au bout de chaque mois, ou tous les trois mois, j'additionne toutes ces dépenses, et je les ajoute à mes frais généraux directs, qui sont absolument définis pour toute l'année; ce total est alors réparti sur l'ensemble des travaux de l'atelier.

M. VAN DER STEGEN. — J'appuie volontiers cette proposition, mais, dans les calculs, il y a lieu de tenir compte de coefficients variables suivant la nature des industries.

M. MASSON est absolument d'avis d'établir d'abord un compte de frais généraux directs, qu'il qualifie *d'inévitables*, et qui se répartissent sur la production proportionnellement à la main-d'œuvre; puis un compte de frais généraux *accessoires*, qui comprend les frais de production de force motrice, l'entretien des machines-outils, la main-d'œuvre pour la mise en chantier des pièces sur les machines, les salaires des frappeurs, le combustible de la forge, etc., enfin un compte d'amortissement des machines-outils.

Ces deux derniers comptes servent à déterminer les frais généraux supplémentaires dont on doit frapper l'usinage exécuté sur les machines.

La division de ces comptes est assurément un travail délicat, mais parfaitement possible, précieuse et surtout logique, d'après M. Masson.

En opérant ainsi dans l'établissement d'un prix de revient, on fait entrer toutes les heures des ouvriers producteurs pour une somme fixe invariable provenant du premier compte, puis en majore comme il convient les heures de forge, de raboteuse, fréseuse, tour, etc. Il est évident que l'on ne peut faire payer un travail qui aura nécessité dix heures de marche de machine-outil le même prix que si ce même travail n'avait demandé que dix heures d'ajusteur.

L'amortissement des machines-outils est une question d'appréciation personnelle et qui varie suivant l'exploitation; c'est pourquoi M. Masson en fait un compte spécial.

DEUXIÈME SÉANCE DU VENDREDI 20 JUILLET

PRÉSIDENCE DE M. SAUVAGE

La séance est ouverte à deux heures trois quarts. L'ordre du jour appelle la fin de *l'étude des ateliers de constructions mécaniques*. Deux nouveaux mémoires sur la question ont été remis : l'un par M. FOLLIN, ingénieur constructeur à Lisieux, dans lequel se rencontrent beaucoup de détails intéressants.

M. FOLLIN insiste sur un point qui a déjà été traité et vient confirmer les idées déjà soutenues; les études doivent être complètes, aussi complètes que possible; les dessinateurs ne doivent jamais être avares de renseignements; ils doivent accompagner leurs dessins des explications de toute nature qui peuvent faciliter l'exécution.

M. FOLLIN insiste en particulier sur la nécessité de mettre le dessinateur au courant de toutes les conditions d'emploi et de destination des appareils.

Le second mémoire émane de M. GRIFFISCH : c'est un type de projet d'atelier; il est accompagné d'un plan qui représente un grand établissement de construction placé dans les meilleures conditions possibles; il est desservi par différentes voies de communication et comporte un raccordement avec le chemin de fer, un quai sur un canal et un accès sur une route ordinaire; dans l'intérieur de l'usine, les différents ateliers et les magasins sont disposés de manière que, depuis l'entrée des matières premières jusqu'à la sortie des pièces finies, en passant par toutes les branches d'élaboration, le transport se fasse toujours aussi simplement et aussi commodément que possible.

Ce sont là évidemment des principes sur lesquels il paraît difficile qu'il y ait contradiction; tout dépend, bien entendu, dans chaque cas, des circonstances locales, des

emplacements, qui peuvent varier beaucoup, et même, étant donné un certain terrain, étant donnée une certaine position des voies de communication, l'étude peut encore être faite plus ou moins habilement. Mais il serait difficile de discuter en détail les dispositions d'un plan.

M. LE PRÉSIDENT propose de remercier vivement MM. Follin et Griffith de leurs communications, et de déclarer, qu'en principe, l'assemblée approuve l'installation d'une usine faite de manière que tous les transports, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur de l'usine, soient aussi commodes, aussi simples et aussi économiques que possible.

M. LE PRÉSIDENT rappelle une question précédemment posée par un des membres de la réunion, qui exprimait le désir qu'on eût facilement, de la part des constructeurs, lorsqu'on veut acheter des machines-outils, des renseignements précis sur la puissance motrice nécessaire pour les actionner dans les différentes conditions, par exemple pour un travail maximum et pour un travail moyen.

L'application de plus en plus fréquente des commandes électriques oblige à se préoccuper plus attentivement de la puissance motrice à fournir à chaque machine-outil; il faut bien savoir quel type de dynamo choisir, et de quelle puissance, pour actionner chaque machine-outil ou chaque groupe de machines-outils; l'examen de cette question est donc bien utile. Ne serait-il pas désirable, d'une façon générale, que chaque machine-outil fût accompagnée de renseignements plus complets qu'on ne le fait aujourd'hui sur la puissance motrice nécessaire pour l'actionner?

M. DUMONTANT dit que la puissance motrice nécessaire pour une machine-outil se déduit aisément de la dimension de la courroie qui actionne cette machine; avec les transmissions ordinaires, il n'y a qu'à chercher la force maxima que peut transmettre cette courroie et à la multiplier par la vitesse de marche. Pour toute machine-outil, la dimension de la courroie nécessaire est d'ailleurs connue.

M. SINGRUN ajoute que, dès aujourd'hui, on peut connaître sans peine la puissance que demande une machine-outil quelconque, qui est en principe donnée dans tous les catalogues.

M. LE PRÉSIDENT. — Il résulterait de cette remarque que ce qui était demandé tout à l'heure existerait, et que les constructeurs de machines-outils donneraient à cet égard des indications suffisantes.

M. SINGRUN. — Il peut y avoir des variations plus ou moins grandes de la puissance effectivement nécessaire, mais l'indication en est donnée sur les catalogues.

M. DE LA VALETTE. — Au sujet de la puissance des machines-outils, que M. Dumontant estime pouvoir être mesurée par la tension des courroies, je crois que les différences dans la nature, dans la largeur des courroies, la largeur des poulies, l'épaisseur des courroies, le frottement empêcheraient d'obtenir par cette méthode des indications exactes: aussi n'est-ce pas en général avec l'emploi des courroies qu'on a cherché à mesurer la puissance absorbée par les machines-outils.

Les valeurs les plus exactes ont été obtenues jusqu'ici par l'emploi de la commande électrique. L'intensité et la tension du courant utilisé, dans les conditions du travail maximum, donnent exactement, en watts, l'indication de la puissance nécessaire.

M. SPRINGER. — Avant de quitter le sujet de l'*organisation des ateliers*, je voudrais présenter une observation qui me paraît du plus grand intérêt pour tous les constructeurs. Il arrive fréquemment que l'industriel, qui a besoin d'une installation quelconque, demande des prix et même des projets à de nombreux constructeurs; ceux-ci font alors un travail important, et souvent la commande est donnée à un constructeur qui n'est aucun de ceux auxquels on a demandé le projet: cet abus de demandes de

projets est fréquent : quelquefois ces demandes sont faites avec l'idée bien arrêtée de ne donner la commande à aucun de ceux qui sont ainsi consultés.

Les architectes, lorsqu'ils font des projets, ont un tarif; ils font payer tant pour le projet, tant pour l'exécution, tant pour la surveillance, pourquoi le constructeur ne serait-il pas payé pour ses projets? Si une décision semblable était prise, je crois que cela atténuerait considérablement les demandes, j'émetts donc le vœu qu'un congrès prochain examine cette question.

En ce qui concerne les gouvernements, c'est la même chose; s'il y a un bâtiment à faire, on ouvre un concours, et, pour les architectes, il y a des prix; pour les constructeurs, jamais. Si vous faites des études pour un Gouvernement, vous êtes obligés de donner des plans au 10^e, des coupes, des renseignements multiples, en dix exemplaires, sur toile à calquer; cela exige beaucoup de frais et, la plupart du temps, c'est celui qui propose le meilleur marché qui obtient la commande et qui a quelquefois fourni le moins de travail; — car généralement ce sont les ateliers qui exécutent le mieux qui font les meilleures études.

M. SLOAN. — Je m'associe absolument aux idées qui viennent d'être exprimées par notre collègue; il y a évidemment abus de demandes de renseignements et les ingénieurs qui ont ainsi beaucoup travaillé n'ont rien pour leur peine; j'estime qu'ils devraient être tarifés comme les architectes.

M. CHAMBERTAIN. — Je m'associe également aux paroles qui viennent d'être prononcées.

M. SINGRUN. — Et cette manière d'agir diminuerait sensiblement les frais généraux d'un atelier de construction; il est prouvé, en effet, que sur dix projets, il n'y en a guère qu'un qui réussisse.

M. DUMONTANT. — Cela est bien juste, mais quelles sont les mesures à employer pour éviter cet abus?

M. FERRÉ. — La question a été traitée à la Chambre Syndicale des mécaniciens chaudronniers et fondeurs de Paris, et il a été prouvé qu'il n'y avait aucune sanction à donner à un vœu de cette nature. Les constructeurs eux-mêmes estiment qu'il n'est pas applicable en pratique. J'ai été constructeur pendant longtemps. Prenons par exemple la construction des appareils à moulins; tous les jours, le propriétaire qui veut installer un moulin reçoit la visite de deux, trois, quatre constructeurs, et chacun lui dit : Vous avez un moulin à installer? je vais vous en faire l'étude, je vais vous en faire les plans, les devis, vous me donnerez la commande ou vous ne me la donnerez pas... ce sont en quelque sorte les constructeurs qui prennent l'initiative de travailler ainsi pour rien. Il faudrait obtenir des constructeurs qu'ils renoncent à cette pratique et alors on pourrait trouver une sanction.

M. RATEAU. — Ce que vient de dire M. Ferré est absolument exact; mais il est évident que, dans ce cas, il y a contrat entre le client et le constructeur. Quand, au contraire, il n'y a pas accord tacite, il devrait être admis que, comme un architecte, le constructeur aurait le droit de demander des honoraires pour ses études.

M. LE PRÉSIDENT propose une division en deux parties de cette question très importante. Il y a d'abord le cas où une personne quelconque s'adresse à plusieurs constructeurs; il y a ensuite un autre cas, qui touche à un principe très important de la plupart des gouvernements, c'est l'adjudication; il pense qu'on devrait laisser complètement de côté cette question de l'adjudication.

Dans la plupart des États, les grands travaux doivent être faits par adjudication; or, du moment qu'il y a adjudication publique, il est clair que tous ceux qui y prennent part sont exposés à faire des frais d'études considérables; on ne peut soumissionner une grande construction sans frais; c'est le principe même de l'adjudication qui se trouve en jeu.

Peut-être pourrait-on se limiter à l'examen des mesures, qui sont un peu d'ordre privé ou de l'ordre des syndicats de constructeurs, et qui pourraient réduire à de justes proportions le travail abusif qu'occasionnent les demandes de prix faites par le simple particulier.

M. SINGRUN. — Les devis qui sont ainsi demandés sont établis souvent après une série de visites sur place, exigeant parfois de longs voyages, après des études coûteuses ; je crois qu'il serait utile de faire payer une certaine somme pour ces dépenses que l'on a à faire ainsi dans l'intérêt du client, car il arrive que le client profite des premières études qui ont été faites pour aller les porter à des concurrents.

M. LE PRÉSIDENT. — Le mal est très bien indiqué ; il [pourrait disparaître par suite de conventions privées entre les constructeurs et ceux qui ont recours à leurs offices.

M. DUMONTANT. — La mesure qui est demandée existe dans la loi ; on a toujours le droit de réclamer le salaire d'un travail fourni.

M. RATEAU. — On peut toujours émettre un vœu, mais il sera forcément platonique, il n'y aura aucune sanction possible.

D'autre part, voici l'observation que je désirais présenter. On assimile l'ingénieur à l'architecte, mais cette assimilation est inexacte : l'architecte ne construit pas, il fait un projet, il fait des plans et se borne à cela, tandis que le constructeur, lorsqu'il fait des projets, a toujours l'arrière-pensée que c'est lui qui construira et qui recueillera à ce moment le bénéfice de ses études et projets. Si un architecte est en même temps entrepreneur de travaux publics, nous sommes dans le cas d'un ingénieur constructeur, et il est certain qu'il fait aussi des plans pour rien.

M. LE PRÉSIDENT demande quelle solution pratique on propose.

M. SPRINGER. — L'Association des ingénieurs allemands a fait un tarif ; les petits projets, qui demandent quelquefois les mêmes calculs que les grands, mais avec des chiffres réduits, sont considérés comme devant être payés proportionnellement plus cher.

M. LE PRÉSIDENT dit, qu'avant de discuter les détails d'un tarif, il importerait de savoir comment on l'appliquera.

M. SPRINGER. — En proportion de la valeur de la commande.

M. SLOAN. — Je pense qu'il est intéressant d'établir une législation à cet égard et que l'on sache que, lorsqu'un client demande des plans à un constructeur, il aura à payer une certaine somme pour les devis qui lui seront présentés, à moins que le constructeur ne l'ait complètement exonéré.

M. DUMONTANT. — Il faut considérer séparément l'ingénieur et le constructeur ; au point de vue de la loi française, l'ingénieur est assimilable à l'architecte et, comme tel, il peut exiger le paiement de ses études.

M. RATEAU. — Les ingénieurs conseils sont bien payés, d'après un tarif ou d'après des conventions faites *a priori*.

M. CHAMBERTAIN. — Un ingénieur, quel qu'il soit, d'après la loi française, a le droit d'être payé des projets qu'il fait ; personne ne contestera ce droit.

M. RATEAU. — Si le constructeur lui-même consent à donner un projet pour rien, que pourrez-vous faire ? Je crois que la question est là.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous sommes en présence d'une question difficile à résoudre, parce qu'il s'agit de savoir jusqu'à quel point la législation peut intervenir dans des conventions particulières.

M. SPRINGER. — Le vœu que j'ai émis n'est pas une question de convention entre les constructeurs. Si un constructeur veut bien faire gratuitement les plans et devis, on ne pourra pas le lui interdire, mais le client ne s'adressera pas à tout le monde, et cela

restreindrait le nombre des constructeurs qui étudient un projet et des clients qui, malgré leur bonne foi, et sans parti pris, puiseront toujours dans ces projets des idées qu'ils communiqueront à celui qui construira.

M. RIBOURT. — Il me semble, qu'à cet égard, il pourrait y avoir une sorte d'entraînement provoqué par les Sociétés de construction auxquelles on peut s'adresser pour l'établissement de certains projets nouveaux et très importants; le nombre de ces maisons est assez limité dans notre pays et si ces maisons, par une convention tacite, prenaient cette résolution : que tout projet demandé, traité et présenté sous forme matérielle serait l'objet d'une facture basée, par exemple, sur le temps passé, avec un certain coefficient au point de vue de la valeur du projet, cela serait une sorte d'entraînement donné à l'industrie privée; on pourrait ainsi réduire cette tendance exagérée de demander des projets qui exigent un long travail sans aboutir à aucun résultat pratique.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous sommes en présence d'un vœu : on souhaite que les constructeurs s'entendent pour se faire rémunérer du prix de leurs études; cela me paraît absolument légitime; cependant, je me demande si nous ne sortirions pas un peu de notre rôle en invitant une fraction de nos membres à prendre une résolution qu'ils sont parfaitement libres de prendre. Est-ce que les constructeurs ne viendraient pas dire : nous connaissons bien nos intérêts et si nous n'avons pas encore fait l'accord proposé, c'est parce que nous y avons trouvé des difficultés pratiques. J'appelle donc votre attention sur le peu de poids que présenterait un vœu relatif à cette question bien que très intéressante.

M. KREUTZBERGER. — Il y a certainement des abus, et même on peut dire que certains projets étudiés en France ont été exécutés à l'étranger. Je crois que la demande d'un projet justifie le paiement d'un salaire à défaut de commande de fourniture.

M. LE PRÉSIDENT. — La question a aussi un côté juridique. Si le projet d'une construction est donné à un autre, il y a là une affaire contentieuse, dont nous n'avons guère qualité pour nous occuper.

La discussion étant close sur ce sujet, il convient de passer à la question très intéressante des *moteurs hydrauliques*.

La parole est donnée à M. RATEAU, qui fait un résumé du très beau mémoire qu'il a rédigé à l'occasion du Congrès.

(Ce mémoire est publié *in extenso* dans le compte rendu du Congrès, t. I, p. 335.)

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, je crois être votre interprète en exprimant tous nos remerciements à M. Rateau, qui a extrait de son mémoire des renseignements si intéressants et qui a dû faire ainsi, avec un grand dévouement, des sacrifices considérables, car il aurait fallu tout lire; les parties qui ont été passées sont certainement aussi intéressantes que celles qui ont été lues; malheureusement, le temps obligeait à cette réduction.

Vous savez quel intérêt s'attache aujourd'hui à l'installation de moteurs hydrauliques, c'est-à-dire presque toujours de turbines; des études aussi considérables sur cette classe de moteurs ont non seulement une très grande valeur théorique, mais aussi un intérêt pratique extrêmement important, et je crois que vous voudrez bien profiter de la présence de deux hydrauliciens aussi distingués que M. Rateau et que M. le professeur Prazil pour leur poser différentes questions relatives soit au mémoire même qui vient de vous être lu, soit aux différents points intéressants qui s'attachent à la construction des turbines et à l'établissement de ces moteurs.

M. le professeur Prazil doit d'ailleurs, tout naturellement, prendre la parole pour répondre aux observations qui ont été présentées par M. Rateau.

M. PRAZIL¹. — Je vous prie tout d'abord de m'excuser si je ne parle pas très facilement le français; j'espère cependant arriver à me faire comprendre. Je dois premièrement féliciter M. Rateau de son discours et du travail si complet qu'il a publié dans la *Revue de Mécanique* sur les turbines; c'est un résumé de l'histoire de toutes les études sur ce sujet, de toute la pratique, et, en même temps, une critique très approfondie.

M. Rateau s'est également donné la peine d'examiner la petite étude que j'ai faite autrefois de ce que j'ai appelé les *roues transformatrices*; cette étude m'avait été suggérée par quelques expertises dont j'avais été chargé en Suisse.

Un essai de cette disposition a été faite à Ravensburg, non sans quelques difficultés, parce qu'on se trouvait en présence d'une installation américaine et que les fondations étaient en mauvais état. Le rendement obtenu n'a pas dépassé 60 ou 65 p. 100, mais il s'agissait de turbines hélicoïdes, donnant des pertes par la différence des angles d'entrée. Je crois qu'on obtiendrait un meilleur rendement si l'on employait des turbines Francis.

M. Rateau nous dit qu'il ne croit pas que les rendements puissent s'élever beaucoup parce que la couronne intérieure de la roue mobile motrice est une pompe; cela est exact, mais, comme la pratique a indiqué, pour certaines pompes centrifuges, des rendements de 60, 70, 72, jusqu'à 74 p. 100, je crois qu'il serait possible d'obtenir, avec la disposition simple que je propose, un rendement meilleur que celui que nous a donné une installation peu satisfaisante.

Est-il d'ailleurs nécessaire, dans tous les cas, d'obtenir un rendement mécanique très élevé? Ce que recherche l'industriel, c'est le rendement économique et il sera souvent avantageux de faire des économies sur les frais d'installation; la disposition que je propose permettra d'ailleurs souvent d'éliminer les pertes de rendement par les engrenages.

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, nous devons remercier très vivement M. le professeur Prazil de l'exposé si intéressant qu'il vient de faire; nous constatons avec plaisir que la divergence avec M. Rateau n'est pas grande, surtout si l'on remarque qu'il s'agit de la théorie d'un appareil qui n'est pas encore construit et qui, d'ailleurs, sera essayé dans de grandes proportions; M. Rateau prévoit un rendement de 65 p. 100 et M. Prazil 70.

M. RATEAU. — J'ai indiqué le rendement de 65 p. 100 comme particulier au système hélicoïdal, en supposant que la turbine ait un rendement de 82 p. 100; il est certain que si l'on prend une turbine Francis ayant un rendement de 85 ou 86 p. 100, il sera possible d'obtenir plus, et je suis d'accord sur ce point avec M. Prazil. On pourrait se contenter, dans bien des cas, de ce rendement, fourni par un appareil probablement moins coûteux que d'autres donnant un rendement plus élevé. Cependant beaucoup d'industriels sont habitués à compter sur un rendement supérieur à 75 p. 100; on attache une très grande importance au rendement, bien qu'évidemment il faille aussi faire entrer en ligne de compte le prix de revient complet de la puissance motrice; mais les constructeurs font quelquefois miroiter des chiffres de rendement bien supérieurs au rendement réel.

M. LE PRÉSIDENT. — Je pense que certains consommateurs accepteront avec confiance l'assertion d'un homme éminent et distingué qui leur garantira 70 p. 100 avec une turbine peu coûteuse, plutôt qu'ils ne croiront atteindre 86 p. 100 avec une turbine extrêmement chère; un rendement modeste inspirera peut-être une confiance plus grande.

¹. Voir le mémoire de M. Prazil sur le *Progrès de la construction des turbines hydrauliques*, dans le 1^{er} volume du Congrès, p. 325.

M. CASALONGA demande quelques détails sur le mode d'accouplement de plusieurs arbres parallèles de turbines indiqué par M. Rateau.

M. RATEAU explique, au moyen d'un dessin, la disposition qu'il propose¹.

M. RIBOURT préférerait, au plateau d'accouplement figuré par M. Rateau, l'emploi de pignons engrenant avec une roue centrale; au dispositif proposé, il objecte que la différence possible entre la puissance des diverses turbines accouplées pourrait donner naissance à un mouvement louvoyant. En outre, le plateau aurait un poids considérable, qui chargerait les arbres des turbines.

M. RATEAU. — Je ne voudrais pas prendre trop de temps pour vous décrire un dispositif qui n'a ici qu'un intérêt secondaire. D'abord, quand j'ai eu cette idée, je ne savais pas qu'elle avait été réalisée, non pas pour grouper sur un même arbre la puissance de plusieurs moteurs, mais pour diviser une puissance entre plusieurs arbres, notamment sur des perceuses; si le système marche bien pour diviser la puissance, il marchera mieux encore pour la grouper.

Il s'agit, d'ailleurs, remarquons-le, de l'appliquer à des machines pouvant conduire des dynamos de 1000, 2000 et 3000 chevaux; des engrenages de cette force n'existent guère que dans les laminoirs, qui fonctionnent par intermittences. Je crois que la plupart des constructeurs de turbines repousseraient avec énergie l'application des engrenages. Au point de vue du guidage du plateau d'accouplement, on peut dire qu'il n'y en a pas de meilleur: les turbines sont obligées de marcher en synchronisme; la disposition est bien préférable à l'accouplement par bieilles des locomotives, et je ne vois pas de difficulté d'exécution.

Il suffit qu'il y ait trois turbines au moins pour que le guidage soit parfait.

M. DUPUY. — Au point de vue géométrique, il n'y a pas d'hésitation sur le guidage des quatre turbines; ce qui est intéressant, c'est la comparaison à établir pour savoir si l'excès de rendement que donneraient ces quatre turbines correspondrait à l'excès de dépenses qui résulterait de leur établissement.

M. RATEAU. — Il n'y a pour moi pas de doute.

M. DUPUY. — Quel serait l'excès de rendement?

M. RATEAU. — Le rendement pourrait évidemment atteindre 82 à 85 p. 100, puisqu'on emploierait des turbines centripètes offrant le meilleur rendement possible.

M. SINGRUN. — Cette grande puissance ne peut être obtenue qu'avec une chute assez forte; quand on ne dispose que de chutes relativement faibles, de 3, 4 ou 5 mètres, on divise généralement les unités de façon à n'avoir, par exemple, que 500 chevaux sur la même turbine. Alors la solution est beaucoup plus avantageuse que le groupement en une seule turbine, au lieu de quatre turbines sur un même arbre.

M. SLOAN. — En Amérique, nous avons des turbines qui fonctionnent sur 5 mètres de chute et qui produisent 1000 chevaux, et même, lorsqu'on a des chutes assez élevées, on peut obtenir 2800 chevaux; je ne vois d'ailleurs pas qu'il y ait inconvénient à grouper quatre turbines par engrenage.

M. HEGLY demande quelques éclaircissements au sujet du rendement de 85 à 86 p. 100 annoncé pour une turbine Francis; il demande si quelque disposition spéciale a permis d'arriver à un rendement aussi élevé, qui lui paraît être le rendement maximum qu'il soit possible de réaliser.

M. PRAZIL explique que, d'après de très soigneuses expériences exécutées par lui, le rendement des turbines centripètes atteint, quand elles sont bien établies, environ 86 p. 100.

M. RATEAU. — Je demande la parole pour appuyer ce que vient de dire M. le

1. Voir, pour la description de cet accouplement, la *Revue de mécanique* ou le *Traité des Turbomachines*, par A. Rateau, p. 175.

Prof. Prazil, ajouter quelques explications sur le mérite de la turbine Francis et faire la comparaison des turbines hélicoïdales, centrifuges et centripètes. A mon avis, on peut obtenir un rendement de 85 p. 100 au moins quand la turbine est faite avec beaucoup de soin.

La raison pour laquelle la turbine centripète est préférable à la turbine centrifuge, au point de vue du rendement, c'est que les vitesses relatives de l'eau à l'intérieur de l'aubage mobile y sont moins grandes. (M. Rateau explique sur des épures de vitesses comment varient les vitesses absolues et relatives de l'eau dans les turbines centripètes hélicoïdes et centrifuges à réaction.)

Je trouve que, pour la turbine centripète, et en tenant compte de la perte par vitesse restante, on peut avoir un rendement hydraulique de 89 à 90 p. 100. Supposons qu'on utilise la vitesse restante au moyen d'un tube de succion, il faut alors augmenter ce chiffre de 3 p. 100, ce qui fait 92; je considère donc comme possible de faire des turbines centripètes ayant 92 p. 100 de rendement hydraulique, mais il faut retrancher de là les pertes externes.

Les pertes par les fuites sont généralement de 3 à 4 p. 100; dans les turbines les mieux faites, on peut quelquefois les réduire à 2 p. 100; ainsi dans les turbines du Niagara, on calcule qu'elles sont à peu près de 2 p. 100. Mais, il faut en outre retrancher les frottements d'arbres et de pivots, et ces frottements peuvent être réduits à 2 et 3 p. 100 environ, de sorte qu'on doit considérer le rendement net de 87 ou 88 p. 100, comme possible.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous devons être reconnaissants à M. Rateau de cet exposé, si clair, d'une question qui, à première vue, paraît un peu obscure : M. Rateau a bien mis en lumière les avantages de la turbine centripète sur les autres turbines.

Un membre appelle l'attention sur un point particulier de la construction des turbines centripètes à aubes distributrices mobiles. L'extrémité de ces aubes se trouve écartée de la couronne mobile sans que le rendement paraisse altéré. Cela ne tiendrait-il pas à ce que les différentes lames d'eau fournies par le distributeurs se soudent les unes aux autres, grâce à la distance qui existe entre l'extrémité des aubes directrices et la couronne mobile, et pénètrent ainsi avec une moindre perte de charge dans cette couronne?

M. PRAZIL dit que les essais ont montré, en effet, que l'éloignement de l'extrémité des aubes directrices pouvait élever le rendement de 2 à 3 p. 100.

M. RATEAU partage cette opinion et il montre pourquoi, dans les centripètes, il n'y a pas d'inconvénient à écarter le distributeur de la roue mobile. Tout au contraire, cet écartement permet aux filets d'eau de se souder et de prendre la meilleure direction pour l'entrée sans choc ou du moins avec choc minimum; mais il explique que, dans les turbines centrifuges, il faut bien se garder d'écarter les distributeurs de la roue mobile.

M. LE PRÉSIDENT propose de remercier MM. Prazil et Rateau, qui ont fourni ces explications si élevées au point de vue théorique et d'une application pratique si précise. Ce sont là des exemples de ce que nous disait M. le président Haton de la Goupillière dans son discours d'inauguration du Congrès : que la théorie et la pratique ne pouvaient pas aller l'une sans l'autre. Nous voyons comment des études théoriques extrêmement délicates conduisent à des résultats pratiques d'une grande importance.

Il est évidemment très important de recueillir 5 ou 6 p. 100 de plus de rendement d'une chute dans une turbine, surtout quand on peut le faire par de petites modifications qui n'augmentent pas le prix; car des appareils très bon marché, à faible rendement, auraient aussi des applications utiles.

La séance est levée à 5 heures et quart.

SÉANCE DU 21 JUILLET

PRÉSIDENCE DE M. SAUVAGE

La séance est ouverte à 2 heures 20.

M. SLOAN donne lecture d'un mémoire relatif à la turbine américaine Hercules; ce mémoire sera publié dans le troisième volume du Congrès.

Sur une question de M. Dumontant, M. Sloan répond, qu'en Amérique, on a trouvé pratique de jauger l'eau en la recevant dans des récipients de capacité connue.

M. SINGRUN dit que, pour les essais de turbines installées dans les poudreries de l'État français, on a fait les jaugeages à l'aide de déversoirs en mince paroi. On a notamment employé un déversoir de 6 mètres de largeur, sur lequel l'épaisseur de la nappe d'eau était d'environ 30 centimètres. L'État a adopté 0,42 comme coefficient pour la formule du déversoir, le rendement calculé, en partant de ce coefficient, a été de 90,4 p. 100.

M. SLOAN remarque que ce calcul, à l'aide du coefficient 0,42, paraît avoir donné satisfaction; mais le jaugeage direct donne évidemment des résultats moins contestables.

M. RABUT. — J'ai été frappé hier de l'extrême précision qu'on a apportée dans l'évaluation du rendement des turbines; on a distingué le rendement de 82 p. 100 de celui de 85; mais je crois que tout procédé de jaugeage autre que le jaugeage direct donne une approximation difficilement supérieure à un dixième; il faut donc se défier, même quand on est certain d'avoir affaire à une turbine de grand rendement, des approximations à un centième près dans l'évaluation du rendement. D'autre part, les grands réservoirs permettant le jaugeage direct n'existent pas partout, et les usines en sont dépourvues. Avec le déversoir en mince paroi que M. Bazin a établi pour ses expériences de Dijon, il a obtenu une approximation au centième, mais il n'y a que lui qui puisse obtenir une telle exactitude, et cela grâce à l'emploi d'une installation tout à fait spéciale. Je crois donc qu'il serait sage de n'apprécier le rendement des moteurs qu'à un vingtième près, en terminant par un 0 ou par un 5 le nombre indiquant le pourcentage.

M. SINGRUN objecte que les coefficients adoptés en France pour les déversoirs ont été établis par des ingénieurs de la plus haute compétence; il croit qu'on peut y ajouter foi.

M. RABUT. — Je n'ai pas du tout l'intention de mettre en doute les coefficients donnés par M. Bazin, dont je suis le disciple, mais autre chose est d'établir un chiffre par des expériences extrêmement soignées et précises de laboratoire, autre chose de l'appliquer dans une usine.

M. LE PRÉSIDENT. — Il paraît résulter des observations de M. Rabut que, pour obtenir une grande exactitude dans le jaugeage à l'aide du déversoir en mince paroi, il faut reproduire avec le plus grand soin les conditions où M. Bazin s'est placé dans ses expériences. Il semble donc, qu'avec des précautions suffisantes, l'emploi de ces déversoirs évidemment plus commode que celui de réservoirs pour le jaugeage direct, serait admissible dans une station d'essais des turbines, au moins après certaines vérifications.

Une seconde question qu'il importe d'examiner est celle des *pivots*. On vient de nous signaler que les simples pivots en bois de gaïac suffisaient pour les arbres des turbines les plus lourdes.

M. CAUDRON. — La question des pivots est extrêmement délicate. J'ai été amené à constater que le bois de gaïac se conduit très bien s'il est noyé dans l'eau; cela est d'ailleurs reconnu depuis longtemps, puisque les premières applications en ont été faites pour l'hélice motrice des bateaux; mais, si je me reporte au dessin qui nous a été soumis, je m'aperçois qu'il y a une réaction verticale de bas en haut qui équilibre en partie le poids de la turbine; c'est peut-être là une raison du bon fonctionnement.

M. VAN DER STEGEN demande si la forme d'aube de la turbine Hercule qui vient d'être décrite est bien conçue de manière à réaliser l'entrée sans choc; il semble que la courbure n'est pas tangente à la direction de la vitesse relative à l'entrée.

M. SINGRUN répond que la turbine travaille d'habitude avec une réaction très forte; dans ces conditions, l'arrivée de l'eau sur l'aubage est faible, la vitesse et la direction du premier élément de l'aube n'a pas grande importance.

M. LE PRÉSIDENT dit qu'il résulte des observations qui viennent d'être présentées que le pivot en bois de gaïac donne de bons résultats; mais il semble qu'on ne puisse compter sur ces bons résultats, d'une façon générale, que dans les cas où la disposition de la turbine est telle que des poussées verticales dirigées de bas en haut équilibrent en partie le poids de l'appareil.

M. SLOAN admet cette restriction.

M. LE PRÉSIDENT. — Il résulte bien des opinions qui viennent d'être exprimées que le pivot en bois de gaïac fonctionne bien, mais grâce à une disposition intérieure très judicieuse dans la construction de la turbine.

M. SLOAN est d'ailleurs persuadé qu'un pivot en métal pourrait de même donner de bons résultats.

M. DE LA VALLETTE rappelle, qu'en Amérique, le pivot a été remplacé, dans les turbines de grande puissance, par un patin que soulève la pression statique de l'eau (analogue au patin déjà employé par Girard en France), de façon que la rotation de l'arbre se fait comme s'il était supporté verticalement par un corps flottant.

M. SINGRUN dit que, depuis plusieurs années, il soulage le pivot, lorsqu'il est très chargé, par un piston compensateur recevant directement la pression de l'eau.

M. CAUDRON reproche à ces procédés mécaniques l'inconvénient d'entraîner une dépense de puissance motrice.

M. LE PRÉSIDENT. — Ainsi, on peut employer des pivots en gaïac ou en métal en disposant l'appareil pour qu'une force verticale en diminue le poids, ou bien des plateaux soulevés par la pression de l'eau, ou même un piston hydraulique.

M. SLOAN ne croit pas que cette dernière disposition ait pris une grande extension en Amérique, où la première donne des résultats satisfaisants. Du reste, en Amérique, pour les turbines très puissantes, on dispose un second pivot pour le cas où le premier viendrait à manquer.

M. SINGRUN. — La pratique nous a indiqué qu'il ne fallait pas dépasser la pression de 15 kg par cm² sur la surface portante du pivot, autrement on risque que l'eau n'ait plus suffisamment accès au pivot et que l'échauffement se produise. Nous avons des turbines de 3 et 400 chevaux qui fonctionnent depuis quinze ans et qui n'ont pas montré encore de traces d'usure, parce que nous avons donné des sections suffisantes et pris nos dispositions pour que le graissage se fasse d'une façon parfaite.

M. CAUDRON pense qu'un pivot formé de morceaux de gaïac séparés, autour desquels l'eau circulerait, semblable à ce qu'on a employé pour les hélices au début de la navigation à vapeur, donnerait de bons résultats.

M. SLOAN ne sait pas si cette disposition a été essayée.

Une courte discussion, à laquelle prennent part MM. Sloan, Singrün et Van der Stegen, s'engage sur la meilleure forme à donner aux aubes.

Il semble, en définitive, que les dernières formes auxquelles on a été conduit soient bien les plus favorables, de sorte que les bons résultats des essais confirment la théorie.

M. LE PRÉSIDENT remarque que des renseignements très condensés mais très intéressants viennent d'être fournis sur la pratique américaine; comme la pratique américaine est en train de devenir la pratique européenne, puisqu'un grand nombre de turbines analogues aux turbines américaines sont construites en Europe, ces renseignements ont une grande valeur.

On doit retenir la mention des installations faites spécialement pour l'essai de turbines; il est certain qu'une telle station d'essais doit permettre des progrès très réels dans tous les détails de la construction, pour le pays où elle existe; il serait bon qu'un congrès appelât l'attention sur cette question, d'autant plus qu'on s'occupe beaucoup maintenant de la création de laboratoires de mécanique.

La discussion étant close sur l'étude des turbines, le Président donne lecture de projets de conclusions relatives aux questions précédemment traitées. En premier lieu :

Le Congrès estime qu'il est utile, surtout pour la fabrication des pièces en répétition, de confier autant que possible deux ou plusieurs machines-outils à un seul ouvrier; cela peut souvent se faire sans réduire notablement la production de chaque machine, pourvu que les salaires soient établis d'une manière suffisamment libérale.

Cette conclusion est adoptée à l'unanimité des votants.

En second lieu :

Le Congrès estime qu'il est avantageux d'exécuter les pièces de machines autant que possible sur calibres, de manière à en permettre l'emploi sans retouche, non seulement dans les travaux en série, mais même pour les constructions isolées. Le degré de précision à obtenir dans chaque cas doit être fixé à l'avance et vérifié; les jeux des articulations doivent être déterminés.

Conclusion adoptée à l'unanimité des votants.

En troisième lieu :

Le Congrès est d'avis que les études qui précèdent la construction des machines ne sauraient être trop complètes; elles doivent comprendre tous les détails utiles pour l'exécution; il convient que des listes de matières et de pièces et que tous les renseignements intéressants accompagnent les dessins. La connaissance des procédés d'exécution, d'une part, et, d'autre part, de toutes les conditions de l'emploi des machines est en général nécessaire pour faire une bonne étude.

Conclusion adoptée à l'unanimité des votants.

Enfin, en quatrième lieu :

Le Congrès appelle l'attention des intéressés sur l'intérêt de la division des frais généraux d'ateliers en deux parties : l'une constituant de véritables frais généraux à répartir entre tous les travaux productifs de l'atelier, l'autre qui peut être plus exactement attribuée à chaque travail. Cette méthode est de nature à donner des prix de revient très voisins de la réalité.

Le Congrès est d'avis qu'il serait intéressant, pour certaines pièces d'un usage général dans les constructions mécaniques, de tracer des séries de types convenablement gradués, dont on recommanderait l'emploi aussi fréquent que possible, en excluant les pièces hors série, sauf pour des besoins spéciaux.

Le Congrès estime que, dans les pays où il existe des laboratoires de mécanique appliquée, ceux-ci seraient heureusement complétés par des installations permettant l'essai des turbines, à l'exemple de ce qui existe déjà dans certaines contrées.

Il semble que le procédé de jaugeage de l'eau le plus précis consiste à mesurer celle-ci dans des réservoirs de capacité connue.

M. LE PRÉSIDENT demande si quelque membre a de nouvelles propositions à présenter.

M. CASEVITZ croit que, de la discussion de la dernière séance, il était résulté qu'il serait intéressant d'arriver à des *règles pour les dimensions normales des arbres* : par exemple, les diamètres varieraient de 5 en 5 millimètres; il serait alors facile d'établir une série de calibres pour la construction.

M. LE PRÉSIDENT insiste sur l'intérêt de cette proposition, qui, faute de temps, n'a pas été discutée aussi longuement qu'il le faudrait; il pense qu'il faudrait même lui donner plus de généralité en l'appliquant à toute une série de pièces mécaniques courantes.

M. DUMONTANT craint que, dans certains cas, une extension aussi grande de la proposition dont il est l'auteur ne soulève beaucoup d'opposition.

M. LE PRÉSIDENT pense que, pour éviter cette opposition, il serait bon de mentionner expressément que de telles règles ne peuvent jamais être obligatoires. Ces règles sont destinées à éviter la multiplicité inutile des types; bien entendu chacun reste libre de construire des types spéciaux.

M. CLERC fait observer que, pour obtenir un progrès bien réel, pour qu'il y ait réellement interchangeabilité des pièces, il ne suffit pas d'édicter des règles. Il faut aussi prévoir un contrôle précis des calibres de vérification : sinon, si chaque constructeur fait son outillage, il se produira des différences entre des mesures qui devraient être identiques. On serait donc conduit à l'adoption d'instruments de contrôle général. Où seraient déposés ces instruments?

M. VAN DER STEGEN a eu l'occasion de comparer des calibres américains et des calibres français; il a constaté qu'ils n'étaient pas d'accord; pour citer le nom de très grandes maisons, la maison Bariquand ne paraît pas procéder avec le même étalon que la maison Brown et Sharpe.

De même, il a eu entre les mains des calibres anglais qui avaient été fabriqués d'après le mètre-étalon déposé à Londres, et il y avait également des divergences. Dans un Congrès international, il y aurait donc lieu, comme corollaire de la proposition qui vient d'être adoptée, d'émettre le vœu de voir *unifier effectivement les mesures métriques*; il semble que cette unification n'existe pas en pratique.

L'extrême précision des mesures n'est peut-être pas toujours indispensable, mais elle s'impose de plus en plus pour une foule de fabrications industrielles.

M. LE PRÉSIDENT. — La question qui vient d'être soulevée est peut-être l'une des plus importantes qui puisse être traitée dans le Congrès de mécanique appliquée. La divergence dans les calibres doit tenir surtout à la préparation même de ces calibres. Les étalons internationaux, qui sont déposés dans les différents pays, ne sont évidemment pas absolument pareils; mais ils le sont dans des limites d'erreurs étudiées et connues; on peut dire que ces mètres-étalons ont été établis avec le plus grand soin, avec la plus grande précision que les ressources actuelles de la construction puissent obtenir.

La Commission internationale du mètre, qui a fait confectionner ces étalons, s'est rendue compte que son œuvre n'était pas parfaite : elle signale des erreurs de quelques dix-millièmes de millimètre, et, si elle en parle, c'est qu'il a été impossible de faire mieux. Nous aurions l'air d'ignorer ces travaux si considérables de la Commission internatio-

nale du mètre si nous émettions le vœu que les mètres-étalons fussent mieux faits. Nous pourrions peut-être exprimer le vœu que les calibres soient contrôlés de façon à présenter la plus grande similitude possible.

M. VAN DER STEGEN. — Je ne veux pas révoquer en doute l'exactitude des mètres-étalons, mais les différentes maisons qui font des instruments de précision ont des calibres qui ne correspondent pas entre eux ; ces divergences, qui seraient peut-être négligeables pour la grosse construction, peuvent donner des erreurs appréciables dans les constructions délicates.

M. FORT. — M. le colonel Mangin a signalé une cause d'altération des calibres qui se produit au bout d'un certain temps. Sur des mesures à broche en acier trempé, il a constaté au bout de six mois, je crois, certaines différences qui n'existaient pas à l'origine.

Il a cherché et trouvé le moyen d'annuler ou d'atténuer ces altérations ; jusqu'ici, le meilleur procédé consiste à recuire les calibres dans une chaudière à vapeur pendant plusieurs mois.

M. KREUTZBERGER a étudié cette question des calibres de précision ; après un examen très soigneux des calibres de Brown et Sharpe et de ceux de Bariquand, il croit qu'on peut pratiquement s'y fier.

M. LE PRÉSIDENT ajoute qu'il faut prévoir aussi que l'industrie des calibres est une industrie absolument libre ; elle peut être exercée par des constructeurs qui n'y apporteront pas toujours des soins suffisants.

Ainsi que cela a été proposé, il serait donc intéressant de se préoccuper de rendre possible le contrôle dans les différents pays. Il n'y aurait sans doute pas utilité à y recourir pour bien des calibres ordinaires, sur lesquels des erreurs d'un dixième ou d'un vingtième de millimètre sont admissibles, mais ce contrôle serait utile pour les constructions précises. Cette idée n'est pas nouvelle, on a souvent proposé que des établissements comme le Conservatoire des Arts et Métiers, en France, fussent munis de moyens de contrôle et de vérification. N'y aurait-il pas intérêt, d'une façon générale, à ce qu'il existât des procédés de vérification aussi exacts que possible pour s'assurer que, dans les différents pays, les calibres que l'on fournit sont bien conformes aux mesures qu'ils sont censés représenter ?

M. VAN DER STEGEN voudrait, qu'en même temps, l'on traçât des séries de dimensions normales des pièces convenablement échelonnées, qu'on recommanderait d'employer autant que possible.

M. LE PRÉSIDENT répond qu'il serait intéressant d'étudier cette question, en n'oubliant pas cependant qu'il s'agit de calibres pour l'ensemble des constructions, de sorte que, pratiquement, on serait peut-être conduit à avoir des séries extrêmement multipliées. La limitation des calibres à un petit nombre de dimensions paraît difficile.

M. CONTRESTIN estime, en ce qui touche les travaux de précision, que chaque constructeur un peu soigneux peut arriver à faire lui-même ses calibres : il serait difficile d'arriver à trouver dans le commerce des calibres variant à l'infini ; c'est ainsi que lui-même procède pour l'exécution des travaux les plus délicats de la marine militaire. Il pense donc que la question de contrôle des calibres ne doit pas être soulevée.

M. LE PRÉSIDENT fait remarquer que, dans certains cas, la vérification des calibres serait utile. Il regrette toutefois qu'elle ne soit pas rendue obligatoire. Par exemple, on vient de citer les calibres de Bariquand et ceux Brown et Sharpe ; il serait très intéressant de pouvoir constater officiellement s'ils sont interchangeables, ou si, au contraire, ils présentent certaines divergences.

M. VAN DER STEGEN. — Si nous émettons le vœu qu'on emploie de plus en plus les calibres ; il me semble rationnel d'émettre également le vœu que ces calibres se trouvent

dans le commerce. L'un de nos collègues disait tout à l'heure qu'on peut les faire soi-même; cela est contraire au principe industriel de la division du travail; il vaudrait beaucoup mieux les trouver tout faits. Il me semble donc qu'il y a lieu d'émettre le vœu que *les calibres que l'on trouve dans le commerce soient unifiés*.

M. LE PRÉSIDENT. — Il me semble que, s'il existait des moyens de contrôle possibles pour les calibres de haute précision, on pourrait avec plus de confiance accepter tous ceux qu'offriraient les constructeurs, même quand ils ne sont pas encore très connus : loin d'être une entrave à l'industrie, le contrôle, pourvu qu'il ne devienne pas obligatoire, ne pourrait qu'en favoriser le développement.

M. CASEVITZ. — Il me semble que, s'il y avait des établissements où on pourrait vérifier des calibres, on se trouverait dans la même situation qu'actuellement pour la vérification des montres. Il y a quantité de montres que personne n'éprouve le besoin de faire vérifier. L'établissement d'un bureau de vérification donnera logiquement la possibilité, mais non pas l'obligation de faire vérifier.

M. KREUTZBERGER. — Il faut distinguer les *calibres-étalons* et les *calibres de travail*; le constructeur a souvent avantage à fabriquer lui-même ces derniers, mais il faut qu'il puisse se procurer de bons étalons.

Il y a d'ailleurs intérêt, pour éviter la multiplicité inutile des étalons, à tracer des séries normales de dimensions convenablement graduées, comme ont fait depuis longtemps les Américains pour les diamètres.

M. LE PRÉSIDENT annonce qu'une proposition de vœu sur les deux points en discussion (séries de dimensions et contrôle des calibres) sera rédigée pour être soumise à la section dans sa prochaine séance.

M. CAUDRON propose d'appeler pièces *rechangeables* celles qu'on désigne habituellement en construction mécanique par le nom de pièces *interchangeables*, qu'il critique.

Après une courte discussion, cette proposition ne paraît à la section devoir être l'objet d'un vœu.

M. REY-PAILLADE fait ensuite une courte communication sur la division décimale du temps, qui n'est pas étrangère à la mécanique, puisqu'elle lui fournit une de ses unités fondamentales.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Rey-Paillade de cette communication.

La séance est levée à 6 h. 15.

QUATRIÈME SÉANCE DU 23 JUILLET

PRÉSIDENCE DE M. SAUVAGE

L'ordre du jour appelle l'étude de la *mécanique des voitures automobiles*; sur cette question, un rapport très important, de MM. BOCHET CUESNOT et MESNAGER, a été distribué¹. M. Mesnager voudra bien en signaler les points particulièrement intéressants et pouvant prêter à une discussion utile.

M. MESNAGER. — Le rapport se compose de trois parties distinctes, dans lesquelles nous avons étudié, assez sommairement, puisqu'on nous avait recommandé de ne

1. 1^{er} Volume du Congrès, page 525.

pas trop nous étendre, les trois parties principales, qui concernent : 1° *la résistance à vaincre* ; 2° *la source d'énergie*, c'est-à-dire les moteurs ; 3° enfin, *la liaison entre les moteurs et les organes auxquels s'applique la force motrice* ; dans cette dernière partie, nous avons examiné également les organes directeurs et les différents organes mécaniques qui peuvent être interposés entre les moteurs et les roues.

Du premier chapitre, il y a peu à dire : il contient des faits qui résultent d'expériences, et une discussion ne peut guère s'engager sur ce sujet. Ce chapitre examine d'abord la résistance au roulement des roues sur la chaussée : ces résistances sont déduites d'expériences ; nous nous sommes attachés à prendre les plus récentes, néanmoins, dans les cas où nous avons trouvé des différences trop considérables entre les divers résultats, nous avons été obligés de nous rapprocher des moyennes et d'écarter certains résultats qui nous ont paru excessifs.

Vient en second lieu l'étude du frottement des fusées d'essieux dans les moyeux, puis de la résistance de l'air : pour cette résistance nous nous sommes reportés à la formule $0,005 V^2$, faute de formule reposant sur des expériences plus complètes.

Pour évaluer la puissance nécessaire des moteurs, nous avons indiqué une méthode qui paraît donner d'assez bons résultats et qui consiste à admettre que, quand une route présente des montées et des descentes, on doit tenir compte du travail nécessaire pour parcourir les montées et les paliers ; dans les descentes, on ne peut pas, jusqu'à présent, récupérer le travail moteur quand l'effet de la pesanteur devient supérieur aux résistances.

Quand on considère un parcours un peu long dans notre pays, on arrive généralement à trouver qu'une pente d'un centimètre par mètre en moyenne, appliquée sur la longueur totale, correspond à ce travail général ; en partant de cette donnée, nous trouvons une puissance de 2 à 3 chevaux par tonne pour une vitesse de 10 km. à l'heure, il est évident que, si la vitesse augmente, la puissance en chevaux doit également augmenter, et on arrive ainsi à ces puissances considérables qu'on donne aujourd'hui aux automobiles de courses.

En ce qui concerne les moteurs, il n'en existe jusqu'à présent, dans la pratique, que trois genres : les moteurs à vapeur, les moteurs à essence de pétrole et les moteurs électriques. A l'Exposition, on peut voir quelques moteurs nouveaux ; je ne crois pas que des expériences bien complètes aient été faites encore à leur sujet : peut-être ont-ils un grand avenir.

Entre les moteurs et les voitures, on est obligé de placer des transmissions, parce que, pour avoir des moteurs suffisamment légers, on est obligé de recourir à de grandes vitesses aux moteurs : en général, ces transmissions consomment une fraction importante du travail moteur *dont on ne recueille guère que la moitié, sur la jante*.

Avec les moteurs électriques, on obtient un résultat un peu meilleur, on peut en général admettre un rendement de 0,6.

Dans les moteurs à vapeur, il convient d'examiner successivement l'appareil qui produit la vapeur et celui qui l'utilise. Pour cette application, les constructeurs ont surtout recherché la diminution du poids pour une surface de chauffe donnée, la facilité de conduite de l'appareil, notamment au point de vue de la sécurité ; la rapidité de la mise en pression ; la faculté de disposer d'une notable réserve d'énergie pour le coup de collier à donner dans les points difficiles du parcours. Il est difficile, en général, de bien satisfaire à ces deux dernières conditions ; car, si l'on veut une mise en pression rapide, il ne faut pas avoir une grande réserve de calorique dans la chaudière. On a malheureusement sacrifié la dernière condition à la précédente, et on a le plus souvent aujourd'hui des chaudières à trop petit volume d'eau. Toutes ces chaudières sont à tubes d'eau ou à tubes de fumée.

Depuis quelque temps, pour simplifier la conduite de la chaudière et supprimer l'emploi désagréable des combustibles solides, on emploie les huiles de pétrole et même l'essence pour le chauffage; dans ces conditions, la dépense est plus grande qu'avec le combustible solide; mais comme on peut arrêter le brûleur pendant les arrêts et diminuer la combustion quand on ralentit la marche plus facilement qu'avec le charbon, on arrive cependant à ne pas trop exagérer la dépense.

On trouvera dans le rapport un tableau des surfaces de chauffe et des quantités de combustible nécessaires pour vaporiser un kilogramme d'eau dans les différentes chaudières.

Le moteur à vapeur, dès que la puissance est un peu grande, est généralement compound, par exemple quand on atteint une quinzaine de chevaux, comme c'est le cas pour les grandes voitures, notamment celle de Dion et Bouton. Dans certains cas, on fait usage de moteurs rotatifs, qui auraient l'avantage de supprimer la trépidation. On n'est pas jusqu'ici parvenu à une bonne solution à cause de la trop grande réduction de vitesse, réduction qui entraîne une absorption considérable du travail.

On peut admettre, en ce qui concerne l'emploi de la machine à vapeur, qu'il a des avantages au point de vue de la souplesse et de l'économie.

Dans les moteurs à essence, comme dans tout moteur à combustion dans le cylindre, on a l'avantage de ne pas perdre de chaleur dans les conduites et de produire la force motrice au point même où elle doit être utilisée. Pour les voitures automobiles, on n'a pas jusqu'ici employé de moteurs à air chaud, qui rentrent dans la même catégorie.

Les moteurs à essence ont deux parties principales : le carburateur dans lequel l'air se mélange de gaz comburant, et le cylindre dans lequel se produit l'explosion.

Cette explosion est généralement, aujourd'hui, provoquée par l'étincelle électrique.

Le moteur à essence ne se prête pas, aussi facilement que le moteur à vapeur, à la variation de la puissance entre des limites éloignées.

Les voitures électriques, jusqu'ici, sont des voitures à accumulateurs. On a cherché, dans ces derniers temps, à employer des voitures à trolleys, ce qui serait certainement beaucoup plus économique au point de vue de la dépense journalière d'électricité; mais l'installation du trolley exige la dépense d'un capital assez considérable, et le parcours des voitures est limité. On peut se demander, dans ces conditions, si l'emploi des voitures à trolley se répandra beaucoup, parce que, dans le cas où la circulation est suffisante pour justifier l'immobilisation du capital nécessaire à l'installation du trolley, on est assez près des conditions qui justifieraient l'addition des rails, c'est-à-dire l'établissement d'un tramway.

On n'est pas arrivé jusqu'ici à faire des accumulateurs assez légers pour que les voitures puissent faire de longs trajets; on ne peut faire au plus qu'une centaine de kilomètres, et même, pratiquement, qu'une soixantaine autour du point de chargement. De plus, les accumulateurs employés se détérioreraient sous un chargement trop rapide, si bien qu'on est amené à consacrer au chargement plus de temps qu'à l'emploi. Cela conduit, pour un service courant, au remplacement des accumulateurs déchargés par d'autres.

Nous avons indiqué, d'après les renseignements que nous avons obtenus sur les derniers concours, l'énergie spécifique des différents accumulateurs qui ont été employés. Le rendement de ces appareils ne dépasse pas 70 ou 75 p. 100.

Dans la partie mécanique des voitures, il y a différentes parties à considérer : les changements de vitesse, les changements de marche, qui se rapprochent des changements de vitesse, les embrayages, la transmission et la direction de la voiture.

Les changements de vitesse peuvent s'obtenir de différentes manières; malheureusement on en est encore réduit le plus souvent au système des changements brusques entre deux ou trois vitesses différentes; un système plus satisfaisant en théorie con-

siste en une transmission par galet de fiction pouvant se déplacer sur un plateau moteur depuis le centre jusqu'aux extrémités et qui, en passant d'un côté à l'autre, peut donner le renversement de vitesse.

Le plus souvent, on obtient la marche en arrière au moyen d'un groupe spécial de poulies ou bien avec un train d'engrenages.

Le changement de vitesse comporte un appareil d'embrayage et de débrayage. On réalise l'embrayage soit par des cames, soit par des appareils à friction.

Quant à la transmission du mouvement de la machine aux roues, elle s'obtient en général par l'intermédiaire soit de courroies, soit le plus souvent d'une chaîne, donnant lieu à une résistance importante, appareil qui, quoique grossier, a l'avantage d'être commode.

La direction des voitures se fait au moyen d'appareils qui modifient l'orientation des roues d'avant; à cet effet, ou bien on fait tourner l'essieu avant de la voiture, comme dans les voitures remorquées par des chevaux, ou bien on emploie un essieu brisé, qui a sur le précédent l'avantage de maintenir les quatre points d'appui de la voiture dans la même position.

On peut se demander s'il y a avantage à placer la direction à l'avant ou à l'arrière. La direction à l'arrière a l'inconvénient de transporter le centre de rotation de la voiture sur l'axe de l'essieu des roues avant, et, par conséquent, lorsqu'on se trouve près d'un trottoir, d'obliger à reculer au moment du départ.

On a cherché différents systèmes qui permettent aux deux roues directrices de la voiture de tourner constamment autour du même centre instantané de rotation; jusqu'ici, la plupart des voitures ne donnent pas rigoureusement ce résultat; on se contente de l'obtenir pour certaines positions des roues; il n'existe qu'un dispositif qui permette de l'obtenir jusqu'à présent, c'est le système BOURLET, qui est fondé sur une propriété géométrique très simple.

On a cherché également, dans ces derniers temps, à obtenir une disposition qui, lorsque la voiture marche en alignement droit, exigeât le moindre effort sur la main qui conduit la voiture.

Ce qui frappe dans la plupart des voitures automobiles, c'est la petitesse des roues. On peut s'étonner qu'en général on n'ait pas employé des roues plus grandes, puisqu'elles n'ont pas à passer sous la cage directrice lorsqu'on emploie des essieux brisés. L'emploi de petits diamètres résultait au début de la difficulté de construire des roues assez solides; il ne semble pas qu'aujourd'hui les mêmes difficultés existent et il ne serait pas étonnant qu'on arrivât à des roues un peu plus grandes.

Nous avons cherché, en dernier lieu, à nous rendre compte du prix des véhicules; nous avons donné des valeurs moyennes, d'après les prix des constructeurs, du prix en kilogramme. Nous avons également cherché à nous rendre compte du poids des différentes parties des moteurs, et nous avons été très frappés de la proportion pour laquelle la carrosserie entre dans le poids des voitures; en général, elle est la moitié du poids total. Il y a évidemment des progrès à réaliser de ce côté, plus encore peut-être que pour le moteur et le mécanisme.

M. LE PRÉSIDENT remercie M. Mesnager de sa communication, malheureusement trop courte, et met en discussion les différents points de cette communication.

M. FORESTIER. — Les lois simples du frottement de roulement ne suffisent pas pour expliquer le fonctionnement des bandages élastiques; une étude spéciale de ce fonctionnement paraît nécessaire.

Pour les bicyclettes sur route, on ne gonfle pas trop les pneumatiques, de manière qu'ils puissent se déformer au contact des obstacles, tandis que, sur piste, on arrive à les gonfler assez fort pour en faire des bandages indéformables.

M. DE LA VALETTE. — Au sujet de l'application des pneumatiques, M. l'inspecteur général Forestier faisait justement remarquer la gêne qui résultait de l'obligation de donner un degré de compression au gaz à l'intérieur des pneumatiques en rapport avec l'état de la route : peu élevé, quand on a une route pleine d'aspérités, et fort, au contraire, quand la route n'offre aucune espèce de saillies.

Il y a une autre question qu'il serait également intéressant de voir élucider par M. le Rapporteur, c'est celle du volume, par rapport au diamètre, de ces pneumatiques, car l'économie qui résulte de l'emploi du pneumatique tient à l'absorption de toutes les réactions, de toutes les pertes de forces vives qui ne viennent pas s'emmagasiner et se perdre dans les organes de la voiture. Plus le pneumatique a un fort diamètre, plus son élasticité est grande par rapport à la masse même du véhicule, plus grande est l'économie. Y a-t-il donc intérêt à avoir de gros pneumatiques ou à avoir une roue un peu grande pour avoir un volume plus considérable de gaz avec des pneumatiques de moindre diamètre, ce qui se traduit par une économie de construction ?

M. BRANDIER. — Je voudrais demander également des indications sur la valeur comparée des roulements soit à billes, soit à friction, avec une lubrification bien comprise ; je ne sais pas si la question a été résolue au point de vue expérimental. Il y a en ce moment beaucoup d'engouement pour le roulement à billes, mais bien des personnes restent fidèles aux anciens roulements par frottement et lubrification.

M. MESNAGER. — En ce qui concerne l'emploi des pneumatiques, nous avons bien indiqué, dans notre rapport, que nous considérons leur emploi comme avantageux au point de vue de la diminution de la perte de force vive ; le principal avantage des pneumatiques est de diminuer les vibrations des voitures et la perte du travail qu'elles entraînent.

En ce qui concerne la meilleure dimension des pneumatiques, les données manquent à ce sujet ; il y aurait évidemment une série d'expériences très intéressantes à entreprendre à cet égard.

M. DE LA VALETTE. — Il n'en a pas été fait. MM. Michelin ont fait, avec des voitures lourdes, pesant 4 tonnes, des expériences sur le roulement avec les pneumatiques, et ils sont arrivés à cette conclusion : qu'il y avait économie dans la traction avec l'emploi de pneumatiques, mais qu'ils ne pouvaient pas dépasser certaines vitesses sans arriver à une élévation de température, à l'intérieur même du bandage, telle qu'il était mis très rapidement hors d'usage si on prolongeait l'expérience.

Cependant, par suite de la facilité de roulement qui résulte de l'emploi des pneumatiques, on a pu donner à des véhicules relativement lourds des vitesses qu'il n'aurait pas fallu songer à obtenir avec des jantes qui auraient transmis toutes les réactions du sol. Mais, de quelle façon ces pneumatiques peuvent-ils être utilisés, quels sont les cubes et les diamètres correspondant à une déperdition suffisante de la chaleur intérieure produite par le roulement pour que le pneumatique puisse fournir un usage régulier et ne pas atteindre le point de détérioration ? Les expériences nécessaires n'ont pas encore été faites ; il serait intéressant d'appeler sur ce point l'attention des mécaniciens et des carrossiers ; c'est plutôt une question de carrosserie qu'une question de mécanique.

M. FORESTIER. — Au sujet de l'influence des surfaces bien lubrifiées et des roulements à billes, on peut remarquer à l'Exposition beaucoup d'essais de roulements sur rouleaux substitués aux roulements à billes ; on emploie le roulement à billes et le roulement sur rouleaux surtout dans les voitures qui ont besoin de démarrer fréquemment et rapidement, parce que, dans ce cas, le coefficient de frottement est considérable avec les coussinets ordinaires ; avec ces coussinets, quand la vitesse est considérable, le frottement augmente avec la vitesse et tend même à devenir proportionnel au carré

de la vitesse; au contraire, si l'on a recours aux boîtes à billes, qui substituent au glissement un mouvement de roulement, le coefficient augmente moins avec la vitesse. On manque, d'ailleurs, d'expériences précises à ce sujet, sauf pour les tramways électriques, où on emploie les rouleaux plutôt que les billes.

M. LE PRÉSIDENT. — Il semble donc, en résumé, qu'il y a encore beaucoup d'études à faire, notamment en ce qui concerne les dimensions à donner aux pneumatiques.

En ce qui concerne les coefficients de résistance, tout le monde semble à peu près d'accord avec l'auteur pour admettre qu'ils sont encore un peu incertains et que de nouvelles expériences seraient désirables. En conséquence il propose la résolution suivante qui est adoptée :

Le Congrès forme le vœu que de nouvelles expériences soient faites en vue de déterminer d'une façon précise toutes les résistances qui s'opposent au roulement des voitures mécaniques, et notamment la résistance au roulement pour les divers types de bandages élastiques.

On passe à la discussion sur le second point, relatif aux *moteurs*.

M. FORESTIER fait connaître le vœu du Congrès d'automobilisme relatif à l'emploi du chauffage à l'aide de combustibles liquides; un des principaux avantages de ce chauffage, c'est la possibilité de supprimer la consommation d'eau, grâce à l'emploi du condenseur à surface.

Pour les voitures de tourisme, un des grands ennuis était l'obligation d'arrêter tous les 10 ou 12 kilomètres pour prendre de l'eau.

Mais l'emploi de condenseurs à surface entraîne le retour à la chaudière de l'huile de graissage des cylindres; le moyen d'éviter ce retour est un des desiderata les plus vifs de l'automobilisme à vapeur.

M. BRANDIER. — On s'est beaucoup plaint de la mauvaise odeur du pétrole; un professeur à la Sorbonne, M. Charles André, qui avait fait des essais pour enlever l'odeur du pétrole, est arrivé à cette conclusion que le pétrole peut brûler sans odeur; malheureusement, dans les moteurs, le résultat ne serait plus aussi satisfaisant, la combustion n'est pas complète, et c'est la cause de l'odeur. Grâce à un traitement physique et chimique du pétrole, il a pu supprimer dans certains cas toute odeur. Après ces opérations, le pétrole donne, d'ailleurs, de meilleurs résultats qu'avant, tant pour l'éclairage que pour la production de puissance motrice.

M. DE LA VALETTE. — Il y a lieu de remarquer à ce sujet que le rendement dépend du moteur et des conditions dans lesquelles il est réglé, car cette odeur, dont tout le monde se plaint en automobilisme, tient, comme on l'a dit, à une combustion imparfaite de l'air carburé; le mode même de régulation du moteur est justement l'origine de cette mauvaise combustion; un moteur qui serait parfait en marche normale, dès qu'il viendrait à être réglé pour un nombre de tours trop grand ou, dans certains cas, pour limiter un peu sa force, donne une combustion incomplète.

M. FLEURANT. — M. le Rapporteur a dit : Il n'existe pas ou il existe peu d'automobiles à trolley parce que le trolley oblige à un parcours déterminé et que, dans ce cas, on est bien près de réaliser une circulation suffisante pour motiver les rails, c'est-à-dire les tramways ordinaires.

Il semble cependant qu'il y a une grande différence entre l'établissement d'un simple fil aérien, destiné à recevoir le trolley, et l'établissement d'une voie de fer, qui est souvent un inconvénient aux abords des villes, et qui est très onéreuse. Si l'on fait une automobile à trolley qui fonctionne dans de bonnes conditions, il pourrait, semble-t-il, y avoir bien des circonstances dans lesquelles ce système serait applicable avantageusement.

M. FORESTIER. — Au sujet des moteurs à mélange tonnant, il est intéressant d'étudier la question de cessation des trépidations. Surtout pendant les stationnements, ces trépidations sont très violentes lorsqu'on ne veut pas arrêter le moteur. Depuis quelque temps, on a cherché à établir des *moteurs équilibrés*; il en existe plusieurs types différents; il serait assez intéressant d'en dire un mot.

On a cru d'abord que les moteurs verticaux étaient sujets à des trépidations, on a pensé qu'il valait mieux les mettre horizontaux; on a mis les cylindres deux par deux, mais l'amélioration n'a pas été considérable. On a cherché à donner aux pistons des mouvements inverses en produisant l'explosion entre les deux pistons; s'ils ont la même vitesse, le centre de gravité reste immobile et les trépidations cessent. Les mécanismes exigés par ces pistons conjugués sont assez encombrants, mais le fonctionnement est satisfaisant.

Une disposition analogue a été appliquée avec une marche en compound.

Mais il y a d'autres systèmes dans lesquels les pistons sont horizontaux et attaquent l'arbre de couche; enfin, il y en a deux autres, où chaque piston attaque par sa bielle un arbre de couche horizontal; ces deux arbres tournent en sens inverse et ils ont deux pignons actionnés par un même pignon monté sur l'arbre du moteur. Il y a enfin, au contraire, un autre système avec une seule chambre d'explosion entre les deux pistons attaquant l'arbre moteur par des bielles et des pignons; ce système fonctionne moins bien. Il était nécessaire d'appeler l'attention du Congrès sur cette idée d'équilibrage du moteur.

M. le Rapporteur a fait remarquer que le moteur à mélange tonnant avait le grand inconvénient d'être à puissance presque constante; on a cherché à obtenir une variation de puissance en faisant varier le nombre de coups de pistons; on y arrive par une certaine avance à l'allumage qui, avec l'allumage électrique, paraît plus facile à obtenir qu'avec l'allumage incandescent...

La voiture que je signalais tout à l'heure, à moteur équilibré par des pistons verticaux, est aussi une voiture à puissance variable, dans laquelle on fait varier la vitesse en faisant varier le nombre de coups de piston. Il y a un ingénieur de Lyon qui croit avoir obtenu la variation de puissance de chaque coup de piston en augmentant, par un piston mobile auxiliaire, la capacité de la chambre d'aspiration. Il y a là un autre ordre d'idées, dans lequel les voituristes seraient heureux de voir entrer les membres du Congrès de mécanique; il s'agit de donner satisfaction à l'un des problèmes qui les intéresse le plus.

M. MESNAGER présente quelques explications en réponse aux observations qui viennent d'être faites en ce qui concerne le volume à donner aux cylindres; en général, on calcule ce volume par la condition d'avoir une pression à peu près déterminée dans le cylindre après l'explosion et une compression de 3 à 4 kilos.

En ce qui concerne la question qu'a soulevée M. l'Inspecteur général Fleurant, relativement au trolley, j'ai fait une communication au sujet de la voiture automobile pour remplacer le tramway dans un département qui se préoccupait de construire une ligne de tramways. Il trouvait la dépense considérable et on avait l'intention de remplacer le tramway par des voitures automobiles; c'est une question à peu près du même ordre, parce que, si la dépense du trolley est d'une vingtaine de mille francs par kilomètre, celle de la voie ferrée est également d'une vingtaine de mille francs, et on arrive comme résultat à une dépense de construction inférieure. Mais il y a une question d'exploitation; l'exploitation de la voiture à trolley, voiture automobile aussi d'une certaine espèce, marchant sur la route; les frottements de roulement sur la route sont dix fois supérieurs à ceux du tramway, le transport revient donc plus cher. S'il s'agit de voyageurs, il y a également une série de questions qui entrent en jeu. Il y a

d'abord la rapidité du transport; il est difficile, avec une automobile, d'atteindre de grandes dimensions sans faire courir des risques assez considérables aux personnes qui circulent sur la route, on ne peut atteindre des vitesses considérables comme celles qu'on obtient avec le tramway qui souvent est placé sur le trottoir et ne présente pas de danger direct pour la circulation.

Il résultait de l'étude très détaillée qui avait été faite dans ce département, qu'il existait une certaine limite à partir de laquelle il y avait un avantage incontestable à substituer le tramway à la voiture automobile; je n'ai pas présent à la mémoire le chiffre des recettes, mais, si je ne me trompe, il variait dans les environs de 2 000 à 2 500 francs par an et par kilomètre. Nous avons fait la comparaison en déterminant toutes les dépenses non seulement de transport, mais de personnel et d'installations de toute espèce.

Je crois donc devoir maintenir ce que j'ai dit : que, dans bien des cas, lorsqu'on sera amené à faire la dépense d'un trolley, qui est à peu près de la moitié de la dépense de la construction du tramway électrique, on sera bien près de construire le tramway électrique; il y a évidemment une certaine marge entre la recette qui correspondra à la voiture automobile et celle qui correspondra au tramway, mais cette marge n'est pas très considérable.

Une autre question a été posée relativement à la désignation des voitures à pétrole avec moteurs à plusieurs cylindres utilisés les uns après les autres quand on veut augmenter la puissance; je suis fort embarrassé pour en désigner une, il y a un nombre considérable de ces voitures, et ce serait vous donner une liste énorme que de vous les désigner toutes.

M. DE LA VALETTE. — Dans le moteur Benz, il n'y a pas de valve de régulation.

Dans les moteurs à plusieurs cylindres, les organes qui commandent la soupape d'échappement, au moyen de laquelle se fait la régulation sont disposés de façon que, sous l'influence du régulateur à force centrifuge, ces soupapes sont soulevées ou ne se lèvent pas. Mais, parmi les cylindres, il y en a toujours un qui travaille continuellement, pour entretenir le mouvement du moteur; c'est simplement par le jeu des organes de levée des soupapes que, successivement, suivant le travail demandé au moteur, les cames viennent agir sur la soupape du deuxième, du troisième et du quatrième cylindre.

M. FORESTIER. — Pour donner satisfaction à M. l'Inspecteur général Fleurant qui demandait s'il existe des voitures électriques à trolley : jusqu'à présent, il en existe une, qui fonctionne sur le canal de la Deule, et qui sert au halage des bateaux; elle marche à trois ou quatre kilomètres à l'heure.

Si l'on veut appliquer le trolley à une voiture qui, se mouvant sur une route plus ou moins obstruée, est obligée de faire des circuits parmi les voitures qui l'encombrent, le trolley n'a plus la souplesse nécessaire, on ne peut avoir un trolley relié avec la verge de la voiture. Il a fallu trouver autre chose, comme au quai des Moulineaux. On peut voir maintenant sur la piste de l'annexe de Vincennes, et ce n'est pas une des moindres curiosités de cette exposition déportée dans un désert, une voiture électrique sur route ordinaire à trolley auto-moteur. Le trolley lui-même possède son petit moteur, qui est à courant triphasé et synchrone avec le moteur de la voiture, et par conséquent il se déplace lui-même; il chemine parallèlement à la voiture, un peu en avant, de manière que le conducteur le voie bien sous ses yeux, c'est un fil simple qui est réuni à la voiture et qui n'éprouve aucune difficulté à circuler au milieu des véhicules.

La question du trolley sur route est résolue au point de vue mécanique; sera-t-elle résolue au point de vue économique, c'est une autre question, mais la voiture à trolley auto-moteur existe et fonctionne à Vincennes.

M. Le Président met en discussion la troisième partie du rapport, relative à la *partie mécanique* des automobiles.

M. GONTARD signale une disposition mécanique qui s'applique aux modificateurs de vitesse, basée sur l'emploi d'un plateau de friction et de galets.

M. FORESTIER. — On a été frappé des avantages de simplicité que présente en théorie l'emploi du galet tournant sur un plateau, emprunté du reste au mécanisme des totaliseurs ; malheureusement, pour obtenir la transmission du mouvement, il faut une pression relativement considérable du galet sur le plateau et cette pression fait qu'il est extrêmement difficile de déplacer le galet pour obtenir le changement de vitesse ; peu à peu, ce système a fini par tomber en désuétude, et je crois que j'ai vu mourir la dernière voiture qui l'avait essayé ; il n'a donné aucun résultat pratique.

M. GONTARD. — Peut-être cela tient-il à ce que, n'ayant qu'un galet, la poussée qu'on est obligé de donner sur l'arbre du plateau détermine un gauchissement qu'on n'aurait pas si l'on avait deux galets ?

M. CLERC. — Je vous demande la permission d'appeler votre attention sur un mécanisme intéressant ; ce mécanisme comprend deux plateaux à cuvette à forme demi-circulaire, l'un calé sur l'arbre du moteur, l'autre restant libre ; entre ces deux plateaux, quatre galets évoluent dans l'intérieur, de telle sorte qu'en les faisant évoluer, un de ces galets se rapproche du centre de la cuvette et diminue la vitesse du plateau ; les résultats sont assez satisfaisants. Mais je suis de l'avis de M. Forestier en disant que l'écueil sera toujours un peu la dureté qu'il faudra donner aux galets pour les conserver pendant assez longtemps.

Pendant que je suis sur ce point, permettez-moi de dire que l'inventeur a poussé son idée encore un peu plus loin, il a pensé qu'on pouvait arriver à supprimer les engrenages, les chaînes et les courroies, et, il y a quelques années, dans une exposition de vélocipédie, il avait fait une petite bicyclette qu'il a appelée bicyclette à multiplicateur ; chaque coup de pédale donnait trois tours de manivelle, le résultat obtenu étant satisfaisant, il a appliqué le même principe aux automobiles ; mais le cas est alors bien différent : le moteur est à grande vitesse ; il faut donc réduire la vitesse au lieu de l'augmenter.

M. LE PRÉSIDENT pense qu'il serait intéressant d'examiner les *procédés de refroidissement du cylindre* et la circulation d'eau, et notamment les moyens de supprimer la pompe de circulation pour les moteurs un peu puissants.

M. FORESTIER. — Quand on veut se débarrasser de la pompe, si l'on trouve cet organe gênant, pour refroidir le cylindre, nous avons deux dispositifs : le système du thermo-siphon, qui permet au récipient, à une hauteur convenable, de faire passer l'eau dans un réservoir où elle se refroidit ; il y a à l'Exposition beaucoup de voitures qui sont à circulation par thermo-siphon. Un autre système est celui qu'on appelle le refroidissement à température constante ; le moteur reçoit de l'eau et il la vaporise. Cette eau s'échappait autrefois dans l'atmosphère et l'on en faisait une consommation considérable ; on a adapté des radiateurs, et toute la partie de la vapeur qui est condensée retombe alors dans l'enveloppe qui entoure le cylindre ; comme une partie de l'eau se perd néanmoins dans l'atmosphère, le réservoir supérieur au moteur envoie à chaque instant la quantité d'eau froide qui est nécessaire.

Je ne crois pas qu'une pompe centrifuge soit difficile à manœuvrer ; elle prend très facilement son mouvement sur l'arbre moteur par une petite courroie en cuir ou en caoutchouc. On peut voir, dans les voitures qui sont à l'Exposition, que les systèmes par thermo-siphon, par circulation d'eau ou par pompe sont à peu près en nombre égal.

En réponse à une question de M. Brandier, M. Forestier expose qu'il y avait à l'Exposition, l'année dernière, un train électrique qui était destiné aux balayeuses

arroseuses de la ville de Paris; c'est le seul que nous connaissions dans l'automobilisme.

M. FLEURANT demande s'il n'y aurait pas quelque avantage à placer le train mobile directeur à l'arrière des véhicules.

M. MESNAGER. — Je ne crois pas qu'au point de vue de la stabilité, il y ait avantage à le mettre en arrière, il est même, à ce point de vue, beaucoup mieux placé à la partie antérieure; je crois avoir même indiqué dans le rapport un calcul qui montrait que la stabilité était inférieure lorsque le train directeur était en arrière.

On passe à l'examen des *procédés d'allumage*.

M. DE LA VALETTE. — En ce qui concerne l'allumage électrique qui, comme le disait très bien M. le Rapporteur, permet des variations de vitesse beaucoup plus grandes du moteur, on a toujours produit l'allumage par une étincelle à l'intérieur même du mélange gazeux lorsque celui-ci est arrivé à un degré de compression suffisant pour que la vitesse de propagation de la flamme assure la combustion complète du mélange.

La production de cette étincelle peut avoir lieu de plusieurs façons; celle qui a été tout d'abord employée a été la bobine de Rhumkorf; le circuit secondaire venait se fermer sur une bougie dans le circuit d'un conducteur métallique à l'intérieur même du cylindre dont la paroi porte la contrepointe. Dans le circuit primaire, on envoyait un courant emprunté soit à un accumulateur, soit à des piles placées en connexion directe avec l'arbre auxiliaire tournant moitié moins vite que l'arbre moteur; les dispositions de la commutation permettaient, en faisant changer le calage d'une came, de déterminer à l'intérieur du cylindre une étincelle à telle période de la course du piston voulue pour obtenir un allumage plus ou moins avancé par rapport à la fin de la course du piston. Plus la vitesse du piston est grande, plus l'allumage doit être avancé; avec de grandes vitesses, l'allumage peut même se produire avant que le piston ne commence sa course rétrograde; on dit dans ce cas-là qu'il y a *avance à l'allumage*, et on la produit pour augmenter la vitesse.

M. Morse, dans un autre dispositif, a voulu se soustraire à l'obligation d'avoir une énergie aussi variable que celle produite par l'accumulateur et les piles, il a cherché à produire le courant électrique par une dynamo; il a utilisé une dynamo pour déterminer l'étincelle chaude, et, pour cela, il a employé ce qu'on appelle un extra courant d'ouverture de circuit; il fermait le courant envoyé par la dynamo dans ce circuit, où se trouvait la bougie, et, au moment voulu de l'allumage, il amenait une ouverture de circuit qui déterminait l'étincelle de rupture entre les pôles de la bougie.

Enfin, dernièrement, un autre dispositif a été proposé, qui consiste à faire déplacer dans un champ magnétique une masse de fer et à utiliser pour produire l'étincelle le courant induit par l'arrachement brusque de cette masse de fer dans un solénoïde. Cette étincelle chaude est utilisée pour l'allumage du mélange. Deux mouvements connexes sont nécessaires: l'ouverture du circuit pour la formation de l'étincelle et le mouvement de la pièce métallique dans le champ des électro-aimants. Ces procédés ont été employés dans des nouveaux moteurs de course à grande puissance, de 30 à 35 chevaux. Voilà les trois systèmes d'allumage électrique qui tous ont pour principal avantage de permettre de plus fortes compressions de mélange gazeux et une facilité plus grande pour l'allumage, par conséquent une facilité plus grande dans la régulation du moteur et une variation dans la période de l'allumage, c'est-à-dire la modification de la vitesse du moteur.

M. LE PRÉSIDENT dit que les études fort intéressantes qui viennent d'être faites ne paraissent guère pouvoir donner lieu à des vœux. On pourrait cependant désirer voir

répéter d'une façon précise les expériences sur les différentes causes de résistance des moteurs. On pourrait ajouter, qu'au point de vue spécial de l'automobilisme, l'étude minutieuse des forces d'inertie dans les moteurs et de l'équilibre de toutes leurs pièces présente un très grand intérêt.

M. CLERC voudrait que l'on fit un examen comparatif des divers modes d'allumage.

M. DE LA VALETTE. — Je n'ai pas cherché à établir une comparaison entre l'allumage par incandescence et l'allumage électrique. Il est évident que chaque système a ses avantages et ses inconvénients. Pour nous limiter à la question électrique, qui seule avait été soulevée, je ne crois pas que l'allumage électrique, dans les moteurs à pétrole, et plus particulièrement dans leur application à la traction sur route présente des inconvénients plus grands que ceux que nous connaissons tous; un contact mal fait, un écrou qui se desserre, un accumulateur dont le potentiel n'est plus suffisant, une pointe de platine qui s'émousse, une vis qui se dérègle, qui écarte une bougie de l'isolant, ces incidents ne me paraissent pas devoir soulever des critiques réelles du système. Je crois qu'au contraire l'allumage électrique, ainsi que l'a fait très bien ressortir notre éminent rapporteur, est un allumage dont l'emploi tend à se vulgariser et qu'il arrivera un jour à se substituer en grande partie à l'allumage par incandescence, qui ne se prête pas aux variations de réglage du moteur, mais qui peut être un peu plus simple dans ses applications, plus facile comme réparation pour ceux qui ne sont pas encore très au courant de l'emploi des voitures automobiles; mais c'est à l'allumage électrique qu'il faudra demander la véritable utilisation de la puissance du moteur; l'allumage électrique par incandescence, plus facile, n'est qu'un moyen précaire, provisoire.

M. FORESTIER. — A l'Exposition, on ne voit que l'allumage électrique.

M. CLERC. — Je demanderai à M. le Rapporteur s'il s'est intéressé à la question de la *manivelle de mise en marche*; tout le monde connaît les accidents qui se produisent par suite du choc en retour de cette manivelle.

M. FORESTIER. — La manivelle devient folle quand le moteur part.

M. CLERC. — Oui, mais lorsque l'explosion a lieu, quand la manivelle part avant que le moteur soit en marche, on peut recevoir un choc violent.

M. DE LA VALETTE. — L'inconvénient que signale M. Clerc est bien réel; l'explosion en retour est une explosion agissant en sens inverse de l'action qu'on veut produire pour le démarrage. Ce défaut tient d'abord à une avance trop grande de l'allumage du mélange gazeux; cet allumage se produit avant que le piston n'ait accompli sa course complète et puisse se mettre en marche dans la direction voulue. Il y a deux moyens d'éviter cela: le premier, qui s'est présenté dès qu'on a donné au moteur des puissances un peu considérables, de 5 et 6 chevaux, consiste à éviter que le mélange ne soit à la mise en train complètement comprimé à l'intérieur du cylindre et n'ait toute sa force explosible, à diminuer pour ainsi dire la puissance du moteur de façon à rendre la réaction moins dure, moins vive; pour cela, on supprime la compression en soulevant légèrement la soupape d'échappement, de façon de permettre à une certaine quantité de gaz de s'échapper, tout en donnant une impulsion suffisante au moteur pour provoquer son mouvement.

, Dans beaucoup de moteurs puissants, un dispositif permet la décompression; dans ce cas, si une avance à l'allumage vient à se produire, elle n'est pas dangereuse pour la personne qui met le moteur en mouvement.

Un autre dispositif, qui est extrêmement simple dans le cas de l'allumage électrique, consiste à provoquer l'allumage du mélange dans une position telle que le choc en retour ne puisse jamais avoir lieu; pour cela, on retarde l'allumage de façon à détermi-

ner la formation de l'étincelle seulement lorsque le piston a parcouru 25 à 30 p. 100 de sa course.

Enfin, il y a un appareil à rochet et à crémaillère avec frein en retour qui permet, avec une démultiplication déterminée, de mettre le moteur en mouvement sans être attelé directement à l'arbre sur lequel ont lieu les secousses; on a alors affaire à un arbre intermédiaire qui permet de produire à la main un mouvement de rotation dans un certain sens, mais qui sera réversible dans l'autre.

M. CLERC remet une note sur une manivelle de sûreté de mise en marche, et une description d'une voiture automobile du système L. Gautier avec multiplication variable.

La séance est levée à 4 heures 1/2.

DEUXIÈME SECTION

LABORATOIRES DE MÉCANIQUE APPAREILS DE LEVAGE ET DE MANUTENTION APPLICATIONS MÉCANIQUES DE L'ÉLECTRICITÉ

SÉANCE DU VENDREDI 20 JUILLET

PRÉSIDENCE DE M. BOULVIN

La séance est ouverte à 2 h. 1/2 sous la présidence de M. BOULVIN.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Duchêne pour une communication sur les laboratoires de mécanique.

M. DUCHÊNE. — Messieurs, je me permets de faire en quelques mots l'historique du *laboratoire de Liège*.

Déjà, en 1850, on faisait à Liège des essais de résistance de matériaux, essais auxquels les élèves du cours de mécanique étaient conviés. En 1880, le plan de la première machine expérimentale fut conçu par des ingénieurs de Liège, et plus tard, en 1883 et en 1884, les élèves vinrent déjà faire des expériences de machines. Les premières machines sur lesquelles ces expériences ont été faites étaient des machines à déclié, mais les imperfections de la distribution ont empêché d'en tirer les conclusions qu'on aurait voulu. En 1892, comme l'a exposé M. Boulvin, la distribution de la machine a été modifiée et elle est devenue une machine à distribution par tiroirs. En 1893, les essais qui ont été publiés sont relativement nombreux, et ils ont conduit à une certaine discussion; mais depuis ce moment, la machine fonctionne régulièrement et est au service de l'enseignement.

Je tenais à fixer ces quelques dates pour montrer qu'en Belgique la question du laboratoire de mécanique a été discutée; M. Boulvin et M. Dwelshauwers-Dery y ont donné un coup d'épaule, et l'honneur de ces expériences très anciennes leur revient en grande partie.

M. LE PRÉSIDENT. — Je dois dire que si je ne me suis pas appesanti sur ces points, dans le rapport que j'ai publié au premier volume de ce Congrès, c'est pour ne pas abuser de votre temps et parce que, dans le volume remis à chacun de nous, il y a des détails très complets sur tout ce qui a été fait dans tous les pays. Sans cela, je

me serais fait un devoir de vous dire que personne ne conteste que M. Dwelshauwers-Dery a puissamment contribué à répandre l'idée de la nécessité des laboratoires de mécanique, et ses efforts ont été certainement antérieurs aux miens puisque j'étais à peine né que déjà il s'occupait de mécanique appliquée.

Si j'ai passé très légèrement sur ces questions de dates, de priorité, d'antériorité, d'histoire en somme, c'est parce que j'ai considéré que les documents étaient suffisamment complets, mais je suis heureux que les paroles de M. Duchesne me fournissent l'occasion de rendre hommage à M. Dwelshauwers-Dery comme promoteur des laboratoires.

Nous abordons maintenant la question des *transmission diverses*, puis celle des *appareils de levage et de transport*. Nous allons d'abord entendre les communications sur les transmissions, et je donne la parole à M. Brancher pour une description de *modificateur de vitesse*.

M. BRANCHER. — Il y a des organes dont on s'est beaucoup occupé dans l'automobilisme, ce sont les embrayages, qu'à tort ou à raison les automobilistes incriminent tous. Je ne suis pas absolument de cette opinion, car il y en a de très bons; le tout est de savoir s'en servir. Il y en a notamment un qui a été adopté au début par M. Levassor, dont l'autorité est incontestée, c'était l'embrayage de Snyers¹, de Bruxelles, embrayage à brosses très remarqué en 1889. Je ne sais pas ce qu'est devenu M. Snyers, et son embrayage a été abandonné je ne sais pas pourquoi. Malheureusement, les brosses pouvaient se désagréger, mais cet embrayage présentait tout ce qu'on pouvait en attendre, c'est-à-dire que la prise était très douce et que l'entraînement était progressif.

D'autres embrayages ont été faits depuis; il y a eu des embrayages à spires, que l'on trouve quelquefois trop ou pas assez durs. Pour éviter ces inconvénients, il suffit de faire quelques expériences et d'employer le nombre voulu de spires; c'est ainsi qu'on est arrivé dans l'industrie, notamment à la maison Farcot, à en faire de 1200 chevaux, qui réussissent très bien.

J'ai parlé d'un système de modificateur de vitesse qui a été employé depuis quelque temps et qui figure à l'Exposition. Il en a été fait plusieurs, mais les premiers qui ont séduit les constructeurs ont été appelés mobiles à diamètre variable.

Maintenant nous avons construit un embrayage qui figure à l'Exposition; il fonctionne par le déplacement d'un maneton dans un plateau. Ce qu'il faut surtout rechercher, c'est le rendement pratique, et ce rendement pratique nous l'avons atteint dans des appareils qui ont été d'abord construits pour remplacer les immenses cônes lisses qu'on emploie dans les papeteries. Nous avons donc fait dans ce but des modificateurs de vitesse basés sur le déplacement du maneton. Ce maneton commande un système de leviers à ciseau qui déterminent sur un arbre parallèle ou continu un mouvement de ciseau avec décliv. Par ce déplacement du maneton, on peut obtenir depuis la vitesse zéro jusqu'à tous les effets désirables. La difficulté est d'équilibrer la masse qui tourne très vite; pour cela, il suffit de placer à l'autre extrémité du plateau une autre masse qui fait équilibre au maneton.

Une des questions les plus intéressantes est la détermination des courbes des encliquetages; je n'ai jamais trouvé cette détermination d'une façon mathématique; il y a là une question d'épure à déterminer et surtout d'angle. Si on fait des angles trop forts ou obtus, le galet prend facilement, mais il se détache trop difficilement; si, au contraire, on a un angle trop aigu, le galet n'entraîne pas suffisamment.

Au sujet des *transmissions par arbre flexible*, j'ai entendu dire qu'il y avait dans

1. *Génie civil*, 17 mai 1890, p. 39.

certaines pays de nouveaux flexibles dont le rendement était bien supérieur à ce que nous connaissons. J'espérais qu'un membre de la section pourrait être plus au courant que moi pour nous donner des renseignements à ce sujet qui est très intéressant, surtout au point de vue de l'automobilisme, parce que c'est un procédé qui donnerait les meilleurs résultats en raison de sa simplicité.

M. LE PRÉSIDENT. — M. Brancher a parlé des embrayages Snyers. J'ai connu l'inventeur il y a quelques années; j'ai également connu son embrayage, que construit une maison anglaise; il se composait de deux plateaux munis de brosses dont les poils étaient des tiges d'acier fixées perpendiculairement aux plateaux. Quand on voulait embrayer, il suffisait de rapprocher le plateau mobile du plateau entraîné; les brosses entraient en prise par leurs extrémités, et il en résultait une certaine friction, qui suffisait à vaincre l'inertie. M. Snyers m'a dit lui-même cependant que l'une des grandes difficultés avait été de fixer les tiges sur les plateaux; j'ignore comment on fait aujourd'hui, mais à cette époque on employait du plomb. Après un certain temps de fonctionnement les fibres prenaient des déformations permanentes, se déchaussaient, le plomb céda, de sorte que l'embrayage n'avait plus un aspect aussi satisfaisant. Cependant, je crois que l'idée est bonne et rationnelle.

M. DE MOCOMBLE. — L'embrayage à spirales a surtout été employé pour les grandes forces; mais il est un peu brutal; il est employé notamment pour les laminoirs.

M. BRANCHER. — On peut l'employer de deux façons : par enroulement ou par déroulement; mais on n'a jamais pu trouver de loi de la résistance de la gorge.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous allons nous occuper maintenant des *appareils de levage et de transport*; je donne la parole à M. Rousselet pour une communication sur les *câbles d'ascenseurs*.

M. ROUSSELET donne lecture de la communication suivante :

« Au cours des visites à l'Exposition et dans les conférences, plusieurs fois il a été parlé des ascenseurs, mais on s'est borné à vous dire ce qui a été réalisé sans donner les moyens de construire d'appareils analogues.

« Lorsque, après l'Exposition de 1889, M. le professeur Hirsch fit si consciencieusement ses conférences sur les machines et appareils de cette exposition, l'idée me vint de traiter d'une façon toute spéciale les câbles de suspension et les ascenseurs. J'avais déjà poussé très loin mes études sur les câbles et les ascenseurs hydrauliques équilibrés, ainsi que sur les détails de ces derniers, lorsque, au commencement de 1897, je fus appelé à m'occuper, à la Compagnie de Fives-Lille, de l'installation de nouveaux ascenseurs pour la Tour Eiffel. Je peux dire que mes déterminations antérieures me furent d'un grand secours et j'eus, par ce fait, l'occasion sinon d'achever (car il y a toujours à innover dans ces machines et leurs détails) mais de compléter, dans une large mesure, l'étude des câbles de suspension et celle des ascenseurs avec leurs appareils de distribution et de sécurité.

« Avant l'établissement de la théorie des câbles parue sur le *Bulletin* de mars 1899 de la Société des Anciens élèves des Arts et Métiers, on ne traitait la raideur des câbles que d'une façon empirique, plus ou moins exacte suivant la corrélation des expériences faites et des applications à faire.

« Avant la publication de la théorie des ascenseurs, parue sur le *Bulletin* de juillet 1899 de la même Société, on n'établissait, en France, les ascenseurs que d'après des calculs numériques.

« Je fus donc amené d'abord à étudier les mouvements de vrillage dans les câbles, l'usure de ces derniers au passage des poulies, leur fatigue à l'incurvation, puis ce qu'il est convenu d'appeler la raideur, qui permet d'obtenir le rendement en travail

d'une transmission funiculaire, et enfin la charge réelle sur plusieurs poulies mobiles recevant des câbles avec la position de la résultante. Je fus conduit ainsi à constater, que lorsque l'angle embrassé par un câble de suspension sur une poulie est suffisamment grand, tout déplacement du câble sur cette poulie est impossible; et, qu'au contraire, lorsque l'angle embrassé est suffisamment petit, l'adhérence sur la gorge n'est plus assez grande pour commander le vrillage, et alors, l'usure de la gorge et du câble est plus ou moins rapide suivant la dureté des métaux composant ces organes mécaniques.

« De ces considérations se dégagait entre autres un point capital à déterminer : c'était de savoir sous quel angle limite des brins d'un câble, de part et d'autre de la jante d'une poulie, la tension d'incurvation est indépendante du diamètre de cette poulie. Je pense que l'étude en question a mis à jour tous ces points.

« L'étude sur les ascenseurs que je me permets également de présenter au Congrès a particulièrement pour but d'établir le devis des poids des pièces mobiles des ascenseurs équilibrés et de déterminer théoriquement et pratiquement les différents organes de ces appareils.

« Elle contient aussi nombre de remarques et de calculs importants sur la plupart des genres d'ascenseurs.

« Sans le secours de cette théorie algébrique, il fallait dépenser un temps relativement considérable pour établir un devis de poids, tandis qu'en appliquant ce calcul, dans quelques minutes, on peut obtenir le poids des pièces mobiles d'un ascenseur, puis celui des cylindres et guidages, comme cela s'est toujours fait.

« Messieurs les Membres du Congrès pourront trouver en outre, dans la théorie des ascenseurs, une comparaison entre les poids de divers types qui les guideront beaucoup dans le choix du système qu'ils auront à appliquer dans tous les cas d'établissement qui se présenteront à eux.

« Comme distribution, régularisation de marche, arrêt et mise en marche progressifs, Messieurs les Ingénieurs y trouveront des moyens simples et pratiques qui doivent toujours présider à l'installation de ces appareils, surtout lorsqu'ils sont hydrauliques, car on diminue ainsi beaucoup les chances de fuites.

« Comme moyens de sécurité, ils y trouveront, et ce qu'il y a de plus simple en exécution, et ce qu'il y a de plus sûr.

« Je me permets donc de déposer entre les mains de M. le Président du Congrès, les deux *Bulletins* de la Société des Anciens élèves des Arts et Métiers, de mars et juillet 1899 contenant ce travail, afin qu'il puisse en faire bénéficier Messieurs les Ingénieurs adhérant au Congrès de Mécanique appliquée s'il le juge utile. »

M. LE PRÉSIDENT. — Je demanderai à M. Rousselet jusqu'à quelle limite on peut réduire le diamètre d'une poulie par rapport au diamètre d'un câble ?

M. ROUSSELET. — Je prends surtout comme coefficient le diamètre du fil; l'influence du diamètre du câble est très faible.

M. DE MOCOMBLE. — Mais, dans ces câbles-là, on ne met jamais du fil fin.

M. ROUSSELET. — Aussi, au bout d'un certain temps, le câble ne peut plus servir; tandis qu'à la tour Eiffel on a des câbles qui vont durer dix ou quinze ans.

M. LE PRÉSIDENT. — Je suis très heureux de voir aborder ce point de la *tension d'incurvation*. Je dois dire que je ne crois pas à ce calcul parce que, si vous l'appliquez, par exemple, à un fil, vous trouverez qu'il devra se rompre si vous l'enroulez sur un cylindre d'un certain diamètre. Or, essayez de le rompre en l'enroulant sur un cylindre ayant dix fois moins de diamètre et vous n'y parviendrez pas.

M. COBRON. — Non, vous ne le romprez pas; mais s'il passe des millions de fois sur ce point, il arrivera à se rompre.

M. LE PRÉSIDENT. — Ce calcul serait alors basé sur une autre considération : sur le nombre des flexions que peut subir un fil. Seulement, la donnée est différente. On admet que la tension sur la fibre la plus fatiguée d'un fil de fer de diamètre D , qui s'enroule sur une poulie de diamètre R , est donnée par $\frac{D|E}{2R}$; eh bien ! si l'on calcule ainsi, on trouvera une tension d'incurvation de 10, de 20, de 50, même de 100 kilogrammes ou plus, sans que cependant la limite d'élasticité soit dépassée.

M. CODRON. — Mais alors vous faites intervenir la flexion de la fibre, et la limite extrême où le métal se rompt peut dépasser 200 kilogrammes par centimètre carré.

M. LE PRÉSIDENT. — Eh bien ! faites l'essai en prenant 400 kilogrammes par exemple, et le fil ne se rompra pas encore. Par conséquent, ce calcul n'est pas fondé. Il est clair que le diamètre de la poulie est l'un des facteurs de la fatigue du fil; mais j'insiste sur ceci : que ce calcul est purement conventionnel. J'ai toujours été étonné du désaccord qui existe entre le résultat et la formule, et je serais très heureux qu'un membre de ce Congrès pût m'éclairer sur la cause de cette différence.

M. ROUSSELET. — Mais alors qu'est-ce qui prouve, par exemple, que l'extérieur de la fibre du fil ne s'allonge que sur le développement de la poulie? Il est bien probable qu'il y a une tension qui part de beaucoup plus loin, et arrive à produire l'allongement total; et, dans ces conditions, on doit avoir des câbles qui résistent plus loin que la limite d'élasticité connue, et même que la rupture. Mais je ne crois pas que pour un appareil puissant on puisse se baser sur un calcul pareil.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous sommes d'accord, et il est certain que la fatigue d'un câble dépend du rayon de la poulie; je ne crois pas que l'allongement puisse se répartir sur une longueur beaucoup plus grande que l'arc.

M. ROUSSELET. — Vous verrez dans mon travail que, lorsqu'un câble passe sur une poulie, il y a un demi-pas qui se déforme à cause de la compression des fils les uns sur les autres. A cause de ce câblage, il y a des allongements, car le fil qui passe à l'extérieur s'allonge beaucoup; mais quand il vient passer sur la circonférence, il ne s'allonge plus, et alors la répartition de l'allongement à l'extérieur se produit sur les fibres.

M. CODRON. — J'ai retenu l'observation que vous avez faite tout à l'heure sur un fil qui s'enroule autour d'un diamètre aussi petit qu'on le puisse concevoir, et vous avez dit, qu'avec une qualité de métal déterminée, on ne pouvait pas arriver à rompre un fil enroulé sur un diamètre zéro.

Nous faisons tous les jours ces expériences dans les essais de chaudières. La résistance à la flexion n'est pas une traction ordinaire; c'est un phénomène très complexe. Or, dans les fils métalliques, où l'on recherche beaucoup l'élasticité, ces fils sont très secs, je dirai même qu'à mon avis ils sont trop secs, et ils nécessitent forcément des diamètres plus grands.

M. LE PRÉSIDENT. — Je ne sais pas si la comparaison est tout à fait exacte. Dans le cas d'une éprouvette que l'on plie, le métal s'écoule sur une grande longueur voisine de l'arc; mais dans le cas d'un fil que l'on plie sur une demi-circonférence, il n'en est pas de même, car le fil est homogène à peu près dans tout l'arc influencé par la flexion.

M. CODRON. — Si vous considérez la résistance absolue à la traction, cette résistance n'est pas encore tout à fait comparable à la résistance absolue que vous trouvez dans la traction d'une pièce forgée, parce que la fibre qui est forgée est soutenue par la fibre inférieure; il y a liaison et, par conséquent, moins de chance de rupture.

M. LE PRÉSIDENT. — Les formules de la flexion ne sont applicables que jusqu'à la limite de l'élasticité. M. Rabut, dans la conférence d'hier, a bien marqué que cette hypothèse,

tout hypothèse qu'elle fût, n'est pas trop écartée de la vérité, et que ce n'est pas sur ce point que les calculs des ponts peuvent être defectueux. Mais je prends précisément une déformation en arc de cercle; eh bien! pour moi, dans ce cas, il y a un point qui reste inexpliqué.

M. CODRON. — J'ai eu des idées sur cette question quand j'ai fait mes expériences sur le cintrage des tôles, c'est-à-dire qu'en appliquant cette formule d'élasticité je faisais ressortir que cette formule n'était applicable, en somme, que jusqu'à la limite de l'élasticité, c'est une question de ductilité.

M. LE PRÉSIDENT. — Je comprends très bien que les idées de M. Codron sont exactes en ce qui concerne une tôle que l'on plie.

M. CODRON. — La puissance vive du métal est très faible, parce qu'elle se maintient tout simplement dans la surface triangulaire qui correspond à la limite d'élasticité. Il n'y a aucune crainte de rupture avec des métaux ductiles, pour la construction des ponts par exemple, tandis qu'il y aurait de grandes craintes à avoir avec d'autres métaux.

M. DE MOCOMBLE. — Alors on a tort de faire des câbles en acier dur?

M. CODRON. — C'est mon avis. Je suis en relation avec des industriels du Nord qui font des câbles pour les mines avec des aciers durs; eh bien! je leur dis qu'ils ont tort, et qu'il serait préférable d'employer des métaux beaucoup plus ductiles.

M. LE PRÉSIDENT. — N'y a-t-il pas, pour les câbles métalliques, une cause de résistance au choc qui n'existerait pas pour un fil? Ainsi, si on soumet un fil à un choc, il peut se rompre, tandis qu'un câble peut s'allonger; on retrouve donc l'équivalent de la ductilité au point de vue de la résistance au choc.

M. CODRON. — Il serait très intéressant d'avoir des données sur les anciens câbles de la Tour Eiffel, de voir comment ils se sont comportés pour connaître leur valeur au point de vue de l'élasticité et de la ductilité.

M. LE PRÉSIDENT. — J'espère que personne ne se méprendra sur le sens de mes observations; je suis bien d'avis, avec tout le monde, que la flexion que subissent les fils d'un câble est une cause de fatigue, et que plus le diamètre de la poulie est petit, plus la fatigue est grande, parce que la répétition de cette flexion est une autre cause de fatigue; seulement, je ne vois pas très bien comment cette fatigue est liée aux théories ordinaires de la flexion.

Maintenant, dans le même ordre d'idées, ne pensez-vous pas que le point sur lequel il faut porter l'attention, c'est plutôt *l'altération des fils par l'usure ou par la rouille*?

M. DE MOCOMBLE. — Mais c'est pour cela qu'on fait des câbles en acier dur.

M. CODRON. C'est une raison secondaire car, dans les premières installations, on ne s'occupait pas de la fatigue des câbles trop gros. Ces transmissions ont dû être démontrées après quelques mois de marche seulement, et on les a remplacées par des câbles composés de fils de tout petit diamètre, et ces dernières transmissions durent très longtemps. Vous voyez donc bien que c'est surtout le diamètre qui influe sur la fatigue de la flexion répétée.

M. DE MOCOMBLE. — Cependant, au funiculaire de Bellevue, on a adopté un diamètre extrêmement fort. Le premier câble qu'on a employé a été usé très rapidement; alors on a garni le tambour de molettes en bois, et depuis le câble ne s'use presque plus.

M. CODRON. — Il faut aussi que le câble soit bien graissé.

M. LE PRÉSIDENT. — Mais un câble de mine ne glisse pas de la même façon. J'ai vu, lorsque la transmission de Fribourg existait encore, des câbles dont les fils pouvaient avoir un millimètre 8/10; eh bien! on changeait le câble tous les deux ans parce qu'il s'usait, et cependant le fond de la gorge était garni de lamelles de cuir que l'on grais-

sait avec un mélange d'huile, de résine et de plombagine; seulement cela n'empêchait pas l'usure sur les joues latérales par les oscillations dues au vent.

M. ROUSSELET. — Quand l'arc embrassé est grand, lorsque le câble arrive sur la poulie, il continue à faire comme une ligne ferrée sur un morceau de fer; c'est là où se produit l'usure. Mais vous pouvez regarder aujourd'hui sur les poulies principales de la tour Eiffel, il n'y a pas d'usure du tout; tandis que, si vous regardez les jantes des poulies de faible flexion, vous verrez que tout est luisant et que tout a été usé dans une certaine mesure.

M. LE PRÉSIDENT. — Il me paraît toutefois évident que si les tensions sont différentes dans les brins, le glissement doit se produire quelque part sur l'arc; il ne se produit pas un glissement d'ensemble, tout d'un bloc, mais il se produit un cheminement sur un certain arc aboutissant au point de contact du déroulement.

M. ROUSSELET. — Le câble est obligé de se détendre à l'entrée et à la sortie de la poulie.

M. LE PRÉSIDENT. — Le câble de transmission de Fribourg, quand on le retirait, était absolument brillant, et la couche superficielle du fil était usée.

M. ROUSSELET. — Mais c'était un câble sans fin?

M. LE PRÉSIDENT. — Oui.

M. ROUSSELET. — Ce n'est plus le même cas.

M. LE PRÉSIDENT. — Mais, dans les ascenseurs, vous n'avez pas ces causes d'usure?

M. ROUSSELET. — J'ai justement étudié cette question dans ma communication, et je vous disais tout à l'heure que la pratique avait absolument confirmé ce que j'ai dit.

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, je serais très heureux si les membres de la section voulaient bien apporter leurs lumières sur l'un ou l'autre point, relativement aux appareils de levage et de transport, soit qu'il s'agisse de câbles, soit qu'il s'agisse de mécanismes d'embrayage avec d'autres particularités de ces appareils.

M. DELMAS, secrétaire. — Il est fâcheux que le représentant de Fives-Lille ne soit pas ici, il aurait pu nous donner des renseignements très intéressants sur les ascenseurs de la tour Eiffel.

Une autre question très intéressante à traiter serait la *vitesse des ascenseurs*. Nous sommes dans un pays à ascenseurs très lents; en Amérique, au contraire, il n'y a que des ascenseurs très rapides.

M. DE MOCOMBLE. — En Amérique, cela a un intérêt, parce que les maisons ont jusqu'à 15 et 20 étages, tandis que chez nous, en raison du peu de hauteur de nos maisons, cette question de la vitesse des ascenseurs ne présente aucun intérêt.

M. COBRON. — Dans les ateliers on cherche aussi la grande vitesse; par exemple, là où on emploie le treuil électrique, la question de la vitesse est aussi prépondérante.

M. DE MOCOMBLE. — Je crois que, sous le rapport de la vitesse, on a fait un pas en arrière avec l'électricité, on va beaucoup plus vite avec des grues hydrauliques qu'avec les grues électriques; puis, avec les grues hydrauliques, le démarrage est beaucoup plus simple parce qu'on agit directement et il n'y a aucune chance de rupture, car on agit avec beaucoup plus de douceur. J'ai vu, près de Londres, 4 grues hydrauliques de 5 tonnes élever 500 tonnes par journées de dix heures.

M. LE PRÉSIDENT. — Il y a dans la grue hydraulique un élément de sûreté qui permet à celui qui l'utilise de s'en servir au maximum de vitesse; il sait qu'il ne peut rien arriver de fâcheux parce que, du moment qu'il ferme la valve, la charge s'arrête; il y a une soupape de choc qui est destinée à prévenir toute rupture, de sorte qu'il n'y a aucun danger, pas plus dans le mouvement de l'élévation que dans celui d'orientation.

M. DELMAS, secrétaire. — J'ai reçu à ce sujet des documents de la société Otis sur les ascenseurs hydrauliques, que je déposerai lundi.

M. DE MOCOMBLE. — Il est certain que l'électricité, au point de vue de la distribution de la force, est beaucoup plus commode.

M. LE PRÉSIDENT. — L'un des membres de la section aurait-il des données sur les grues hydrauliques ou électriques des ports ou ateliers? Y a-t-il des expériences sérieuses qui aient été faites dans des conditions comparables? Je dois dire, qu'à ce sujet, je n'ai rien trouvé de précis. J'ai trouvé des documents établissant que les grues hydrauliques exécutaient très bien leur travail et d'une façon économique; mais je n'ai jamais vu d'expériences établissant la comparaison d'une installation électrique et d'une installation hydraulique fonctionnant dans les mêmes conditions.

M. DE MOCOMBLE. — Cela ne se trouve pas parce que les conditions ne sont pas les mêmes.

M. LE PRÉSIDENT. — Dans un port, par exemple, on peut avoir une installation hydraulique comprenant 10 ou 20 grues qui déchargent par an en moyenne tant de tonnes; les conditions se restent toujours à peu près les mêmes; les grues ne fonctionnent pas à leur maximum de puissance, mais leur facteur de charge en moyenne, restera le même pour l'électricité. Dans ces conditions, on pourrait comparer le coût d'exploitation, et c'est là une question qui comporte une réponse, car si, en définitive, on a à choisir entre l'un et l'autre des deux systèmes, il faut bien se baser sur quelque chose. Eh bien! je n'ai rien trouvé.

M. DELMAS, secrétaire. — L'ingénieur du port du Havre, a établi une certaine comparaison pour les prix de revient. L'ingénieur du port de Hambourg a également produit quelques communications; en sorte que nous avons déjà quelques éléments; les Américains ont également produit quelques prix de revient. Mais, en général, on est extrêmement pauvre quand il s'agit de ces prix.

M. LE PRÉSIDENT. — Lorsqu'il a été question d'outiller le port de Dunkerque, une commission a été nommée pour examiner les solutions électriques et hydrauliques proposées; cette commission s'est prononcée pour l'hydraulique; il en a été de même à Glasgow.

M. ROUSSELET. — Il y a encore trop d'aléa pour que l'électricité soit adoptée pour ces sortes d'outillages.

M. DE MOCOMBLE. — Et puis je crois que, si on tient compte du temps de séjour des bateaux dans les ports et de la rapidité de la manœuvre, on prendra toujours le système hydraulique parce que ces grues marchent avec une grande vitesse.

M. CODRON. — Il est certain que leur mécanisme est merveilleux, et j'ai été ravi de voir fonctionner les ponts roulants à grande vitesse et à retour rapide, comment on les arrête et fait repartir vivement; mais il s'agit de savoir si ce problème est résolu au point de vue économique; dans tous les cas, d'après les données que l'on possède sur le rendement général des appareils électriques, on ne table jamais sur un rendement supérieur à 20 ou 25 p. 100.

M. DELMAS, secrétaire. — Sur la question des prix de revient, on trouve, par manœuvre, pour les ascenseurs électriques, 5^c,9 y compris l'amortissement, tandis que pour l'ascenseur hydraulique dans les mêmes conditions on trouve 10 centimes... Par conséquent, il semblerait, d'après lui que les ascenseurs électriques seraient plus avantageux dans le rapport de 6 à 10, y compris l'amortissement.

M. LE PRÉSIDENT. — Il s'agit, je crois, d'appareils dépendant de la Compagnie Hydraulique de Londres. Or, ici, il y a un élément qui peut vicier la question, c'est que la Compagnie Hydraulique de Londres possède une installation de machines, un réseau, des abonnés, etc.; elle n'est pas spécialement faite pour actionner des ascenseurs, mais toute espèce d'appareils; elle vend l'eau aux particuliers à un certain tarif

qui présente de grandes différences, c'est-à-dire que les forts consommateurs sont très avantagés tandis que les petits paient l'eau très cher et à un prix qui peut n'avoir plus rien de commun avec le prix de revient.

Le problème est tout différent : il s'agirait de comparer deux installations faites exclusivement pour faire manœuvrer des appareils de levage. Les données que l'on peut trouver dans les ateliers ne sont pas probantes selon moi, car, dans les ateliers, on a toujours l'énergie électrique.

Mais la question que je posais, et sur laquelle je serais bien heureux d'avoir des éclaircissements, était celle-ci : pourrait-on avoir des renseignements permettant de comparer le coût d'installation et de l'exploitation des deux transmissions, l'une hydraulique, l'autre électrique, ces installations étant faites l'une et l'autre pour résoudre le même problème. Je dois dire que les rapports, extrêmement intéressants à d'autres points de vue, que j'ai vus sur les essais de grues électriques ne m'ont jamais convaincu. On donne certainement des raisons en faveur du bon fonctionnement de ces appareils; les machines motrices peuvent être employées d'une manière plus continue. Les machines hydrauliques, par exemple, mettant l'eau sous pression dans les canalisations, subissent toutes les influences de la variation dans la consommation; elles tournent rapidement, elles se ralentissent, elles s'arrêtent, elles se remettent en marche; tandis que les machines engendrant l'énergie électrique peuvent toujours fonctionner dans les conditions normales des machines à vapeur. Il y a donc là un élément en faveur de l'électricité.

Il y en a un autre, c'est que, pour les transmissions hydrauliques, la dépense d'eau est presque fatalement constante malgré le système de réduction des pistons différentiels, etc., qui sont toujours plus ou moins laissés à l'appréciation d'un manœuvre. Donc, là encore, il y a un avantage en faveur de l'électricité.

Mais il serait intéressant de voir s'il n'y aurait pas des compensations par ailleurs qui feraient que l'une des solutions peut être préférée à l'autre.

M. BRANCHER. — Je désirerais savoir si, parmi les membres du Congrès, il y en a qui ont des renseignements sur les avantages du titan sur le pont roulant, ou réciproquement. Les uns prétendent que le titan est préférable au pont roulant, d'autres soutiennent le contraire.

M. DE MOCOMBLE. — Le titan ne s'emploie généralement que pour les travaux des ports, tandis que le pont roulant ne s'emploie que dans les usines; mais, au point de vue de la précision, les deux appareils se valent.

M. HIRSCH. — Dans la galerie des groupes électrogènes, vous avez pu voir, Messieurs, deux grues : l'une, dans la partie française, est une grue titan; l'autre dans la section étrangère, est un pont roulant.

Voici pourquoi les dispositions ne sont pas les mêmes : c'est que d'abord ces deux galeries ont été faites indépendamment de leur contenu; on a commencé par élever le bâtiment sans préciser ce qu'on voulait mettre à l'intérieur; en un mot, on a fait la cage avant d'y mettre l'oiseau, et cette cage s'est trouvée trop petite et surtout trop légère. Si bien qu'il a été reconnu immédiatement qu'il était absolument impossible de prendre des points d'appui sur la construction elle-même; alors on s'est trouvé en présence d'un problème absolument inextricable, et les solutions qui ont été adoptées dans ces circonstances peuvent être considérées comme des sortes de tours de force. Ainsi, on se trouvait en présence d'une galerie ayant 30 mètres de large, qu'il fallait encombrer le moins possible.

Du côté des sections étrangères, on a pris la solution pour ainsi dire par le gros bout, le taureau par les cornes; on s'est dit : nous allons faire, malgré tout, un pont roulant, et on a pris les points d'appui à terre; de chaque côté de la galerie, se

trouve une voie qui emprunte une bande d'une certaine largeur. On avait un gabarit qui était assez restreint; on l'a utilisé complètement, et ainsi on est arrivé à ce magnifique pont roulant, qui a fonctionné avec une précision complète, soulevant des poids de 25 tonnes; c'est une merveille de pont roulant.

Voilà son mérite, mais quel est son défaut? Il en a deux : le premier, c'est qu'on a dû utiliser le gabarit complet de la galerie et que, par conséquent, rien autre que ce pont roulant ne peut exister au-dessus de la ligne inférieure horizontale du pont roulant : pas de lanternes, pas de lustres, pas de lampes électriques. Le deuxième défaut, qui est non moins grave, c'est que cet appareil ne peut être utilisé que dans cette galerie.

De l'autre côté, l'administration française n'était pas assez riche pour se payer un monument comme celui-là; on était très serré par les fonds dont on disposait, et alors on s'est adressé à un constructeur, M. LEBLANC, et on lui a dit de faire la chose la plus économiquement possible. Il a donc construit un appareil qui peut servir ailleurs, c'est une grue titan; elle est admirable de fonctionnement et elle a rendu de très grands services, avec la même précision et la même facilité que le pont roulant de la section étrangère. Au point de vue spécial de l'Exposition, elle a l'avantage de dégager complètement le haut de la galerie et, par conséquent, on a pu y pendre des lampes électriques, des lustres, tout ce qu'on a voulu, sans être gêné par cette grue titan, à telles enseignes qu'aujourd'hui on s'en sert pour la conduire successivement en face de chaque lampe électrique pour la réparer et l'entretenir.

Une fois l'Exposition terminée, cette grue rentre dans la possession de M. Leblanc, qui pourra la vendre et qui, par conséquent, a pu faire quelques sacrifices pour son installation.

Telles sont, Messieurs, les raisons toutes locales qui ont fait que, d'un côté nous avons eu une grue titan, et de l'autre un pont roulant; mais ces conditions sont tellement particulières, qu'il ne faudrait pas chercher à en tirer des conclusions générales pour l'industrie.

M. BRANCHER. — Alors les critiques que l'on adressait au titan ne sont pas fondées?

M. HIRSCH. — Non, du tout. Tenez, comme exemple typique, j'ai assisté à la pose du très grand alternateur, qui a, je crois, 5^m,50 de diamètre, desservi par la machine Compound de Weyher et Richemond; la partie basse était placée, il s'agissait de venir enchâsser la partie haute. Eh bien! la pose complète, depuis le moment où la pièce — qui devait peser environ une douzaine de tonnes — a été prise sur le wagon et mise en place, les boulons posés, tout cela a duré vingt-cinq minutes et a été exécuté avec une précision remarquable.

M. LE PRÉSIDENT. — Ne vous semble-t-il pas, Messieurs, qu'indépendamment de ces conditions particulières, il peut y avoir des conditions d'ordre général qui règlent plutôt l'adoption d'un genre d'appareil dans certains cas et d'un autre appareil dans d'autres cas? Ainsi, il me semble que le pont roulant est plutôt un appareil d'atelier, d'espace couvert, tandis que le titan est un appareil de plein air. Le pont roulant implique en général l'idée d'un chemin de roulement lié aux charpentes, mais la trop grande légèreté des fermes n'exclut même pas le pont roulant qu'on appelle, je crois, plus particulièrement Goliath en Angleterre, qui porte sur des jambages aux extrémités et qui peut s'appuyer sur le sol aux deux bouts; tandis que le titan est un appareil qui comporte un socle roulant sur lequel pivote un véritable pont sur lequel roule encore un chariot.

Ne sont-ce pas là les conditions générales qui définissent le caractère des deux appareils, mais qui, évidemment, s'infléchissent dans des cas particuliers, comme M. Hirsch vient de le montrer? Ce sont les problèmes les plus faciles à résoudre, parce

qu'alors on sait que telle solution est écartée, et encore telle autre, de sorte que, par élimination, il arrive à n'en rester plus qu'une...

M. CODRON. — En somme, le titan est beaucoup plus mobile que le pont roulant. Le chariot roulant dessert une partie seulement des ateliers; ainsi, dans les ateliers du chemin de fer du Nord, on n'a pas admis tout d'abord la grue roulante, et ce n'est que quand on a installé la chaudronnerie que l'on a mis un grand chariot hydraulique. Mais, sur les chantiers de chemins de fer, on rencontre très peu le chariot roulant; on rencontre un petit chariot roulant parce que sa mobilité dans tous les sens, sur des voies différentes, lui donne un caractère particulier très précieux pour la manutention des pièces de toute espèce.

M. DE MOCOMBLE. — On avait également utilisé le pont roulant pour les laminoirs; maintenant, il y a une tendance à le remplacer par la grue, parce que le laminoir est généralement au milieu de l'atelier, et quand la grue a fini son opération, elle s'en va et elle ne gêne plus.

M. HIRSCH. — Quand on peut prendre les points d'appui en l'air, la question est toute simple, mais il n'en est pas de même quand il faut prendre ces points d'appui à terre.

Le Creusot utilise sur une très vaste échelle ses grues à vapeur pour desservir ses immenses parcs et pour transporter toutes les pièces. La grue porte en elle-même toute la puissance motrice nécessaire, non seulement pour élever la charge, non seulement pour se transporter elle-même, mais pour faire tourner les plaques sur lesquelles elle a à se mouvoir et aussi pour entraîner les wagons à transporter d'un point à un autre. Par conséquent, à ce point de vue, la grue est plus commode; mais lorsqu'on a à faire un service particulier, et que l'on doit prendre son point d'appui en l'air, il n'y a pas de doute, c'est le pont roulant qui est employé.

M. LE PRÉSIDENT. — Maintenant le titan a forcément des porte-à-faux; il a un point d'appui central, et il faut l'équilibrer, au moins partiellement; si on ne l'équilibre pas par un contrepoids, il faut que son support présente de la stabilité; tandis que le pont roulant n'a pas cette cause d'imperfection.

On ne peut pas dire d'une manière absolue que le titan doit être exclu des manœuvres d'aciérie; seulement, quand il s'agit d'appareils de 150 tonnes, je crois que, si l'on voyait le titan dessiné, on renoncerait à son emploi parce qu'on verrait qu'il ne peut pas entrer dans l'usine.

Il semble résulter de la discussion que les deux appareils sont différents; que l'un s'applique plus particulièrement dans telles circonstances, que l'autre convient plus particulièrement à d'autres, et qu'enfin il peut y avoir des cas où l'on hésite entre les deux appareils.

L'un de nos collègues aurait-il des renseignements sur certaines dispositions qui ont été employées au Creusot, et qui consistent à remplacer les galets du chariot transporteur par des patins graissés et s'appuyant sur une glissière, de manière à substituer au roulement un glissement sur un chemin graissé? Pour protéger cette surface graissée contre la poussière, on la recouvre d'une sorte de courroie, d'une nappe protectrice.

M. CODRON. — Quel est le but de ce procédé?

M. LE PRÉSIDENT. — Il semble qu'on ait craint de faire supporter de trop grandes pressions aux galets. Un métallurgiste m'a dit que lorsqu'un galet, supportant une pression très intense, roule sur une poutre rivée, la rivure ne résiste pas; il se produit des glissements entre les rails et les semelles sur lesquelles ils s'appuient, glissements qui proviendraient d'une sorte de laminage à froid, d'une sorte d'extension du métal.

M. CODRON. — On n'a pas pensé à mettre des billes?

M. LE PRÉSIDENT. — Mais, sur quoi les ferait-on porter? Je les comprends avec un tourillon, mais pas sur une surface indéfinie?...

M. RICHARD. — Nous avons eu hier une conférence très intéressante de M. Rabut sur les ponts de chemins de fer et les appareils mécaniques permettant d'enregistrer les déformations que subissent ces ponts sous le passage des trains. Cette conférence nous a appris beaucoup de choses et notamment ceci : que l'une des causes les plus notables de fatigue des ponts de chemins de fer c'étaient les méplats des roues des wagons et des locomotives. Tous ceux qui se sont occupés des locomotives savent avec quel soin on cherche à diminuer leurs forces perturbatrices d'inertie. Eh bien ! au point de vue de la fatigue des ponts, ces forces seraient, paraît-il, négligeables par rapport aux accidents extrêmement importants que peut causer le moindre méplat d'une roue de locomotive. M. Rabut en a cité comme exemple une locomotive du chemin de fer d'Orléans qui, dans son trajet d'aller, avait cassé une cinquantaine de rails. Cela provenait tout simplement d'un méplat sur l'une de ses roues.

Le pont roulant peut être assimilé, bien que de très loin, à un pont de chemin de fer. Vous y avez des roues très petites, qui ne sont pas toujours surveillées comme il faut, et sur lesquelles peuvent se produire des méplats par suite notamment de l'usage des freins. Il se peut très bien qu'on ait reconnu, sans se rendre compte pourquoi, que le chariot roulant fatiguait plus qu'un chariot glissant qui ne peut avoir de méplats. Il se peut très bien que ce soit là l'une des raisons qui, dans certains cas, ait fait renoncer au roulement. Cela ne prouve pas que le bon roulement soit inférieur au glissement, mais il faut le surveiller, et attacher à cette question du roulement parfait des roues une importance plus considérable que celle qu'on lui attribue ordinairement, car avant la conférence de M. Rabut, on ne pensait pas qu'un petit méplat sur une roue de locomotive pouvait faire casser une cinquantaine de rails sur une centaine de kilomètres. Il est bien certain que, sur un pont roulant, avec sa marche très lente, ces méplats n'ont pas une telle importance, mais il y a néanmoins lieu d'appeler l'attention des constructeurs de ponts roulants sur les résultats que M. Rabut nous a communiqués.

M. CODRON. — Pourquoi ne soude-t-on pas les rails? Depuis 1896, j'ai proposé la solution de souder les rails, comme on le fait en Amérique; pourquoi ne le ferait-on pas en France, tout au moins sur une longueur d'une centaine de mètres, sur la longueur des ponts?

M. RICHARD. — Il faut dire que cette soudure des rails n'est pas connue depuis très longtemps; il n'y a guère que cinq à six ans qu'on peut la faire avec des soudures électriques. Il est évident qu'on pourrait l'essayer.

M. CODRON. — D'autant plus qu'aujourd'hui on fait des rails de 60 mètres de longueur pour les ponts.

M. RICHARD. — Mais je crois que la question des joints n'intervient pas notablement sur les ponts roulants; s'il y a une solution de continuité ou un rejet au joint, on peut les rendre très faibles.

M. DE MOCOMBLE. — En Allemagne, on a fait l'application, à grue de 150 tonnes, avec une portée de 20 mètres, du procédé dont vient de parler M. le Président. L'ingénieur a craint, à cause des pressions, de mettre des galets énormes; il a préféré employer une glissière qui assure le contact d'une façon plus parfaite et qui permet à ses membrures de ne pas trop souffrir. Le frottement de glissement est toujours meilleur que le frottement de roulement; il est plus sûr, et l'on est assuré de ne rien casser. Mais, dans un pont roulant proprement dit, sous le chariot du pont roulant, on ne met généralement que quatre roues; c'est un gros inconvénient, car si vous avez une grosse charge à répartir sur quatre roues, les bandages, même en acier, quand

vous arrivez à plus de 15 ou 20 tonnes, se laminent et finissent par se fatiguer; tandis qu'avec une glissière on peut faire ce qu'on veut.

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, je vous remercie des communications extrêmement intéressantes que vous avez bien voulu nous faire.

Je considère nos travaux comme clos pour aujourd'hui.

La séance est levée à 5 h. 1/4.

TROISIÈME SECTION

CHAUDIÈRES — MACHINES A VAPEUR ET A GAZ

SÉANCE DU VENDREDI 20 JUILLET

La séance est ouverte à 2. h. 1/4 sous la présidence de M. HIRSCH.

M. MAHL fournit quelques détails sur la chaudière Mähl et de Nittis, appelée par ses inventeurs *générateur oléothermique*. (Voir le 3^e volume.)

M. DONKIN demande quel est le rendement de cet appareil.

M. MAHL répond que 200° environ sont perdus par la cheminée, et que le rendement atteint 85 p. 100.

M. CASALONGA trouve la pression de 200 kilogrammes excessive et déclare que le rendement doit être calculé au moyen des tables de Regnault, parce que la chaleur latente n'est pas constante.

La parole est donnée à M. REBUT qui fait une communication sur des expériences entreprises par la maison Niclausse, pour déterminer, avec différentes allures de combustion, la vaporisation de chaque étage de tubes. (Voir le 3^e volume.)

M. LE PRÉSIDENT. — Y a-t-il des observations relativement à la communication de M. Rebut? Je me permets d'en faire une qui est celle-ci : ces expériences sont évidemment d'un grand intérêt en ce qu'elles apprennent de quelle façon se répartit la vaporisation depuis le foyer jusqu'à la cheminée; l'idée mise en pratique par M. Niclausse est féconde et aussi très ancienne, car je dois vous rappeler, qu'il y a une quarantaine d'années, la Compagnie du Nord a fait, sous la direction de M. Geoffroy, des expériences dans lesquelles la chaudière d'une locomotive était partagée en tronçons, chaque tronçon recevant les gaz de la combustion du tronçon précédent et formant une partie spéciale, de sorte qu'on a pu étudier les effets successifs, tronçon par tronçon.

Tout récemment encore, la Compagnie de Lyon a fait des essais du même genre; mais il est intéressant de renouveler ces expériences et, par conséquent, nous ne pouvons que remercier la maison Niclausse de s'être livrée à cette étude. (*Applaudissements.*)

La parole est à M. WALCKENAER qui fait, sur les *chaudières à tubes d'eau* et leur circulation, une communication qui sera reproduite au troisième volume du Congrès.

La parole est à M. VINSONNEAU, qui fait la communication suivante qui présente une

méthode d'examen optique extérieur et intérieur des tubes et des corps creux métalliques.

M. VINSONNEAU présente la communication suivante, dont on trouvera le développement au troisième volume du Congrès :

« La méthode d'examen optique a pour but de rechercher les défauts ou indices de défauts qui peuvent se présenter sur les surfaces extérieures ou intérieures de tous les organes des machines et des appareils à vapeur, défauts que l'on ne peut pas voir ou apprécier suffisamment à l'œil nu.

« Notre méthode, qui a été très encouragée par MM. les ingénieurs des constructions navales dont l'autorité et la bienveillance vous sont connues, est surtout destinée à venir augmenter la sécurité des engins à vapeur de la marine.

« C'est à la marine que nous dédions nos travaux, c'est pour elle que la première application pratique en a été faite; on a exécuté un scrutateur destiné à l'examen optique des tubes des chaudières Niclausse et Belleville. Les résultats obtenus furent satisfaisants.

« Après ce premier succès, une deuxième application fut projetée, d'après nos données par l'éminent directeur des constructions navales M. Bertin, elle a pour objet l'examen en place des faisceaux tubulaires Normand, des forêts de tubes comme les appelle notre savant conférencier d'hier.

« Nous continuerons par l'application aux organes divers, aux arbres, aux bâtis, aux cylindres, etc., etc. Nous espérons même que notre méthode d'investigation rendra des services pour l'examen des sondages géologiques.

« Ce qu'il faut considérer aujourd'hui, ce sont les résultats acquis : on voit tous les défauts intérieurs des tubes. Comme il y a plus de chances pour que les défauts existent à l'intérieur qu'à l'extérieur, comme les cahiers des charges sont léonins pour l'examen extérieur et muets pour l'examen intérieur, nous souhaitons que les membres du Congrès s'associent à notre œuvre humanitaire en émettant le vœu d'une modification des cahiers des charges de réception des tubes dans le sens d'un examen optique intérieur et extérieur des tubes des chaudières de la marine. La sécurité des chaudières augmentée diminuera le nombre des victimes des accidents que l'on signale à chaque instant dans toutes les marines. »

M. BRYAN DONKIN. — N'y aurait-il pas moyen de nous montrer ici l'appareil en fonctionnement? Nous voyons bien les dessins, nous espérons comprendre, mais enfin beaucoup d'entre nous désireraient examiner l'appareil.

M. VINSONNEAU. — Je ne puis vous donner que des dessins, l'appareil est dans les chantiers de la marine.

M. LE PRÉSIDENT. — Ne vous serait-il pas possible de le faire apporter ici avant la fin du Congrès?

M. VINSONNEAU. — Ce serait difficile... C'est une primeur que je vous donne, l'appareil date d'hier; on peut aller depuis 20 millimètres de diamètre et on peut visiter toutes les surfaces planes, les arbres, les tiges de pistons, etc.

J'ai vu des tiges de pistons de 320 millimètres brisées comme verre par changement de l'état moléculaire de l'acier; préalablement aux ruptures, il y avait un défaut qu'on reconnaissait, après coup, par une petite oxydation. Il est certain que si l'appareil que je propose avait existé, ces tiges ne se seraient pas brisées.

M. LE PRÉSIDENT. — Il n'y a pas d'autres observations?... Nous remercions M. Vinsonneau de sa communication.

La parole est à M. MONTUPET.

M. MONTUPET décrit un dispositif propre à accélérer la circulation de l'eau dans les tubes genre Field, ainsi que dans les chaudières de locomotives. (Voir le 3^e volume.)

M. DUBOIS. — Pour les chaudières de locomotive, s'agit-il d'un essai réel, ou est-ce une simple théorie?

M. MONTUPET. — Nous n'avons pas encore exécuté d'essais.

M. DUBOIS. — Dans une chaudière de locomotive, il y a une épaisseur de lame d'eau fort mince : 70, 80 millimètres, et des entretoises qui forment une série d'obstructions; ne se produirait-il pas alors des incrustations qui déjà sont difficiles à prévenir?

M. MONTUPET. — Je ne crois pas qu'il puisse se produire des incrustations. Je pars d'une théorie qui n'est peut-être pas rigoureuse, parce qu'il peut se trouver des bulles de vapeur mélangées au courant d'eau, mais on peut calculer toutes les sections par lesquelles doivent passer l'eau et la vapeur; j'ai fait cette étude pour une compagnie de chemin de fer, j'ai déterminé les lames d'eau et de vapeur à l'entrée; à la partie supérieure, il y a une place suffisante pour mettre nos plaques en tôle. Je suis persuadé qu'il n'y a pas plus de dépôts calcaires que dans les chaudières Belleville.

Il faut que l'enveloppe soit bien concentrique pour que la colonne ait toujours la même section; en effet, s'il y a des points où la section est moins large que dans d'autres, le rendement diminue du tout au tout. Nous avons été jusqu'à une combustion de 140 kilogrammes par mètre de grille.

M. BRYAN DONKIN. — Vous êtes-vous rendu compte du rendement maximum?...

M. MONTUPET. — Je ne connaissais pas la puissance calorifique du charbon.

M. LE PRÉSIDENT. — Vous parlez de vapeur à l'état vésiculaire...

M. MONTUPET. — J'ai un appareil de démonstration. Lorsque nous chauffons très fortement, quand la circulation n'est pas établie, on voit des bulles de vapeur qui restent en contact avec le métal et augmentent de volume pour se détacher, tandis que, quand la circulation arrive à être établie, des bulles de vapeur se forment et sont entraînées par le courant; elles ne sont pas surchauffées parce qu'elles ont été enlevées aussitôt que formées.

M. LE PRÉSIDENT. — Que veut dire au juste le mot vésiculaire?

M. MONTUPET. — C'est l'état d'élément aussi petit que possible réalisé lorsque la bulle vient à se former.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous remercions M. Montupet de sa communication.

Rien n'étant plus à l'ordre du jour, la séance est levée à 4 h. 10.

SÉANCE DU 21 JUILLET

La séance est ouverte à 4 h. 5, sous la présidence de M. HIRSCH.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Diesel.

M. DIESEL donne lecture de sa communication déjà publiée au 1^{er} volume du Congrès, p. 487.

M. LE PRÉSIDENT. — Je remercie M. Diesel de sa très intéressante communication. Il est certain que les travaux de M. Diesel ouvrent des horizons nouveaux à cette grosse question des moteurs à gaz; la persévérance avec laquelle M. Diesel a poursuivi ses études est extrêmement méritoire; je crois être l'interprète des deux sections qui se sont réunies pour l'entendre en l'assurant que sa communication nous a très vivement intéressés. (*Applaudissements.*)

Avant de donner la parole aux personnes qui peuvent avoir des observations à pré-

senter sur la communication de M. Diesel, je dois vous dire que M. Lefer, se trouvant indisposé, il est probable qu'il ne pourra pas exposer lui-même le résumé de son rapport sur les machines à vapeur rapides (1^{er} volume, p. 423). Si vous le voulez, nous examinerons cette question après la discussion qui, probablement, va avoir lieu sur la communication de M. Diesel. (*Assentiment.*)

M. MAROT. — M. Diesel a parlé de l'emploi de combustible pulvérulent, mais, avec le charbon, il y a un résidu?

M. DIESEL. — Nous avons fait ces essais sur un vieux moteur à pétrole avec lequel nous n'avons pu marcher plus de quinze à vingt minutes; nous avons obtenu une combustion absolument parfaite avec des échappements aussi invisibles et aussi purs qu'avec le combustible liquide ou gazeux. Par conséquent, la combustion de la poudre de charbon est aussi parfaite, sous ces conditions de pression élevée, que pour tous les autres combustibles. Le seul inconvénient que nous ayons rencontré, c'est l'adhérence de la poudre de charbon aux parois graissées du cylindre.

M. MAROT. — Il y a pourtant des parties incombustibles dans le charbon.

M. DIESEL. — Nous prenons de la poudre de charbon presque microscopique, les résidus sont encore plus microscopiques; comme il y a un fort courant d'entraînement, ils s'échappent.

M. MAROT. — Au bout d'un certain temps de fonctionnement, ils doivent se tasser.

M. DIESEL. — Nous n'avons pas eu de résidus; nous avons examiné les gaz, nous n'avons rien trouvé.

M. MAROT. — Alors ils sont expulsés avec les gaz?

M. GARDÉ. — M. Diesel est parfaitement sincère, il vous dit lui-même : j'ai fait une expérience qui a duré quinze à vingt minutes avec un moteur à pétrole; il nous produit des diagrammes et nous signale une chose très intéressante. M. Diesel va lui-même au-devant de vos objections.

M. DIESEL. — Il est surprenant de voir à quel point les combustions sont parfaites avec des pressions aussi élevées; dans la bombe de Mahler, on observe le même phénomène.

M. MAROT. — Dans un autre ordre d'idées, j'appellerais plutôt ce système un nouveau mode de distribution; on ne peut avoir un moteur nouveau qu'avec une transmission de mouvement différente.

UNE VOIX. — C'est en dehors de la question.

M. DESCHAMPS. — Le moteur de M. Diesel a donné certainement des résultats excellents et des rendements qu'aucun moteur n'a atteints.

La question que je voudrais discuter est précisément la question théorique sur laquelle il se base en disant que, si les résultats ont été excellents, c'est que la courbe supérieure de son cycle est isothermique. Je crois en effet que le moteur Diesel a donné des résultats excellents, surtout parce que la combustion est parfaite; je l'ai vu fonctionner à l'usine Dickhoff, la combustion est complète. D'un autre côté, on sait que le rendement des machines à gaz croît assez rapidement avec la compression, et M. Diesel est arrivé à une compression que l'on ne pouvait atteindre avec les moteurs ordinaires.

Mais, ce que je voudrais savoir, c'est la raison théorique sur laquelle il s'appuie pour penser que la courbe isothermique donne un si beau résultat. Il s'appuie peut-être sur le théorème de Carnot, mais je ne crois pas qu'il soit applicable ici. Le théorème de Carnot fixe en effet un maximum pour un cycle fermé entre deux températures déterminées, par conséquent, dans certains cas, il est certain que, si l'on pouvait réaliser le cycle de Carnot, l'on obtiendrait ce qu'il y a de mieux; mais quand vous n'êtes pas limités par la température, vous n'avez pas besoin de suivre une isotherme pour la courbe supérieure. M. Diesel insiste à plusieurs reprises sur ce point et en s'appuyant notamment sur ce que, lorsque le moteur marche à pleine charge, la courbe s'écarte de l'iso-

thermie, tandis que, au contraire, quand il marche à demi-charge, la courbe se rapproche beaucoup plus de l'isothermie, et il vient dire : quand je marche à pleine charge, le rendement thermique diminue, mais il croît lorsque je passe de la pleine charge à la charge de moitié, où le diagramme suit une courbe isothermique; c'est une preuve scientifique que le rendement est meilleur avec une combustion isothermique.

Eh bien! je crois qu'il y a d'autres raisons et que ce sont des raisons différentes qui font que le rendement croît en passant de la pleine charge à la charge moyenne.

D'abord le cycle n'est pas un cycle de Carnot complet.

Voulez-vous me permettre de me servir du diagramme entropique. J'ai une ordonnée verticale pour l'adiabatique de compression, je suis limité par le volume de compression; je complète mon cycle en me servant d'une courbe isothermique et d'une adiabatique de détente. On a pour rendement le rapport de la surface utile à la surface totale. Si j'ai une charge de moitié par exemple, j'aurai un rendement plus grand, parce que je n'ai pas, comme courbe inférieure une isothermique, mais une courbe à volume constant.

Je crois que c'est cette raison qui fait que le moteur donne un meilleur rendement à demi-charge qu'à pleine charge.

Il est évident qu'on ne tient pas compte de la chaleur perdue aux parois. Je puis fermer le diagramme par une autre courbe : une isothermique par exemple, ou une courbe à pression constante. J'aurais alors un diagramme qui viendrait me donner un rendement plus grand. D'ailleurs, il est facile de démontrer que le maximum de rendement est donné pour une courbe à volume constant. Il est évident que ce ne doit pas être vrai rigoureusement quand on a de la chaleur perdue aux parois; mais le résultat n'est pas modifié dans des proportions considérables et, dans tous les cas, n'est pas de nature à faire remplacer une courbe à volume constant par une isothermique.

M. DIESEL. — Je m'attendais à voir surgir une discussion sur ce point. Je suis parti de considérations théoriques, et j'ai eu, par ces considérations, la conviction qu'il fallait un excès d'air, que plus il serait grand, meilleur serait le rendement de la machine, et que, plus on s'approcherait de l'isothermique, meilleur serait le rendement de la machine. J'avais cette conviction scientifique, elle a été confirmée par les essais; effectivement, lorsque vous diminuez la charge de la machine, la combustion s'approche de l'isothermique; ces résultats, qui sont indiqués par beaucoup de savants, ont été une confirmation de ma conviction scientifique.

Je reconnais qu'il y a beaucoup d'autres considérations qui interviennent ici : il y a la question du refroidissement par les parois, puis infiniment de détails qui influent sur le rendement de la machine; il y a aussi la température moyenne du cycle, et c'était même mon point de départ que d'obtenir une température du cycle aussi basse que possible, avoir une perte aussi faible que possible par les parois.

Il est certain que les raisons que M. Deschamps vient d'indiquer ont une influence sur ces phénomènes. J'ai insisté surtout sur le côté théorique de la question, parce que je suis parti de considérations théoriques qui ont été confirmées par l'expérience.

Il y a là une discussion qui serait très longue à approfondir parce qu'il y a trop de conditions qui influent sur le phénomène.

M. RATEAU. — Je désirerais insister sur certains points et poser deux questions à M. Diesel :

D'abord, comment peut-on vérifier que la combustion se fait à température constante, qu'on a une isothermique? Il me semble qu'il n'est pas très commode de s'en assurer;

Seconde question : a-t-on essayé de chauffer l'air avant de l'introduire dans le cylindre?

L'intérêt du chauffage préalable de l'air serait de diminuer la pression à laquelle vous êtes obligé de comprimer l'air. Vous êtes obligé d'atteindre une pression de 35 kilogrammes pour deux raisons. La raison principale c'est le fonctionnement que vous avez imaginé : la combustion intérieure automatique. Il faut que le combustible s'enflamme de lui-même, il faut par conséquent que les gaz soient à une température suffisante, et cette température est d'au moins 600°, il est même probable que vous arrivez à 800°; cette température est indispensable pour enflammer le combustible et ensuite pour obtenir un bon rendement thermique de la machine.

On disait tout à l'heure que le théorème de Carnot n'est pas applicable; cela me paraît à la fois exact et inexact... En dehors du théorème de Carnot, il y a aussi le théorème de Clausius, qui est le complément de celui de Carnot. Eh bien! le théorème de Clausius est applicable dans ce cas, et on peut dire que, plus on élève la température de la source chaude, plus le rendement est satisfaisant.

Par conséquent, il y aurait intérêt à réaliser une combustion à volume constant, qui est celle qui porte la température au plus haut degré possible; seulement, il y a un inconvénient : d'abord cela supposerait une combustion instantanée, ce qui n'est pas possible; mais en supposant que ce soit possible en partant d'une température de 600° à 800°, vous obtiendriez plus de 2000°, et, dans ce cas, ou le piston gripperait, ou il faudrait le refroidir énergiquement, et alors on perdrait par le refroidissement du cylindre ce qu'on gagnerait sur le cycle.

Voici maintenant pourquoi je dis qu'il y aurait intérêt à échauffer l'air avant la compression. En mettant de côté l'influence des parois, les deux températures extrêmes sont liées au rapport des pressions élevé à la puissance 0,29, à peu près, exposant qui dépend des constantes calorifiques des gaz... Si l'on part de la température de l'atmosphère, on voit alors que, pour atteindre les 600°, la pression finale de la compression doit atteindre 35 kilogrammes; mais si l'on chauffait à l'avance, il ne faudrait plus que par exemple 15 kilogrammes. On rentrerait alors dans les conditions ordinaires de la pratique, et il ne serait pas nécessaire de faire les moteurs avec des pièces aussi robustes.

Il me semble que le chauffage préalable de l'air n'aurait que des avantages si on pouvait le réaliser dans de bonnes conditions.

M. BRYAN-DONKIN. — J'avais demandé la parole pour poser la même question à M. Diesel; je voulais lui demander s'il a déjà fait des expériences dans la voie que vient d'indiquer M. Rateau, c'est-à-dire en chauffant l'air par un moyen ou un autre.

De plus, je voudrais lui demander si, dans ses expériences, il a analysé les gaz d'échappement, cela a été fait en Angleterre et également en France, je crois; c'est une question très importante, il serait intéressant de savoir le pourcentage en volumes de l'acide carbonique et de l'oxygène.

Je pense que nous devons remercier M. Diesel de sa très intéressante communication; les expériences que M. Diesel nous indique dans son tableau sont remarquables. En nombre rond, en prenant le chiffre maximum par cheval effectif, il obtient un rendement thermique total de 31 p. 100; c'est un très beau résultat, mais M. Diesel a l'habitude d'augmenter tous les deux ans son rendement pratique, nous aurons donc probablement bientôt un rendement beaucoup plus fort.

J'ai ici un tableau des résultats obtenus avec le gaz de ville et le pétrole. Il sera peut-être intéressant pour le Congrès de savoir que la meilleure machine de ce tableau a donné, avec le gaz de ville, un rendement calorifique de 25 p. 100.

Je prends maintenant les expériences allemandes du professeur Mayer, il a obtenu un rendement thermique de 19 1/2; c'est son maximum.

Avec un moteur Charron, essayé par M. Witz, le rendement est de 26 3/4.

Pour le gaz des hauts fourneaux, un moteur Crossley a donné 22 p. 100.

M. LE PRÉSIDENT. — Ici je vous demanderai une explication : ce rendement, est-ce le rapport entre la quantité de chaleur transformée en travail et la quantité de chaleur contenue dans le combustible ou le gaz du générateur ?

M. BRYAN-DONKIN. — C'est le gaz du générateur avec une chaleur spécifique connue.

Une expérience sur une machine à gaz de hauts fourneaux donne comme rendement 26 p. 100.

En dernier lieu, en ce qui concerne les machines à pétrole, une soixantaine d'essais ont été faits, et le maximum que j'ai ici correspond à peu près au chiffre de M. Diesel, un peu moins, de 27 p. 100.

M. DIESEL. — Je vais répondre de mon mieux aux différentes observations qui viennent d'être présentées.

Tout d'abord, vous m'avez demandé comment on pouvait déterminer la température. C'est facile; les essais ont été très bien faits, les volumes d'entrée ont été mesurés, et M. Schröter et d'autres savants ont fait le calcul des températures; on a parfaitement déterminé la température des courbes de combustion.

M. LE PRÉSIDENT. — Pour obtenir la température, il faut faire entrer en ligne de compte le poids, le volume et la pression.

M. DIESEL. — C'est ce qui a été fait.

M. LE PRÉSIDENT. — La pression a-t-elle été déterminée au moyen de diagrammes d'indicateurs ?

M. DIESEL. — Parfaitement.

M. RATEAU. — Ce qui m'intéresse, et ce sur quoi je voudrais provoquer des explications de la part de M. Diesel, c'est ceci : comment peut-on arriver à mesurer ces températures avec une certaine précision, une température fugitive de plusieurs centaines de degrés. On dit que la combustion est isothermique; s'agit-il de 1800°, de 2000°? comment arriver pratiquement à mesurer ces températures avec une approximation suffisante ?

M. LE PRÉSIDENT. — M. Rateau demande comment les calculs ont été établis, sur quelles bases ils l'ont été; il s'agit des températures à l'intérieur du cylindre pendant la période de combustion.

D'après les explications de M. Diesel, il semble que ces températures ont été déterminées par le calcul, en tenant compte des éléments qui entrent dans un pareil calcul, c'est-à-dire du volume, du poids et de la pression. Pour le volume et le poids, pas de difficulté; pour la pression, il n'y a que l'indicateur.

M. DIESEL. — Oui.

M. RATEAU. — Pardon; pour le poids, il y a une très grosse difficulté.

M. DIESEL. — J'ai déposé sur le bureau le rapport de M. Schröter; les calculs y sont faits d'une façon très scientifique.

M. DESCHAMPS. — Quand un moteur marche sous une charge constante, pendant une période suffisamment longue, il est facile de déterminer la température d'admission; par conséquent, on connaît le poids des gaz.

M. RATEAU. — A-t-on mesuré le volume de l'air ?

M. DIESEL. — Oui; nous avons deux grands compteurs à gaz.

M. DESCHAMPS. — On ne connaît jamais très bien la température d'une grande masse de gaz.

M. DIESEL. — Pour les moteurs d'essais, nous avons de grands gazomètres; notre laboratoire est muni de tout ce qu'il faut pour des expériences très exactes. Les analyses des gaz d'échappement ont été faites par M. Schröter et d'autres savants, elles sont consignées dans le rapport de M. Schröter.

M. LE PRÉSIDENT. — Je viens de jeter un coup d'œil sur le rapport de M. Schröter et je vois que l'observation de M. Rateau est exacte, en ce sens que la quantité d'air utilisé n'a pas été mesurée.

M. DIESEL. — Je vous demande pardon, je faisais une confusion. A l'époque des essais de M. Schröter, les compteurs n'existaient pas encore; mais les quantités d'eau et de gaz ont été exactement mesurées plus tard, par d'autres expérimentateurs; ces calculs ont été faits après... Je me rappelle, qu'à l'époque où ces essais ont été faits, les gazomètres n'existaient pas encore.

M. LE PRÉSIDENT. — On peut admettre que la quantité d'air introduit a été mesurée?

M. DIESEL. — Oui.

M. RATEAU. — Avez-vous des diagrammes de température?

M. DIESEL. — Pas ici, mais cela a été fait très rigoureusement, il y a eu tant d'essais, tant de communications que je confonds un peu ce qui s'est passé.

M. LE PRÉSIDENT. — Je crois que le premier point sur lequel portait l'interrogation de M. Rateau est résolu; cependant je demande à compléter cette question: quel que soit le doute qui puisse subsister sur la validité de la méthode qui a servi à établir la température, on peut néanmoins considérer ces résultats comme donnant une certaine approximation?

M. DIESEL. — Au commencement de la combustion, on est à peu près entre 650 à 700° et, pour les courbes qui se rapprochent des isothermiques, la température reste à peu près constante dans les limites de 700° à 800°, quelquefois même la température descend pendant la combustion. Pour les courbes à pression constante, nous arrivons à peu près aux mêmes températures que dans les moteurs à gaz, 1500 à 1600° en pleine charge de la machine.

M. LE PRÉSIDENT. — Pensez-vous, Monsieur Rateau, que nous puissions passer à votre seconde question?

M. RATEAU. — Parfaitement, Monsieur le Président.

M. LE PRÉSIDENT. — Cette seconde question, je vous la rappelle, Monsieur Diesel, est celle-ci: pensez-vous qu'il y aurait avantage à chauffer l'air avant de l'introduire dans le cylindre dans le but de diminuer la pression maximum à laquelle il est nécessaire d'arriver pour obtenir la combustion certaine. C'est bien cela, Monsieur Rateau?

M. RATEAU. — Oui; permettez-moi d'ajouter un seul mot que j'avais oublié: je crois que cela permettrait d'améliorer le rendement à la condition qu'on échauffât l'air entrant au moyen des gaz brûlés sortant de l'échappement.

M. DIESEL. — Je regrette de ne pas être de l'avis de M. Rateau.

J'ai fait l'étude théorique avant de commencer les essais; je crois que la théorie indique assez clairement que, pour obtenir un grand rendement du gaz chauffé, il faut avoir une grande chute de température, et je ne vois pas d'autre moyen de l'obtenir qu'une grande chute de pression.

D'un autre côté, j'ai fait, dans ma brochure de 1893, une étude assez complète sur les régénérateurs et j'ai été amené à condamner les régénérateurs. Je crois que, si vous marchez à des pressions moindres tout en introduisant de la chaleur perdue, vous n'obtiendrez qu'une chose: un échappement à une très haute température, et que votre chute de température ne sera pas plus élevée pour cela, au contraire elle sera plus petite.

Il y a encore une autre considération; vous avez vu que j'ai été obligé de changer beaucoup mes appréciations théoriques. J'ai été amené à changer presque toutes les courbes du diagramme et à faire un compromis simplement pour une raison pratique qui est celle d'utiliser le plus possible les dimensions d'une machine donnée. Si j'introduis de l'air chauffé dans un cylindre, cela réduit le poids de la charge motrice. C'est en somme le poids d'air introduit dans la machine qui donne le poids du com-

bustible qu'il est possible de consumer et, par conséquent, la puissance produite par un cylindre de dimensions données, j'ai donc intérêt à ne pas chauffer l'air pour avoir une machine bon marché.

M. CASALONGA. — Je suis très heureux d'avoir entendu la communication de M. Diesel; j'ai à faire une communication qui a un lien très étroit avec la sienne, mais je renonce à la faire ce soir. Lorsque je la ferai, vous verrez qu'il y a certaines considérations qui se rattachent à la communication de M. Diesel et que vous pourrez placer en regard des théories de M. Diesel.

Je crois que la philosophie de la machine de M. Diesel réside dans le mode de la combustion. Il est bien question de rattacher cette machine au système général des machines thermiques et même d'y appliquer certaines considérations théoriques qui dérivent du principe et du cycle de Carnot. Mais il semble que ce dont M. Diesel s'est surtout occupé, c'est du foyer; il a voulu utiliser le mieux possible la quantité de chaleur totale contenue dans un poids donné de combustible.

M. Diesel a fait quelques observations qui jettent une certaine clarté; il a dit : j'ai remarqué que, pour avoir un bon rendement, il fallait un excès d'air. Il me semble que cela veut dire, en langage ordinaire, qu'il réalise une combustion parfaite, incorpore les calories dégagées dans un volume d'air à haute densité, offrant, par suite, la plus grande capacité calorifique possible. M. Rateau me semble avoir dit que si on pouvait augmenter la température on augmenterait le rendement thermique; je crois, qu'en disant cela, il se fonde notamment sur l'enseignement qui résulte de l'analyse du cycle de Carnot. Eh bien! je me propose de démontrer que la chute de température ne saurait augmenter le rendement proprement dit de la chaleur, elle peut augmenter la puissance motrice d'un moteur, mais elle n'augmente pas, au moins dans les gaz permanents, le rendement de la chaleur. Ce rendement est une constante à toute température.

M. Diesel nous a dit que sa machine était réversible, c'est un avantage particulier et je crois que cette machine en renferme beaucoup d'autres; mais la réversibilité existe dans les machines à vapeur, par conséquent ce n'est pas une caractéristique de la machine.

M. Diesel a eu la bonne fortune de rencontrer sur sa route des professeurs éminents, entre autres M. Schroter; il est arrivé ainsi à réaliser son moteur; il a donc pu apporter ici des résultats d'expériences qui sont toujours plus intéressants que les considérations théoriques qu'on peut faire valoir au sujet d'un moteur nouveau.

Notre collègue a annoncé un certain nombre de rendements : rendement thermique absolu, rendement mécanique, rendement économique, il a notamment mentionné un rendement de 60 p. 100; je crois que ce rendement, si on l'entend comme *rendement de la chaleur*, ne peut être appliqué qu'à une meilleure utilisation du combustible et non pas à une meilleure utilisation de la chaleur. Ce que je me réserve de démontrer avec des épures, lorsque M. le Président m'autorisera à faire ma communication.

M. DIESEL. — Puisque M. Casalonga dit qu'il a l'intention d'exposer plus longuement ses vues, il vaut mieux que j'attende pour lui répondre.

M. CASALONGA. — J'en serai très heureux, car de même que la communication de M. Diesel m'a intéressé beaucoup, de même j'espère que la mienne l'intéressera un peu.

M. MAROT. — J'ai vu fonctionner plusieurs fois le moteur de M. Diesel et j'ai entendu comme une forte fuite de gaz ou d'air; que se produisait-il donc dans la machine?

M. DIESEL. — Je ne sais ce que vous pouvez avoir entendu.

M. MAROT. — Je l'ai entendu à Vincennes... Il y a toujours près du moteur un

homme qui, je crois, ouvre un robinet... Peut-être la pression dans le tube d'air est-elle trop grande, la pression est peut-être réglée automatiquement.

M. DIESEL. — Il y a des moments où la pression est réglée. Par ces chaleurs-ci l'air est très humide et il y a une condensation d'eau qu'il faut enlever de temps en temps; il faut faire des purges.

M. MAROT. — Ces purges se font mécaniquement?

M. DIESEL. — Par la main de l'ouvrier.

M. MAROT. — Souvent?...

M. DIESEL. — Cela dépend de l'état de l'atmosphère; une fois ou deux par jour.

M. HUBERT. — J'ai entendu avec beaucoup d'intérêt la communication de M. Diesel.

En citant les différents combustibles qu'on peut employer, M. Diesel a passé rapidement sur les gaz très pauvres; je lui demande s'il peut, dans son moteur, employer des gaz très pauvres? c'est simplement un éclaircissement que je demande et non pas une critique que je formule.

M. DIESEL. — Quand on emploie des gaz très pauvres, il en faut une très grande quantité et alors la pompe à gaz finit par acquérir l'importance du cylindre moteur; c'est pourquoi je tourne la difficulté en aspirant le gaz pauvre avec l'air; je supprime ainsi la pompe à gaz et je peux comprimer ce mélange à des pressions très élevées atteignant près de 30 kilogrammes. J'injecte un combustible liquide qui s'allume au contact du mélange.

M. LE PRÉSIDENT. — Il semble résulter de cette explication un fait assez nouveau, mais que M. Diesel a constaté et qui, par conséquent, ne présente que plus d'intérêt, c'est que, là où un mélange explosif ne s'enflamme pas, un liquide combustible injecté dans ce même mélange explosif s'enflamme et détermine l'inflammation du surplus, comme une capsule détermine l'inflammation de la dynamite; c'est alors une machine à explosion.

M. DIESEL. — Par l'injection liquide plus ou moins rapide, plus ou moins violente, j'obtiens toutes les courbes de combustion obtenues avec le liquide pur, c'est-à-dire que j'obtiens la combustion plus ou moins lente ou rapide du gaz pauvre par l'injection plus ou moins lente ou rapide du combustible secondaire. Par conséquent, c'est là un procédé nouveau pour l'emploi des gaz pauvres.

M. HUBERT. — Voici un second renseignement que je voudrais demander à M. Diesel :

Dans les moteurs à gaz relativement riches, un allumage intempestif peut ne pas être dangereux, quoique certains exemples aient prouvé le contraire, mais, pour des moteurs à gaz très pauvres, un allumage intempestif est considéré comme une cause de choc.

Eh bien! je demande à M. Diesel : quand on a produit une combustion à pression constante, les choses vont très bien, la combustion commence au moment où la courbe finit; mais qu'arriverait-il si, avant le commencement de la courbe de combustion, une partie du combustible s'introduisait dans le cylindre? je crains qu'alors il ne se produise dans le cylindre une pression telle que le cylindre ait peine à y résister. C'est une simple question que je pose à M. Diesel : a-t-il prévu cela?

M. DIESEL. — Cela a été prévu dans nos expériences, elles n'ont pas toujours été sans danger, puisque nous avons comprimé à la limite extrême le mélange explosif, mais nous avons pris les précautions nécessaires en mettant des soupapes de sûreté et surtout des soupapes de rupture. c'est-à-dire de petites plaques de fonte pour lesquelles nous avons déterminé l'épaisseur voulue par des essais.

Nous avons eu souvent, pendant nos essais, des cas comme ceux-là, et nous avons déterminé, par des plaques de ce genre, la limite de compression pour les différents mélanges que nous avons parfaitement caractérisés par la mesure de la quantité d'air et de gaz; nous avons fait les essais systématiquement, nous avons les échelles complètes

pour tous les mélanges, et nous savons à quelle limite nous pouvons les comprimer sans allumage intempestif.¹

Nous n'avons pas encore construit un moteur à gaz pauvres *ad hoc*, mais nous avons fait toutes les expériences de principe en nous servant de nos moteurs à pétrole ordinaire, et nous en avons tiré des résultats qui sont maintenant suffisants pour construire une machine à gaz pauvres.

M. HUBERT. — Vous ne craignez pas l'introduction intempestive du pétrole ?

M. DIESEL. — Cela arrive assez rarement, cette petite aiguille est l'organe le moins sensible de la machine. Cela est arrivé pendant les expériences, mais en pratique, je n'ai pas encore eu connaissance d'un accident produit par une introduction de combustible; ces quantités de combustible sont d'ailleurs tellement faibles. Vous pouvez faire cette expérience : mettre dans un cylindre fermé une charge d'air et de combustible et l'allumer. Il n'y a pas d'accident mais simplement une explosion intérieure.

Dans la pratique, je ne crois pas qu'un accident se soit produit; je ne crois pas que M. Dickoff ait éprouvé de difficulté ?

M. DICKOFF. — Non.

M. RATEAU. — Un mot d'explication sur ce qui a été constaté par M. Diesel, et qui résulte d'un phénomène bien connu des ingénieurs des Mines, étudié à fond par MM. Mallard et Lechatelier, celui du retard à l'inflammation des mélanges explosifs. Lorsqu'on porte un mélange explosif, comme le grisou, à la température d'inflammation spontanée de 650°, l'inflammation n'est pas immédiate, il y a un retard, et ce retard est d'autant plus faible que la température est plus élevée, il est d'autant plus grand qu'il y a plus de gaz inerte dans la masse; ce retard — c'est ce que nous savons bien dans les mines — est diminué par la présence de corps combustibles étrangers, notamment par des poussières de charbon. Il me semble que M. Diesel fait quelque chose d'analogue à cela quand il provoque l'inflammation spontanée du mélange pauvre par l'introduction d'un autre corps, le pétrole.

M. MAROT. — Je trouve que le seul avantage du moteur de M. Diesel est le rendement. Cet avantage ne réside ni dans la simplicité du mécanisme, ni dans le poids, ni dans les dimensions.

Au point de vue de la simplicité du mécanisme, je trouve ce moteur plus compliqué que les moteurs actuels. Au point de vue du poids, il y a des pièces très lourdes; enfin, au point de vue de l'encombrement, il y a le même nombre d'organes que dans les autres moteurs, seulement ils sont plus grands. Il y a une pompe pour comprimer.

M. DESCHAMPS. — M. Rateau parlait tout à l'heure de la façon dont il se produit des retards à l'explosion; avez-vous trouvé, Monsieur Diesel, que la compression donnait des retards à l'explosion? je vous demande cela parce que j'ai remarqué, sur des diagrammes de moteurs à gaz, en particulier sur ceux de la Compagnie du Gaz, une chose assez curieuse, c'est que lorsque l'allumage commençait plus ou moins tard, la courbe du diagramme n'était pas changée. Ainsi, à la Compagnie du Gaz, on essaie en faisant l'allumage électrique à 30° du point mort à peu près, puis on fait d'autres essais en allumant à 5° ou 6° du point mort; eh bien! les deux courbes de compression sont à peu près superposables. L'étincelle électrique a cependant amené quelque chose, car, dès qu'on a atteint le point mort, les deux courbes de détente sont tout à fait différentes. Il n'y a une sorte d'explosion latente, je me sers là d'une expression impropre, mais je n'en trouve pas d'autre. La compression a l'air de retarder cette explosion.

M. DIESEL. — Je ne puis entrer dans le détail, je ne puis que citer mes expériences qui démontrent qu'on peut comprimer très haut un mélange de gaz pauvre et d'air et à des degrés différents selon la composition du gaz et sa richesse. La pression maxima jusqu'à laquelle on peut aller est une fonction de la richesse calorifique du gaz. On

allume ensuite ce mélange comprimé par le simple contact avec un autre combustible.

M. CASALONGA. — Il me semble qu'il suffit de faire cette remarque : quand il s'agit d'un gaz pauvre, vous avez une masse de puissance calorifique très faible; en injectant dans cette masse gazeuse quelques gouttes d'un combustible liquide vous obtenez l'allumage; c'est, comme le disait très bien M. le Président, une sorte de capsule; mais c'est une question de quantité de chaleur par rapport à une masse très grande.

M. RICHARD. — Je vous ferai remarquer qu'il y a, entre le phénomène de l'allumage dans le moteur Diesel et le phénomène de l'allumage dans les autres moteurs à gaz, une différence fondamentale au point de vue de la rapidité de cet allumage et de la propagation de l'explosion, c'est celle-ci :

Dans un moteur à gaz ordinaire, au moment de l'allumage, il y a bien une partie du mélange qui se trouve à une température élevée, c'est celle qui est aux environs de la flamme, mais la masse moyenne du mélange dans le cylindre est à une température inférieure à celle de la combustion. Dans le moteur Diesel, au contraire, toute la masse est à la température de la combustion, de sorte que je crois qu'il ne faut pas étendre à ce mode d'allumage les considérations qu'on a pu déduire d'expériences faites sur la propagation de la flamme dans les moteurs à gaz ordinaires. Il y a là des conditions nouvelles, qu'il serait intéressant d'analyser en détail, dont on ne connaît pas encore tous les effets, mais qui permettent d'affirmer que le phénomène de la combustion, dans le moteur Diesel, est absolument différent de ce que l'on rencontre dans les moteurs à gaz ordinaires.

M. LE PRÉSIDENT. — Une simple remarque : M. Diesel soumet les gaz qu'il renferme dans sa machine à des pressions très élevées; ne trouvez-vous pas, qu'à notre tour, nous avons soumis M. Diesel lui-même à une compression élevée? Cependant nous n'avons qu'à nous féliciter d'avoir exercé sur lui cette action énergique, attendu, qu'à chacune de ces pressions, nous en extrayons quelques gouttes de science et de bonne science. (*Applaudissements.*)

La section décide de mettre à l'ordre du jour de la prochaine séance les communications sur les moteurs thermiques autres que les moteurs à vapeur d'eau.

La séance est levée à 6. 1/4.

SÉANCE DU 23 JUILLET

La séance est ouverte à 2 h. 35, sous la présidence de M. HIRSCH.

M. le Président donne la parole à M. Letombe pour sa communication. (Voir le 3^e volume.)

M. LE PRÉSIDENT. — Vous avez entendu la communication très intéressante de M. Letombe; je demande s'il y a des observations sur cette communication?

M. WITZ. — M. Letombe m'a fait le grand honneur de parler de moi tout à l'heure; je tiens à lui en témoigner ma reconnaissance, d'autant plus que je trouve dans la théorie de M. Letombe la confirmation d'une théorie que j'ai exposée jadis : le moteur à compression type est un moteur dans lequel la détente est complète, dans lequel la course de compression est moindre que la course de détente; c'est là ce qui rend le rendement maximum, et c'est le point de départ de la théorie que j'ai exposée jadis.

Quand le moteur a une course de compression égale à la course de détente, on arrive alors fatalement, et c'est le cas du moteur Otto, à une détente incomplète, et alors, la formule est entièrement différente. Je remercie M. Letombe d'avoir mis la chose en évidence. Mais je lui demanderai pourquoi il nous a dit tout à l'heure que R, dans la formule $PV = RT$, était variable ?

M. LETOMBE. — Je me suis mal exprimé ; je n'ai pas voulu dire que R était variable, mais qu'il était déterminé par l'état initial de la masse des gaz.

M. LE PRÉSIDENT. — Avant de donner la parole à M. de Dœpp, je prierai M. Donkin de vouloir bien nous rendre compte des délibérations de la commission qui avait été nommée afin de fixer la nomenclature et la désignation des différents types modernes de chaudières. M. Donkin est-il prêt pour cette communication ?

M. DONKIN. — Seulement la nomenclature ?

M. LE PRÉSIDENT. — Oui.

M. DONKIN. — Je proposerai, comme c'est l'habitude en Amérique et en Angleterre, d'appeler simplement tubes à fumée les tubes où la fumée passe, et tubes à eau ceux qui renferment de l'eau, sans jamais parler ni des petits ni des grands éléments, parce que je pense qu'il est impossible de les différencier d'une façon scientifique ; en conséquence je propose de les distinguer en : tubes à fumée et tubes à eau.

M. LE PRÉSIDENT. — Ainsi, la proposition de la commission est celle-ci : les chaudières actuellement appelées chaudières tubulaires, telles que les chaudières de locomotives, dans lesquelles les gaz chauds se trouvent à l'intérieur des tubes et l'eau à l'extérieur, seraient désignées sous le nom de générateurs à tubes à fumée.

Les chaudières dans lesquelles l'eau se trouve à l'intérieur des tubes et la fumée à l'extérieur s'appelleraient chaudières à tubes d'eau ; on les distinguerait en chaudières à gros tubes d'eau et en chaudières à petits tubes d'eau. C'est bien là votre proposition ?

M. DONKIN. — Parfaitement. Aujourd'hui, le diamètre varie à peu près de 120 à 20 millimètres.

M. CASALONGA. — Indépendamment de ces deux éléments, il y en a un troisième ; il y a fréquemment, dans une même chaudière, des tubes à eau et à fumée ; il faudrait peut-être alors une définition pour ce genre d'élément.

M. LE PRÉSIDENT. — On peut les appeler chaudières à tubes mixtes.

M. DESCHAMPS. — Cette question a été déjà discutée à la Société des Ingénieurs Civils et on avait adopté à peu près les mêmes définitions que M. Donkin, avec une différence de noms ; on avait distingué les chaudières *ignitubulaires* et les chaudières *aquatubulaires*. On a même discuté sur la question de savoir si l'on devait dire *aqui* ou *aqua*.

M. LE PRÉSIDENT. — Je mets aux voix la proposition de la commission, savoir : prendre les dénominations suivantes : générateurs à tubes à fumée, générateurs à tubes d'eau et générateurs à tubes mixtes ?

Adopté à l'unanimité.

M. LE PRÉSIDENT. — Par conséquent, ces dénominations seront soumises au Congrès en séance plénière.

La parole est à M. de Dœpp.

M. DE DÖEPP. — « Monsieur le président et Messieurs les membres du Congrès,

« Je vais avoir l'honneur de vous donner les résultats des expériences que nous avons faites à Saint-Petersbourg avec le *moteur Diesel*, pour confirmer les résultats déjà obtenus auparavant en Allemagne, en Autriche, en Amérique et dans d'autres parties du monde.

« Le moteur Diesel peut avoir une grande importance pour la Russie, le pétrole y

étant très répandu et assez bon marché, mais surtout depuis que les expériences faites à Augsburg et en Amérique ont démontré que l'emploi du naphthe non seulement est possible, mais donne d'excellents résultats. En effet, le naphthe, est une matière qui se trouve dans plusieurs parties de la Russie, principalement à Bakou, au Caucase, et comme le pétrole n'est qu'un extrait du naphthe, le prix du pétrole est de trois à cinq fois plus grand que celui du naphthe. Or si l'on peut démontrer que l'emploi du naphthe est possible dans le moteur Diesel, il est clair que ce moteur à naphthe a pour la Russie une très grande importance.

« Les essais que la maison Nobel de Saint-Petersbourg a faits avec ce moteur en l'alimentant de naphthe étaient très intéressants; cette maison a bien voulu m'inviter à suivre ces expériences dont je vais avoir l'honneur de vous donner les résultats.

« Nous avons fait des essais au mois d'avril avec une machine de la maison d'Augsbourg importée en Russie en janvier 1899 et installée à l'usine Nobel pour l'éclairage électrique des ateliers; cette machine était de 30 chevaux. Plus tard, en décembre, nous avons essayé une des premières machines sorties des ateliers de M. Nobel, de 20 chevaux, et aussi avec un plein succès. Pour les essais, on avait pris les précautions nécessaires; par exemple, pour le naphthe, nous avions une densité de 0,875 à 15° centigrades; nous avons obtenu par la bombe calorimétrique de Berthelot une puissance de 10 179 calories pour le naphthe; le poids du naphthe dépensé était donné par une bascule. Le travail du moteur fut mesuré plusieurs fois au frein dynamométrique et d'autres fois on avait seulement une dynamo; les diagrammes furent relevés toutes les dix minutes à l'indicateur, il y avait un ingénieur spécial qui prenait les diagrammes; pour le nombre des tours, nous avions un compteur. Nous avons fait l'analyse des gaz et nous avons constaté qu'ils n'y avait pas d'oxyde de carbone ni d'hydrocarbure. Quant au rapport du volume d'air introduit au volume nécessaire théoriquement, nous avons eu de 2 à 2 1/2 pour la charge complète et, pour les petites charges, de 6 à 7. Pour figurer les résultats, nous avons tracé des courbes que je regrette infiniment de ne pas avoir toutes avec moi; le temps était trop court pour les avoir fait venir de Saint-Petersbourg; de sorte que je n'ai que quelques courbes à vous montrer. Nous avons, par exemple, ici, deux courbes qui donnent la consommation du naphthe à l'heure, l'une pour le moteur de 30 chevaux et l'autre pour le moteur de 20 chevaux. La consommation du naphthe est descendue à 250 grammes pour le moteur de 30 chevaux, le rendement thermique rapporté au travail effectif s'élève à 26 p. 100.

« Je vous donnerai seulement les résultats les plus intéressants. Nous avons constaté qu'en utilisant le naphthe, le moteur Diesel marche aussi bien qu'au pétrole. Pendant les heures d'essai, on n'avait pas besoin d'ouvrir le cylindre pour le nettoyer; cette visite du cylindre n'a été faite qu'après huit mois d'un travail quotidien, et on a pu constater que les résidus, dans la chambre de combustion, étaient tout à fait insignifiants. Nous avons trouvé que la consommation de naphthe était à peu près la même que celle du pétrole : environ 250 grammes par heure et par cheval effectif pour le moteur de 30 chevaux, et 225 grammes pour le moteur de 20 chevaux. Le rendement thermique a été plus grand pour le moteur de 20 chevaux parce que la compression y était plus forte : 35 kilogrammes par centimètre carré au lieu de 32. Le rendement mécanique est, par contre, plus grand pour le moteur d'Augsbourg à cause des dimensions plus fortes de ce dernier moteur.

« Quant au prix de revient, l'année passée a été favorable aux moteurs Diesel, parce que nous avons eu une hausse sur le prix du charbon; les 100 kilogrammes de charbon ont été vendus 5 francs, et les 100 kilogrammes de naphthe coûtent 6 fr. 50. Nous avons trouvé qu'un moteur de 30 chevaux coûtait seulement 60 centimes par heure, tandis que, pour une machine à vapeur de 30 chevaux, et en admettant 10 kilogrammes

de vapeur par cheval et une vaporisation de 8 kil. le prix de 30 chevaux doit être à peu près de 1 fr. 50, de sorte que le moteur Diesel est beaucoup moins cher qu'une machine à vapeur. Voilà, Messieurs, les simples observations que je voulais vous présenter.

M. LE PRÉSIDENT. — Y a-t-il des observations sur la communication faite par M. de Doepp?

M. DIESEL. — Je remercie M. de Doepp, d'avoir fait cette communication. Je savais qu'il avait exécuté des essais, mais j'en ignorais les détails. Je suis heureux de constater que, dans un pays très différent du nôtre, les essais ont été excellents, et je suis également heureux de connaître un essai qui a duré pendant huit mois et qui a permis de faire l'examen du cylindre après une marche aussi longue. Je n'ai jamais eu l'occasion de faire des observations de ce genre avec le combustible qui est ici en question. Je suis également heureux de constater qu'il y a des pays où la marche de ces moteurs revient meilleur marché, avec des combustibles liquides, que les machines à vapeur. C'est un encouragement à faire introduire ces combustibles dans les pays où l'on est encore obligé d'employer du charbon cher. En attendant, on pourrait toujours se procurer le naphte dans les ports et sur mer, pour les transports maritimes, où la question des droits n'intervient pas.

M. DE DOEPP. — Je crois, qu'en Russie, les conditions sont absolument favorables à votre moteur.

M. LE PRÉSIDENT. — S'il n'y a pas d'autre observation à faire sur la communication qui vient de nous être faite, je demanderai si M. Vinsonneau est ici. M. Vinsonneau nous a soumis la proposition : d'introduire dans les cahiers de charges certaines conditions de réception des tubes des appareils à vapeur.

M. VINSONNEAU. — Je demande, en dehors des considérations concernant le système que j'ai proposé, qu'on veuille bien admettre que les tubes employés pour les chaudières à vapeur soient forcément examinés à l'intérieur, avec un appareil quelconque, et voici pourquoi :

Dans la fabrication des tubes, les accidents sont beaucoup plus considérables à l'intérieur qu'à l'extérieur. Or, tous les cahiers de charges, pour l'industrie, la marine ou les chemins de fer, sont très sévères pour la vérification de la surface extérieure. Eh bien ! si l'on veut ne regarder qu'une seule surface, qu'on regarde donc la surface intérieure, puisque c'est là qu'il y a le plus de défauts ; mais il est certain qu'il est plus logique de regarder les deux.

Dans ces conditions, je demande que le Congrès veuille bien émettre le vœu que, tout au moins pour la marine, on obtienne une sécurité absolue par une visite intérieure des tubes, je dis des tubes, parce que le premier appareil a été fait pour la vérification des tubes. Plus tard, grâce à certains appuis, nous arriverons à vérifier, par des scrutateurs optiques, tous les organes des machines. Aujourd'hui, nous avons fait un premier pas ; mais, ce premier pas devant diminuer les chances d'accident, je crois que vous verrez une certaine utilité à admettre et à imposer par un vœu la vérification optique de tous les tubes, à l'intérieur comme à l'extérieur.

M. LE PRÉSIDENT. — Il ne me paraît guère être dans les attributions d'un Congrès de dicter les conditions qui doivent être insérées dans les cahiers de charges des différentes administrations. Si un Congrès prenait une pareille décision, cela pourrait s'étendre à une multitude d'obligations inscrites dans les cahiers de charges. Ce ne sont pas là des questions purement techniques.

Les administrations prennent telles mesures qu'elles jugent à propos sous leur responsabilité, et peut-être n'est-il pas tout à fait dans le rôle d'un Congrès d'indiquer

par un vote précis et formel qu'il veut exercer une pression sur l'administration.

Sous le bénéfice de ces observations, s'il n'y en a pas d'autres, je mets aux voix la proposition de M. Vinsonneau.

Pour : 15 voix. Contre : 19 voix.

La section n'a pas adopté.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Casalonga.

M. CASALONGA fait, sur un moteur à air chaud de son invention, une communication qui sera insérée dans le 3^e volume du Congrès.

M. LE PRÉSIDENT. — Y a-t-il des observations sur la communication de M. Casalonga?

La parole est à M. Witz pour une communication.

M. WITZ donne le résumé de son remarquable travail sur les *moteurs à gaz de hauts fourneaux*, inséré aux pages 513 et suiv. du 1^{er} volume du Congrès.

M. LE PRÉSIDENT. — Vous avez entendu la communication très intéressante de M. Witz et nous l'en remercions vivement.

Nous allons maintenant régler notre ordre du jour de la séance de demain. Nous aborderons demain les questions qui ont été ajournées jusqu'ici, celles des moteurs à vapeur, en particulier des moteurs rotatifs et des moteurs à grande vitesse. Peut-être, si ces questions n'occupent pas la totalité de la séance, pourrions-nous terminer les travaux de la section par les études qui nous avaient été promises par M. Bonjour sur son moteur à distribution hydraulique.

Cet ordre du jour convient-il?

M. HUBERT. — Monsieur le Président, j'aurais bien désiré ajouter quelques mots à ce qu'a dit M. Witz; je vous demande de le faire demain au début de la séance en quelques minutes?

M. LE PRÉSIDENT. — Très volontiers.

La séance est levée à 4 h. 25.

SÉANCE DU MARDI 24 JUILLET

La séance est ouverte à 9 h. 35 sous la présidence de M. HIRSCH.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Hubert pour une communication sur *l'utilisation des gaz de hauts fourneaux*.

M. HUBERT donne des détails sur la construction des moteurs établis par la Société Cockerill pour l'utilisation des gaz de hauts fourneaux. Il explique notamment comment on est parvenu à faire des machines suffisamment rapides et comment on a vaincu les difficultés résultant de l'entraînement des poussières, en refroidissant l'intérieur du piston et les soupapes. Il insiste sur les énormes disponibilités de travail que peut mettre en activité la nouvelle industrie.

M. LE PRÉSIDENT. — Personne ne demande la parole sur la communication de M. Hubert?

Je vais vous donner connaissance de deux vœux qui sont soumis à la section; ils sont proposés par des personnes si compétentes au point de vue de la mécanique que vous m'excuserez de les intercaler dans notre ordre du jour.

Le premier de ces vœux est émis par M. Sauvage en vue de l'uniformisation des notations employées dans les appareils à vapeur.

Je vais vous donner connaissance de la justification du vœu et de la formule sous laquelle ce vœu a été émis par M. Sauvage :

« Le Congrès émet le vœu que les indicateurs de vide des condenseurs soient remplacés par des manomètres indiquant, en grammes par centimètre carré, la pression absolue dans ces appareils, et que, dans les machines à vapeur, on envisage toujours les pressions absolues sur les deux faces du piston. »

« Le condenseur d'une machine à vapeur porte habituellement un *indicateur de vide*, qui montre la différence entre la pression de l'atmosphère à l'extérieur et la pression à l'intérieur de l'appareil. Cette indication est incomplète, car il faut mesurer en outre la pression atmosphérique pour connaître la pression réelle du condenseur; en pratique, c'est surtout quand on installe une machine dans une station élevée que la pression atmosphérique s'écarte notablement de la moyenne admise d'habitude.

« Ce mode de mesure est, d'ailleurs, peu clair pour bien des personnes, et il ne correspond plus au mode de fonctionnement des machines, l'atmosphère n'y jouant aucun rôle quand on fait usage de la condensation.

« Il serait bien préférable de monter sur les condenseurs de simples manomètres, indiquant la pression qui y règne; ces manomètres devraient, d'ailleurs, donner la pression en grammes par centimètre carré et non par millimètre de mercure.

« Le Congrès ferait œuvre utile en appelant l'attention des constructeurs sur cette application.

« On peut objecter que la même observation s'applique en principe à la mesure de la pression effective des chaudières; cela est vrai, mais, en pratique, l'effet des variations de la pression atmosphérique est insignifiante à côté de la pression des chaudières; il serait, d'ailleurs, difficile de toucher à ce mode de mesure inscrit dans les législations de divers pays.

Vous voyez, Messieurs, quel est l'objet de la proposition de M. Sauvage : lorsqu'on se trouve en présence d'une machine à vapeur, on a deux manomètres, deux appareils pour mesurer la pression; l'un, le manomètre de la chaudière, est gradué en kilogrammes par centimètre carré, l'autre, le manomètre du condenseur, est gradué en centimètres de mercure. Il y a incontestablement, entre ces deux instruments, un défaut d'uniformité.

M. Sauvage propose donc de ramener le tout à l'homogénéité, c'est-à-dire de rendre les mesures tout à fait analogues.

Mais il y a une autre question qui se soulève, c'est celle-ci : d'après les règlements administratifs, en France, les pressions aux chaudières sont exprimées en kilogrammes effectifs par centimètre carré, c'est-à-dire en kilogrammes au-dessus de la pression atmosphérique. Eh bien, ce mode de mesure donne lieu à des malentendus perpétuels; tous les jours on voit des erreurs dans les calculs des machines, erreurs résultant de ce qu'on a oublié d'ajouter un kilogramme par centimètre carré, qui représente la pression atmosphérique.

Ces malentendus ont été mis en évidence de la façon la plus formelle lors des dernières opérations du Jury de la classe des machines à vapeur à l'Exposition : on ne s'est pas entendu; il fallait, devant chaque exposant, renouveler la demande d'explications formelles, et souvent la clarté ne pouvait être obtenue qu'à l'aide d'explications très longues. En Allemagne notamment, on compte par atmosphères, chez nous ce sont des atmosphères absolues, en Allemagne des atmosphères effectives. Par conséquent,

là où nous comptons 10 kilogrammes par centimètre carré, il faudrait compter 11 kilogrammes en Allemagne.

Vous voyez quelles difficultés et quels malentendus jette dans l'étude ce défaut de précision dans les dénominations. C'est pour y obvier que M. Sauvage propose le vœu que vous avez entendu.

La chose paraît tellement simple que la section sera sans doute d'avis de voter, au moins en principe, la proposition de M. Sauvage, sauf à modifier quelques termes de la rédaction.

M. RATEAU. — Il est un peu dans la nature des choses que la pression absolue effective donne lieu à des difficultés; cela tient à la pression atmosphérique qui est variable. Si on veut faire la transformation de la pression effective en pression absolue, il faut faire nécessairement une mesure du baromètre. Il faudrait donc, en même temps qu'on mesure la pression effective, car on ne peut la mesurer d'une façon absolue, avoir une mesure du baromètre.

Je sais bien que les variations du baromètre sont insignifiantes. Comme je le dirai tout à l'heure dans ma communication, je me suis servi d'un baromètre sur lequel la pression a valeur absolue; je crois qu'il faut faire attention aux difficultés qui peuvent en résulter.

M. LE PRÉSIDENT. — Je ferai remarquer à M. Rateau que, s'il s'agit du condenseur, cas où la question est la plus importante, on a des baromètres qui indiquent la pression absolue. C'est une objection que j'avais faite à M. Sauvage : l'idée qui vient à l'esprit, c'est que l'appareil de pression, fondé sur le principe du baromètre, au premier abord semble ne devoir indiquer que la pression extérieure; M. Sauvage m'a répondu avec justesse que le baromètre métallique donne la pression absolue. Il suffirait donc d'établir le manomètre du condenseur à la façon du baromètre métallique pour qu'il donne la pression absolue sans lecture du baromètre.

M. RATEAU. — En pratique, la mesure de la pression se fait toujours par l'intérieur du tube flexible...

M. LE PRÉSIDENT. — Pas du tout, il s'agit de demander au constructeur d'établir des indicateurs du vide qui donnent la pression absolue en kilogrammes par centimètre carré.

M. RATEAU. — S'ils peuvent le faire, c'est très bien; mais, actuellement, les manomètres ne donnent pas cela, ils donnent seulement la pression effective.

M. LELONG. — Avant de prendre une résolution, la question serait de savoir quelle sera la valeur des appareils qu'on pourra faire dans ce but. Il est possible qu'on fasse d'excellents appareils, mais enfin je crois qu'il vaudrait mieux avoir le secours de l'expérience avant de prendre une décision de principe. Il y a des cas où c'est la pression effective qui est intéressante parce que c'est celle qui influe le plus sur le fonctionnement des engins.

M. LE PRÉSIDENT. — Dans tous les cas, la question de l'uniformité est intéressante; il est certain qu'il est désagréable d'avoir des pressions exprimées d'un côté en centimètres carrés et de l'autre en centimètres de mercure; chaque fois, il faut faire un calcul et souvent il est mal fait, il y a là une cause d'erreur.

La section ne pense-t-elle pas que, sans donner au vœu une forme aussi précise et aussi définie que celle qui est proposée, elle pourrait exprimer le vœu qu'il serait désirable d'introduire de l'homogénéité dans la mesure des pressions prises tant à la chaudière qu'au condenseur?

M. LELONG. — En ce qui concerne la mesure du vide, à la Marine par exemple, il est réglementaire de l'exprimer en kilogrammes par centimètre carré; dans la méthode courante, on se sert fréquemment de centimètres de mercure, mais tous les tableaux portent le vide en kilogrammes.

M. LE PRÉSIDENT. — Vous le voyez, la Marine a, la première, marché dans cette voie.

M. RATEAU. — Je ne me sers, pour la mesure du vide, que de manomètres gradués en kilogrammes; c'est la chose la plus simple du monde de mettre de côté le vide en centimètres de mercure et de l'exprimer en kilogrammes par centimètre carré. Mais quant à faire la traduction en pression absolue, je prie de faire attention que nos instruments actuels ne mesurent que la pression effective et, si on fait la transformation sans une mesure barométrique, on introduit une erreur possible.

M. DUCHESNE. — Certains constructeurs mesurent le vide au condenseur avec un véritable baromètre à mercure et, généralement, ce baromètre est gradué en centimètres de mercure, je crois qu'il suffirait de le graduer autrement de façon à établir la pression en centimètres carrés.

M. LE PRÉSIDENT. — Je crois que la question est épuisée.

J'avais pensé qu'un vœu de forme précise serait prématuré peut-être; cette première solution étant écartée, il y en a deux autres : 1° présenter un vœu sous une forme un peu générale et 2° renvoyer l'examen de cette question intéressante au prochain congrès.

M. RATEAU. — On pourrait nommer une commission.

M. LE PRÉSIDENT. — Elle n'aurait pas de sanction, le Congrès n'existant plus.

M. BONJOUR. — Il vaudrait mieux voter l'ensemble du vœu tel qu'il est présenté, c'est-à-dire l'unification des données, qu'on lise la pression au condenseur en kilogrammes et en grammes.

M. LE PRÉSIDENT. — Voulez-vous formuler un vœu dans ce sens?

M. SOSNOWSKI. — Je crois que les industriels, aussi bien que les constructeurs, ne peuvent que demander l'unification des mesures.

M. LE PRÉSIDENT. — Voulez-vous que nous émettions un vœu sous cette forme : qu'il est désirable que l'homogénéité soit apportée dans les mesures de pression tant à la chaudière qu'au condenseur. (Adopté.)

M. LE PRÉSIDENT. — Le vœu sera présenté sous cette forme au Congrès.

Voici maintenant un autre vœu présenté par M. Bryan-Donkin. Ce vœu est relatif à la *Mesure des pouvoirs calorifiques des combustibles et des rendements thermiques des moteurs*.

M. B. Donkin appelle l'attention du Congrès sur les divergences qui se produisent dans la manière de calculer le pouvoir calorifique des différents combustibles solides, liquides et gazeux. En faisant les essais calorimétriques, tantôt on ne déduit pas la chaleur de vaporisation qui correspond à l'eau condensée provenant des produits de la combustion, tantôt, au contraire, on fait cette déduction en évaluant le pouvoir calorifique. La première méthode est suivie en France; la seconde en Allemagne; en Angleterre, en Autriche, aux États-Unis, en Suisse. Il en résulte des différences parfois assez importantes dans les pouvoirs calorifiques, et, par suite, dans les calculs de rendements thermiques des moteurs, qui ne sont plus comparables.

Il serait très important de faire cesser cette confusion. Le Congrès ferait une œuvre très utile s'il indiquait, d'une manière précise, quelle méthode il convient de suivre dans les essais calorimétriques. Dans le cas où on ne penserait pas pouvoir faire adopter une méthode unique dans tous les pays, il conviendrait de recommander que le pouvoir calorifique fût toujours calculé d'après les deux méthodes, et que le rendement thermique fût indiqué en conséquence avec ses deux valeurs différentes.

La meilleure base de comparaison des divers moteurs thermiques, y compris la

machine à vapeur, se trouve dans le calcul des calories nécessaires pour produire un cheval-heure effectif; on en déduit le rendement thermique pour le travail effectif.

M. LE PRÉSIDENT. — Vous comprenez l'importance des considérations développées par M. Donkin. On peut calculer le pouvoir calorifique de deux manières différentes : ou bien en supposant que l'eau provenant de la combustion des hydro-carbures est complètement condensée, ou bien en supposant qu'elle n'est pas condensée.

D'après les indications qui viennent de vous être données, dans un certain nombre de pays étrangers, on adopte la deuxième méthode, ce qui donne un pouvoir calorifique moins élevé et, par conséquent, donne, pour le rendement thermique, des chiffres plus favorables.

Chez nous, en France, on a l'habitude de définir le pouvoir calorifique d'une autre manière. On suppose que toute l'eau produite par la condensation de la vapeur d'eau résultant de la combustion de l'hydrogène et des hydro-carbures fournit sa chaleur au calorimètre, ce qui fait une différence très importante, surtout quand on a affaire à des combustibles contenant une proportion assez forte d'hydrogène. Vous êtes donc en présence de deux systèmes de décompte, qui donnent des résultats tout à fait différents.

En ce qui me concerne, si vous voulez me permettre de donner mon opinion, je crois que, si on veut être simple et correct, il est bon de rester dans les conditions d'après lesquelles les physiciens définissent le pouvoir calorifique, et qui sont les suivants : quand on fait une expérience calorimétrique, on doit agir sous une pression déterminée, les corps mis en réaction doivent être à une température déterminée et tous les produits de la combustion ramenés à la même température; ces pression et température sont : la pression atmosphérique ordinaire, 76 centimètres de mercure, et la température, 0°. Ce sont des termes fixes absolument précis; c'est ainsi que les physiciens définissent le pouvoir calorifique.

Vous êtes en présence de deux systèmes, je crois que M. Donkin n'a pas de préférence marquée pour l'un ou pour l'autre.

M. BRYAN DONKIN. — J'en suis parfaitement d'accord à ce point de vue; mais, au calorimètre, on n'est pas dans les mêmes conditions que dans le cylindre d'une machine thermique; dans le cylindre d'une machine thermique, il y a de l'eau.

M. LE PRÉSIDENT. — Une machine thermique est une machine imparfaite, qui laisse échapper de la chaleur sous une forme ou sous une autre. Je crois qu'il faut prendre, pour l'évaluation du rendement, un point de départ absolument fixe; c'est ainsi qu'on prend comme point de départ l'équivalent mécanique de la chaleur; enfin, il faut employer des nombres fixes, indépendants des conditions plus ou moins imparfaites dans lesquelles les combustibles sont employés; c'est la manière de voir que je sou mets au Congrès.

M. HUBERT. — Cette question a déjà préoccupé beaucoup tous ceux qui ont étudié les machines à gaz, elle a notamment donné lieu à des discussions entre M. Witz et M. Mayer.

En ce qui me concerne, je suis très porté à me ranger à l'avis de M. Hirsch, c'est-à-dire qu'il faut prendre le pouvoir calorifique absolu, seulement je me range aussi complètement à l'avis de M. Donkin en émettant le vœu que tous ceux qui feront des mesures de machine à gaz donnent les deux pouvoirs calorifiques; cela a un intérêt considérable au point de vue de la machine dont je me suis occupé tout à l'heure. Les industriels doivent s'engager à ne dépenser qu'une quantité donnée de gaz par cheval-heure; or, cette quantité doit être déterminée en déterminant aussi le pouvoir calorifique du gaz, qui est variable suivant les pays et les hauts fourneaux.

Il faut qu'on soit bien d'accord, et il doit sortir des résolutions du Congrès ce vœu.

que, désormais, on dise explicitement de quel pouvoir calorifique il s'agit, non seulement dans les expériences, mais aussi dans les contrats.

M. LE PRÉSIDENT. — Voulez-vous que nous mettions aux voix la proposition de M. Hubert, qui concilie tout, c'est-à-dire que, dans les contrats ou autres pièces relatives au rendement des appareils thermiques, on mentionne expressément les deux pouvoirs calorifiques auxquels on se réfère?

M. BRYAN DONKIN. — Et le nom du calorimètre employé.

M. LE PRÉSIDENT. — C'est une autre question.

M. DESCHAMPS. — Il me semble qu'il suffirait de déterminer comment le pouvoir calorifique est obtenu; dans les moteurs à gaz actuels, la vapeur ne se condense pas, mais il n'est pas dit qu'ultérieurement il n'y aura pas des moteurs où la vapeur se condensera. Je trouve déplorable d'avoir deux pouvoirs calorifiques, c'est une confusion abominable.

M. LE PRÉSIDENT. — Il y a deux propositions en présence : l'une tendant à adopter un seul pouvoir calorifique, l'autre tendant à en adopter deux.

Je mets aux voix la première, c'est-à-dire celle consistant à n'adopter qu'un seul pouvoir calorifique.

Adopté à l'unanimité, moins 3 voix.

M. LE PRÉSIDENT. — Maintenant ce pouvoir calorifique sera-t-il le pouvoir calorifique *supérieur*, c'est-à-dire celui obtenu en ramenant à 0° les produits de la combustion, en condensant l'eau, ou sera-t-il le pouvoir calorifique *inférieur*, obtenu en ne condensant pas l'eau provenant de la combustion?

Le pouvoir calorifique *supérieur* mis aux voix est adopté à l'unanimité moins 3 voix.

M. LE PRÉSIDENT. — Par conséquent la définition restera celle des traités de physique.

La parole est à M. Sosnowski pour sa communication.

M. SOSNOWSKI fait un historique des turbines à vapeur et développe particulièrement les avantages de la turbine de Laval.

M. LE PRÉSIDENT. — Avant de donner la parole à ceux qui auraient des observations à présenter sur la communication très intéressante de M. Sosnowski, je crois qu'il est préférable de donner la parole à M. Rateau qui doit traiter un sujet assez analogue; la discussion s'ouvrira ensuite. (*Assentiment.*)

La parole est à M. Rateau.

M. RATEAU présente un résumé de sa communication sur les *turbines à vapeur et l'étude expérimentale des jets de vapeur*, qui sera représenté au troisième volume du Congrès.

M. LE PRÉSIDENT. — La communication de M. Rateau est du plus grand intérêt, vous l'avez du reste écoutée avec une grande attention; mais étant donné l'heure avancée, il est certain que nous ne pouvons ouvrir la discussion. D'un autre côté, notre ordre du jour n'est pas complètement épuisé, il nous reste d'autres communications à entendre.

Dans ces conditions, vous avez le choix entre deux partis : ou bien tenir une séance supplémentaire, en sacrifiant soit la visite à Vincennes, soit la visite à la plate-forme roulante; ou bien vous en tenir là et renvoyer les communications qui restent au prochain Congrès.

(La section consultée décide qu'une séance supplémentaire aura lieu le lendemain à 9 h. 1/2 du matin.)

La séance est levée à midi.

SÉANCE DU MERCREDI 25 JUILLET

La séance est ouverte à 9 h. 35 sous la présidence de M. HIRSCH.

M. LE PRÉSIDENT. — Avant de donner la parole aux différentes personnes qui ont des communications à faire, je vous demande la permission de vous soumettre les textes qui ont été préparés par votre bureau, pour traduire les vœux émis dans vos différentes séances, et qui doivent être soumis à l'assemblée générale de ce soir.

Premier vœu. — Le Congrès émet le vœu :

Que les dénominations ci-après soient généralement adoptées; on désignerait sous le nom de « Chaudières à tubes de fumée », les générateurs à tubes baignés par l'eau à l'extérieur et parcourus intérieurement par les gaz de la combustion (types locomotives);

« Chaudières à tubes d'eau », les générateurs formés de tubes contenant l'eau à l'intérieur et léchés extérieurement par les gaz; on les distinguera, s'il y a lieu, en chaudières à gros tubes d'eau (types Belleville, de Naeyer, Babcock et Wilcox, etc.), et chaudières à petits tubes d'eau (types Thornycroft, Normand, etc.).

Les chaudières comportant à la fois des tubes à eau et des tubes à fumée (ancien type Roser) ou composées d'éléments divers seront dénommées « chaudières mixtes ».

Deuxième vœu. — Le Congrès émet le vœu :

Que, dans les moteurs à pression, les pressions qui s'exercent sur les faces du piston, tant à l'admission qu'à l'échappement, soient exprimées en unités métriques, c'est-à-dire en kilogrammes absolus par centimètre carré.

Troisième vœu. — Le Congrès émet le vœu :

Que le pouvoir calorifique d'un combustible soit défini comme il suit : c'est le nombre de calories que dégage un kilogramme de combustible complètement brûlé sous pression constante, les éléments et les produits de la combustion étant ramenés à 0° et à la pression de 0^m,76 de mercure.

Ces vœux, adoptés à l'unanimité, seront donc présentés sous cette forme à l'assemblée générale.

J'ai à vous présenter les excuses de M. Diesel, qui ne peut assister à la séance, étant obligé de quitter Paris.

La parole est à M. Sosnowski, qui désire présenter quelques observations sur la communication de M. Rateau.

M. SOSNOWSKI rectifie certaines dates et insiste sur certains droits de priorité. En outre, il conteste qu'il y ait avantage à avoir une détente complète de la vapeur à la sortie de la tuyère.

M. DESCHAMPS. — Je ne sais ce que M. Rateau vous répondrait s'il était là; cependant je crois qu'il vous dirait que la turbine telle qu'il la comprend n'est pas complètement à action ni complètement à réaction; il est peut-être possible qu'on obtienne un maximum d'effet en conservant une petite pression résiduaire à la sortie de l'ajutage, mais cette pression ne se trouvera plus du tout à la sortie de la vapeur, elle sera transformée en force vive, de sorte qu'il se peut qu'il y ait là quelque chose qui différencie

la turbine de M. Rateau de celle de Laval en ce sens qu'il y a une petite pression utilisée dans son mouvement.

M. SOSNOWSKI. — Connaissant le travail de la transformation du jet de vapeur dans les aubes, on peut se rendre compte que c'est superflu, car le jet qui se forme dans les aubes s'aplatit et s'élargit, il n'a besoin d'aucune pression pour se transformer.

De plus, la vapeur n'ira pas sur les aubes, elle ira toujours dans les espaces libres; vous ne pouvez diriger par force le jet de vapeur.

M. LE ROND. — Un mot sur ce que vient de dire M. Deschamps. M. Rateau nous a exposé que, quand il raccourcissait sa tuyère, le jet devenait divergent; il en résulte, qu'au lieu d'avoir un jet parallèle qui se réfléchit dans les deux demi-cercles, il y a un jet divergent qui peut barrer la sortie de la vapeur des deux demi-cercles. De là un nouvel effet, qui n'est pas exactement celui prévu pour le travail des fluides dans les aubes des turbines, et qui peut ajouter au rendement de la turbine en empêchant la vapeur de s'échapper aussi vite et en diminuant la vitesse à la sortie.

M. LECORNU. — Je crois que M. Sosnowski pourrait faire une note sur ce qu'il vient de dire afin que M. Rateau puisse répondre.

M. LE PRÉSIDENT. — Il y a là une petite question de procédure. En vertu du règlement du Congrès, les orateurs doivent remettre une courte note, résumant leurs observations; M. Sosnowski ne manquera pas à cette règle. Maintenant M. Rateau aura-t-il le droit de répondre *a posteriori*? Cela devient délicat, parce qu'à son tour M. Sosnowski pourrait demander à répondre à la note de M. Rateau... il y aurait ainsi une correspondance par notes qui s'engagerait; cela me semble contraire au règlement du Congrès.

M. LECORNU. — Cela se fait dans les journaux scientifiques; quand il y a une critique au sujet d'un article, cette critique est soumise à l'auteur de l'article, qui répond.

M. LE ROND. — J'ai vu M. Rateau hier soir; s'il avait connu les objections de M. Sosnowski, il aurait envoyé une note.

M. SOSNOWSKI. — C'est précisément parce que j'ai fait ces objections à M. Rateau et que je n'ai pas reçu de lui une réponse satisfaisante à mon sens que je me suis permis de présenter ces observations.

M. LE PRÉSIDENT. — Je crois que la question est épuisée, ou du moins que la section ne peut la trancher en l'absence de M. Rateau.

Vous voudrez bien, Monsieur Sosnowski, remettre une note contenant vos observations, afin que M. Rateau puisse en prendre connaissance.

M. SOSNOWSKI. — Je remettrai une note complète.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Le Rond.

M. LE ROND décrit son moteur rotatif (*voir le 3^e volume*) et insiste sur le bon rendement, la grande vitesse, le faible encombrement de cet appareil. Il n'y a pas de condensation par les parois. La surface extérieure est cent fois moindre que pour une machine Corliss de même force. Le rendement mécanique atteint 99 p. 100, la consommation d'eau est de 9 kilogrammes par cheval et par heure. Le moteur peut également fonctionner au pétrole.

M. LE ROND. — En terminant ma communication, je tiens à remercier M. le colonel Laussedat, qui a bien voulu venir assister à ma communication; je tiens également à vous dire que j'ai eu comme professeur unique, en ce qui concerne les machines à vapeur, M. Hirsch; si donc j'ai pu réussir dans cette voie c'est à lui que je le dois. (*Applaudissements.*)

M. MAROT. — Je crois que la question principale n'a pas été traitée : l'étanchéité, comment l'obtenez-vous? Comment obtenez-vous le graissage en cas d'emploi de mélanges explosifs?

M. LE ROND. — Je veux limiter ma communication, par conséquent je ne répondrai pas à la seconde partie de cette question relative à des moteurs à explosion, qui n'ont pas encore été essayés.

En ce qui concerne l'étanchéité, il y a deux sortes de fuites dans les machines : des fuites qui tiennent à la construction, et qu'on peut éviter, et d'autres, qui tiennent au système de la machine, et qu'on ne peut éviter. Nous avons évité les premières et, quant aux secondes, par suite de la très bonne construction et de la détente, leur influence se trouve réduite à presque rien. Je vous ferai remarquer que, si vous prenez une machine à vapeur ordinaire même toute neuve, vous n'arriverez à avoir qu'une étanchéité relative; l'étanchéité n'est jamais absolue, la Marine fait des expériences d'étanchéité en calant le piston et on a vu que les pistons, même avec des segments neufs, ne sont pas étanches. C'est encore pis quand la machine a un an ou deux de service. En réalité, les fuites dans le cylindre tendent à augmenter au bout d'un certain temps.

M. MAROT. — Alors vous n'avez pas obtenu de joints étanches pour votre moteur rotatif?

M. LE ROND. — Je ne les ai pas cherchés.

M. MAROT. — Vous mettez les moteurs en cascade à la suite les uns des autres jusqu'à ce que vous ayez rattrapé la fuite totale?

M. BONJOUR. — M. Le Rond a mis sa machine en cascade, me semble-t-il, non seulement pour parer aux fuites qui pourront se produire, mais aussi à cause de la pression de la vapeur. Pour passer de la pression de 5 kilogrammes à la pression de 1 kilogramme, il faut qu'il fasse des détentes successives, c'est pourquoi il a mis plusieurs cylindres à la suite les uns des autres.

M. DENIS. — Je me permettrai de faire remarquer à M. Le Rond que les inconvénients du défaut d'étanchéité des joints existent aussi bien dans sa machine que dans les précédentes machines rotatives. Elles étaient faites de la même façon, et on en a reconnu les inconvénients; au bout d'un certain temps d'usage, elles ont dû être abandonnées.

Il est certain qu'il y a une fuite; mais on peut dire qu'elle est portée à son minimum d'effet parce que vous avez un moteur qui tourne très vite, que vous n'avez qu'une différence de pression très faible et par conséquent les fuites sont peut-être réduites au minimum.

Maintenant je vous demanderai si on a marché pendant six mois ou un an?

M. LE ROND. — La machine est en fonction depuis deux ans.

M. DENIS. — Les résultats ont-ils été les mêmes au bout d'un certain temps qu'au jour de l'essai?

M. LE ROND. — Cela est dit dans mon rapport.

Nous faisons actuellement à Fives-Lille une machine qui tourne à 800 tours et une autre qui tourne seulement à 500 tours; nous tenons à avoir des vitesses de vapeur très réduites parce que, lorsque cette vitesse ne dépasse pas 20 à 30 mètres, la vapeur n'utilise pas la surface mécanique.

La pompe de Greindl est la première objection que m'a faite le Patentat allemand, mais il n'a pas insisté après que je lui eus expliqué certains détails. Non seulement il nous a donné le brevet tel que nous l'avions demandé, mais il a étendu notre formule.

Nous sommes en présence d'une machine qui a un certain jeu initial; ce jeu, étant très petit, se maintient puisque nous n'avons pas de causes de détérioration de la machine.

D'après les résultats que nous avons obtenus avec cette première machine, dans laquelle le jeu était très supérieur à ce que nous ferons par la suite, je crois que nous aurons des résultats qui se maintiendront.

A chaque tour, la machine absorbe le volume de vapeur de la chambre à haute pression, déduction faite des parties pleines. Le calcul peut se faire; à 2000 tours, nous avons trouvé une différence de 23 kilogrammes entre le chiffre calculé et la quantité mesurée. Ainsi, sur 441 kilogrammes de vapeur dépensés, que nous avons trouvés par la mesure, nous avons obtenu 23 kilogrammes de moins en prenant le volume d'eau condensée, soit 5 à 6 p. 100, c'est-à-dire peu de chose.

Voilà une mesure exacte des fuites dans cette machine où, je le répète, le jeu était assez grand, puisqu'il était de près d'un demi-millimètre.

M. MAROT. — Vous obtenez le mouvement au moyen d'un logement et de palettes comme dans la machine Perrin ?

M. LE ROND. — Cela n'a pas de rapport avec cette machine.

M. MAROT. — On a pris des brevets pour quantité de palettes; quelles sont les particularités de votre système ? Je ne les vois pas.

M. LE ROND. — J'espère qu'il y a ici des personnes qui les comprennent.

M. BONJOUR. — Les machines rotatives ont été mon premier péché, j'en ai fait en 1866; je n'ai jamais pu arriver à une machine étanche; je connais donc très bien tous leurs principes; sur 10000 brevets, il n'y a que trois ou quatre principes différents. L'effort intellectuel qui a été dépensé pour les machines rotatives est prodigieux. M. Marot parle de la machine Perrin, elle diffère de celle-ci en ce que les deux axes sont moteurs; ici au contraire, un seul axe est moteur. Tous les principes des machines rotatives ont été mis à jour, il n'y a plus que des détails de construction, à perfectionner.

M. MAROT. — C'est pourquoi je demande quelles sont les particularités de cette machine.

M. DENIS. — Une simple observation : M. Le Rond a dit tout à l'heure qu'on avait mesuré le rendement mécanique par un essai à vide; il me semble que cette façon d'opérer n'est pas exacte, car lorsque vous admettez de la vapeur dans le cylindre vous exercez des efforts sur les tourillons; la résistance d'une machine en marche n'est pas la même que celle d'une machine à vide.

M. LE ROND. — C'est parfaitement exact.

M. DENIS. — La machine est très bien faite, mais cela ne veut pas dire que le rendement soit de 99 p. 100.

M. LE ROND. — Le frottement au départ est un frottement supérieur au frottement en marche, cela peut se démontrer mathématiquement étant donné que les formules qui calculent le frottement supposent un certain enfoncement de la matière élastique. Cet enfoncement exige un certain temps pour se développer. Le frottement en marche rapide n'est pas le même que le frottement au départ, surtout avec les huiles à graisser qui tendent à devenir comme du cambouis. Lorsque la machine ne marche pas, le frottement est considérable; nous avons mesuré un frottement qui était supérieur au frottement en marche, maintenant je ne prétends pas qu'il n'y ait pas d'autres frottements.

M. LE PRÉSIDENT. — Il n'y a pas d'autres observations sur la communication de M. le Rond ?

La parole est à M. Marot, pour sa communication.

M. MAROT expose ses idées personnelles sur les moteurs rotatifs et les moteurs à pétrole.

M. LE PRÉSIDENT. — Il n'y a pas d'observations sur cette communication ?

Monsieur Bonjour, vous avez la parole.

M. BONJOUR donne quelques détails sur les inventions dont il est l'auteur.

Distribution à deux excentriques, l'un à calage fixe, l'autre à calage variable sous la dépendance du régulateur.

Régulateur unipolaire, avec frein modérateur.

Régulateur à courbes de compensation.

Régulateur unique, permettant de changer l'admission dans un nombre quelconque de cylindres, par exemple dans le cas des moteurs Compound.

Distribution Corliss avec déclat hydraulique.

Machine marine à plusieurs cylindres avec commandes hydrauliques (système appliqué sur l'*Ondine*, bateau-citerne de la marine de l'État).

M. LE PRÉSIDENT. — Vous venez d'entendre la remarquable communication de M. Bonjour; personne n'a d'observations à présenter?

Notre ordre du jour est épuisé. Je vous rappelle qu'aujourd'hui, à 3 heures, a lieu, dans le grand amphithéâtre, la séance solennelle de clôture du Congrès.

La séance est levée à 11 h. 35.

SÉANCE GÉNÉRALE DU 25 JUILLET

La séance est ouverte à 3 h. 1/4, sous la présidence de M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE.

M. LE PRÉSIDENT. — Je dois d'abord, Messieurs, vous féliciter de tout cœur. Je n'ai jamais rencontré une phalange incoercible et irréductible comme la vôtre, sous un ciel aussi inclément, qui a été vraiment une malchance pour nous. Vous avez véritablement souffert, mais le Congrès a résisté, il a été tout à fait remarquable, et j'ai le devoir de vous dire que vraiment vous avez bien mérité de la mécanique.

Puisque cette séance est une séance de clôture, un résumé a été préparé par MM. les Présidents et Secrétaires des Sections. Je vais donner successivement la parole à ces messieurs. Après ces explications, il y aura à lire les vœux ; la plupart à la vérité ne sont pas réellement des vœux, ce sont plutôt des conclusions ; nous en lirons les formules, qui ont paru résumer la pensée du Congrès ; elles seront discutées de nouveau, et soumises à un vote définitif.

La parole est à M. Sauvage, président de la première Section.

PREMIÈRE SECTION

M. SAUVAGE. — Monsieur le Président, Messieurs,

La première section du Congrès de Mécanique a traité successivement et avec détail les trois questions qui figuraient au programme qui avait été distribué avant le Congrès. La première de ces questions a pour titre *Organisation des ateliers mécaniques et, en particulier, des ateliers de construction mécanique*.

Le Congrès a reçu plusieurs mémoires remarquables sur la question ; l'un d'eux, qui a été remis à temps pour pouvoir être imprimé avant les séances et, par conséquent, être distribué, a pour auteur M. Victor Toussaint, et il a précisément pour titre *Organisation des ateliers de construction mécanique*. C'est une étude complète, bien que très concise, à cause de l'étendue même du sujet, de toutes les conditions nécessaires pour l'exécution des machines à l'aide des procédés actuels.

Un second mémoire, extrêmement intéressant aussi et tout à fait remarquable, mais qui n'a pas été imprimé, a été lu par M. Kreutzberger sur le même sujet : ce travail insiste plus spécialement sur certains points importants, tels que les études et aussi la construction des pièces sur calibre et avec la précision qu'on apporte aujourd'hui aux travaux de la mécanique.

Enfin, d'autres mémoires, également intéressants mais moins étendus, ont été remis, par M. Fellin, ingénieur, spécialement sur les études, et par M. Griffiths, qui communique un projet de grand atelier, pouvant servir en quelque sorte de type d'installation.

Nous avons eu là, comme vous le voyez, une collection de documents extrêmement importants; à ces documents sont venues s'ajouter des discussions très intéressantes; un très grand nombre de points ont été touchés dans ces discussions, et je ne puis, dans ce résumé forcément très sommaire, qu'en signaler quelques-uns.

D'abord la question des *études*, qui était déjà traitée avec beaucoup de soin par le rapporteur, a été l'objet de nombreuses observations de la part des membres de la première section. Tout le monde, en somme, paraît d'accord pour reconnaître que les études, qui forcément précèdent l'exécution, doivent être faites avec tout le soin possible, et ne sauraient jamais être trop détaillées ni trop étendues, et cela, non seulement au point de vue de la perfection de l'exécution, mais même, sauf des exceptions négligeables, au point de vue de l'exécution économique. On a été également d'accord pour reconnaître que l'étude devait donner un grand nombre de détails qui quelquefois, dans la pratique actuelle, ne sont pas encore traités par les bureaux d'études.

L'étude ne doit pas seulement fournir des dessins très détaillés des pièces de machines, mais elle doit renfermer toutes les indications utiles pour la construction de ces pièces. Il est certain que, si l'on donne simplement un dessin d'une machine, même avec toutes ses pièces détaillées, le problème de la construction n'est pas encore complètement résolu, ou plutôt la marche que devra suivre le constructeur n'est pas encore exactement tracée, parce qu'il y a différents moyens d'exécution. On a été d'accord pour dire que le rôle des bureaux d'études, des chefs d'études et des dessinateurs devait être encore étendu; ils doivent, en somme, prévoir tout ce qu'on doit faire pour exécuter les pièces, c'est-à-dire, indiquer les matières, indiquer la nature des travaux à exécuter sur les pièces, indiquer, ce qui est d'une importance capitale, le degré de précision à obtenir pour l'exécution de chaque pièce, indiquer aussi les jeux qui doivent exister dans les articulations. Il y a là beaucoup de points qui sont souvent laissés à ce qu'on appelle la pratique des ateliers. Ces points doivent être précisés, et rentrer dans une étude bien complète.

A cette occasion il est juste de dire que M. Kreutzberger, dans son mémoire, est entré tout à fait au cœur du sujet : ne se contentant pas de poser ces principes théoriques qui paraissent à peu près incontestables, il a montré comment, dans l'application, par une série de mesures d'ordre, de dispositions très ingénieuses, et en même temps très pratiques, on pouvait arriver réellement à exécuter complètement le programme théorique qui nous séduisait tous, mais qui, pour quelques-uns d'entre nous, paraissait peut-être un de ces programmes théoriques dont on cherche à s'approcher, sans espérer les atteindre.

Il nous a été démontré, au contraire, qu'il était parfaitement possible, et cela sans changer d'une façon absolue les procédés employés, mais seulement par l'application assez facile de certaines mesures, d'arriver à réaliser cette étude excessivement minutieuse et soignée, qui permet une exécution irréprochable et, ce qui certainement n'est pas négligeable, une exécution au fond plus économique en général.

Un second point a été l'objet de discussions très longues de la première section, la *précision dans l'exécution*. Vous savez que, dans les constructions mécaniques, on distingue les méthodes anciennes, où l'on exécutait les pièces un peu comme on pouvait, où, lorsqu'on avait deux pièces qui devaient se correspondre, être montées l'une sur l'autre, on faisait d'abord l'une des pièces avec des dimensions peu précises, sans chercher à réaliser avec une grande rigueur les cotes du dessin, puis on venait ajuster la seconde pièce sur la première, de manière que le montage fût possible. Ensuite est venu ce qu'on appelle la construction moderne, dans laquelle toutes les pièces sont exécutées avec une précision à déterminer dans chaque cas, suivant la nature des pièces, suivant leur application, mais enfin avec un degré de précision déterminé, et de manière

que toutes les pièces soient interchangeables : les différentes pièces qui composent les appareils sont fabriquées isolément, mais avec assez d'exactitude pour qu'on puisse, sans retouche, les assembler toutes.

Tout le monde est d'accord pour reconnaître que cette méthode d'exécution est la seule qui permette de construire industriellement, dans un temps relativement court et sans dépenses excessives, des machines ou des appareils en grand nombre; ainsi, les machines à coudre, les bicyclettes et, pour citer un exemple peut-être plus frappant, les armes de guerre ne pourraient pas être construites autrement. Il est clair qu'un État ne pourrait pas, dans l'espace d'un an ou deux, construire un million de fusils d'un type nouveau si ce procédé d'exécution extrêmement précise des pièces n'était pas venu permettre cette fabrication.

Seulement, certains mécaniciens vont aujourd'hui plus loin; ils disent: ces méthodes qui sont bonnes pour exécuter les pièces en grande répétition, en séries, il n'y a pas de motif pour ne pas les appliquer, dans la mesure du possible, pour des machines qui ne sont pas en grande répétition; même quand on construit un seul appareil, il n'y a pas de motif pour conserver l'ancienne méthode, c'est-à-dire pour faire chaque pièce un peu au hasard, ajustant ensuite les pièces les unes sur les autres; il n'y a pas de motif pour ne pas appliquer le même procédé de mesure précise et de vérification, de manière à construire exactement chaque pièce comme elle doit être faite, pour que l'assemblage s'en fasse rigoureusement. Bien qu'il s'agisse d'une machine unique, ce type unique devra peut-être plus tard être répété plusieurs fois, et les calibres qu'on aura faits ne seront pas perdus; puis dans l'entretien ultérieur, on trouvera avantage à avoir des pièces de rechange exactement exécutées.

Le mémoire très humoristique en même temps que très intéressant de M. Kreutzberger citait un exemple qui nous a beaucoup frappé, et je vous demande la permission de vous le rappeler; vous pourrez, du reste, le relire dans les publications du Congrès. M. Kreutzberger nous a raconté comment, ayant eu à construire un lot de canons à tir rapide qui avaient été exécutés, bien qu'en très petit nombre, d'après cette méthode de construction précise, il avait, dès la mise en service de ces canons, reçu une dépêche de l'officier chargé du tir qui lui disait : « Culasse rompue, vous envoie canon », et la réponse de notre collègue avait été : « Gardez canon, vous envoie culasse. » Et, en effet, cette culasse a pu se mettre parfaitement en place, bien qu'elle comportât 23 ajustages différents. Cela vous montre à quelle perfection on arrive dans la construction des pièces de machines, et combien cette méthode de construction précise est commode et avantageuse.

Ce sont peut-être là les deux points, de tout ce qui concerne les études et la construction des machines, qui ont été examinés le plus à fond par la première section. Bien d'autres points ont été passés en revue, notamment la question de la puissance à fournir à chaque machine-outil; on en trouvera le détail dans le compte rendu de la discussion.

La deuxième question qui était soumise à la première section avait trait aux *moteurs hydrauliques*. Deux mémoires importants avaient été fournis, et ont été imprimés d'avance : rapport de M. Rateau sur la *Théorie et la construction des turbines*, et rapport présenté par M. le professeur Prazil sur la *Construction des turbines en Suisse*. Cette question des turbines a vivement intéressé la première section; cette discussion a mis en lumière plusieurs détails relatifs à la construction des turbines, qui étaient assez généralement connus, mais qui pouvaient, dans l'esprit de certaines personnes, être assez douteux; ces détails ont été précisés par les discussions et ont été l'objet d'explications claires.

Il est surtout ressorti, des mémoires et des discussions, que, d'abord, il y avait intérêt à se livrer, après la théorie, à des études expérimentales sur les turbines; on a cité des stations d'essais faites à cet effet, et le Congrès verrait avec plaisir se multiplier ces stations d'essais, qui certainement peuvent faire faire de très grands progrès à la construction de ces moteurs si importants.

A propos de ces stations d'essais, on a parlé un peu de cette question, souvent controversée, des moyens de *jager l'eau avec exactitude*, car, pour connaître le rendement d'une turbine il faut savoir exactement quelle est la quantité d'eau qui la traverse, et on a paru d'accord pour reconnaître que, malheureusement, malgré des travaux très remarquables sur différents procédés de jaugeage, il n'y avait pour ainsi dire encore aujourd'hui qu'un procédé absolument certain et au-dessus de toute discussion, procédé malheureusement d'une application difficile, ou du moins qui exige des installations tout à fait spéciales, c'était le jaugeage direct de l'eau dans des réservoirs dont on peut mesurer exactement la capacité.

En ce qui concerne les turbines elles-mêmes, on a montré comment les turbines *centripètes* justifiaient la faveur dont elles jouissent et comment, par les considérations théoriques, on pouvait démontrer, qu'en fait, ces turbines centripètes devaient présenter un léger avantage de rendement sur d'autres types de turbines.

Enfin, un point particulièrement intéressant a été le suivant : dans certaines grandes installations, où la force hydraulique sert à la production de l'électricité, il est nécessaire de faire conduire directement par l'arbre d'une turbine des dynamos d'une très grande puissance; il faut alors avoir un moteur à la fois très puissant, pouvant par conséquent débiter une grande quantité d'eau sous la hauteur de chute disponible; et, en même temps, à vitesse de rotation suffisamment grande; il faut que l'arbre fasse un nombre de tours déterminé par minute. Sans cette condition, il est clair qu'il serait facile d'augmenter le diamètre des turbines et d'avoir, par conséquent, des sections de passage aussi grandes qu'on le veut, c'est-à-dire des turbines très puissantes, mais en même temps on ralentit la vitesse angulaire.

Plusieurs méthodes ont été indiquées pour résoudre ce problème dans certains cas, lorsqu'il ne paraissait pas possible de le faire par le tracé ordinaire d'une turbine simple montée sur un arbre. Deux méthodes ont été indiquées, l'une par M. Rateau, qui propose un procédé ingénieux pour accoupler simplement entre elles plusieurs turbines qui tourneraient ensemble et commanderaient un seul arbre, et une autre, très curieuse, par M. le professeur Prazil, qui forme sa turbine d'une espèce de transformateur hydraulique, qui se compare tout à fait au transformateur électrique, c'est-à-dire qui permet d'augmenter la vitesse de passage de l'eau dans la turbine et de faire débiter un plus grand volume d'eau dans le même temps.

La discussion de ces deux dispositions, qui sont un peu théoriques, car il s'agit là d'appareils qui n'ont pas encore reçu une longue sanction de la pratique, a vivement intéressé le Congrès.

Enfin, toujours sur cette même question des turbines, M. Sloan a présenté un intéressant rapport sur des *turbines américaines*, où il a indiqué avec beaucoup de soin tous les détails de construction de ces appareils : cet examen, et le résultat des expériences qui ont été citées par M. Sloan ont eu le grand intérêt de montrer la coïncidence absolue des résultats donnés par la pratique, confirmés par les expériences dans ces stations d'essais que j'ai citées tout à l'heure, et des résultats théoriques qui avaient été annoncés précédemment et indiqués par MM. Rateau et Prazil, qui ont fait de la théorie des turbines une étude tout à fait spéciale. On a trouvé, là encore, un de ces accords très marqués de la théorie et de la pratique, accords qui avaient été signalés d'une façon si magistrale par notre Président dans le discours d'ouverture du Congrès.

La troisième question qui figurait à l'ordre du jour de la première section concernait la *mécanique des voitures automobiles*. Un mémoire très intéressant a été présenté par MM. Bochet, Cuénot et Mesnager, et a été l'objet d'une discussion qui a passé en revue presque tous les points principaux relatifs à ces appareils, qui prennent aujourd'hui une si grande importance et excitent tant d'intérêt. Au début de l'étude des voitures automobiles, se posait la question un peu théorique, mais aussi très importante pour la pratique, des résistances qui s'opposent au mouvement de ces véhicules et qui, par conséquent, doivent être surmontées par le moteur. Le Congrès a été d'accord pour reconnaître que, bien que, déjà, beaucoup d'expériences aient été faites, bien que certaines formules de résistance puissent servir, à défaut d'autres plus précises, pour les applications de la pratique, il serait cependant bien intéressant que la question fût encore l'objet de nouvelles recherches et de nouvelles études, afin qu'on pût déterminer d'une façon plus précise encore la valeur de ces résistances et notamment qu'on pût éluder l'avantage des différentes dispositions et des différentes grosseurs qu'on peut donner aux bandages élastiques employés généralement pour ces moteurs.

L'allumage des moteurs, l'équilibre des pièces, la diminution ou la suppression des vibrations, la question accessoire de la circulation d'eau, ensuite l'installation générale du véhicule, les changements de vitesse et les changements de sens, ont été l'objet de discussions assez longues et d'études minutieuses; enfin, on n'a pas laissé de côté la question de la direction des véhicules, qui a donné lieu à des travaux très importants.

VŒUX DE LA PREMIÈRE SECTION. — Pour préciser les résultats de ces longues et intéressantes discussions, la première section du Congrès a pensé qu'il serait utile de rédiger un résumé des points les plus importants qui ont été touchés pour formuler en quelque sorte la conclusion de ses discussions: avec l'autorisation de M. le Président, je vous demande la permission de vous donner lecture de ces conclusions :

Le Congrès estime qu'il est utile, surtout pour la fabrication des pièces en répétition, de confier autant que possible deux ou plusieurs machines-outils à un seul ouvrier; cela peut souvent se faire sans réduire notablement la production de chaque machine, pourvu que les salaires soient établis d'une manière suffisamment libérale.

C'est là un point que je n'avais pas indiqué dans le court résumé que je viens de présenter. On avait discuté dans quelle mesure il convenait d'appliquer la méthode qui consiste à donner à l'activité de l'ouvrier la plus grande amplitude possible en lui confiant, autant que convenable et possible, deux ou plusieurs machines-outils. La construction de ces machines-outils en rend d'ailleurs la conduite de plus en plus facile, grâce notamment à l'emploi de dispositions automatiques pouvant exécuter avec précision une foule de mouvements qui, autrefois, exigeaient la main de l'ouvrier.

M. LE PRÉSIDENT relit la première conclusion et la met aux voix :

I. — Le Congrès estime qu'il est utile, surtout pour la fabrication des pièces en répétition, de confier autant que possible deux ou plusieurs machines-outils à un seul ouvrier; cela peut souvent se faire sans réduire notablement la production de chaque machine, pourvu que les salaires soient établis d'une manière suffisamment libérale.

Elle est adoptée à l'unanimité.

II. — Le Congrès estime qu'il est avantageux d'exécuter les pièces de machines autant que possible sur calibres, de manière à en permettre l'emploi sans retouche,

non seulement dans les travaux en série, mais même pour les constructions isolées. Le degré de précision à obtenir dans chaque cas doit être fixé à l'avance et vérifié; les jeux des articulations doivent être déterminés.

Adopté à l'unanimité.

III. — Le Congrès est d'avis que les études qui précèdent la construction des machines ne sauraient être trop complètes; elles doivent comprendre tous les détails utiles pour l'exécution; il convient que des listes de matières et de pièces, ainsi que tous les renseignements intéressants, accompagnent les dessins. La connaissance des procédés d'exécution, d'une part, et, d'autre part, celle de toutes les conditions de l'emploi des machines est en général nécessaire pour faire une bonne étude.

Adopté à l'unanimité.

IV. — Le Congrès appelle l'attention des intéressés sur l'intérêt de la division des frais généraux d'ateliers en deux parties : l'une constituant de véritables frais généraux, à répartir entre tous les travaux productifs de l'atelier, l'autre qui peut être plus exactement attribuée à chaque travail. Cette méthode est de nature à donner des prix de revient très voisins de la réalité.

Adopté à l'unanimité.

V. — Le Congrès est d'avis qu'il serait intéressant, pour certaines pièces d'un usage général dans les constructions mécaniques, de tracer des séries de types convenablement gradués, dont on recommanderait l'emploi aussi fréquent que possible, en excluant les pièces hors série, sauf pour des besoins spéciaux.

Adopté à l'unanimité.

VI. — Le Congrès estime que dans les pays où il existe des Laboratoires de mécanique appliquée, ceux-ci seraient heureusement complétés par des installations permettant l'essai des turbines, à l'exemple de ce qui existe déjà dans certaines contrées.

Il semble que le procédé de jaugeage de l'eau le plus précis consiste à mesurer celle-ci dans des réservoirs de capacité connue.

Adopté à l'unanimité.

VII. — Le Congrès forme le vœu que de nouvelles expériences soient faites en vue de déterminer d'une façon précise toutes les résistances qui s'opposent au roulement des voitures mécaniques et notamment la résistance au roulement pour les divers types de bandages élastiques.

Adopté à l'unanimité.

M. LE PRÉSIDENT. — Je remercie monsieur le Président de la première section de cet intéressant résumé très substantiel et encore plus de la manière brillante dont il a conduit, ainsi que ses deux collègues, les délibérations. J'ai été extrêmement frappé, cette année, de la tournure toute spéciale qu'a prise ce Congrès; ce n'était plus un Congrès solennel, quelque chose d'un peu théâtral, c'était une conversation générale, et je crois que c'est la forme idéale pour l'utilité de semblables réunions. Mais cette forme idéale ne s'obtient pas toute seule; il faut des présidents rompus à toutes les questions et qui aient eu la patience et le dévouement d'étudier les documents qui ont été préparés, les rapports si laborieusement rédigés pour nous, de manière à être

prêts à diriger ce que j'appelle cette conversation, à donner la réplique à tout le monde, et, quand l'entretien languit, à le ranimer par une incitation quelconque.

J'ai été, je le répète, extrêmement frappé du mérite des trois présidents de sections sur ce terrain.

J'ai eu l'honneur autrefois d'être président de section au Congrès de 1889; je vous assure que ce n'était pas du tout cela, et les Présidents de ce Congrès ont innové et réussi à mener à bien leurs études. (*Applaudissements.*)

M. SAUVAGE. — Je vous demande pardon, Messieurs; au lieu de lire la note que j'avais préparée, j'ai cru pouvoir me fier à ma mémoire, et j'ai omis de mentionner plusieurs travaux qui nous avaient été remis. L'un est une communication de M. *Griffith* sur la direction des automobiles; un autre est de M. *Émile Gontard* sur un modificateur de vitesse pour les automobiles à l'aide d'un plateau de friction. Enfin, j'ai eu le grand tort de passer sous silence la très intéressante communication qui nous a été faite par M. *Rey-Taillade* sur la division décimale du temps, relativement à son application à la mécanique, où le temps joue un rôle essentiel.

Je vous demande pardon de cet oubli, et, en terminant, je vous demanderai la permission, monsieur le Président, de vous exprimer tous mes remerciements pour la façon, trop bienveillante certainement, dont vous avez bien voulu apprécier le rôle des présidents de sections, au moins en ce qui me concerne. (*Applaudissements.*)

DEUXIÈME SECTION

M. LE PRÉSIDENT. — La première section a terminé son exposé. Pour la deuxième section, je donnerai la parole à M. Boyer-Guyon qui voudra bien vous lire une note résumant les travaux de la deuxième section, dans sa séance du 20 juillet.

M. BOYER-GUYON donne lecture de cette note.

M. BRANCHER développe certaines considérations sur les appareils à changement de vitesse, dont il donne la description, et recommande, les transmissions par arbres flexibles pour éviter les à-coups.

M. BOULVIN recommande les embrayages par brosses en fils d'acier.

M. ROUSSELET présente une note sur le calcul des câbles d'ascenseurs.

MM. DE MOCOMBLE, BOULVIN et CODRON, discutent les formules pour le calcul de la tension d'incurvation.

M. DE MOCOMBLE compare les appareils de levage hydrauliques et électriques, et conclut en faveur de l'hydraulique, qui permettrait, près de Londres, de décharger par grue 700 tonnes de charbon par jour avec 14 mètres de levage.

M. DELMAS signale quelques prix de revient qui sont en faveur des appareils électriques.

MM. BRANCHER, CODRON et DE MOCOMBLE, discutent les avantages comparatifs des grues Titan et des ponts roulants.

M. HIRSCH expose le cas particulier de la grue Titan de l'Exposition et du pont roulant Carl Flohr, et les raisons qui ont dicté le choix de chaque type d'appareil.

D'après M. BOULVIN, la grue Titan ne saurait convenir pour d'aussi fortes charges que les ponts roulants, qu'on construit facilement pour 150 tonnes. On commence à remplacer dans ceux-ci le frottement de roulement des galets par le frottement de glissement de patins bien graissés, pour éviter de trop grandes pressions sur les galets, qui font sauter les rivets des poutres, et, par les méplats, peuvent causer de graves accidents.

La séance est levée à 4 h. 1/2.

M. RICHARD. — La deuxième section a eu en réalité deux séances : celle du 20 juillet, dont vous venez d'entendre le résumé, et une première séance, qui a été consacrée tout entière à la question des *laboratoires de mécanique*. Vous savez, par le livre qui vous a été remis : le premier volume du Congrès, que cette question des laboratoires de mécanique est de plus en plus à l'ordre du jour en France. Elle a été traitée d'une façon exceptionnellement compétente et étendue par plusieurs rapporteurs du Congrès, notamment par M. BOULVIN, président de la deuxième section. Cette première séance a été consacrée uniquement à la lecture et au résumé de ces différents mémoires, et on a pu faire passer sous les yeux des membres de la deuxième section de nombreuses photographies qui nous avaient été envoyées d'Amérique, et qui n'ont pas pu être publiées dans notre livre, parce que leur reproduction eût exigé des frais tout à fait hors de proportion avec les ressources du Congrès. Ces photographies donnent une idée très nette de l'ampleur avec laquelle ces questions sont traitées aux États-Unis, grâce à des libéralités presque toujours personnelles, qui se montent à des chiffres qui, pour nous, seraient prodigieux. Certaines Universités d'Amérique, celle de San-Francisco, par exemple, ont reçu des sommes s'élevant jusqu'à cent millions.

Il n'y a pas eu de compte rendu de cette première séance ; ce compte rendu se trouve déjà en réalité dans le livre que vous avez reçu, et, dans le second volume du Congrès, si nos ressources le permettent, nous tâcherons de vous donner quelques-unes de ces vues, qui en seraient le complément et achèveraient de vous faire connaître ces très remarquables institutions de l'étranger.

TROISIÈME SECTION

M. LE PRÉSIDENT. — Pour la *troisième section*, la parole est à M. Deschamps.

M. DESCHAMPS donne lecture des procès-verbaux des séances de la troisième section.

M. HIRSCH, président de la troisième section. — Messieurs, je vais avoir l'honneur de vous donner lecture des différents vœux présentés à votre sanction par la troisième section ; mais, auparavant, je vous demanderai la permission de remercier publiquement les membres du Congrès, qui assistaient aux séances de la troisième section, de la facilité toute particulière qu'ils ont donnée à leur président.

Comme le disait tout à l'heure Monsieur le Président du Congrès, les discussions ont été plutôt des conversations familières dans lesquelles les différentes opinions ont été émises avec une grande courtoisie, mais en même temps avec une très grande fermeté. Ces discussions, comme vous l'avez vu par le résumé qui vous a été donné par notre excellent Secrétaire des travaux de la troisième section, ont été extrêmement complètes, extrêmement fructueuses, à tel point que les séances, déjà très longues, puisqu'elles duraient plus de deux heures et demie chacune, n'ont pas été suffisantes, et qu'il a fallu une séance supplémentaire pour compléter et non pour terminer les travaux de cette section. Il a fallu un véritable courage aux membres de cette section pour se résigner à accepter le supplice d'une séance supplémentaire par cette température, et je les en remercie.

Je vais vous donner lecture des différents vœux — il y en a trois — qui ont été formulés par la troisième section. Le premier est relatif à la *dénomination des types de chaudières*. La construction des chaudières a subi depuis un certain nombre d'années des changements très profonds, très considérables, ainsi que vous l'a exposé, dans une conférence du plus haut intérêt, M. l'ingénieur en chef Walckenaer. Les chaudières dans lesquelles la surface de chauffe est constituée par des tubes qui contiennent de l'eau à l'intérieur et qui sont léchés extérieurement par les flammes : ces chaudières-

ont pris des développements très importants. Des incertitudes très grandes et très sérieuses se sont produites quant à la dénomination à donner à ces chaudières; on ne s'est pas entendu, c'est une véritable confusion; on les a appelées d'abord chaudières multitubulaires, ce qui ne signifie rien du tout, puisque, dans ces chaudières, il y a souvent beaucoup moins de tubes que dans les locomotives; on les a également appelées chaudières aquatubulaires ou chaudières ignitubulaires; c'est une véritable tour de Babel.

Eh bien, il semble que l'une des missions les plus importantes d'un Congrès international est de tâcher d'obtenir une certaine homogénéité dans les dénominations, pour qu'on puisse s'entendre et dissiper les malentendus. C'est certainement là une des tâches les plus importantes d'un Congrès. C'est pour cela que la troisième section a jugé à propos de vous soumettre une nomenclature qui, il faut l'espérer, grâce à l'influence de vos délibérations, sera généralement adoptée par les ingénieurs et les constructeurs de toutes les nations. En conséquence, elle a émis le vœu suivant, qui va être soumis à votre délibération :

Le Congrès émet le vœu que les dénominations ci-après soient généralement adoptées; on désignerait sous le nom de :

Chaudières à tubes de fumée, les générateurs à tubes baignés par l'eau à l'extérieur et parcourus intérieurement par les gaz de la combustion (types locomotives);

Chaudières à tubes d'eau, les générateurs formés de tubes contenant l'eau à l'intérieur et léchés extérieurement par les gaz; on les distinguera, s'il y a lieu, en chaudières à gros tubes d'eau (types Belleville, de Naeyer, Babcock et Wilcox, etc.), et chaudières à petits tubes d'eau (types Thornycroft, Normand, etc.).

Les chaudières comportant à la fois des tubes à eau et des tubes à fumée (ancien type Roser) ou composées d'éléments divers seront dénommées : chaudières mixtes.

M. LE PRÉSIDENT. — Voilà des formules très simples qui paraissent réaliser un progrès. Je demanderai s'il y a des observations?

M. BERTIN. — Je trouve que c'est une amélioration très marquée : d'appeler chaudières à tubes d'eau, au lieu de multitubulaires, des chaudières dans lesquelles il n'y a pas un plus grand nombre de tubes que dans d'autres. Mais si l'on a pour but de bien définir deux classes de chaudières qui diffèrent les unes des autres par des propriétés générales très différentes, les deux noms de tubes d'eau et de tubes de vapeur ne représentent pas bien les deux qualités qu'on a en vue, et, de ce côté-là, cela ne diminuera peut-être pas le désaccord. En réalité, les chaudières sont de deux sortes bien marquées; elles ne diffèrent pas par la quantité des tubes, mais par la nature de leur enveloppe. Dans les unes on a mis toute la chaudière dans une grande enveloppe d'eau. On a alors des chaudières très volumineuses, qui ont le précieux avantage de donner un grand volume de vapeur; et cela ne tient pas à l'emploi des tubes, mais au volume de l'eau et, par conséquent, de l'enveloppe elle-même. Dans les autres, on s'est attaché à se débarrasser de ce grand poids d'eau. Les premières sont tantôt à tubes d'eau, tantôt à tubes de fumée. Je n'ai pas besoin de vous rappeler les chaudières de Galloway, qui sont cylindriques et qui ont des tubes d'eau. Dans les chaudières de ma jeunesse, il y en avait moitié d'une sorte, moitié de l'autre; certaines, qui étaient rectangulaires, avec enveloppe d'eau tout autour, étaient à tubes d'eau. Les premières chaudières américaines avaient des tubes d'eau, qui formaient deux tranches verticales entre lesquelles circulaient les flammes; on était très content de leur fonctionnement. Cela ne s'est pas étendu aux chaudières cylindriques, parce, qu'à cette époque, on ne connaissait pas les ramoneurs à vapeur et qu'on était très gêné pour ramoner extérieurement les tubes.

Quand on eut abandonné les enveloppes d'eau pour des questions de poids, les chaudières qui les ont remplacées furent nécessairement à tubes d'eau, puisqu'il n'y avait plus d'enveloppe. Par conséquent, les premières sont définies par leur enveloppe extérieure et les autres n'ont plus de forme précise. Seulement vous n'avez pas la contre-partie. Les unes sont définies par une enveloppe d'eau et, en général, par une forme géométrique commandée par cette enveloppe; les autres n'ont pas d'enveloppe d'eau et ont une forme géométrique extérieure quelconque. C'est peut-être un peu à cause de ces différences que les nomenclatures ont flotté. Celle qu'on propose est un perfectionnement sur celles qui ont été en usage, mais il y a une réserve à faire.

M. LE PRÉSIDENT. — Eh bien, quelle serait votre proposition ?

M. BERTIN. — Chaudière à tubes d'eau, je trouve que cela va bien; mais chaudière à tubes de fumée n'exprime pas ce qu'on a en vue d'opposer à la chaudière à tubes d'eau.

UN MEMBRE. — La différence essentielle est pourtant bien exprimée par ces définitions.

M. BERTIN. — Elles ne différencient pas suffisamment les deux sortes de chaudières qu'on a en vue de distinguer.

M. HIRSCH. — Messieurs, il me semble que la question qui fait l'objet du vœu dont j'ai eu l'honneur de vous donner lecture est beaucoup plus restreinte et n'a pas été maintenue par le précédent orateur, dont je reconnais la très haute compétence, sur son véritable terrain.

Il s'agit de supprimer une ambiguïté très profonde, des malentendus nombreux qui existent en particulier dans la dénomination des chaudières où l'eau est à l'intérieur des tubes et les flammes à l'extérieur. En dehors de cela, quelles que soient les dispositions, les propriétés spéciales de tel ou tel type de chaudière, ce n'est pas là ce que la section a voulu considérer; seulement, elle a admis qu'il y avait une distinction tout à fait essentielle, profonde, radicale à faire entre les chaudières dans lesquelles l'eau est à l'intérieur et celles dans lesquelles l'eau est à l'extérieur des tubes. Voilà tout ce qu'elle a entendu faire; cela n'empêche pas que les chaudières qui ont l'eau à l'intérieur peuvent avoir un grand volume d'eau, si, à ces chaudières, sont ajoutés des compartiments spéciaux, des réservoirs d'eau, etc.; mais alors c'est autre chose. Ce qu'on veut distinguer, ce sont, je le répète, les chaudières dans lesquelles la surface de chauffe est constituée par des tubes qui ont l'eau à l'intérieur de celles qui ont l'eau à l'extérieur des tubes.

Eh bien, pour celles qui ont l'eau à l'intérieur, on propose de les appeler *chaudières à tubes d'eau*, et celles dans lesquelles l'eau est, au contraire, à l'extérieur, et où les gaz de la combustion passent dans les tubes, comme dans les locomotives, par exemple, on propose de les appeler *chaudières à tubes à fumée*. Quant aux chaudières qui comportent des éléments de différentes natures, on les comprendra sous la dénomination générale de chaudières *mixtes*, sauf à donner ensuite, pour chaque type particulier, la description qu'il comporte.

Telle est, Messieurs, l'explication que j'avais à vous donner du vœu proposé par la deuxième section.

M. LE PRÉSIDENT. — M. Sauvage me faisait remarquer à l'instant que la section a opéré en français, tandis que nous sommes un Congrès international, et qu'on aurait peut-être pu fixer les termes de nos définitions dans toutes les langues... Je ne sais pas si c'est tout à fait indispensable. Si le Congrès sanctionne ce point essentiel, qui ne comprend pas tout, mais qui est un progrès, il est évident que chaque nation, dans la mesure où cela sera accepté, traduira par des équivalents les définitions adoptées.

UN MEMBRE. — Cela existe déjà en Allemagne.

UN MEMBRE. — Cela existe également aux États-Unis.

M. LE PRÉSIDENT met aux voix le vœu proposé.

Adopté à l'unanimité.

M. HIRSCH. — Voici maintenant un *deuxième vœu*, qui a été émis sur la proposition de notre éminent collègue, M. Sauvage. On a fait remarquer que, lorsqu'on a à étudier le fonctionnement d'une machine à vapeur, on se trouve en présence de pressions qui s'exercent de part et d'autre du piston. Il semblerait tout naturel que la pression qui s'exerce sur une face soit exprimée dans la même unité que celle qui s'exerce sur une autre face. Mais, dans la pratique, il n'en est pas ainsi; lorsqu'il s'agit, par exemple, d'une machine à condensation, les pressions sur l'une des faces sont exprimées en kilogrammes par centimètre carré et les pressions au condenseur sont exprimées dans une unité qui, pour des personnes qui ne seraient pas prévenues, paraîtrait tout à fait bizarre : elles sont exprimées en centimètres de mercure, ou plutôt ce ne sont pas même les pressions, ce sont les *dépressions* qui sont exprimées en centimètres de mercure. De sorte que, lorsqu'on veut ramener à un type uniforme, ce qui est nécessaire pour l'homogénéité des calculs, les pressions qui s'exercent de part et d'autre du piston, il faut d'abord, sur les indications du condenseur, les soumettre à différentes opérations arithmétiques, il faut faire une soustraction, puis une transformation de la colonne de mercure en kilogrammes par centimètres carrés. En somme, ces deux manières de mesurer procèdent d'unités qui sont absolument différentes. Il serait donc très utile, très important, très nécessaire de ramener ces deux expressions à l'homogénéité, et c'est pour cela que la troisième section, adoptant le vœu de M. Sauvage, vous propose d'émettre le vœu suivant :

Que, dans les moteurs à pressions, les pressions qui s'exercent sur la face du piston, tant à l'admission qu'à l'échappement, soient exprimées dans l'unité métrique, c'est-à-dire en kilogrammes absolus par centimètre carré.

M. LE PRÉSIDENT. — Voilà, Messieurs, il me semble, un vœu bien net, dont l'avantage paraît sauter aux yeux. Y a-t-il des observations à ce sujet?...

Adopté à l'unanimité.

M. HIRSCH. — Voici un *troisième vœu*, sorti d'une discussion qui a eu lieu dans le sein de la troisième section. Il est relatif à la *mesure de la quantité de chaleur que peuvent donner, par leur combustion, les différents combustibles* que nous utilisons. Cette mesure, ce qu'on appelle le *pouvoir calorifique d'un combustible*, est loin d'être uniforme suivant les différents opérateurs, ou plutôt le calcul de cette mesure n'est pas le même. Il y a même certains usages qui sont différents d'un pays à l'autre. Ainsi, en France, nous avons généralement l'habitude de calculer le pouvoir calorifique des combustibles hydrogénés en faisant entrer dans l'évaluation du pouvoir calorifique la chaleur de condensation de l'eau qui résulte de la combustion de l'hydrogène. Mais d'autres opérateurs font abstraction de cette chaleur de condensation. Il en résulte que le pouvoir calorifique donné par un combustible déterminé, suivant qu'on adopte l'une ou l'autre méthode, n'est pas le même. Quand on tient compte de la condensation, ce pouvoir calorifique est évidemment plus élevé; lorsqu'on n'en tient pas compte, il est moins élevé, et la différence, dans beaucoup de cas, ne laisse pas que d'être fort importante. Cela peut avoir une importance commerciale très appréciable lorsqu'il s'agit de définir le rendement d'un moteur thermique, car on compare la quantité de chaleur transformée en travail à la quantité de chaleur fournie au moteur. La quantité de cha-

leur se déduit de la quantité de combustible brûlée; si le pouvoir calorifique attribué au combustible brûlé est trop faible, il est évident que le rendement est amélioré. Par conséquent, au point de vue du marchand de moteurs, il y a avantage à obtenir un pouvoir calorifique faible; au contraire, au point de vue du consommateur, il est plus avantageux d'avoir un pouvoir calorifique élevé.

Il est évident qu'un Congrès doit s'élever au-dessus de toutes les considérations purement commerciales et s'en tenir à la définition précise, exacte, correcte des phénomènes que l'on a à considérer en pareille matière. La troisième section a considéré que la véritable définition du pouvoir calorifique devait *tenir compte de toute la quantité de chaleur dégagée par un combustible lorsqu'il brûle dans les meilleures conditions*. C'est là le véritable critérium; il ne faut pas introduire d'autres considérations quelles qu'elles soient, il ne faut rien en retrancher. Les machines seront plus ou moins parfaites, plus ou moins bonnes, la question n'est pas là; il faut avoir un véritable étalon bien certain, bien établi, bien précis, auquel on puisse rapporter toutes les mesures qui seront faites sur le pouvoir calorifique. En conséquence, la troisième section a émis le vœu suivant :

Que le pouvoir calorifique d'un combustible soit défini de la manière suivante : c'est le nombre de calories que dégage un kilogramme de combustible complètement brûlé sous pression constante, les éléments et les produits de la combustion étant ramenés à 0° et à la pression de 76 centimètres.

Adopté à l'unanimité.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous en avons terminé avec l'exposé des travaux des sections, c'est-à-dire des travaux du Congrès. Quelqu'un des congressistes demande-t-il encore la parole?

M. CASALONGA. — Messieurs, j'ai écouté avec attention les divers comptes rendus qui ont été faits et j'ai vu, qu'à chacun, on a donné une certaine extension, comme un résumé de sa communication. En ce qui concerne celle que j'ai eu l'honneur de faire à la troisième section, cela s'est borné à quelques lignes, je pourrais dire à quelques mots : « M. Casalonga a exposé des idées personnelles relativement aux moteurs. »

Eh bien ! je vous demande la permission, Monsieur le Président, sans ouvrir aucune discussion, d'exposer à ce sujet certaines considérations qui me paraissent justes, équitables, et qui trouveront crédit auprès de vous.

J'ai consacré plusieurs années de ma vie à une question très importante, et j'ai posé en principe qu'il y avait des erreurs dans une science capitale : la thermodynamique. Je demande qu'il me soit permis de faire remarquer que j'ai osé dire que le cycle de Carnot n'est pas exact, et que même le principe fondamental de Mayer est incomplet. Je me permets d'ajouter que les auteurs qui prétendent que, dans les différents moteurs thermiques, il y a des rendements variables sont dans l'erreur. Je m'en excuse auprès d'eux, mais je prétends que le véritable rendement thermique est une constante qu'on ne peut pas dépasser.

C'est une loi générale, et je voudrais, sans m'expliquer sur ce point, je n'en ai pas le droit, qu'elle fût posée, afin que l'attention des membres du Congrès se portât sur cette question qui a un réel intérêt.

Voilà, Monsieur le Président, ce que je voulais vous demander la permission de dire, et je vous prie d'avoir de l'indulgence pour l'avoir osé faire devant les membres du Congrès.

M. le PRÉSIDENT. — Monsieur Casalonga, vous savez quelle considération profonde

et affectueuse tout le monde a pour votre personne; nous distinguons cependant entre M. Casalonga et le principe de Carnot.

M. Casalonga a levé le drapeau de l'insurrection contre un principe qui est généralement adopté. La question se trouve posée; elle l'était même en 1889. Mais il y a une fin à toutes les discussions; vous avez dit vous-même que vous n'y reviendriez pas, et ce n'est pas, en effet, tout à fait la même. Mais il y aura un compte-rendu; votre communication et les observations qui ont pu être échangées seront recueillies. Les lecteurs qui prendront connaissance de nos travaux les retrouveront toutes; le public pourra les connaître, et c'est de cette façon que la vérité se fait jour.

Personne ne demande plus la parole?

M. HUBERT. — Messieurs, avant que le Congrès termine ses travaux, je dois vous faire part de l'invitation qui est adressée aux membres du Congrès d'assister à un autre Congrès qui pourrait avoir lieu à Liège.

M. LE PRÉSIDENT. — Si vous le permettez, c'est précisément la communication que j'allais faire.

J'ai reçu, lorsque j'étais Président de la Commission d'organisation de ce Congrès et, du reste, aussi de deux autres Congrès, total trois, j'ai reçu trois fois une même communication, ce qui indique, par conséquent, une certaine conformité dans les vues que je vais vous exposer d'après ce document. Cette communication émane d'un Comité qui s'exprime de la manière suivante :

Monsieur le Président,

« Nous avons l'honneur de porter à votre connaissance qu'un Comité dès maintenant formé, et qui s'est d'ores et déjà assuré l'appui de l'Administration communale de Liège et du gouvernement belge, a entrepris l'organisation d'une exposition universelle et internationale à Liège en 1903; les résultats obtenus à ce jour nous permettent d'affirmer que cette entreprise est assurée d'une complète réussite.

Or, l'expérience a démontré que les expositions universelles sont des occasions particulièrement favorables pour organiser des Congrès et des Conférences, attendu qu'elles permettent de donner plus d'éclat à ces réunions et qu'elles y attirent un grand nombre de participants.

Pénétrés de cette vérité, nous désirerions vivement faire coïncider l'Exposition universelle et internationale que nous organisons pour 1903 avec l'organisation de nombreux Congrès, et nous sommes résolus à faire ce qui dépendra de nous pour que ceux qui s'y tiendront aient le plus d'éclat possible.

En vue d'en mener à bien l'organisation, nous avons décidé la constitution d'une Commission de Patronage composée de personnalités les plus marquantes du monde scientifique de Liège et du pays.

D'autre part, nous sommes en instance auprès de l'Administration communale de notre ville à l'effet d'obtenir que celle-ci accorde son patronage aux Congrès, et nous avons reçu de nos magistrats communaux les assurances les plus sérieuses d'un accueil favorable.

Dans ces conditions, nous nous permettons de vous prier, Monsieur le Président, de bien vouloir nous dire si le Congrès dont vous avez la présidence pourrait fixer ses prochaines assises à Liège en 1903.

Nous vous serions aussi très obligés de bien vouloir nous faire parvenir, dès maintenant, la liste des congressistes inscrits pour prendre part à vos travaux, afin de nous mettre à même de leur transmettre des invitations pour la date dont il s'agit.

Soyez persuadé, Monsieur le Président, que si vous voulez bien répondre à notre appel, la population liégeoise fera à ses invités l'accueil le plus chaleureux, et que nous nous multiplierons pour vous rendre agréable et utile le séjour que vous voudrez bien faire parmi nous à cette occasion.

Dans l'espoir que vous voudrez bien accueillir favorablement notre demande, nous nous mettons à votre entière disposition pour vous fournir tous renseignements complémentaires que vous pourriez désirer et vous prions d'agréer, Monsieur le Président, avec nos remerciements anticipés les assurances de notre haute considération. »

Messieurs, ainsi que j'ai eu l'honneur de vous le dire, j'ai reçu trois fois cette communication. Je l'ai présentée déjà au Congrès des Mines et de la Métallurgie dont j'avais l'honneur d'être le Président; je ne l'ai pas présentée au Congrès des Méthodes d'essai, dont j'avais également la Présidence, pour des raisons spéciales qu'il n'est pas nécessaire de développer en ce moment; mais j'étais résolu à vous la soumettre aujourd'hui.

La formule qu'on vous présente est évidemment flottante, puisqu'elle s'adresse à un grand nombre de Congrès qui se tiennent cette année. Je me suis dès l'abord informé auprès de nos collègues de Belgique qui se trouvaient très nombreux au Congrès des Mines et de la Métallurgie, le premier en date des trois dont j'ai parlé. J'ai su de suite la très grande importance que prenait cette question, et, par conséquent, il était très facile de la présenter au Congrès des Mines et de la Métallurgie; il n'y a pas de raison de ne pas le faire ici. Le Congrès des Mines et de la Métallurgie a voté qu'il était désirable qu'un nouveau Congrès des Mines et de la Métallurgie, et spécialement en ce qui concerne le grisou, se tint à Liège en 1903, à l'occasion de cette Exposition.

Puisque nous avons ici un représentant direct de la question, je le prierai de donner quelques développements à cet égard.

M. HUBERT. — Le Comité de l'Exposition de Liège est dès maintenant assuré d'un succès assez certain. Évidemment la ville de Liège ne peut pas rivaliser avec la splendide Exposition de Paris; nous n'avons pas l'intention d'essayer de faire quelque chose de semblable, mais je n'apprendrai rien aux membres du Congrès en disant que Liège est un centre important d'industries; il y a là de très nombreux charbonnages, des aciéries, des hauts fourneaux, des ateliers de construction considérables; en un mot on peut la considérer comme le principal centre industriel de la Belgique.

Je crois en outre que ce petit pays a aussi l'avantage d'être une nation neutre, qui offre à tout le monde un centre où l'on peut se réunir plus volontiers et y trouver certainement une hospitalité telle que celle, du reste, que nous trouvons en France.

Les membres directeurs de l'Exposition de Liège ont chargé leurs différents compatriotes et entre autres, M. le professeur Boulvin, qui m'a prié de le remplacer aujourd'hui, de demander à ce qu'un Congrès de Mécanique se tienne dans cette ville en 1903. Il est évident que la date est peut-être un peu rapprochée; mais aujourd'hui les idées marchent si vite et les progrès se font avec une telle rapidité que je crois que, d'ici trois ans, il y aura des choses nouvelles à discuter. Je ne pense pas m'aventurer en demandant au Congrès de vouloir bien se réunir dans trois ans à Liège. (*Applaudissements.*)

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, le Congrès ne peut pas décider qu'il y aura un Congrès semblable à Liège, je crois que ce n'est pas dans son ressort. Il peut cependant exprimer le désir, la pensée qu'il serait utile que la présente session se renouvelât sans attendre onze ans, comme cela a eu lieu de 1889 à aujourd'hui. Si le Congrès vote une pareille formule, il est évident que cela donnera plus de force au Comité de Liège pour

convoquer, à ses risques et périls, un Congrès de Mécanique appliquée à cette époque. Je crois que nous ne pouvons pas faire autre chose.

Je vais donc vous prier, Messieurs, de statuer sur un vœu qui serait ainsi conçu :

Le Congrès, prenant en considération la communication qui lui est adressée par le Comité formé à Liège en vue d'une Exposition en 1903, émet le vœu qu'un nouveau Congrès de Mécanique appliquée puisse être réuni dans cette ville à l'époque de cette Exposition.

Adopté à l'unanimité.

M. DE MOCOMBLE. — Je demande la parole pour une simple rectification au procès-verbal.

On me fait dire, en ce qui concerne les appareils de levage, que je préconise surtout l'emploi de l'hydraulique. La question n'a pas été posée de cette façon. Un des membres de la réunion avait prétendu qu'on avait fait de très grands progrès en matière d'électricité appliquée aux appareils de levage au sujet de la vitesse. C'est à cet égard que j'ai dit, qu'au contraire, à ce point de vue de la vitesse, et à ce point de vue seulement, l'électricité était plutôt en retard sur l'hydraulique.

M. LE PRÉSIDENT. — La rectification que vous demandez sera faite au procès-verbal.

Messieurs, avant que je prononce le mot fatal, quelqu'un a-t-il encore une communication à faire?...

Tout à l'heure, j'ai commencé des remerciements, je vais les compléter. Je me suis adressé tout d'abord à vous qui, évidemment, êtes les héros du jour. J'ai ensuite dit ce que je pensais de MM. les Présidents de sections, je n'y insisterai plus. Mais nous avons eu aussi beaucoup d'autres rouages; nous avons eu un secrétariat très laborieux, très dévoué... (*Applaudissements*), nous avons des secrétaires, qui ont été souvent orateurs eux-mêmes, et qui nous préparent certainement une mise au net, d'une manière vivante, des documents très importants, très solides, et des discussions recueillies par la sténographie. Vous pouvez donc être assurés que le second volume du Congrès, qui contiendra avant toute chose ces comptes rendus, vous en donnera une image très complète.

Nous avons eu aussi deux véritables événements, à savoir les deux conférences qui nous ont été faites par M. Rabut et par M. Richard. En ce qui concerne M. Richard, je ne veux pas vous fatiguer en vous disant de nouveau ce que je pense de lui.

M. Rabut nous a apporté un bijou de conférence, quelque chose de très vigoureux, de très neuf, de très original, des renseignements et des aperçus certainement nouveaux pour un grand nombre d'entre nous. Je prie Messieurs les conférenciers de recevoir tous les deux les remerciements du Congrès. (*Applaudissements.*)

Enfin, Messieurs, vous avez, pour les visites que vous avez faites à l'exposition, une dette de reconnaissance envers les guides dévoués qui vous ont conduits dans les sections qui leur étaient confiées. Nous avons aussi des remerciements très directs et une gratitude profonde à exprimer aux personnes qui, si gracieusement, nous ont apporté les éléments qui étaient en leur pouvoir, et des éléments de premier ordre, des éléments sans lesquels nous n'aurions rien pu voir de pareil. M. Armengault a bien voulu s'occuper de la question de la plate-forme roulante, et il nous a procuré, de l'administration de la plate-forme, toutes les facilités.

M. Basseres, M. Ribourg, M. Petit se sont employés aussi très directement pour la visite à la Tour Eiffel; M. Launay, pour la visite à l'usine de Colombes, a également

droit à nos remerciements. Je prie tous ces Messieurs de recevoir, non pas de ma part, mais de votre part, Messieurs, l'expression de notre reconnaissance. (*Applaudissements.*)

Maintenant, Messieurs, il y en a une plus grande que toutes, c'est la mienne; je vous dois un bien grand honneur auquel je suis profondément sensible...

...Certainement vous auriez pu trouver beaucoup mieux parmi les hommes éminents de ce Congrès. (*Applaudissements.*)

Je vous remercie, Messieurs. Je garderai dans mes meilleurs souvenirs cette semaine si laborieuse pour vous... (*Applaudissements.*)

Messieurs, j'ai fait une omission, c'est la bonne grâce avec laquelle nous avons été accueillis dans l'exposition du Creusot par M. Schneider et par la Société des Ingénieurs Civils, qui est au premier rang pour soutenir l'honneur des Ingénieurs en France, surtout quand elle reçoit les ingénieurs de tous les pays. Je prie donc également M. Schneider et la Société des Ingénieurs Civils de recevoir l'expression de notre reconnaissance. (*Applaudissements.*)

Messieurs, je déclare clos le Congrès de Mécanique appliquée de 1900.

M. KOSKUSKI. — Messieurs, je crois que vous serez tous unanimes pour exprimer nos cordiaux et chaleureux remerciements à notre éminent Président du Congrès. (*Applaudissements.*)

M. LE PRÉSIDENT. — La séance est levée.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages.
RÈGLEMENT DU CONGRÈS.	I
PROGRAMME DES QUESTIONS A TRAITER.	III
MEMBRES D'HONNEUR ET COMITÉ DE PATRONAGE.	V
COMITÉ D'ORGANISATION.	IX
LISTE DES MEMBRES.	XIII

SÉANCE SOLENNELLE D'OUVERTURE

Discours de M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, président de la Commission d'organisation du Congrès.	1
Nomination du bureau du Congrès.	4

TRAVAUX DE LA PREMIÈRE SECTION

SÉANCE DU 19 JUILLET. — <i>Organisation des ateliers.</i> — Conduite des machines-outils, 7. — Interchangeabilité, 8. — Service des études, 10. — Frais généraux.	11
SÉANCE DU 20 JUILLET. — <i>Organisation des ateliers.</i> — Service des études, 13. — Tarification des projets, 15. — <i>Moteurs hydrauliques.</i> — Communication de M. Rateau, 17-20. — De Prarel.	18
SÉANCE DU 21 JUILLET. — <i>Moteurs hydrauliques.</i> — Communication de M. Sloan, 21. — <i>Vœux</i> de la première section, 23. — <i>Calibres de pression.</i>	25
SÉANCE DU 24 JUILLET. — <i>Mécanique des automobiles.</i> — Communication de MM. Bochet, Cuenot et Mesnager, 26. — Résistance à la fonte, 30. — Vœu relatif à son étude, 31. — <i>Moteurs</i> , 31. — <i>Allumage</i> , 33. — <i>Mise en marche.</i>	36

TRAVAUX DE LA DEUXIÈME SECTION

SÉANCE DU 20 JUILLET. — <i>Laboratoires de mécanique</i> , 38. — <i>Appareils de levage et de transport</i> , 39. — Câbles d'ascenseurs, communication de M. Rousselet, 40. — <i>Appareils hydrauliques et électriques</i> , 44. — <i>Titans et ponts roulants</i> , 46. — <i>Roulement et glissement.</i>	49
--	----

TRAVAUX DE LA TROISIÈME SECTION

SÉANCE DU 20 JUILLET. — <i>Chaudières.</i> — Communications : de MM. Maht et de Nitts sur leur chaudière oléo-thermique, rebut sur les expériences de la maison Niclauss; Wackenaer, sur les chaudières à tubes d'eau et leur circulation, 51; Vinsonneau; sur les vérifications des tubes 52, 65; Montupet, sur son appareil pour accélérer la circulation.	52
SÉANCE DU 21 JUILLET. — <i>Moteurs thermiques.</i> — Communication de M. Diesel.	53

SÉANCE DU 23 JUILLET. — <i>Moteurs thermiques</i> . — Communication de M. Letombe, 62. — Moteur Diesel. — Communication de M. de Doep, 63. — Moteur Casalonga, 66. — Communication de M. Witz sur les moteurs à gaz de hauts fourneaux.	66
SÉANCE DU 24 JUILLET. — <i>Moteurs thermiques</i> . — Moteurs à gaz de hauts fourneaux, 66. — Communication de M. Sauvage sur le vide des condenseurs, 67. — Mesure de pouvoirs calorifiques des combustibles, proposition de M. Bryan Donkin, 69. — Vœu de la troisième section.	71
SÉANCE DU 25 JUILLET. — <i>Moteurs thermiques</i> . — Vœux de la troisième section, 72. — Communication de MM. Rateau et Sosnowski sur les turbines à vapeur. — Communication de M. L. Rond sur son moteur rotatif.	73

SÉANCE GÉNÉRALE DE CLOTURE DU 25 JUILLET

TRAVAUX DE LA PREMIÈRE SECTION.	73
TRAVAUX DE LA DEUXIÈME SECTION.	82
TRAVAUX DE LA TROISIÈME SECTION.	
EXPOSITION UNIVERSELLE DE LIÈGE EN 1903. — Invitation à se réunir au Congrès de mécanique, 89. — Allocution de M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE.	94