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

Titre : Congrès international d'automobilisme. 1900
Auteur : Exposition universelle. 1900. Paris

Mots-clés : Exposition internationale (1900 ; Paris) ; Automobiles*Europe*1870-1914*Congrès
Description : 1 vol. (605-[3] p.) ; 27 cm
Adresse : [S. l.] : [S. n.] (Paris : Hemmerlé et Cie), 1903
Cote de l'exemplaire : CNAM 8 Xae 505

URL permanente : http://cnum.cnam.fr/redir?8XAE505

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

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

PDF créé le 15/12/2011

8° 712

8° Xae 505
Art
12 bis bleu
Rotule 87
Congrès d'Automobilisme

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

CONGRÈS INTERNATIONAL

D'AUTOMOBILISME

TENU

EN L'HOTEL DE L'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE

du 9 au 16 Juillet 1900

BIBLIOTHEQUE
DU CONSERVATOIRE NATIONAL
des ARTS & METIERS
N° du Catalogue 8° Xae 88
Prix ou Estimation : 10 f
Entré le 9 Avril 1903.

PARIS
IMPRIMERIE HEMMERLÉ ET Cie
RUE DE DAMIETTE, 2, 4 et 4 BIS
—
1903

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MINISTÈRE
DU COMMERCE
DE L'INDUSTRIE
DES POSTES
ET DES TÉLÉGRAPHES

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

DIRECTION GÉNÉRALE
DE L'EXPLOITATION

CONGRÈS INTERNATIONAUX

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Paris, le 25 Novembre 1899.

CONGRÈS INTERNATIONAL D'AUTOMOBILISME

(PARIS 1900)

MONSIEUR,

J'ai l'honneur de vous informer que M. le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et télégraphes a décidé qu'il se tiendrait à Paris, en 1900, un congrès international d'Automobilisme.

Malgré le peu de temps depuis lequel elle est entrée dans le domaine de la pratique, la locomotion automobile a réalisé de si rapides progrès, son emploi se généralise tellement vite, elle répond à un besoin si réel, qu'il est certain que d'ici peu, cette jeune industrie deviendra une des plus importantes.

Dans l'intérêt de tous ceux qui construisent des automobiles, dans l'intérêt de tous ceux qui s'en servent, et demain ce seront toutes les populations civilisées, il est nécessaire que certaines questions soient sérieusement étudiées. Les unes pourront vraisemblablement être résolues dès ce premier Congrès ; les autres ne pourront l'être que plus tard.

Mais il faut que dès l'an prochain tous ceux qui, dans le monde entier, s'intéressent aux progrès de cette industrie prennent contact, apprennent à se connaître, et, unissant leurs efforts, marquent au seuil du XX^e^ siècle une féconde étape dans le développement de la locomotion mécanique sur route.

Nous venons donc, Monsieur, au nom de la commission d'organisation, solliciter votre précieux concours pour ce Congrès.

Vous trouverez ci-contre une liste méthodique que nous avons dressée des principales questions se rattachant à la locomotion automobile. Elle est bien certainement incomplète, mais nous espérons qu'elle sera néanmoins de quelque utilité, comme memento, aux personnes compétentes qui voudraient nous adresser des communications.

Nous y joignons un extrait de notre règlement dans lequel vous verrez à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quelles conditions on peut devenir membre du Congrès et quels sont les avantages attachés à cette qualité.

Nous vous serions fort obligés de nous faire savoir, en nous retournant la carte postale ci-incluse si vous avez l'intention d'assister au Congrès. Cette réponse ne constituera pas pour vous un engagement définitif, mais nous facilitera beaucoup le travail d'organisation en nous permettant d'évaluer approximativement le nombre des adhésions que nous pouvons espérer.

Nous appelons toute votre attention sur ce fait que les communications ultérieures ne seront adressées qu'aux personnes nous ayant indiqué leur présence au Congrès comme probable.

Comptant sur votre bonne obligeance pour communiquer la présente circulaire aux personnes de votre entourage qu'elle peut intéresser, nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'assurance de nos sentiments distingués.

Le Président de la Commission d'organisation,

MICHEL-LÉVY

Membre de l'Institut.

Les Vice-Présidents,

COMTE DE DION, G. FORESTIER.

Les Secrétaires,

COMT DE CHASSELOUP-LAUBAT, G. COLLIN.

Toutes les adhésions devront être adressées à **M. le Comte DE CHASSELOUP-LAUBAT**, Secrétaire de la Commission d'organisation, **rue de Ponthieu, n° 51, à Paris.**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

EXTRAIT DU RÈGLEMENT GÉNÉRAL DES CONGRÈS

ART. 2. — Le Congrès international d'Automobilisme s'ouvrira le 9 juillet 1900 dans la grande salle du Palais des Congrès.

Les séances utérieures, conférences et autres réunions, auront lieu dans l'hôtel de l'Automobile-Club de France, place de la Concorde, n° 6. Le Congrès durera une semaine.

ART. 3. — Seront membres du Congrès, les personnes qui auront adressé leur adhésion au Secrétaire de la Commission d'organisation, avant l'ouverture de la session, ou qui se feront inscrire pendant la durée de celle-ci et qui auront acquitté la cotisation.

La cotisation des membres adhérents est fixée à 20 francs .

Une cotisation d'un minimum de 100 francs donne droit au titre de membre donateur.

ART. 4. — Les membres du Congrès recevront une carte qui leur sera délivrée par les soins de la Commission d'organisation. Ces cartes sont strictement personnelles.

Ces cartes ne donnent aucun droit à l'entrée gratuite à l'Exposition ; elles donnent droit d'entrée à l'hôtel de l'Automobile-Club de France pour assister à toutes les réunions qui s'y tiendront pendant la durée du Congrès.

ART. 7. — Le Congrès comprendra :

Des séances publiques ;

Des séances générales ;

Des séances de section ;

Des conférences ;

Des visites à des établissements industriels, des essais, promenades, etc.

ART. 10. — Aucun travail ne pourra être présenté en séance ni servir de point de départ à une discussion si, avant le 1er mai 1900, l'auteur n'en a communiqué le résumé ou les conclusions à la Commission d'organisation.

ART. 14. — Les procès-verbaux sommaires seront imprimés et distribués aux membres du Congrès, le plus tôt possible après la session.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ART. 15. — Un compte rendu détaillé des travaux du Congrès sera publié par les soins de la Commission d'organisation. Celle-ci se réserve de fixer l'étendue des mémoires ou communications livrés à l'impression.

Ce compte rendu sera envoyé gratuitement aux membres du Congrès.

COMMISSION D'ORGANISATION

PRÉSIDENT :

M. MICHEL-LÉVY, membre de l'Institut, ingénieur en chef des mines, membre d'honneur de l'*Automobile-Club de France*.

VICE-PRÉSIDENTS :

MM. le comte DE DION, président de la chambre syndicale de l'*Automobile*, vice-président de l'*Automobile-Club de France*, ingénieur constructeur d'automobiles, à Puteaux.

FORESTIER (G.), inspecteur général des ponts et chaussées, professeur à l'Ecole nationale des ponts et chaussées, membre honoraire de la Société des Ingénieurs civils de France.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL

M. le comte DE CHASSELOUP-LAUBAT, ingénieur civil, membre du Conseil d'administration de l'*Automobile-Club de France*.

SECRÉTAIRE :

M. COLLIN, ingénieur du matériel des lignes Nord-Belges, à Charleroi.

MEMBRES :

MM. BOLLÉE (A.), ingénieur constructeur d'automobiles, au Mans.

DE CLAUSONNE, ingénieur en chef des services électriques de la Compagnie générale des voitures à Paris.

CREUZAN (le Dr), président de l'*Automobile-Club bordelais*.

DELAHAYE, ingénieur constructeur d'automobiles, à Tours.

HOSPITALIER (E.), ingénieur des arts et manufactures, professeur à l'Ecole de physique et de chimie industrielle de la ville de Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. JEANTAUD, ingénieur-constructeur d'automobiles à Paris.

KREBS (Le commandant), directeur des anciens établissements Panhard et Levassor.

KRIEGER, ingénieur constructeur.

DE LA VALETTE, ingénieur des mines, inspecteur des travaux publics au Ministère des colonies, membre du Conseil d'administration de l'*Automobile-Club de France*.

LEMOINE, ingénieur des arts et manufactures, fabricant d'essieux, à Paris.

MICHELIN (A.), ingénieur des arts et manufactures, fabricant de caoutchouc, à Clermont-Ferrand.

MONMERQUÉ, ingénieur en chef des ponts et chaussées, ingénieur en chef des services techniques de la Compagnie générale des omnibus, à Paris.

MORS (E.), ingénieur des arts et manufactures, constructeur d'automobiles, à Paris.

PEUGEOT (A.), ingénieur constructeur d'automobiles à Valentigney.

POZZY, ingénieur des arts et manufactures, fabricant d'essieux, à Paris.

RÉCOPÉ (E.), ingénieur de la Marine, membre du Conseil d'administration de l'*Automobile-Club de France*.

SARTIAUX, chef des services électriques au Chemin de fer du Nord.

SCOTTE, ingénieur constructeur d'automobiles, à Paris.

DE TURCKHEIM (le baron), ingénieur constructeur d'automobiles, à Lunéville.

VARENNES (R.), ingénieur civil.

WALCKENAER, ingénieur en chef des mines, professeur à l'Ecole nationale des ponts et chaussées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PROGRAMME

I. — QUESTIONS HISTORIQUES

Historique de la locomotion automobile dans les différents pays.

II. — QUESTIONS TECHNIQUES

A. — Les Moteurs.

Moteurs à vapeur : — *Générateurs de vapeur.* — Dispositions générales. — Puissance de vaporisation et poids du générateur en ordre de marche. — Eau vaporisée par unité de combustible. — Durée de la mise en pression. — Emploi de combustibles solides ou liquides. — Dispositifs d'alimentation. — Surchauffe.

Moteurs. — Dispositions générales. — Distribution, détente fixe ou variable. — Compoundage. — Introduction directe au grand cylindre pour le démarrage. — Enveloppes chaudes. — Rendements. — Poids du moteur par cheval en marche normale. — Graissage. — Aérocondenseurs. — Séparateurs des matières grasses. — Dispositifs pour rendre l'échapppement invisible.

Moteurs à explosions. — Dispositions générales. — Distribution. — Carburation. — Inflammation. — Refroidissement, pompes, radiateurs. — Régulation. — Mise en marche. — Graissage. — Equilibrage. — Dispositifs pour rendre l'échappement silencieux. — Rendement. — Poids du moteur par cheval, volant compris. — Influence de la compression. — Dispositifs pour faire varier la puissance du moteur.

Moteurs à combustion progressive. — Rendement. — Poids par cheval, etc.

Moteurs électriques. — *Accumulateurs.* — Poids total par kilowatt-heure aux bornes de l'accumulateur à différents régimes de décharge. — Régimes de charge et de décharge. — Rendement aux régimes normaux de charge et de décharge. — Durée exprimée en nombres de charges, soit de l'ensemble de l'accumulateur, soit des plaques positives.

Moteurs. — Dispositions générales. — Type de l'induit. — Excitation. — Dis-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

position des balais. — Vitesse normale. — Poids par cheval à puissance normale. — Rendement.

Combinateurs. — Dispositions générales. — Procédés de démarrage. — Procédés pour faire varier la vitesse du moteur. — Freinage électrique. — Récupération. — Appareils de mesure, de contrôle, de sécurité. — Plots et fiches de chargement.

Emploi du troley sur les routes.

Moteurs divers. — Moteurs à gaz comprimés ou liquéfiés. — Moteurs divers. — Rendement. — Poids par cheval, etc.

B. — Les Transmissions.

Embrayages. — Dispositifs de changement de vitesse. — Dispositifs de changement de marche. — Emploi des engrenages. — Emploi des courroies et câbles. — Entraînement par friction. — Autres systèmes de transmission. — Différentiels et dispositifs les remplaçant. — Liaison des roues motrices du véhicule au dernier mobile de la transmission (chaînes, arbres brisés, etc.). — Dispositif de protection et de graissage des transmissions. — Paliers, emploi des billes et rouleaux, emploi des métaux antifrictions. — Organes spéciaux destinés à annuler l'effet de l'élasticité du châssis sur la transmission (arbres brisés, accouplements élastiques, etc.).

C. — Les Châssis et leurs Organes.

Châssis. — Châssis en fer et bois. — Châssis en fers profilés. — Châssis en tubes.

Suspension, ressorts. — Suspension complète de la caisse et du moteur. — Suspension de la caisse seule, le moteur n'étant pas suspendu ou n'étant que partiellement suspendu.

Roues, essieux, bandages. — Roues en bois. — Roues en bois à moyeux métalliques, rayons en bois et jantes métalliques. — Roues entièrement métalliques à rayons directs ou tangents. — Roues disques. — Ecuanteur, carrossage. — Moyeux et fusées. — Emploi des billes et rouleaux. — Bandages métalliques. — Bandages élastiques (caoutchouc plein ou creux). — Bandages pneumatiques. — Dispositifs de protection des bandages élastiques ou pneumatiques. — Roues élastiques diverses. — Du dérapage. — Théorie du tête-à-queue, causes variées de cet accident. — Du patinage. — Dispositifs destinés à empêcher le patinage.

Freins serrant sur un organe de la transmission. — Freins serrant directe-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment sur les roues. — Freins agissant directement sur le sol. — Freins serrant avant et arrière. — Chambrières et dispositifs divers destinés à empêcher le recul. — Emploi des moteurs comme moyen de freinage.

Direction. — Direction à cheville ouvrière. — Direction à pivots. — Différentes épures donnant le braquage correct des deux roues. Solutions théoriques et solutions approchées répondant aux besoins de la pratique. — Divers systèmes de pivots. Pivots à bain d'huile. — Emploi des billes. — Systèmes de directions irréversibles. — Avantages qu'il y a à avoir un grand angle de braquage. — Diamètre du plus petit cercle possible dans lequel le véhicule peut tourner. — Différence des traces suivant que les roues directrices sont placées à l'avant ou à l'arrière du véhicule, avantages et inconvénients des deux systèmes.

Roues directrices et motrices. — Divers systèmes de transmission résolvant ce problème.

Détails de construction. — Précautions à prendre pour empêcher les ruptures de la tuyauterie sur les véhicules automobiles. — Différents systèmes de joints. — Procédés pour empêcher les écrous de se desserrer. — Emploi de l'aluminium et de ses alliages.

D. — La Carrosserie.

Formes nouvelles de caisses. — Légèreté des caisses. — Emploi de l'aluminium. — Caisses interchangeables s'adaptant au même châssis.

E. — Effort de Traction.

Coefficients de roulement sur les routes. — Rendement général des transmissions des véhicules automobiles, depuis le moteur jusqu'à la jante de la roue motrice. — Influence de la suspension. — Influence de la nature du bandage. — Influence de la résistance de l'air. — Etude des formes propres à diminuer cette dernière influence.

Puissance à donner aux véhicules automobiles. — Tendance que l'on a à augmenter cette puissance de plus en plus. — Différence des modes d'action des moteurs mécaniques et des moteurs animés ; grande élasticité momentanée de ces derniers. — La roue remorquée et la roue motrice se comportent très différemment sur le sol. — Comptes rendus d'expériences relatives à ces questions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

III. — QUESTIONS ÉCONOMIQUES

Comparaison entre les véhicules mus par des moteurs de nature différente (vapeur, pétrole, électricité, etc.). — Au point de vue du poids des moteurs et de leurs approvisionnements. — Au point de vue de la facilité de conduite, de la propreté, du confort, etc. — Comptes rendus de concours, d'expériences ou d'exploitations fournissant des renseignements sur les prix de revient du transport des voyageurs ou des marchandises ; sur les conditions économiques de ces exploitations et sur leur développement.

En particulier :

Importance et coût des réparations. — Prix d'entretien des roues et des bandages (en fer, élastiques ou pneumatiques). — Durée et prix d'entretien des accumulateurs.

Comptes rendus des travaux de l'Automobile-Club de France. — Concours divers. — Courses.

IV. — QUESTIONS INTERNATIONALES

Unification des formalités internationales pour le passage des véhicules automobiles d'un territoire sur un autre. — Unification des jauges et de la boulonnerie. — Unification du type des plots et fiches de chargement des voitures électriques. — Unification des chaînes Galle. — Unification des types des boîtes d'accumulateurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MINISTÈRE
DU COMMERCE
DE L'INDUSTRIE
DES POSTES
ET DES TÉLÉGRAPHES

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

DIRECTION GÉNÉRALE
DE L'EXPLOITATION

CONGRÈS INTERNATIONAL
D'AUTOMOBILISME

SECRÉTARIAT :
51, rue de Ponthieu

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Paris, le 26 Juin 1900.

CONGRÈS INTERNATIONAL D'AUTOMOBILISME

(1900)

MONSIEUR,

Le Congrès international d'automobilisme s'ouvrira le 9 juillet à 10 heures du matin au Palais des Congrès (Exposition Universelle, place de l'Alma, rive droite).

Les séances ultérieures auront lieu à l'Automobile-Club de France, 6, place de la Concorde, à Paris.

Les cartes des Membres du Congrès seront distribuées à Paris :

1° du 1er au 2 juillet, 51, rue de Ponthieu.

2° le 9 juillet de 8 heures à 11 heures au Palais du Congrès.

3° Pendant la durée du Congrès à l'Automobile-Club de France, 6, place de la Concorde.

Les cartes des membres du Congrès donneront droit à l'entrée gratuite à l'Exposition pendant la durée du Congrès (9 au 15 juillet).

Pendant la durée du Congrès, des visites à l'Exposition et à quelques usines importantes seront faites. Seuls les membres adhérents au Congrès pourront y assister. Afin d'en faciliter l'organisation, je vous prie dès maintenant de me faire savoir si vous désirez y prendre part.

Enfin un banquet clôturera le Congrès. Je vous prie de me faire savoir si vous avez l'intention d'y assister.

Afin d'éviter toute perte de temps à l'ouverture du Congrès, MM. les membres qui n'ont pas encore envoyé leurs cotisations sont priés de les adres-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ser le plus tôt possible à M. Jeantaud, Trésorier du Congrès, 51, rue de Ponthieu, à Paris.

Veuillez agréer, monsieur, l'assurance de toute ma considération.

Le Secrétaire général du Congrès d'Automobilisme,
COMTE DE CHASSELOUP-LAUBAT.

PROGRAMME DES TRAVAUX

PREMIÈRE SECTION

Moteurs à Vapeur. — Moteurs à Explosions. — Moteurs divers.

DEUXIÈME SECTION

Moteurs Électriques.

TROISIÈME SECTION

Transmissions. — Châssis et leurs Organes. — Carrosserie.

QUATRIÈME SECTION

Effort de Traction.

CINQUIÈME SECTION

Questions économiques. — Questions internationales.
Questions historiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LISTE DES MEMBRES

DU

CONGRÈS INTERNATIONAL D'AUTOMOBILISME

MEMBRES DONATEURS

MM. Arenberg (le Prince Pierre d'), 20, rue de la Ville-l'Évêque, Paris.
Austin (Eugène), Eisenbahnministerium, Vienne (Autriche).

Biscaretti (Comte Robert de), Président de l'Automobile-Club Italien, Turin.
Boscham (Arthur de), I Kantgasse, 3, Vienne (Autriche).
Bouhey (Étienne), 146, avenue des Champs-Élysées, Paris.

Caillé (Gabriel), 9, rue de la Station, Asnières (Seine).

De Dion (Marquis Albert), 48, avenue de la Grande-Armée, Paris.
Descamps (Jules), 20, avenue Friedland, Paris.

Guttmann (Nathan), 3, avenue de l'Opéra, Paris.

Lebaudy (Robert), 12, rue de Lubeck, Paris.
Legru (Hector), 11, rue Louis-le-Grand,Paris.
Michel-Lévy, 26, rue Spontini, Paris.

Pourtalès (Comte Bernard de), 84, rue de Lille, Paris.
Pozzy (Sosthènes), 87, rue d'Amsterdam, Paris.

Ruef (Paul), 15, rue Desbordes-Valmore, Paris.

Salomons (Sir David), Tunbridge Wells (Angleterre).

Tillier (Félix), 123, rue de Longchamp, Paris.
Tissot (Henri), 53, rue de la Verrerie, Paris.

Trinkaus (Max), banquier, Dusseldorf (Allemagne).
Turkheim (Baron Adrien de), 27, rue Rivollet, Lunéville (Meurthe-et-Moselle).

Wallace (Roger), 4, Whitehall Court, Londres.

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

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DÉLÉGUÉS OFFICIELS

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

MM. MAZEROLLE, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Ministère de l'Agriculture.
PLAZEN, Directeur des Haras, 29, rue de Penthièvre, Paris.

MINISTÈRE DE LA MARINE

MM. FERRAND, Ingénieur en chef de 2e classe, Chef du Bureau des Constructions navales.
MORIN, Ingénieur de 1re classe, attaché à l'Inspection générale du Génie maritime.
POLLARD, Ingénieur en chef de 1re classe, attaché à l'Inspection générale du Génie maritime.

MINISTÈRE DE LA GUERRE

MM. BARISIEN, Capitaine de Génie, employé à la Chefferie de Lyon.
BROSSÉ, Capitaine au 13e Régiment d'Artillerie, Officier d'ordonnance du Ministre de la Guerre.
LAMBERT, Colonel d'Artillerie, Direction de la section technique de l'Artillerie.
LAMBERT, Inspecteur général des Poudres et Salpêtres.
MEUNIER, Colonel commandant le 13e Régiment d'Artillerie, Ministère de la Guerre.
MITRY (de), Chef d'Escadron de Cavalerie, hors cadres, à l'État-Major de l'Armée (3e Bureau).

MINISTÈRE ROYAL HONGROIS

MM. HARTIG (Alexandre), Conseiller de Section au Ministère du Commerce, à Budapest, Ministère du Commerce, II, Lanczhid-utcza, 3.
KÉLÉTI (Dyoris), Ingénieur en chef, à Budapest, Ministère du Commerce, II, Lanczhid-utcza, 3.
DEMÉNY (Charles), Administrateur des Postes, Ministère du Commerce, à Budapest.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

GOUVERNEMENT BRITANNIQUE

M. Macdonald R. E., Brev. Col. J. R. L.

RÉPUBLIQUE DE L'ÉQUATEUR

M. Seminario (Victor M.), 27, rue Auguste-Vacquerie, Paris.

GOUVERNEMENT D'ESPAGNE

MM. Bermejo (Jean Gabriel).
Sanchis (Enrique), 10, rue Paul-Baudry, Paris.

GOUVERNEMENT DES ÉTATS-UNIS

MM. Barber (A. L.), New-York.
Brisbane (John), Walker, Irvington-on-Hudson, Editor, Cosmopolitan.
Moore (A. L.), Cleveland, O. Président Cleveland Machine Screw C°.
Pope Hartford (Col. A. A.), Président Columbia Automobile C°.
Whiting (Charles H.), 42, Avenue Henri-Martin, Paris

GOUVERNEMENT DU MEXIQUE

MM. Beistégui (Juan de), attaché à la Légation du Mexique en France.
Olarte (Enrique), Secrétaire de la Légation du Mexique en France.

GOUVERNEMENT DE ROUMANIE

M. Ghika (Ferdinand), Inspecteur au Commissariat général de Roumanie, 2, rue Léonce-Reynaud, Paris.

GOUVERNEMENT DE LA RUSSIE

MM. Chimkiewitch, 42, rue Hamelin, Paris.
Kireewsky (de), 65, avenue Marceau, Paris,
Yourkewitch, 14, rue Lincoln, Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MEMBRES ADHÉRENTS

A

MM. Aertnys (Michel Wilhem), à Nimègue (Hollande).
Aicard (Henri), 196, rue de Rivoli, Paris.
Allamand (Alfred), notaire, Lausanne (Suisse).
Alleyrat (Victor), 5 *bis*, boulevard de Versailles, Suresnes (Seine).
André, Capitaine, Section technique de l'Artillerie, place Saint-Thomas-d'Aquin, Paris.
Armengaud jeune, 23, boulevard de Strasbourg, Paris.
Armengaud (René), 85, avenue de Wagram, Paris.
Arnold (Albert Wilhem), Van Vulfften Paltten, industriel, à Amelot (Pays-Bas).
Artigue (Bertrand), 12, place Vendôme, Paris.
Arquembourg, 71, rue du Moulin-Vert, Paris.
Arrissard (Albert), 115, rue Lesage, Reims.
Arsandeaux, 29, rue Brochant, Paris.
Audresset, 30, rue des Jeûneurs, Paris.
Augé (Daniel), 92, rue des Arts, Levallois-Perret (Seine).
Austin (Eugène), Eisenbahnministerium, Vienne (Autriche).

B

MM. Bail (Michel), Persan (Seine-et-Oise).
Bainville, 6, avenue Rochegude, Nanterre (Seine).
Baldini (Ugo), via Argiro, 167, ferrovie Méridionale Bary (Italie).
Baillif, Président du Touring Club, 10, place de la Bourse, Paris.
Barber (A. L.), Locomobile C°, à New-York (Amérique).
Barbereau (Alfred), 17, rue Esprit-des-Lois, Bordeaux.
Bardon (Louis), 61, boulevard National, Clichy.
Bary (Édouard), Manufacturier, à Guebwiller (Alsace).
Barzand (Carlo), Forde Bonaparte, 1, Milano (Italie).
Baylac (Jean), 23, rue de la Gravette, Toulouse.
Beer (Edmond), avenue d'Iéna, 68, Paris.
Bell (Charles W.), Iecowast East Grinstead.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Bellet (Jean de), 44, avenue du Bois-de-Boulogne, Paris.
Belleville (Gérald), 5 *bis*, rue de Fontenelle, Rouen.
Bérardi, 17, rue Galilée, Paris.
Berge (René), 12, rue Pierre-Charron, Paris.
Berger (Georges), 8, rue Legendre, Paris.
Bertault, 55 *bis*, boulevard Péreire, Paris.
Berteaux (Georges), 75, avenue du Roule, Neuilly-sur-Seine (Seine).
Berthon, 51, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.
Beukelaer (Édouard de), 117, rue Vanneau, Anvers (Belgique).
Beukelaer (Mme de), 117, rue Vanneau, Anvers (Belgique).
Bickert (Armand), 25, place de la Comédie, Lyon.
Bigo (Omer), à Loos, Lille.
Billy (Édouard de), 73, rue de Courcelles, Paris.
Blanc (Camille), 10, rue Auber, Paris.
Blay (Albert), 8, rue Sedaine, Paris.
Blériot, 16, rue Duret, Paris.
Bochet (Adrien), 14, rue de Passy, Paris.
Bochet (Léon), 29, rue Singer, Paris.
Boigues (Joseph), château de Brain, par Decize (Nièvre).
Boivin (André), 64, rue de Lisbonne, Paris.
Bollée (Amédée), Constructeur, au Mans.
Bollée fils, 99, rue de Paris, Le Mans.
Bollée (Léon), Constructeur, au Mans.
Bosio (Chevalier Pierre), Corso Opporto, 26, Turin.
Bostwich (A.), Automobile Club, New-York (Amérique).
Bouchard, Docteur, 174, rue de Rivoli, Paris.
Bougeot (V. J. H.), 3, rue d'Alger, Paris.
Bouquet (Garcin), 12 *bis*, avenue de Madrid, Neuilly-sur-Seine.
Bourdil (François), 56, avenue d'Iéna, Paris.
Bourdon (Édouard), 74, Faubourg-du-Temple, Paris.
Bourguin (Maxime), à Reims (Marne).
Bourlet, 22, avenue de l'Observatoire, Paris.
Bouton (Georges), 12, rue Ernest, Puteaux.
Boutteville (Henri), 87, boulevard Saint-Michel.
Boyer (A. Guillon), 4, rue de Tocqueville, Paris.
Brancher (Marie), 7, passage Piver, Paris.
Brandt, 20, rue Richer, Paris.
Breittmayer, 161, boulevard Haussmann, Paris.
Breton (J. L.), 81, boulevard Soult, Paris.
Breuer, 10, rue de la Paix, Paris.
Breyna (de), New-Lyric Club, London.
Briault (Édouard), 14, rue de la Préfecture, Poitiers.
Bridoux, 4, boulevard d'Orléans, Rouen.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Brischerasio (le Comte de), Direction du Club automobile d'Italie, Turin.
Brocq, 16, boulevard de Vaugirard, Paris.
Brossier, 112, boulevard Malesherbes, Paris.
Brouhot, à Vierzon (Cher).
Brunetta-d'Usseaux, 76, rue de Courcelles, Paris.
Buckea (Marck), 134, King Rd. Chelsea, London.
Bugnon (Achille), 21, rue Ruhmkorff, Paris.
Buttmer (Robert), St. Mary. S'Godalming, England.

C

MM. Cambier, 4, avenue Carnot, Paris.
Camondo (Comte de), 19, rue Hamelin, Paris.
Campagne (Ernest), 46, rue de Londres.
Caplain (Berger), 86, quai Jemmapes, Paris.
Caplet (Marcel), 3, rue de la Paix, Paris.
Caron (Édouard), 17, boulevard Rochechouart, Paris.
Chaboche (Edmond), 33 et 35, rue Rodier, Paris.
Chambre de Commerce de Paris.
Champuzan (Siméon), notaire, à Cazeaux-d'Angles (Gers).
Chandon de Briailles (Frédéric), à Chaource (Aube).
Chappée, 19, rue Gougeard, Le Mans.
Chary (Félix), 25, rue Fortuny, Paris.
Chassaigne-Goyon, 110, rue la Boétie, Paris.
Chasseloup-Laubat (Comte de), 45, avenue Montaigne, Paris.
Chauchard, 47, rue Saint-Ferdinand, Paris.
Chauveau (Gustave), 20, rue des Belles-Feuilles, Paris.
Chérest (Marcel), 36, rue Jouffroy, Paris.
Chevreuse, 11, rue Chevalier, Neuilly-sur-Seine.
Christophe (André), 83, rue Charles-Laffitte, Neuilly-sur-Seine.
Clado, 122, avenue des Champs-Élysées, Paris.
Clausonne (Alfred de), 131, boulevard Malesherbes, Paris.
Cognet (Édouard), 4, rue Galliéra, Paris.
Cohendet, 39, avenue Rapp, Paris.
Cohu (Albert), 32, place Saint-Georges, Paris.
Coincy (Léon de), 9, avenue de l'Opéra, Paris.
Colardeau (Paul), 7, rue Collanges, Levallois.
Collard (Hector), 4, rue de la Banque, Bruxelles.
Compagnie Générale des Omnibus, 155, rue Saint-Honoré, Paris.
Compère (Charles), 66, rue de Rome, Paris.
Comptoir National d'Escompte, 14, rue Bergère, Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Coninк (Frédéric de), 16, rue Brémontier, Paris.
Cornilleau (Gustave), 13, boulevard Malesherbes, Paris.
Cottenet, 31, rue du Colisée, Paris.
Cousin, 30, rue du Gué-de-Maulny, Bruxelles.
Coutot (Amédée), 21, boulevard Saint-Germain, Paris.
Crédit Lyonnais, 19, boulevard des Italiens, Paris.
Creuzan (le Docteur), à Florac (Gironde).
Croharé (Eugène), 40, avenue de Suffren, Paris.
Crouan (Henri), 51, avenue de la Grande-Armée, Paris.
Crouan (Fernand), 81, rue de Monceau, Paris.
Cuénod (Ernest), Vice-Président de l'Automobile Club Suisse, 95, avenue Victor-Hugo, Paris.

D

MM. Danel, Établissement typographique, Lille (Nord).
Darcy (Henri), Château de Brimborion, Sèvres (Seine-et-Oise).
Darracq (Pierre), usine Perfecta, Suresnes (Seine).
Debauge (Henry), 21, rue de Lubeck, Paris.
Debièvе, 3, avenue Gourgaud, Paris.
Decauville (Paul), 15, avenue Matignon, Paris.
Delahaye (Émile), 34, rue du Gazomètre, Tours.
Delasalle (François), 12, rue d'Alger, Paris.
Delaunay, 106, rue Cardinet, Paris.
Delaunay (André), 60, rue Saint-Lazare, Paris.
Delizy (Henri), 98, rue de Paris, Pantin (Seine).
Descubes des Guéraines, 9, rue Decamps, Paris.
Desmarais, 10, avenue Marceau, Paris.
Desmarets-Godard, 69, rue de Courcelles, Paris.
Desmarres (Robert), 20, rue de Penthièvre, Paris.
Desmazières (Comte de), 46, rue Galilée, Paris.
Despret (Jacques), 26, rue Jacob, Paris.
Desroziers (Edmond), 10, avenue Frochot, Paris.
Deutsch (Henri de la Meurthe), 4, place des États-Unis, Paris.
Diéderichs (Charles), à Bourguin (Isère).
Diésel (Rodolphe), Munich, 2, Schackstrasse.
Diétrich (Baron Eugène), Jaegerthal, près Niederbronn (Alsace).
Dinin (Alfred), 67, rue Pouchet, Paris.
Drake (Jacques), 7, rue de Berry, Paris.
Draulette (Capitaine Edmond), 52, rue de Clichy, Paris.
Drewnoski, Jngs (Autriche).
Dubois, 6, rue de la République, Marseille.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Du Bois (François), 34, rue Tronchet, Paris.
Dubrule (Louis), 7, rue de Roubaix, Mons-en-Bareuil, près Lille (Nord)
Ducasse (Henri), 8, rue Drouot, Paris.
Dufour (Armand), 4, avenue des Marronniers, Fontenay-sous-Bois (Seine).
Dulait (Julien), 1, rue Buniau, Charleroi (Belgique).
Dulieux (Henry), 77, rue Jacquemars-Gielée, Lille (Nord).
Dumartin, 56, rue de la Victoire, Paris.
Dupressoir (La manufacture), Maubeuge (Nord).
Duquesne (Baron G.), 8, rue Alphonse-Karr, Nice.
Duval (Raoul), 40, avenue Hoche, Paris.

E

MM. Eldin (Alphonse), 21, place Bellecour, Lyon.
Elieson (C. P.), 75, Edith Rd. West, Kensington, Londres.
Elizade, 16, rue Murillo, Paris.
Engineering News Publishing Company, 220, Broadway, New-York.
Escarraguel (Arthur), 39, rue de Longchamps, Paris.
Estainville (Charles d'), 10 *bis*, avenue de la Grande-Armée, Paris.
Eyriaud des Vergnes, 1, rue de Narbonne, Paris.

F

MM. Falconnet (Henry), 32, rue La Boétie, Paris.
Fallot (Robert), à Tourcoing (Nord).
Farkas (Armand), 19, rue Auber, Paris.
Faure-Biguet (Charles), 48, rue Copernic, Paris.
Fayolle (Comte de), 14, rue Barbecame, Périgueux.
Ferrus (le Capitaine), 2, villa Dariel, à Vincennes (Seine).
Filleul (Brohy), 12, rue d'Anjou, Paris.
Fischer (Auguste), Stuttgart, 60, Paulmenstrasse (Wurtemberg).
Fontaine (Georges), 248, avenue Louise, Bruxelles.
Forcuato (Martinez), 24, rue Laffitte, Paris.
Forestier, 5, rue de Lille, Paris.
Forget, 1, square Labruyère, Paris.
Foucard (Léon), 58, rue du Rocher, Paris.
Frager (Alphonse), 21, route des Gardes, Bellevue (Seine-et-Oise).
Franzen, à Koln, Allemagne.
Fresneau, 15, boulevard Bourdon, Paris.
Frey (Fred), 16, Grande-Rue, Saint-Mandé.
Frissard, 115, rue Lesage, Reims (Marne).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

G

MM. Gaillardet, 76, rue du Mont-Valérien, Suresnes.
Gamard (Léopold), Avoué, 85, rue Rivoli, Paris.
Garnier et Faure-Beaulieu, 54, avenue de la République, Paris.
Gauthier (Th.), 14, rue Traversière, Asnières (Seine).
Gautier (Jules), Saint-Martin-du-Tertre, par Luzarches.
Gendebien (Charles), Mont Panissel, Mons (Belgique).
Gendebien (Charles), Thuin (Belgique).
Gentili di Giuseppi Cie, 169, boulevard Malesherbes, Paris.
Gerbel (Embach), 41, avenue Trudaine, Paris.
Gesellschaft, Verkchsimternehman, Berlin.
Giffard (Pierre), 2, rue Meyerbeer, Paris.
Gillet, 24, rue Béranger, Paris.
Giraud (Étienne), 16, rue Halévy, Paris.
Glassenapp (le Baron), Directeur de la Voirie, Ministère de la Police, Berlin.
Gobron (Gustave), 98, avenue des Champs-Élysées, Paris.
Goebel (Georges), Professeur, 1. V/2 14 Weyrsngergasse, Vienne (Autriche).
Goldschmidt, 19, avenue Mac-Mahon, Paris.
Gonet (François), 8, rue d'Assas, Paris.
Gontaut-Biron (Comte Antoine de), 29, Faubourg-Saint-Honoré, Paris.
Goria (Césare), Gatti, 2, Via Corte d'Appelo, Turin (Italie).
Gosselin (G. de), 152, boulevard Haussmann, Paris.
Gourdon (Philippe), 91, rue du Ruisseau, Paris.
Goussencourt (Comte Stanislas de Beauval), par Clourg (Belgique).
Grenet (Amédée), 1, rue Courty, Paris.
Gretten (John), Brood Street House, New Broad Street, Londres.
Grodidier (René), Maître de Forges, Commercy (Meuse).
Grodzki (Stanislas de), 33, Senatorska, Varsovie (Pologne).
Gros (François), 188, boulevard Péreire, Paris.
Groult (Georges), rue de l'Église, Wimereux, par Nimille (Pas-de-Calais).
Gruner (Édouard), 6, rue Féron, Paris.
Guibert (Henri), 133, boulevard Haussmann, Paris.
Guido (Triossi), 3, rue Colbert, Marseille.
Guillemin (Jean), 25, rue François Ier, Paris.

H

MM. Haarbleicher (Paul), 68, avenue d'Iéna, Paris.
Hachette (André), 22, avenue Friedland, Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Halot (Émile), 5, impasse du Parc, Bruxelles (Belgique).
Hamoir (Fernand), 47, rue de Courcelles, Paris.
Hamoir (Paul), 4, rue du Marquis, Bruxelles (Belgique).
Hannoyer (Léon), 39, rue Albouy, Paris.
Hanzez (Jules), 398, avenue Louise, Bruxelles (Belgique).
Harff (Max), à Cologne-sur-Rhin (Allemagne).
Hart, 0, Berg, 54, avenue Montaigne, Paris.
Hayn (Albert), 1, Ballhausplatz, Vienne (Autriche).
Heath, 54, rue Charles-Laffitte, Neuilly (Seine).
Hébrard (Adrien), 23, rue de la Paix, Paris.
Hébré (Émile), 44, boulevard Flandrin, Paris.
Hele-Shaw, Professor University Collège, Liverpool (Angleterre).
Hillenbrandt, 53, boulevard Haussmann, Paris.
Hippe (Georg), Director, Munkener Frambahn Ges, Munchen (Bavière).
Hombach (Fernand), à Hulst (Hollande).
Hospitalier, 87, boulevard Saint-Michel, Paris.
Hounsfield (Francis), Les Moulins, rue des Fontaines, Sèvres (S.-et-O.).
Howard, 180, avenue Victor-Hugo, Paris.
Howatson fils, 28, avenue de Neuilly, à Neuilly (Seine).
Huber (Graf), à Hansen, Zurich (Suisse).
Huguet (Pierre), 189, avenue Victor-Hugo, Paris.
Huillier (Georges), 83, boulevard Haussmann, Paris.
Huret (Émile), 24, avenue des Champs-Élysées, Paris.

I

MM. Iden (Géo), Hépédale, Spenen, Parck-Lanchidutera, 3, à Coventry (Angleterre).
Instone (Ernest), 4, rue de la Bourse, Paris.
Izsaky (Ernest), Conseiller à Budapest.

J

MM. Jacquet-Maurel, 219, avenue de Neuilly, Neuilly (Seine).
Jamin (Paul), Saint-Georges, Le Mans (Sarthe).
Janet (Léon), 87, boulevard Saint-Michel, Paris.
Javaux (Emile), 20, rue d'Hautpoul, Paris.
Jeantaud, 51, rue de Ponthieu, Paris.
Jinkleer de Nahuys, villa Sandry, Hook Hilversum (Hollande).
Jobard (Georges), 24, rue de Gray, Dijon (Côte-d'Or).
Joly (Georges de), 3, rue de la Terrasse, Paris.
Jong (S. de), rue de la Pépinière, Anvers (Belgique).
Joug (Sylvain de), Ferme S. de Joug et Cie, Anvers (Belgique).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

K

MM. Klotz (Victor), 18, place Vendôme, Paris.
Klose, Président de Mitteleuropaiacher, Motorwagen-Vercin, Kurfürstendamm, 33, Berlin-Charlottenbourg.
Kock (Max), 14, rue du Bac-d'Asnières, Clichy (Seine).
Kohn (Georges), 30, rue Ampère, Paris.
Kolowatt (Léopold de), Automobile-Club d'Autriche.
Korda (Désiré), 68, rue Caumartin, Paris.
Kreiss (Adolphe), à Sèvres (Seine-et-Oise).
Kriéger, 8, rue Cardinet, Paris.
Kulp (Jacques), 5, rue de Tilsitt, Paris.

L

MM. Lafont (Pierre), 4, place de la Liberté, Bayonne.
Lahure, 32, rue Raspail, Levallois (Seine).
Lainsecq (Pierre de), 14, rue Cambacérès, Paris.
Lambert, Colonel d'Artillerie, place Saint-Thomas-d'Aquin.
Lamiral (Henry), 11, place de la République, Paris.
Lange (Georges), 15, rue Daru, Paris.
Lanza (Michel), 49, Corso Victorio Emmanuela, Turin (Italie).
La Rochefoucauld (Le Vicomte), 47, rue de Varennes, Paris.
Lau (Joseph), Maschinen Obercomuscar Saathbamen (Autriche).
La Vaulx (Comte de), 1, villa de la Reine, Versailles.
Lavergne (Gérard), 65, boulevard Saint-Michel, Paris.
Lavirotte (Emile), 12, rue des Quatre-Maisons, Montplaisir, Lyon.
Le Bertre (Georges), 25, rue Lauriston, Paris.
Le Bret, 2, avenue Marceau, Paris.
Lefebvre, 10, rue Émile-Allez, Paris.
Legrand (Émile), 110, boulevard Haussmann, Paris.
Legros (René), Constructeur, 19, place de l'Hôtel-de-Ville, Fécamp.
Lehivers, Edl. L. L. D., 66, Holland Park Avenue, Londres.
Lehott (Paul), 23, rue de Rigny, Nancy.
Lemaire (Léon), 21, rue des Coutures, Puteaux (Seine).
Lempereur (Louis), 81, rue Jouffroy, Paris.
Leniau, 20, rue Taitbout, Paris.
Lepage (Alphonse), 61, rue La Boétie, Paris.
Le Perdriel (Albert), 49, avenue de Villiers, Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Lesourd (Charles), 33, rue Néricault-Destouches, Tours.
Lessieux (Henri), Réthel (Ardennes).
Létang (Marc), 272, Faubourg-Saint-Honoré, Paris.
Letort (Alfred), 123, boulevard de la Gare, Paris.
Level (Gaston) 26, rue Saint-Pétersbourg, Paris.
Lévy (Armand), 3, rue Vignon, Paris.
Liégeard (Gaston), à Brochon, par Gevrey (Côte-d'Or).
Ligeron (Claude), 27, boulevard Bonne-Nouvelle, Paris.
Limasset (Julien), à Laon (Aisne).
Limburg, J. P. A. (Comte de), Stirum Osterbeck (Pays-Bas).
Linzeler (Marcel), 56, rue de la Victoire, Paris.
Longuemare, 12, rue du Buisson-Saint-Louis, Paris.
Longuemare (Fernand), 12, rue du Buisson-Saint-Louis, Paris.
Loreau (René), Briare (Loiret).
Lorieux, 45, rue Galilée, Paris.
Lorilleux (Charles), 157, rue de la République, Puteaux (Seine).
Lot (Georges), 21, rue Ruhmkorff, Paris.
Love (James-Frédéric), 78, rue du Rocher, Paris.
Lusson (Joseph), 5, rue Saint-Georges, Paris.
Lux (Frédéric), Mannheim (Allemagne).
Lyon (Max), 83, avenue du Bois-de-Boulogne, Paris.

M

MM. Macdonald, 5, rue Édouard-Detaille, Paris.
Maillard (Émile), 50, rue de Rome, Paris.
Malesset, 22, rue de l'Hôtel-de-Ville, Neuilly-sur-Seine.
Manchard, 47, rue Saint-Ferdinand, Paris.
Manen (Paul), 11, quai d'Orsay, Paris.
Mangin, commandant, place Saint-Thomas-d'Aquin, Paris.
Marly (Henry), 7, rue de la Tour-de-Gassies, Bordeaux.
Marot (Philippe), à Corbie (Somme).
Marret (Charles), 76, avenue de Wagram, Paris.
Martin (John), rue Richemond, Genève (Suisse).
Martinand (Joseph), industriel, à Jœuf (Meurthe-et-Moselle).
Masi (Louis), 5, quai Polustroff, Saint-Pétersbourg (Russie).
Maxiwerke, Electricitas et Automobiles Gesellschaft-Koln.
Meaux (de), 39, rue Saint-Dominique, Paris.
Menier (Henri), 8, rue Alfred-de-Vigny, Paris.
Michaud (Jules), 96, rue d'Assas, Paris.
Michelin (André), 105, boulevard Péreire, Paris.
Michiels (A.), Graetheide Station Sittard, Limburg (Hollande).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Mieg (Paul), 78, rue Mozart, Paris.
Mignon (Alexis), 3, rue de la Ferme, Neuilly (Seine).
Mignot, 9, rue des Pyramides, Paris.
Mildé (Ch.) fils et Cie, 51, 58, 60, rue des Renaudes, Paris.
Mix (Edgard), 12, boulevard des Invalides, Paris.
Molitor (Baron), Deutscher Automobil-Club, Sonmerst, 4°, à Berlin.
Monard, 33, cours Benoît-Saint-Denis, Paris.
Monet (Adolphe), Châlons-sur-Marne.
Mongin (E.), 34 à 40, avenue Philippe-Auguste, Paris.
Montefiore (Beppino), 76, rue Miromesnil, Paris.
Montgolfier (A. de), à Saint-Chamond (Loire).
Moreau, 28, avenue Bugeaud, Paris.
Mors (Émile), 14, boulevard Émile-Augier, Paris.
Morthon, 272, boulevard Raspail, Paris.
Mouter (Pierre), 11, rue Brunel, Paris.
Mühlbacher (Gustave), 63, avenue des Champs-Élysées, Paris.
Muller (Edmond), 24, rue Beaujon, Paris.
Murat (Le Prince), 28, rue de Monceau, Paris.

N

MM. Nagelmackers, château d'Angleur (Belgique).
Naicke, hôtel du Trocadéro, Paris.
Neubauer, 218, boulevard Péreire, Paris.
Neuville (H. de), 6, rue Halévy, Paris.
Nicodème, à Niéderbroon (Alsace).

O

MM. Olivéas et de Penha, 10, avenue Hoche, Paris,
Olivier (Lucien), 5, passage Lévy, Nantes.
Oppermann, ingénieur en chef des Mines, Marseille.
Oppermann (Fred.), à Yvoir (Belgique).

P

MM. Paccard, La Bellotte, Genève (Suisse).
Palargi (Francis), à Budapest (Hongrie).
Panhard (H.), 5, rue Royale, Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Panhard (René), 5, rue Royale, Paris.
Partin (Henri), 109, rue de Paris, Puteaux (Seine).
Pasqueau, 6, rue de la Trémouille, Paris.
Pasquet, rue Bergère, Paris.
Pécheur (Julien), à Cette (Hérault).
Pellerin (Auguste), 19, avenue de Madrid (Neuilly-sur-Seine).
Pellet, 8, place d'Iéna, Paris.
Périssé (Lucien), 67, rue d'Amsterdam, Paris.
Perray (Maurice), 88, rue de la Pompe, Paris.
Péter (Albert), château des Tours, par Saint-Étienne-des-Oullières (Rhône).
Petit (H.), 23, avenue des Champs-Élysées, Paris.
Pétréano, square Gutenberg, Boulogne-sur-Seine.
Peugeot, Audincourt (Doubs).
Peugeot (Louis), chez MM. Diétrich, Lunéville (Meurthe-et-Moselle).
Piat et Fougerol, Auxerre (Yonne).
Picard (Marcel), 10, rue Rochechouart, Paris.
Picot (Léon), 42, avenue d'Iéna, Paris.
Pollac (Charles), 4, sente des Hauts-Filets, Sèvres.
Porgès (Edmond), 11, avenue Friedland, Paris.
Potin (Julien), 7, rue Auber, Paris.
Potting (Comte Gustave), Vienne, I, Opergasse, 6.
Poupinel, 45, rue Boissy-d'Anglas, Paris.
Prévost (Georges), 4, place Saint-Michel, Paris.
Prost (Aimé), 60, rue de la Victoire, Paris.

Q

MM. Quantin, 5, impasse du Parc, Bruxelles.
Quérey (Alexandre), 119, rue de Montreuil, Paris.
Quinefault (Camille), château du Tertre, par Craon (Mayenne).

R

MM. Ragaine (Alexis), 6, rue d'Estrée, Paris.
Rechniewski (W. de), 1, avenue de l'Alma, Paris.
Récopé (Comte Edmond), 11, avenue d'Iéna, Paris
Rey, 23, avenue de Suffren, Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Rey (Jean), 22, rue Lafayette, Paris.
Richard (Von Stern), 11, Nibelungengasse, Vienne (Autriche).
Richard (Charles), 74, avenue Trivaux, Meudon (Seine).
Richard (Félix), 23, avenue de la Grande-Armée, Paris.
Richard (Lucien), 16, rue Courte-Épée, Dijon (Côte-d'Or).
Richemond (Pierre), 49, rue Ampère, Paris.
Richou (Ferdinand), 46, rue de la Gare, Châteauroux (Indre).
Riston (Victor), 3, rue d'Essey, Nancy (Meurthe-et-Moselle).
Rives (G.), 122, avenue des Champs-Élysées, Paris.
Robin (Maurice), 21, boulevard Saint-Germain, Paris.
Roche (Camille), à Rennes (Ille-et-Vilaine).
Rochemond (Baron Quinette de), 18, rue de Marignan, Paris.
Rohrbaker (J.), Wien 13/7 (Autriche).
Romilly (Paul Worms de), 7, rue de Balzac, Paris.
Rossel, à Audincourt (Doubs).
Rothschild (Baron Henri de), 41, avenue d'Iéna, Paris.
Rousseau (Paul), 2, rue Meyerbeer, Paris.
Roux (Albert), 54, boulevard du Temple, Paris.
Roy (Henry), 20, boulevard Poissonnière, Paris.
Ruef (Jules), 43, rue Taitbout, Paris.
Ryeland (Janssens), Saint-Nicolas (Belgique).

S

MM. Salleron (Jean), 110, rue du Bac, Paris.
Salvago (Nicolas), 19, boulevard de Courcelles, Paris.
Sarazin (Auguste), 48, rue Pergolèse, Paris.
Sard (J. de), 182, Faubourg-Saint-Honoré, Paris.
Sauerbach (Willy), 9, rue Chauchat, Paris.
Schlumberger (Alfred), 17, boulevard Haussmann, Paris.
Schneider, au Creusot.
Scholte, à Néderlansche, Metaaluarenfabriek Plantage Kerklaan, 31, Amsterdam.
Schuckert et Cie, à Nuremberg (Bavière).
Scotte (Joanny), 12, rue Hoche, Versailles (Seine-et-Oise).
Sébert (Général), 14, rue Brémontier, Paris.
Serclaes (A.), 6, rue Pierre-Legrand, Paris.
Serclaes de Wommerson (Baron de), 43, marché Saint-Jacques, Anvers.
Serpollet (Léon), 11, rue Stendhal, Paris.
Simms (Frédéric), 4, Whitehall Court, Londres.
Société anonyme d'Électricité, 221, rue de l'Université, Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM. Société Italiana Bernardi, 2999, via S. Massimo, Padoue (Italie).
Soignac (Louis), 67, rue de la Victoire, Paris.
Sommier, 57, rue de Ponthieu, Paris.
Sordoillet, 106, rue Cardinet, Paris.
Souza (de), 198, boulevard Saint-Germain, Paris.
Spitz (Alexandre Von), 33, boulevard Haussmann, Paris.
Spooner (Stanley), 62, St. Martins Lane, Londres.
Spyker (J.), Trompenbourg, Plantage, Kerklam, Amsterdam.
Staatsbahnen, Kaiserlicher-Rath, Lemberg (Autriche).
Stern (Alfred), 29, rue de Châteaudun, Paris.
Strangman (Dim.), 38, rue Desbordes-Valmore, Paris.
Suplee (Harrisson), 120, Liberty, New-York.
Szymanski (Emmanuel), Ingénieur au Ministère des chemins de fer à Vienne.

T

MM. Talleyrand-Périgord (le Comte A. de), 43/44, Luisenstrasse, Berlin.
Tarente (Prince de), 104, avenue Malakoff, Paris.
Taudin-Chabot, Degérloch, Stuttgart (Wurtemberg).
Thareau (Gabriel), 71, rue du Moulin-Vert, Paris.
Thiry (François), Pecq, Belgique.
Thorn (William), villa Saint-André, Pau (Hautes-Pyrénées).
Todd (Robert), 1, York Buldings, Adelphi, Londres.
Trabut-Cussac (Paul), 41, rue Fondaudège, Bordeaux (Gironde).
Turgan (Louis), 7, place Malesherbes, Paris.

U

MM. Underberg, rue de Coulmiers, Nantes (Loire-Inférieure).
Urban (Jules), 13, avenue des Arts, Bruxelles (Belgique).

V

MM. Valette (Comte de la), 62, boulevard Saint-Germain, Paris.
Van den Berghe, 9, rue de l'Athénée, Charleroi (Belgique).
Varennes (Léon), 6, boulevard Raspail, Paris.
Varennes (René), 42, avenue Flachat, Asnières (Seine).
Varrall (Robert), Constructeur à Eu (Seine-Inférieure).
Vauquelin (Julien), 16, rue de Sèvres, Paris.
Verdié (Eugène), 7, rue de Logelbach, Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MM Vermorel, Villefranche (Rhône).
Vernes (Frédéric), 38, rue de la Folie-Regnault, Paris.
Vernes (William), 14, rue de la Victoire, Paris.
Vicaire (Eugène), 30, rue Gay-Lussac, Paris.
Vignal (Joseph), 42, rue de la Tour-d'Auvergne, Paris.
Ville (Georges), 30, cours La Reine, Paris.
Villegas de Saint-Pierre (Comte Fernand de), 11, rue de Spa, Bruxelles (Belgique).
Vinet, 61, rue de Villiers, à Neuilly.
Vitali (Comte Georges), 7, rue de Tilsitt, Paris.
Vivarez, 15, rue Drouot, Paris.
Vuillemot (Raoul), 4, rue Chauveau-Lagarde, Paris.

W

MM. Walter (Georges), 79, rue Laugier, Paris.
Wickersheimer, 11, chaussée de la Muette, Paris.
Wobby, Beaumont, 4, Whitehall Court, Londres.
Wolfang, Freihervon Frestel, Vienne (Autriche).
Wolff, Docteur, à Berlin.

Z

M. Zanisch (Joseph de), 121, avenue des Champs-Élysées, Paris.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONGRÈS INTERNATIONAL D'AUTOMOBILISME

SÉANCE D'OUVERTURE

Constitution du Bureau

Programme des Travaux

Formation des Sections et de leurs Bureaux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LUNDI 9 JUILLET 1900

SÉANCE D'OUVERTURE

au Palais des Congrès, Place de l'Alma

EXPOSITION UNIVERSELLE

La séance est ouverte à dix heures un quart.

M. G. FORESTIER

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES, VICE-PRÉSIDENT DE LA COMMISSION D'ORGANISATION

MESSIEURS,

Je vous dois d'abord quelques mots d'explication sur la présence au fauteuil d'un membre du Congrès dont le nom n'est pas celui que vous avez pu voir sur les différentes notes que vous avez reçues.

M. Michel-Lévy était le Président de la Commission d'organisation ; c'est son nom qui a figuré au bas de toutes les convocations que nous vous avons envoyées, parce que c'est celui d'un savant universellement connu, et qu'avec lui, vous étiez assurés que les travaux auxquels il vous conviait ne pouvaient manquer d'être intéressants ; votre présence en si grand nombre le prouve. Malheureusement, la maladie a forcé M. Michel-Lévy à se rendre au Mont-Dore pour rétablir sa santé, et, à son grand regret, il ne peut vous souhaiter lui-même la bienvenue et vous remercier d'avoir avec tant d'empressement répondu à son appel.

M. Michel-Lévy avait été choisi par le Comité d'organisation pour présider à ses travaux, non pas seulement comme savant, mais surtout parce que, au moment de la naissance de l'industrie automobile, il avait été ce que vous me permettrez d'appeler « le bon tyran » ; c'est lui qui a guidé les premiers

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas des constructeurs avec une clairvoyance éclairée, un esprit de décision et d'énergie, et, en même temps de libéralisme, auquel je suis heureux de rendre justice; c'est lui qui a su empêcher l'administration d'arrêter notre développement, et c'est grâce à lui qne l'automobilisme a pu prendre ce magnifique essor.

(*Applaudissements.*)

Je m'acquitte avec plaisir de la partie facile de la tâche qu'il m'a déléguée : celle de remercier les nombreux membres étrangers qui ont répondu à notre invitation, la presse qui, par sa propagande, nous a été si utile, et sur laquelle nous comptons encore pour répandre les bonnes idées qui se feront jour dans nos discussions, ainsi que pour appeler l'attention du public et de l'administration sur les conclusions auxquelles nous serons conduits dans l'intérêt de tous.

Reste la mission plus difficile de vous exposer en quelques mots l'utilité du Congrès et le but de ses travaux.

Je n'ai nullement l'intention de dresser le plan et la marche que nous devons suivre dans nos études ni d'indiquer quelles délibérations nous devrons prendre ; je n'aurais pas l'autorité nécessaire pour le faire. Je veux simplement vous résumer brièvement les desiderata de l'industrie automobile. Ainsi réduite, la tâche me sera facilitée par ce que j'ai vu et appris pendant un mois, au cours des travaux du Jury de la classe 30 de l'Exposition.

J'ai pu ainsi examiner toutes les œuvres exposées en profitant des explications des exposants aux membres compétents du Jury. Ces réponses, toujours variées, quelquefois contradictoires, m'ont prouvé qu'il était absolument nécessaire qu'un Congrès vînt débrouiller ce chaos et, sinon nous indiquer des solutions définitives, au moins nous montrer quelle voie nous devions suivre pour espérer y arriver.

Dans cet exposé, je suivrai l'ordre des sections du Congrès; cela permettra, en même temps, à chacun de nous de choisir en connaissance de cause les sections aux délibérations desquelles il désirera prendre part.

Le Congrès International de l'Automobilisme comprend cinq sections :

La première section s'occupera des moteurs en général, mais plus particulièrement du moteur à vapeur et du moteur à mélange tonnant. Les membres que cette question intéresse pourront cependant présenter des observations relativement aux moteurs à air comprimé, aux moteurs à gaz comprimé, et tutti quanti.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PREMIÈRE SECTION

MOTEURS DIVERS

MOTEURS A VAPEUR

La machine à vapeur est arrivée, maintenant, à une telle perfection, qu'il semble à peu près inutile de discuter encore cette question dans un Congrès; cependant, les besoins spéciaux de l'automobilisme, en ce qui concerne le poids et l'encombrement, sont tels qu'à propos du moteur à vapeur d'intéressantes suggestions peuvent se produire quant au moyen de les réduire autant que possible.

Pour diminuer le volume d'eau à emporter, nous devons l'employer dans les meilleures conditions d'utilisation thermique, et par conséquent, l'employer à une haute pression qui, pour certaines voitures, atteint déjà jusqu'à 18 et 20 kilogrammes; il faut donc porter sa température à un degré élevé. Dans ces conditions, n'est-il pas à craindre — et c'est une question qui sera discutée — que les tiroirs de distribution, les stuffing-boxes, etc., soient exposés à être brûlés? N'y aurait-il pas intérêt à substituer au moteur à double effet avec distribution par tiroir le moteur à simple effet avec distribution par soupapes? Voilà un sujet d'intéressantes et utiles discussions.

A côté de cette question, nous avons à considérer celle de l'emploi économique de l'eau avec le système Compound, à savoir si ce système peut procurer une économie avantageuse grâce à l'emploi de la vapeur travaillant successivement sous deux pistons à des pressions décroissantes.

Le moteur Compound offre un autre avantage bien précieux avec les variations de résistance si considérables qu'entraîne le profil accidenté des routes, celui de pouvoir donner un coup de collier en faisant travailler les deux pistons à pleine pression; la durée de ce coup de collier dépendra évidemment de la quantité de vapeur que la chaudière pourra fournir par tirage forcé.

La puissance et la rapidité de vaporisation des chaudières constituent donc une des questions les plus importantes pour l'automobilisme à vapeur.

Depuis quelque temps on a une tendance à modifier la forme et le volume des espaces capillaires portés à la température de caléfaction de l'eau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Est-il possible de donner aux chaudières tubulaires ordinaires une puissance de vaporisation suffisante ? C'est une question que nous devrons étudier. Nos petites chaudières ont adopté le tube d'eau, abandonnant la voie suivie pour les chaudières chauffées au coke ou à la houille; cette solution doit-elle être adoptée définitivement? Nous attendons des travaux actuels la réponse à cette question.

L'automobilisme se partage en deux branches bien distinctes : l'automobilisme industriel, pour lequel l'économie est tout ; l'automobilisme de sport, de plaisir, pour lequel le confort et l'agrément de la promenade sont les desiderata essentiels.

Au point de vue de l'économie du combustible, le coke et la houille ne semblent pas pouvoir être remplacés dans l'automobilisme industriel, qui pour un service régulier a toujours la facilité d'assurer le renouvellement de l'eau et l'approvisionnement de la houille ou du coke.

Au contraire, pour l'automobilisme de sport et de promenade, bien d'autres questions priment celle de l'économie : les difficultés du renouvellement de l'eau, l'encombrement et le poids du moteur Compound, l'ennui surtout d'avoir un chauffeur, si nécessaire même quand on chauffe au coke : toutes ces questions rendaient utile l'étude de l'application au chauffage du combustible liquide. De plus, en supprimant la nécessité du tirage forcé par la vapeur d'échappement, ce mode de chauffage permet de récupérer l'eau par condensation et fait ainsi disparaître une des grandes sujétions de l'automobilisme sportif à vapeur.

MOTEURS A MÉLANGE TONNANT

Passons au moteur à mélange tonnant du cycle à quatre temps, qui est presque le seul employé.

Sur ce moteur, les données scientifiques sont bien incomplètes encore ; on pourrait même dire que l'empirisme règne en maître dans cette matière. Malgré de nombreux travaux, la théorie ne peut pas indiquer de règles précises pour calculer un moteur à mélange tonnant comme on calcule un moteur à vapeur. Abandonnés à eux-mêmes, les inventeurs battent tous les sentiers, à la recherche du *rara avis;* mais la confusion est grande dans cet ordre d'idées, surtout quant aux proportions à adopter dans les dimensions des cylindres et de la chambre d'explosion. Sur cent cinquante moteurs que nous avons eu à examiner à l'Exposition, nous avons cherché à démêler la proportion à adopter entre la course et l'alésage, entre la cylindrée et la chambre d'explo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sion ; c'est la confusion des confusions ! Il y a là, on le voit, des questions tout à fait dignes de retenir l'attention des constructeurs. Ce sont peut-être celles sur lesquelles les délibérations d'un Congrès compétent sont appelées à faire le plus utilement la lumière.

Le moteur à mélange tonnant a cet inconvénient d'être à puissance constante ; lorsque la résistance augmente, la vitesse diminue ; pour faire disparaître cet inconvénient dans l'automobilisme de promenade ou de course, on est obligé d'augmenter le nombre des cylindres et la force des moteurs.

De ce qu'en vue de coups de collier le moteur à mélange tonnant est plus puissant qu'il ne faut pour le travail normal, découle la nécessité d'un réglage de la vitesse. Les régulateurs employés sont de deux types distincts comme effet. Les uns agissent sur l'aspiration, les autres sur l'échappement. Chacun d'eux a ses partisans convaincus des avantages du système qui a ses préférences et des inconvénients du système opposé.

Espérons que vous pourrez élucider le débat et nous dire dans quelles conditions l'étranglement de l'aspiration est préférable à la suppression de l'échappement.

La variabilité de la puissance du moteur à mélange tonnant constitue aussi un problème très important dont la solution n'est pas encore entrée dans le domaine de la pratique ; on la cherche de tous les côtés, espérons qu'elle sortira de la discussion des travaux du Congrès.

Une autre question soulevée par l'emploi du moteur à mélange tonnant, c'est celle de la trépidation des plus désagréables, à laquelle on est exposé, lorsque, pour un court arrêt, on ne veut pas arrêter le moteur. Cette question a beaucoup préoccupé les constructeurs, il y a tout lieu d'espérer que nous arriverons bientôt à une solution satisfaisante, car nous avons à l'Exposition plusieurs moteurs dans lesquels le problème semble résolu d'une manière assez satisfaisante. Différents systèmes ont été employés pour arriver à ce résultat. La première idée a été de placer les cylindres dans une position horizontale, car on attribuait à leur position verticale, si commode pour la lubrification, la principale cause de la trépidation que l'on voulait faire disparaître ; mais cette dernière persista dans les nouveaux moteurs ainsi construits.

On a cherché à équilibrer les masses en mouvement comme on le fait dans les locomotives par l'addition de poids additionnels. On a perfectionné ce système en imprimant à deux volants des mouvements de rotation opposés en les commandant par deux bielles recevant leur mouvement soit d'un seul piston, soit de deux pistons.

On a donné ensuite aux pistons un mouvement symétrique pour que le centre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de gravité se déplaçât le moins possible; au lieu de produire les explosions à l'extrémité du cylindre où se déplace le piston, on a enflammé le mélange tonnant au milieu du cylindre dans lequel deux pistons pressaient des mouvements inverses; de cette façon, théoriquement, le centre de gravité du système ne devait pas se déplacer sensiblement. Seulement, il fallait maintenir aux deux pistons un mouvement parfaitement symétrique, et plusieurs systèmes ont déjà été inventés pour les solidariser. Il y a différents dispositifs qui ont tous donné des résultats satisfaisants. Ils figurent à l'Exposition : l'examen au Champ de Mars et à Vincennes des divers modèles permettra sans doute de déterminer le sbstème qui doit être préféré.

CARBURATEUR

Quel que soit le système adopté pour l'équilibrage ou pour la variabilité de la puissance du moteur à mélange tonnant, le carburateur est un organe essentiel que nous ne pouvons passer sous silence.

Il a, vous le savez, pour but de former un mélange explosif avec l'air et les vapeurs de l'hydro-carbure adopté.

Les carburateurs sont de plusieurs types. Le plus simple est le carburateur par barbotage, léchage, etc. où l'air convenablement échauffé passe dans l'essence et en entraîne par vaporisation la quantité nécessaire.

Le plus employé dans les gros moteurs est le carburateur par pulvérisation où l'hydrocarbure liquide est entraîné en proportion déterminée par le courant d'air, puis brassé avec lui dans des chicanes.

Depuis quelque temps on a une tendance à employer des distributeurs qui introduisent à chaque coup de piston un volume fixe de l'hydrocarbure.

Bien des inventeurs ont proposé ce qui pour eux est le carburateur idéal. La discussion montrera les défauts de la plupart d'entre eux et les résultats satisfaisants obtenus par quelques-uns.

INFLAMMATION

Après avoir obtenu un mélange tonnant, il faut le faire exploser au moment opportun.

D'où découle la question de l'inflammation? Pendant longtemps elle a eu lieu par tubes incandescents. Ils ont encore des partisans fanatiques. Cepen-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dant peu à peu ils cèdent la place à l'étincelle électrique qui offre l'avantage de l'avance variable à l'allumage ; mais comment obtenir cette étincelle? Quelle source d'énergie employer ? Piles sèches, accumulateurs, magnétos sont employés. Il reste à déterminer non pas quel est le meilleur mode, mais dans quelles circonstances spéciales, chacun de ces modes d'allumage peut être préférable.

REFROIDISSEMENT

L'énergie calorifique produite par l'explosion n'est pas tout entière transformée en énergie mécanique. Une bonne partie malheureusement sert à élever la température des parois du cylindre. Pour empêcher cette température d'atteindre un degré compromettant la lubrification du piston on a dès l'origine, cherché à la modérer.

Pour les moteurs de faible puissance employés au début des véhicules automobiles légers, on s'est contenté de refroidissement par le courant d'air que crée la vitesse.

Pour accroître l'action de l'air, laquelle est fonction de la surface, on a augmenté celle-ci par des ailettes venues de fonte avec le cylindre.

Pour une certaine puissance (4 à 5 chevaux) même avec cette amélioration, l'action de l'air ne suffit plus et il faut recourir au refroidissement par l'eau.

Ce dernier mode comprend trois dispositifs différents. Le refroidissement par vaporisation de l'eau qui entoure le moteur, ce dernier étant par suite maintenu à une température constante. Le refroidissement par circulation de l'eau qui après s'être échauffée dans son passage autour du moteur passe dans un réservoir et s'y refroidit pour recommencer.

Cette circulation peut être obtenue par une pompe actionnée le plus souvent par le volant ou en profitant de la différence de densité qui existe entre l'eau froide de la bâche et l'eau chaude du moteur comme dans les thermosiphons.

Dans ces différents systèmes, l'eau sort échauffée au point de ne plus pouvoir agir efficacement et disparaît soit par évaporation, soit par vaporisation.

Depuis quelques années, on évite cette consommation d'eau en interposant entre le réservoir et le moteur des radiateurs qui, sous l'action de l'air, refroidissent ou condensent l'eau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au fond, comme avec les ailettes, c'est le refroidissement par l'air qu'on emploie, mais en le faisant agir par l'intermédiaire de l'eau sur des surfaces autrement plus considérables.

Outre le maintien de la lubrification convenable du piston, le refroidissement du moteur augmente notablement sa puissance. Cette influence heureuse semble devoir être attribuée en particulier au refroidissement de la chambre d'explosion qui augmente le poids de mélange tonnant introduit lors de l'aspiration.

Ce phénomène a été mis en évidence par l'accroissement de puissance constaté dans les moteurs où on a substitué aux ailettes une circulation d'eau autour de la seule chambre d'explosion.

Un mémoire des plus intéressants a été présenté sur le refroidissement du moteur à mélange tonnant par deux des constructeurs les plus compétents sur la matière.

DEUXIÈME SECTION

MOTEURS ÉLECTRIQUES

La deuxième section s'occupera du moteur électrique, qui est par excellence le moteur à puissance variable. Il est des plus faciles à monter sur une voiture, aussi est-il adopté de préférence aujourd'hui par les carrossiers; de plus, c'est le moteur qui altère le moins la forme élégante des caisses.

Lui aussi soulève bien des questions qui prêtent à la discussion. Ce moteur peut-il être impunément soumis aux trépidations? Devra-t-il être placé sur le châssis, séparé des essieux par des ressorts, ou pourra-t-il être porté directement par l'essieu, grâce à l'emploi de bandages élastiques?

De là l'emploi des systèmes de transmission déformable par chaîne ou de transmission rigide par engrenage direct du pignon monté sur l'arbre de l'induit avec une roue dentée montée sur le moyeu ou sur l'essieu de la roue motrice. Les deux écoles qui préconisent ces deux modes d'adaptation du moteur tiennent bon; on a compté cependant dans leurs partisans respectifs quelques transfuges. Les deux systèmes présentent assez d'avantages et assez d'inconvénients pour que la question ne soit pas encore tranchée d'une façon définitive.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le moteur électrique lui-même soulève des discussions qui partagent les théoriciens et les praticiens les plus compétents. Faut-il avoir un seul moteur ou deux moteurs montés en série ou en quantité? Vaut-il mieux avoir un moteur composé de deux induits tournant dans le même champ magnétique? Toutes ces questions méritent d'être l'objet de discussions approfondies.

La voiture électrique, tout le monde s'accorde à le reconnaître, offre de très grands avantages; grâce au confort qu'elle procure, elle est la voiture idéale pour les hommes d'affaires; mais malgré ses avantages incontestés, l'usage s'en répand moins vite que l'on pourrait le souhaiter.

Les accumulateurs, nés avec Planté, mais qui ne sont devenus applicables à la locomotion automobile sur route qu'après l'application du procédé de formation Faure, ont donné d'excellents résultats. Tout le monde a pu lire dans les journaux les résultats d'expériences pratiques; elles ont prouvé qu'il était facile d'obtenir des accumulateurs qui permettaient d'une manière normale des parcours de 50, 60 et 70 kilomètres, sans que leur poids dépassât la proportion de 25 à 30 °/₀ du poids total.

Pour nous, gens paisibles, gens de tout repos, la voiture électrique, dans ces conditions, satisfait à nos desiderata.

En attendant, en effet, qu'il y ait en France, tous les 40 à 50 kilomètres, une ville dotée d'usines électriques pour l'éclairage ou les tramways, nous nous bornons à désirer des voitures électriques pour le service urbain.

Des esprits plus aventureux ont cherché au contraire à pouvoir faire 150 et même 200 kilomètres; c'est un tour de force qui ne signifie pas grand chose, car il suffit d'augmenter le poids des accumulateurs et, d'ailleurs, rien ne prouvera que ces accumulateurs employés puissent supporter longtemps un pareil régime.

Même en nous bornant à l'accumulateur qui donne 60 kilomètres, combien de temps peut-il durer en supportant les variations de débit nécessaires au service urbain dans une ville au relief aussi accidenté que la ville de Paris? L'expérience n'a pas encore prononcé sur ce point.

Combien coûtent l'amortissement et l'entretien de ces batteries? Nous avons quelques renseignements provenant des Compagnies qui se sont fondées depuis deux ans pour exploiter des services de voitures électriques et nous pouvons penser qu'avec une dépense de 4 ou 5 francs par jour, on peut entretenir et renouveler l'accumulateur.

L'énergie électrique ne coûte presque rien et son prix ira toujours en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

baissant, car la production s'obtient très économiquement. Nous croyons donc à l'avenir de la voiture électrique et nous appelons l'attention sur l'amélioration des accumulateurs.

TROISIÈME SECTION

QUESTIONS COMMUNES A TOUS LES MOTEURS

(Châssis, Transmissions et Carrosserie)

TRANSMISSIONS

Toute transmission comporte une démultiplication du mouvement du moteur, car, même avec la machine à vapeur, vu le peu d'encombrement que nous pouvons accepter, nous sommes obligés de donner au moteur des dimensions telles qu'il faut compenser par le nombre des coups de piston l'insuffisance de travail moteur de chacun.

Pour les moteurs qui, comme la machine à vapeur et surtout comme les moteurs électriques, sont à puissance variable et susceptibles de donner des coups de collier, nous pouvons nous contenter d'une démultiplication constante.

CHANGEMENTS DE VITESSE

Pour les moteurs à puissance constante, comme le moteur à mélange tonnant, il faut pouvoir compenser par une diminution de vitesse l'augmentation de résistance. La transmission dans les voitures à mélange tonnant comporte donc forcément un organe de changement de vitesse.

Le type de transmission, le plus simple à comprendre, comportant le changement de vitesse et de marche consiste en un certain nombre de courroies passant sur des poulies de diamètres convenables pour donner la vitesse ou la marche que l'on désire ; mais ce dispositif est très encombrant et on y a renoncé peu à peu. Quelques constructeurs conservent encore l'emploi de la courroie, mais seulement pour la transmission du mouvement du moteur à l'organe de changement de vitesse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce changement de vitesse à engrenages peut être assuré par différents procédés; le plus ancien est le train baladeur, où l'on fait circuler, sur un carré, des roues dentées ayant des diamètres convenables et où l'on met en prise la roue qui convient à la vitesse que l'on désire.

Si l'on veut engrener cette roue alors que le moteur a une vitesse différente de celle que l'on veut imprimer au véhicule, il s'ensuit des chocs. L'on n'entend que trop souvent sur nos boulevards des bruits qui indiquent que bien des conducteurs ne savent pas changer de vitesse.

Ces bruits ne sont pas seulement désagréables, ils témoignent de chocs sur des parties peu faites pour y résister.

Pour remédier à cet inconvénient, on a imaginé de laisser en prise toutes les roues dentées correspondant aux diverses vitesses et de caler sur son axe celle qui correspondait au besoin du mouvement. Dans ce dispositif, le choc, produit par un changement de vitesse intempestif, a lieu sur des pièces établies pour y résister.

Les divers systèmes que l'on propose pour réaliser ce desideratum figurent à l'Exposition, ainsi que les changements de marche et l'on peut y faire son choix en connaissance de cause.

DIFFÉRENTIEL

Sur rails le déplacement en ligne droite est l'idéal cherché; sur la route au contraire on peut dire que la piste sinueuse est la règle.

Dès lors, il faut que dans la transmission d'une voiture pourvue d'un seul moteur se trouve un organe permettant à chaque roue motrice de prendre le mouvement qui correspond à sa trajectoire.

Cet organe est le différentiel inventé par Pecqueur en 1828, puis, perdu de vue par les constructeurs qui ont imaginé une foule de dispositifs pour le remplacer jusqu'au jour où l'un d'eux l'a retrouvé.

Après avoir joui d'une faveur incontestée, le différentiel est aujourd'hui accusé, par certains, d'une foule de méfaits. Pour y échapper, quelques constructeurs préfèrent recourir à un moteur distinct pour chaque roue motrice; c'est des plus faciles avec les moteurs électriques; un peu plus compliqué avec le moteur à vapeur. On ne l'a pas tenté avec le moteur à mélange tonnant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour ce dernier quelques constructeurs ont remplacé l'engrenage à pignons satellites par des encliquetages divers qui figurent à l'Exposition où vous pourrez les étudier avec fruit.

FREINS

Nos voitures automobiles doivent être rapides, mais il importe qu'en cas d'encombrement, elles puissent s'arrêter facilement pour ne pas causer d'accidents. Il faut donc qu'elles soient munies de freins. Les règlements leur en imposent deux. L'un doit être conjugué avec le débrayage, il serre sur un des arbres intermédiaires de la transmission, le plus souvent sur celui qui porte le différentiel. L'autre doit pouvoir agir directement sur les roues dans le cas où l'organe de jonction entre la roue et le différentiel viendrait à se briser ou à se détacher comme cela arrive quelquefois avec les chaînes.

Sur les pentes, ces freins sont aussi nécessaires pour empêcher la voiture de prendre des vitesses exagérées.

DIRECTION

Il y a encore un organe essentiel du châssis : c'est celui qui est destiné à assurer la direction de la voiture.

Nous avons la chance de compter parmi nous MM. A. Bollée et Jeantaud, les premiers inventeurs de bonnes directions, c'est-à-dire de celles dans lesquelles les deux fusées des roues directricer prolongées viennent rencontrer l'essieu arrière en un même point, centre de rotation instantané du système.

La direction du premier repose sur ce que nous appelons le principe de la direction en V, parce que les deux bielles de connexion des roues sont reliées aux branches d'un V mobile autour de sa pointe.

Chez M. Jeantaud les bras des pivots et la bielle de connexion forment un trapèze placé à l'arrière de l'essieu.

On trouve à l'Exposition de multiples modèles de bielles de conneeion et de dispositifs de transmission du mouvement de la main du conducteur aux bras des pivots des roues.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

QUATRIÈME SECTION

RÉSISTANCE

que développe le déplacement de la voiture et puissance à donner aux moteurs pour la vaincre.

La résistance provient principalement du frottement de roulement des roues sur la chaussée, de la pression de l'air et du frottemunt de glissement des fusées sur la boîte de moyeu. Cette dernière cause de résistance était autrefois importante : les essieux alors en bois étaient enduits de suif et, dans les premières voitures, la boîte de moyeu se composait de trois ou quatre anneaux en fer. A ce moment on admettait que le frottement de glissement atteignait de 100 à 120 kilogrammes par tonne. Avec les fusées à bain d'huile il est tombé dans les environs de 10 kilogrammes. Les améliorations à réaliser ne porteraient plus maintenant que sur un effort résistant infime puisqu'il est égal au produit du coefficient indiqué par le rapport des diamètres de la fusée et de la roue.

Aussi beaucoup de constructeurs répugnent-ils à l'emploi des roulements à billes qui ramènent le coefficient à 5 kilogrammes, mais qui exposent à quelques chances de pannes supplémentaires.

Le second effort résistant vient du frottement de roulement sur la chaussée.

Le roulement, lorsqu'il se produit sur une surface bien unie, est une simple fonction du poids, en raison inverse du diamètre des roues qui ne change pas avec la vitesse. Malheureusement, nos chaussées, malgré les efforts que nous faisons pour les rendre dignes de vos voitures, ne sont pas unies, sauf celles qui sont asphaltées.

Le plus souvent, elle renferment des cavités que nous appelons en jargon de métier des flaches ou ornières. Elles accroissent un peu le coefficient du frottement de roulement; mais ce qui a surtout de l'influence sur l'augmentation de l'effort résistant, ce sont les aspérités dont sont parsemées nos chaussées surtout en vieux pavés et même en macadam. Dans ce cas, la résistance est fonction de la vitesse et croît rapidement avec elle.

La suspension joue un rôle heureux dans la réduction de cet accroissement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de résistance avec la vitesse. Autrefois avec leurs bandages métalliques indéformables les roues et par suite les essieux recevaient directement le choc de toutes les aspérités.

Le cyclisme a montré les précieux avantages des bandages élastiques et l'application de ces bandages aux roues des voitures a fait disparaître une partie de ces chocs qui n'avaient pas seulement l'inconvénient d'augmenter la résistance, mais qui soumettaient les voyageurs à des trépidations désagréables et qui compromettaient la solidité du système moteur.

Des discussions qui s'engagent actuellement sur les résultats obtenus avec l'intervention des bandages élastiques se dégageront peut-être les mesures à prendre pour rendre plus durables et économiques ces bandages sans lesquels l'automobilisme de vitesse n'aurait pu prendre aucun essor.

La résistance au mouvement qui provient de la pression de l'air est fonction de la vitesse et de la surface de la projection du véhicule sur un plan normal au sens de son mouvement.

Théoriquement cette résistance doit être proportionnelle au carré de la vitesse; mais comme la forme de la voiture intervient encore plus que sa surface, il est bien difficile de déterminer les coefficients pratiques nécessaires pour calculer la résistance en question.

Seuls les concurrents qui à la course d'Achères ont battu les records des voitures électriques pourraient nous fournir quelques renseignements; jusqu'à présent ils ne les ont pas donnés.

CINQUIÈME SECTION

QUESTIONS D'ORDRE GÉNÉRAL

En ce qui concerne les résultats économiques obtenus dans l'automobilisme industriel, un très intéressant rapport vous fera connaître tous les renseignements qu'il a été possible de recueillir à ce sujet. Au point de vue de l'automobilisme appliqué au transport rapide des voyageurs, l'industrie est arrivée à nous doter de véhicules avantageux à la fois pour le public et pour les Sociétés qui s'occupent de ce transport.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Avec notre goût du tourisme et les vitesses dont nous disposons, il n'y a plus de frontières pour nous arrêter. La question des formalités en douane prend donc une importance inattendue. Elle sera traitée en détail et vous aurez à émettre des vœux sur la simplification de ces formalités.

TRANSPORT PAR CHEMIN DE FER

Quel que soit notre amour de la route, il est bien des circonstances où nous avons besoin de profiter du chemin de fer pour transporter notre voiture au point où commenceront nos excursions automobiles.

Jusqu'à ce jour les tarifs qui nous sont appliqués sont pour ainsi dire prohibitifs surtout pour les voitures légères. En tout cas ils sont restés les mêmes qu'à l'époque où ils avaient été établis pour le transport des antiques diligences, comme le prouve la clause qui permet à deux ou trois voyageurs de se placer dans la voiture hissée sur son truck.

Comme nous vous supposons peu désireux de jouir des douceurs de ce mode de circulation, nous comptons vous soumettre un projet de résolution à cet égard.

INTERCHANGEABILITÉ

Nous devons avouer que dans la visite de la classe 30 notre amour-propre de Français a quelque peu souffert de certains résultats obtenus par nos rivaux.

En Amérique, surtout, nous avons constaté que toutes les pièces d'une bicyclette, les plus accessoires comme les plus essentielles, étaient interchangeables d'une bicyclette à l'autre. De sorte qu'en quelque endroit qu'un cycliste américain se trouve, il est sûr de trouver instantanément la roue dont il a besoin, le raccord qui lui est nécessaire.

Combien d'entre vous dans leurs voyages n'ont-ils pas éprouvé l'ennui d'avoir une bicyclette d'un modèle spécial dans laquelle, non seulement les principaux organes sont brevetés, mais dans laquelle, même le plus petit détail est d'une forme ou de dimensions spéciales au constructeur. Il y en a même, dit-on, qui tournent à gauche leurs écrous, tandis que leurs concurrents les tournent à droite.

Cet état de choses est très préjudiciable à tout le monde, au public qui est fort souvent embarrassé et même au constructeur qui ne peut évidemment

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fabriquer économiquement lui-même un petit nombre de pièces et perd ainsi la possibilité de s'adresser à un industriel qui fabriquerait à bon marché les mêmes pièces pour tous les constructeurs.

Il y a longtemps que pour la voiture automobile le même défaut se fait sentir. Les constructeurs cherchent à réagir contre cette manière de procéder et ils ont demandé à l'Automobile Club d'entreprendre ce que le Touring Club a réalisé pour l'industrie de la bicyclette, de rechercher le moyen d'arriver à l'unification de toutes les pièces.

Sur cette importante matière l'union des chauffeurs et des constructeurs est indispensable pour essayer de mener à bien cette question de l'unification des pas de vis et des diamètres.

* * *

Nous voici arrivés à la fin de cet exposé peut-être un peu long, mais qu'il nous a paru utile de faire pour préciser un certain nombre de points que vous aurez à élucider ; il ne me reste plus qu'à dire quelques mots de la question historique de l'industrie automobile.

HISTORIQUE DE L'AUTOMOBILISME

L'automobilisme, c'est-à-dire le besoin de faire à toute allure à des vitesses inconnues de nos parents, un nombre incalculable et, quelquefois fantastique de kilomètres, est né depuis cinq années à peine, il s'est rapidement répandu sur le monde entier.

L'on pourrait croire au premier abord, à une épidémie spontanée qui a sévi tout à coup, il n'en est rien.

En France, les premiers essais de traction mécanique sur route remontent au siècle dernier, à la voiture de Cugnot, qui a fait son apparition en 1771.

Ici encore, comme pour toutes les grandes inventions, rien n'est plus intéressant que de suivre les tentatives successives des inventeurs, de voir leur retour en arrière, leurs progrès définitifs, et ce n'est pas sans un grand étonnement et un certain plaisir que l'on retrouve employés par les premiers champions de l'automobilisme, des dispositifs que l'on nous présente aujourd'hui comme nouveaux, alors qu'ils avaient dû être abandonnés après des essais infructueux. Quelques-uns de ces dispositifs étaient dignes d'être repris et ils l'ont été avec succès, grâce au progrès de l'industrie qui a permis de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vaincre des difficultés autrefois insurmontables ; d'autres étaient réellement mauvais et ne méritent pas la faveur passagère dont ils peuvent être actuellement l'objet.

Il est encore une question sur laquelle je ne puis m'empêcher d'attirer l'attention. Si l'automobilisme a pris seulement depuis cinq ans une extension considérable, c'est que les constructeurs, les inventeurs n'avaient eu, jusqu'alors, à leur disposition que le moteur à vapeur. Il exige, en effet, une connaissance approfondie de la mécanique, difficile à rencontrer dans les foules, ainsi qu'une prudence de conduite qui n'est pas donnée à tout le monde ; dans ces conditions, l'automobilisme ne préoccupait qu'un très petit nombre de chercheurs intelligents. Au contraire, lorsque, il y a cinq ans, le moteur à pétrole vint nous doter d'un appareil plus léger d'abord et plus facile à conduire, les inventeurs s'en emparèrent, et le public lui fit bon accueil. Le cyclisme avait, en effet, donné à tous le goût du déplacement, l'amour de la vitesse, et aussi ne l'oublions pas — l'habitude de la petite mécanique nécessaire à tous les vrais cyclistes; nous savions nettoyer notre machine, démonter une roue, un pignon denté, remplacer une chaîne; nous connaissions l'utilité de resserrer à temps telle ou telle partie.

Quand le moteur à pétrole fit son apparition, les esprits étaient déjà préparés aux longues distances à parcourir, les mains étaient expertes aux soins à donner à une machine, et aux réparations des légères avaries. C'est là le très grand service qu'à rendu à l'automobilisme son devancier, le cyclisme.

L'AUTOMOBILISME EN ANGLETERRE EN 1836 ET SA DISPARITION

Aux alentours de 1836, la traction mécanique sur route était déjà prospère en Angleterre; l'industrie de ce pays s'apprêtait à recueillir les bienfaits de cette nouvelle source de travail, lorsque, par une mesure draconienne dont on ne s'explique pas le but, l'administration anglaise, cependant si libérale d'ordinaire, imposa aux voitures automobiles des vitesses ridiculement faibles. Instantanément, la voiture nouvelle disparut au grand détriment de l'industrie anglaise.

Il a fallu le succès de l'automobilisme en France pour que, en Angleterre, on s'aperçût de la faute qui avait été commise en 1836, et pour que le Parlement, sur les instances de plusieurs partisans de l'automobilisme en Angleterre, modifiât cette loi prohibitive.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RÉGLEMENTATION DE L'AUTOMOBILISME

Chose très curieuse, par un singulier retour des choses d'ici-bas, c'est au moment où l'administration anglaise revient à ses traditions de libéralisme que nos industriels et nos chauffeurs ont à subir tous les inconvénients de la réglementation abusive dont nous sommes l'objet de la part de nos administrateurs, qui veulent nous imposer des maxima de vitesse qui tueront l'automobilisme.

Il est donc essentiel de fixer une fois pour toutes les vitesses auxquelles nous avons droit, c'est-à-dire celles que nous pourrons employer sans inconvénient asssi bien pour les tiers que pour nous.

Aux savants, aux praticiens de nous dire jusqu'à quelle vitesse les freins seront efficaces pour empêcher nos voitures de heurter un obstacle se présentant subitement sur leur route. Aux constructeurs à nous apprendre quels moyens ils peuvent mettre à notre disposition pour nous permettre, à une vitesse donnée et en présence d'un obstacle, de prévenir un accident. Aux voituristes qui, je l'espère, seront de jour en jour plus nombreux, à montrer avec quelle habileté ils manient les moyens mis à leur disposition.

Ainsi éclairée par la science et par la pratique, l'administration pourra nous permettre la vitesse dont nous avons besoin, car la voiture automobile doit, — je le répète, — être rapide ou elle ne sera pas.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONSTITUTION DU BUREAU

FORMATION DES SECTIONS ET DE LEURS BUREAUX

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, maintenant que je vous ai montré le but que nous nous sommes proposés en vous réunissant en Congrès, il me reste à vous inviter à procéder à l'organisation du bureau et à la formation des sections et de leurs bureaux.

M. JEANTAUD. — Je demande la parole.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Jeantaud.

M. JEANTAUD. — Après le résumé si clair et si précis, qui vient d'être présenté par M. Forestier, des questions que nous aurons à traiter, je crois, messieurs, être votre interprète à tous, en vous proposant de nommer Président du Congrès, M. Forestier.

(*Applaudissements. — Approbation unanime.*)

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, j'accepte avec reconnaissance l'honneur que vous me faites de m'appeler, en l'absence de M. Michel-Lévy, à la présidence de ce Congrès; seulement, je crois répondre à votre désir à tous en vous proposant de nommer Président d'honneur le savant éminent dont nous regrettons tant l'absence.

(*Cette proposition est votée par acclamation.*)

M. LE PRÉSIDENT. — Maintenant, messieurs, je vous proposerai de mettre notre Congrès sous la présidence d'honneur des membres des Automobiles-Clubs qui ont bien voulu nous envoyer des délégués pour nous témoigner l'intérêt qu'ils portent à nos travaux.

(*Cette motion est acceptée*).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Puisque telle est votre manière de voir, je propose de nommer Présidents d'honneur :

MM. Roger WALLACE, Président de l'Automobile-Club de Grande-Bretagne;
le Comte BISCARETTI, Président de l'Automobile-Club de Turin ;
le Comte VAN DER STRAETEN PONTHEZ, Président de l'Automobile-Club de Belgique ;
le Duc de RATIBOR, Président de l'Automobile-Club d'Allemagne ;
le Comte G. PÖTTING, Président de l'Automobile-Club d'Autriche ;
le Baron de ZUYLEN, Président de l'Automobile-Club de France.

Enfin, pour témoigner notre reconnaissance à la Société des Ingénieurs civils de France du bienveillant intérêt qu'elle a toujours témoigné à nos épreuves et à nos concours, nous proposons de nommer également Président d'honneur au Congrès, M. CANET, Président de la Société des Ingénieurs civils de France.

En conséquence, je mets aux voix ces différentes propositions.

(*Les propositions, mises aux voix, sont adoptées.*)

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, nous avons maintenant à compléter le bureau du Congrès.

Le Comité d'organisation m'a chargé de présenter à vos suffrages comme Vice-Présidents :

MM. Sir DAVID SALOMONS, Membre du Conseil d'administration de l'Automobile-Club de Grande-Bretagne ;
le Comte SIERSTORPFF, Délégué de l'Automobile-Club d'Allemagne ;
RUYS ORBAN, Délégué de l'Automobile-Club de Belgique ;
le Comte de DION, Vice-Président de l'Automobile-Club de France, déjà Vice-Président du Comité d'organisation et qu'un accident, heureusement sans gravité, a empêché de se joindre à nous ce matin.

Je mets aux voix ces propositions.

(*Ces propositions, mises aux voix, sont adoptées.*)

M. LE PRÉSIDENT. — Comme Secrétaires, le Comité d'organisation vous propose de nommer :

MM. le Comte de CHASSELOUP-LAUBAT;
JEANTAUD;
BOCHET;
VARENNES;
COLLIN.

(*Ces propositions mises aux voix, sont adoptées.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Reste, enfin, l'organisation des sections.

La première section pourrait être ainsi constituée :

1re SECTION. — Moteurs à vapeur, à explosion et divers.

Président : M. A. BOLLÉE père.

Vice-Présidents : MM. le Colonel MEUNIER, ROXENDORF, Comte de FAYOLLE, Baron de DIÉTRICH, A. PEUGEOT, de BEISTEGUI.

Secrétaires : MM. de TURKHEIM, LONGUEMARE, G. MOREAU.

Rapporteurs : MM. GROUVELLE et ARQUEMBOURG (*Le refroidissement des Moteurs*), MOREAU (*Les Moteurs à explosion*), FORESTIER (*Les Moteurs à mélange tonnant*).

(*Adopté.*)

M. LE PRÉSIDENT. — La seconde section comprendrait les noms qui suivent :

2e SECTION. — Moteurs électriques.

Président : M. MONMERQUÉ.

Vice-Présidents : MM. le Baron MOLITOR, MÉNIER Henri, SOLIGNAC, SCHUKERT, MOORE, KOLOWAT.

Secrétaires : MM. BAINVILLE, RECHNIEWSKI, GENTILHOMME.

Rapporteurs : MM. HOSPITALIER (*Les Moteurs électriques*), BAINVILLE (*Compte rendu du Concours d'Accumulateurs*).

(*Adopté.*)

M. LE PRÉSIDENT. — La troisième section se composerait comme suit :

3e SECTION. — Transmissions, Châssis, Carrosserie.

Président : M. le Commandant MENGIN.

Vice-Présidents : MM. HOWARD, CREUZAN, de la CHARLERIE, POZZY, JEANTAUD, KLOSE.

Secrétaires : MM. GAILLARDET, BOCHET, BARISIEN.

Rapporteurs : MM. CROUAN (*Une transmission pneumatique*), JEANTAUD (*Les Châssis et les Suspensions*), Carlo BOURLET (*Les Directions et les Roues directrices et motrices*), L. BOCHET (*Les Freins*), A. BOLLÉE père (*Les Détails de Construction*), GAILLARDET (*Les Transmissions*).

(*Adopté.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — La quatrième section comprendrait :

4e SECTION. — **Efforts de traction, Roues, Bandages.**

Président : M. FORESTIER.

Vice-Présidents : MM. COTTENET, MULHBACHER, POPP, CHAUCHART, HOLMÈS.

Secrétaires : MM. le Capitaine FERRUS, GOURDON.

Rapporteurs : MM. FORESTIER (*L'effort de traction*), MICHELIN (*Les Bandages élastiques*), Capitaine FERRUS (*Les Roues et leurs Essieux*).

M. LE PRÉSIDENT. — Enfin, la cinquième et dernière section serait contituée comme suit :

5e SECTION. — **Questions historiques, économiques et internationales.**

Président : M. BALLIF.

Vice-Présidents : MM. SZYMANSKY, de STERN, Robert LEBAUDY, KELETI, BERMEJO.

Secrétaires : MM. le Comte de CHASSELOUP-LAUBAT, GÉRARD-LAVERGNE.

Rapporteurs : MM. SAUVAGE (*L'Unification des Jauges*), BALLIF (*Les Formalités internationales pour le passage des Véhicules automobiles d'un territoire sur un autre*), PASQUEAU (*Taxes de transport des Chemins de fer des divers Véhicules automobiles*), Comte de CHASSELOUP-LAUBAT (*Historique et Inventions automobiles*), L. PÉRISSÉ (*Résultats économiques*).

M. LE PRÉSIDENT. — On me prie, Messieurs, de vous répéter ce qui a déjà été dit, à savoir que tous les membres sont libres de choisir la ou les sections qui leur conviennent; nous avons eu soin de placer les séances des diverses sections à des heures différentes pour permettre à ceux qui désireraient prendre part aux travaux de plusieurs sections de s'y rendre.

Je déclare le Congrès constitué et, si personne n'a d'observation à présenter, je vais lever la séance en vous donnant rendez-vous aujourd'hui, à 2 heures 1/2, à l'Automobile-Club.

La séance est levée à 11 heures 1/4.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MINISTÈRE
DU COMMERCE
DE L'INDUSTRIE
DES POSTES
ET DES TÉLÉGRAPHES

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

DIRECTION GÉNÉRALE
DE L'EXPLOITATION

CONGRÈS INTERNATIONAL
D'AUTOMOBILISME

SECRÉTARIAT :
51, rue de Ponthieu

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

CONGRÈS INTERNATIONAL D'AUTOMOBILISME

1900

PROGRAMME

LUNDI 9 JUILLET

AU PALAIS DES CONGRÈS
PLACE DE L'ALMA

10 heures. — Séance d'ouverture. — Constitution du Bureau; Formation des Sections et de leurs Bureaux.

A L'HOTEL DE L'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE
PLACE DE LA CONCORDE

2 h. 1/2. — Séance de la 1re Section. — *Moteurs à vapeur, à explosion, divers.*

MARDI 10 JUILLET

A L'HOTEL DE L'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE

10 heures. — Séance de la 2e Section. — *Moteurs électriques.*

2 h. 1/2. — Séance de la 3e Section. — *Transmissions; Châssis; Carrosserie.*

MERCREDI 11 JUILLET

A L'HOTEL DE L'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE

10 heures. — Séance de la 4e Section. — Efforts de traction.

2 h. 1/2. — Séance de la 5e Section. — Questions historiques, économiques, et internationales.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

JEUDI 12 JUILLET

A L'HOTEL DE L'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE

Rendez-vous à 9 heures.

Visite de l'Usine de M. LEMOINE, *Essieux et Ressorts*, à Ivry.

Visite de l'Usine de la SOCIÉTÉ PANHARD et LEVASSOR, 19, avenue d'Ivry.

Retour place de la Concorde vers midi. — Rendez-vous au même endroit, à 2 h. 1/2.

Visite de l'Usine CLÉMENT, à Levallois.

Visite de l'Usine DE DION, BOUTON et Cie, à Puteaux.

Retour place de la Concorde, vers 6 h. 1/2.

VENDREDI 13 JUILLET

A L'HOTEL DE L'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE

Rendez-vous à 9 heures.

Visite à l'Eposition de Vincennes (*Retour place de la Concorde, vers midi*).

2 h. 1/2. — **SÉANCE GÉNÉRALE DU CONGRÈS**, à l'Hôtel de l'Automobile-Club.

SAMEDI 14 JUILLET

Rendez-vous à 9 h. 1/2, au SALON DU JURY DE LA CLASSE 30 (Automobilisme), au Palais du Génie Civil, au Champ-de-Mars. — En entrant par la Porte Rapp, traverser *tout droit* le Palais des Fils et Tissus et le Jardin du Champ-de-Mars, et entrer en face au Palais du Génie Civil. — Visite de l'Exposition d'Automobile.

DIMANCHE 15 JUILLET, *à 7 h. 1/2 du soir*

BANQUET

dans les Salons de l'Automobile-Club de France, sous la présidence du Ministre des Travaux Publics.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MINISTÈRE
DU COMMERCE
DE L'INDUSTRIE
DES POSTES
ET DES TÉLÉGRAPHES

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

DIRECTION GÉNÉRALE
DE L'EXPLOITATION

CONGRÈS INTERNATIONAL
D'AUTOMOBILISME

SECRÉTARIAT :
81, rue de Ponthieu

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

CONGRÈS INTERNATIONAL D'AUTOMOBILISME

du 9 au 16 Juillet

1900

BUREAU :

Présidents d'Honneur :

MM. Michel-Lévy, Membre de l'Institut.
Baron de Zuylen, Président de l'Automobile-Club de France.
Roger Wallace, Président de l'A. C. de Grande-Bretagne.
Comte Biscaretti, Président de l'A. C. de Turin.
Comte Van der Straeten Ponthoz, Président de l'A. C. de Belgique.
Duc de Ratibor, Président de l'A. C. d'Allemagne.
Comte G. Potting, Président de l'A. C. d'Autriche.
Canet, Président de la Société des Ingénieurs civils de France.

Président :

M. G. Forestier, Président de la Commission technique de l'A. C. F.

Vice-Présidents :

MM. Sir David Salomons, Membre du Conseil d'administration de l'A. C. de la Grande-Bretagne.
Comte Sierstorpff, Délégué de l'A. C. d'Allemagne.
Ruys-Orban, Délégué de l'A. C. de Belgique.
Comte de Dion, Vice-Président de l'A. C. F.

Secrétaire général :

M. le Comte de Chasseloup-Laubat.

Secrétaires :

MM. Jeantaud, Bochet, Varennes, Collin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BUREAUX DES SECTIONS

SÉANCES A L'HÔTEL DE L'AUTOMOBILE-CLUB DE FRANCE

LUNDI 9 JUILLET A 2 HEURES 1/2

1re Section. — **Moteurs à vapeur, à explosion et divers.**

Président : M. BOLLÉE père.

Vice-Présidents : MM. le Colonel MEUNIER, ROXENDORF, Comte de FAYOLLE, Baron de DIÉTRICH, A. PEUGEOT, de BEISTEGUI.

Secrétaires : MM. de TURCKHEIM, LONGUEMARE, G. MOREAU.

MARDI 10 JUILLET A 10 HEURES

2e Section. — **Moteurs électriques.**

Président : M. MONMERQUÉ.

Vice-Présidents : MM. le Baron MOLITOR, Henri MÉNIER, SOLIGNAC, SCHUKERT, MOORE, KOLOWAT.

Secrétaires : MM. BAINVILLE, RECHNIEWSKI, GENTILHOMME.

MARDI 10 JUILLET A 2 HEURES 1/2

3e Section. — **Transmissions, Châssis, Carrosserie.**

Président : M. le Commandant MENGIN.

Vice-Présidents : MM. HOWARD, CREUZAN, de la CHARLERIE, POZZY, JEANTAUD, KLOSE

Secrétaires : MM. GAILLARDET, BOCHET, BARISIEN.

MERCREDI 11 JUILLET A 10 HEURES

4e Section. — **Efforts de Traction, Roues, Bandages.**

Président : M. FORESTIER.

Vice-Présidents : MM. COTTENET, MUHLBACHER, POPP, CHAUCHART, HOLMÈS.

Secrétaire : M. le Capitaine FERRUS.

MERCREDI 11 JUILLET A 2 HEURES 1/2

5e Section. — **Questions historiques, économiques et internationales.**

Président : M. BALLIF.

Vice-Présidents : MM. E. SZYMNANSKI, de STERN, Robert LEBAUDY, KELETI, BERMEJO.

Secrétaire : M. GÉRARD-LAVERGNE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONGRÈS INTERNATIONAL D'AUTOMOBILISME

Première Section

MOTEURS A VAPEUR, A EXPLOSION ET DIVERS

Président	A. BOLLÉE Père.
Vice-Présidents.	le Colonel MEUNIER. ROXENDORF. le Comte de FAYOLLE. le Baron de DIÉTRICH. A. PEUGEOT. de BEISTEGUI.
Secrétaire Général	le Comte de CHASSELOUP-LAUBAT.
Secrétaires.	de TURKHEIM. LONGUEMARE. G. MOREAU.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

LUNDI 9 JUILLET 1900

SÉANCE DU SOIR

PREMIÈRE SECTION

MOTEURS A VAPEUR, A EXPLOSION ET DIVERS

PRÉSIDENCE DE M. A. BOLLÉE PÈRE

La séance est ouverte à deux heures et demie.

M. LE PRÉSIDENT. — Je suis peu habitué, Messieurs, à des fonctions comme celles que je suis aujourd'hui appelé à remplir ; le travail et l'action me conviendraient mieux. Je sollicite donc toute votre indulgence.

Le programme de la première section comporte les moteurs à vapeur, à explosion et divers.

Chargé beaucoup trop tard, à la place de M. Thoreau, de présenter un rapport sur la question, j'ai manqué, n'habitant pas Paris, et très absorbé par les travaux du jury, du temps nécessaire pour l'établir convenablement. Vous y trouverez cependant, je crois, la réponse à certains desiderata formulés en ce qui concerne l'établissement de bonnes automobiles à vapeur.

Je prie M. Longuemare de vouloir bien en donner lecture.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LONGUEMARE :

RAPPORT DE M. A. BOLLÉE PÈRE

SUR

les Générateurs et Moteurs à vapeur

Générateurs de vapeur. — *Dispositions générales. — Puissance de vaporisation et poids du générateur en ordre de marche. — Eau vaporisée par unité de combustible. — Durée de la mise en pression. — Emploi de combustibles solides ou liquides. — Dispositifs d'alimentation. — Surchauffe.*

Générateurs à Vapeur. — Dispositions générales.

Type A. Chaudière horizontale à grand volume d'eau, genre locomotive, pour gros tracteurs à petite vitesse.

Types B. — Chaudières à moyen volume d'eau et réservoir de vapeur, genre Field, — à tubes verticaux — à tubes parallèles ou croisés, inclinés sur l'horizontale — à tubes en serpentin à circulation d'eau — à tubes en *U* — et dans cette catégorie les chaudières à caissons avec tubes d'eau, parallèles inclinés.

Types C. — Chaudières à vaporisation rapide à tubes multiples, de petits diamètres avec niveau d'eau extérieur.

Types D. — Chaudières à vaporisation instantanée sans niveau d'eau apparent, sans quantité d'eau appréciable et sans réservoir de vapeur.

Type A

Le Type A convient très bien aux gros tracteurs, la chaudière servant de châssis et supports aux divers organes : roues, direction, moteur, transmissions, réservoirs.

Nombre de machines de ce genre, construites en France et en Angleterre, sous le nom de Locomotives routières, ont rendu et rendent encore de grands services. La conduite de ces chaudières est facile par suite du volant calorique emmagasiné dans la masse d'eau. L'utilisation du combustible, charbon ou briquette, peut y être comparée à celle des locomotives de chemin de fer ou Locomobile, à la condition toutefois que la surface d'évaporation ne soit pas trop rapprochée de la prise de vapeur. Un dôme de vapeur renfermant à la fois le cylindre et le tiroir est toujours employé avec profit. La surface d'eau doit être assez élevée pour que le ciel du foyer et les tubes soient toujours immergés même dans les rampes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En résumé, chaudière lourde mais sans inconvénient puisque sa masse est utilisée dans le poids nécessaire à l'adhérence pour la traction.

Il résulte d'expériences assez longues (5.000 kilom. environ parcourus) qu'un remorqueur muni d'une chaudière de ce type, ayant 2m2 de surface de chauffe et 0m2 62 de surface de grille, pesant en ordre de marche 12.000 kilog., remorquant 3 chariots pesant chacun 1.800 kilog., chargés de 6.000 kilog. (18.000 kilog. de charge utile) sur une route moyennement accidentée, employant 17 chevaux pour une vitesse de 1m 20 par seconde, dépensant par heure environ 65 kilog. de charbon et 400 litres d'eau, soit par tonne kilomètre utile 3 kil. 330 de charbon.

La mise en pression est assez longue, de 45 à 190 minutes suivant la température retrouvée dans le service.

Types B

Les rapports sur les concours des poids lourds, de MM. Forestier et Comte de Chasseloup-Laubat, nous donnent d'intéressants résultats sur quelques-unes des chaudières à grande vaporisation sous un petit volume. J'engage les intéressés à les consulter pour les détails de construction, de marche et de rendement.

Parmi les chaudières type B, certaines conviennent bien aux gros tracteurs, mais surtout à ceux de moyenne force.

La chaudière des trains Scotte est du système Field amélioré, les tubes sont inclinés et rapprochés vers le centre à leur partie inférieure, pour forcer la flamme à lécher l'enveloppe intérieure du foyer et plus facilement la partie haute des tubes.

Ce système de chaudière a les avantages d'une vaporisation relativement rapide, d'une construction simple et solide, mais il a les inconvénients de l'envasement possible des tubes qui brûlent aussitôt l'arrêt de la circulation de l'eau.

Le dégagement violent de la vapeur au travers d'une couche d'eau de peu de surface occasionne des entraînements. La vapeur n'est pas suffisamment sèche.

Une chaudière d'automobile expérimentée pendant plusieurs années a vaporisé 5 kil. 500 d'eau par kilogr. de coke. Timbre 10 kilogr. Surface de chauffage 5m2 65; surface de grille 0m2 36. Cube d'eau niveau normal 73 litres; mise en pression 30 minutes.

Les chaudières verticales à tubes de flamme verticaux sont aussi employées sur les automobiles. Des essais antérieurs ont prouvé que les entraînements d'eau, sous une production intensive étaient considérables, et cela malgré le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

passage de la partie supérieure des tubes au travers du réservoir de vapeur. Les tubes n'étant plus assez chauds pour être efficacement sécheurs.

M. Le Blant qui emploie ce système, indique une production de 3 kg. 360 de vapeur surchauffée par kilogr. de charbon pour un générateur de 10m² de surface, timbré à 16 kilogr.

Mise en pression 30 minutes.

Les chaudières verticales à tubes d'eau, parallèles ou croisés, inclinés sur l'horizontale, sont peu employées. La circulation, peu rapide ne protège pas suffisamment contre les dépôts, surtout dans les tubes inférieurs plus exposés au coup de feu. Le nettoyage est difficile et ne peut se faire qu'en démontant l'enveloppe extérieure.

Mêmes observations pour les chaudières verticales annulaires avec tubes d'eau en serpentins. Ce dispositif qui nécessite des tubes longs et de petits diamètres avec une seule attache à chaque extrémité est rapidement détruit par les oscillations de l'ensemble.

Mêmes observations pour les tubes en *U* qui s'obstruent au coude inférieur.

Les chaudières multitubulaires à caissons mêplats à lames d'eau, tubes d'eau parallèles inclinés, sont d'une bonne vaporisation. Le nettoyage et les réparations sont faciles à la condition d'avoir en face chaque extrémité de tube un autoclave fixé à la tôle extérieure du caisson. Les tôles sont reliées entre elles par des entretoises. Les tubes supérieurs servent de réchauffeurs.

Une chaudière de ce genre, de 20m² de surface, employée sur une grande voiture à vapeur a donné 6 kilogr. de vapeur suffisamment désaturée par kilogr. de charbon.

On ne saurait toutefois en préconiser l'emploi sans recommander des précautions exceptionnelles de fixation sur les châssis pour la protéger contre les déformations.

Type C

La chaudière de Dion et Bouton est à vaporisation rapide, à tubes d'eau multiples de petits diamètres et à niveau d'eau. Elle est peu encombrante, solide, et d'un rendement convenable.

Le rapport des poids lourds (1897) donne les renseignements suivants sur ce générateur.

Il se compose essentiellement de deux corps annulaires dont le plus petit est à l'intérieur du plus grand, auquel il est relié par 500 tubes en acier légèrement inclinés (fig. 12).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La vapeur se dessèche complètement en passant par un tube en serpentin qui entoure le foyer.

Poids à vide	Kilogr.	400
— de l'eau		60
— du coke		20
POIDS EN ORDRE DE MARCHE	Kilogr.	480

La chaudière est timbrée à 14 kilogrammes.

La surface de la grille est de 0m2 18, et la surface de chauffe de 5m2 60.

La surface du surchauffeur est de 0m2 500.

Eau vaporisée à 14 kil. par 1 kil. de coke	Kilogr.	6
— — en une heure		350

Le temps nécessaire pour la mise en pression est de 30 minutes.

Un souffleur permet d'obtenir un tirage forcé.

La conduite du feu est des plus faciles; il suffit de maintenir pleine de coke la trémie centrale.

Une pompe et un Giffard assurent l'alimentation en eau.

Tous les dispositifs ci-dessus emploient le combustible solide coke ou charbon. L'emploi des huiles lourdes, pétrole plus ou moins dense, n'a pas encore donné de résultats suffisamment concluants pour se généraliser.

Cependant une petite voiture à vapeur, Américaine, a depuis peu intéressé le monde des *Chauffeurs*.

Le générateur se compose d'un corps cylindrique vertical et tubulaire fretté par un enroulement de fils d'acier. Sa capacité totale est de 25 litres et sa surface de chauffe formée surtout par 300 tubes de cuivre de 1,5 millimètre atteint 3m2. Il y a un manomètre et un niveau d'eau.

Le brûleur est constitué par un cylindre en tôle de même diamètre que la chaudière; un second cylindre concentrique au premier reçoit et brasse l'essence de pétrole déjà vaporisée dans son passage dans le tuyau d'arrivée dont une partie est entourée par l'eau chaude de la chaudière. Ce second cylindre est percé de trous en face chacun des tubes de la chaudière, formant appel d'air, et autour de chacun de ces trous d'air sont ménagés une vingtaine d'orifices capillaires par lesquels jaillit l'essence déjà volatilisée. L'allumage se fait en déviant une partie d'essence non vaporisée à travers un tube préalablement chauffé au dehors sur un feu quelconque. Ce tube vissé sur un raccord spécial permet

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de projeter de l'essence et d'obtenir un jet de flamme sous la chaudière. Dès que celle-ci est sous pression on supprime cet allumeur et le brûleur fonctionne. Un régulateur automatique monté sur un circuit de la chaudière modère le débit d'essence quand la pression s'élève trop.

Tout cela est d'une simplicité remarquable et très séduisante *a priori*. Mais les inconvénients apparaissent et peuvent se résumer ainsi :

Danger d'incendie résultant de l'emploi de l'essence comme combustible et prix de revient élevé de ce combustible.

Une imperfection sérieuse réside dans la chaudière elle-même et dans son alimentation. Bien que le volume de celle-ci soit réduit il paraît imprudent de placer sur une voiture une pareille chaudière avec les risques de non alimentation.

La difficulté de surveillance du niveau d'eau faite par l'emploi d'un miroir réfléchissant et l'obligation de cette surveillance permanente créent un danger sérieux de brûler la chaudière et une éventualité d'explosion qui a décidé le Contrôle à refuser à ces automobiles le permis de circulation sur les voies publiques.

Type D à vaporisation instantanée avec chauffage au pétrole lampant.

Le système le plus connu est certainement celui de Serpollet.

Ce générateur est sans capacité appréciable, à circulation forcée, et ne contenant en ordre de marche, pour ainsi dire, aucune réserve de vapeur, ni d'eau.

Les variations de puissance du moteur qu'il alimente sont obtenues directement par des variations de production de vapeur, à des pressions correspondant à l'effort à produire.

En d'autres termes, on fournit à chaque instant au générateur, et au moment même des besoins, la quantité d'eau qu'il doit transformer instantanément en vapeur surchauffée.

On se rappelle que les premiers générateurs Serpollet, employés soit pour moteurs fixes, soit pour moteurs de tramways, étaient construits en tubes plus ou moins épais, et basés sur le principe du « volant de chaleur » formé par la masse de métal qui fournissait les calories nécessaires à la vaporisation de l'eau, au fur et à mesure des besoins.

Dans ces tubes de grande épaisseur, la production de chaleur était à peu près régulière et ne variait pas avec la production de vapeur ; c'étaient, au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

contraire les calories emmagasinées dans la masse du métal qui permettaient les variations de production.

Toutefois, le poids trop élevé des générateurs basés sur ce principe, ne permettant pas leur emploi sur des automobiles légères, il était nécessaire de recourir à une autre solution qui permît d'obtenir des chaudières d'un poids réduit, et construites par conséquent en tubes minces.

Dès lors, la masse du métal disparaissant avec les calories qu'elle renfermait en réserve, il fallait faire correspondre directement la production de chaleur à la production de vapeur.

On verra plus loin par quels moyens on est arrivé à ce résultat, grâce à la pompe d'alimentation que nous décrirons sommairement.

Pour décrire la construction de la chaudière elle-même, nous prendrons comme type celle de 10 chevaux calculée pour alimenter des moteurs dépensant, par cheval, 12 kilogr. de vapeur surchauffée, soit 120 kilogr. à l'heure.

Le corps tubulaire est formé par des tubes en acier, minces, de 12 m/m de diamètre intérieur et de 2 m/m seulement d'épaisseur.

Les deux rangs de tubes placés au contact de la flamme ont une épaisseur un peu plus grande, qui atteint 5 m/m.

Ces éléments tubulaires sont groupés en tension, et ne forment qu'un seul et unique circuit de 70 mètres de long, ayant une capacité intérieure totale de 7 litres.

La surface de chauffe ainsi formée est exactement de 3m² 90.

Le poids de ce corps tubulaire est de 90 kilogr. ; celui de l'enveloppe en tôle, avec ses revêtements en amiante et les divers raccords de tubes de 44 kilogr. ; celui du brûleur monté dans le tiroir, de 13 kilogr., soit, au total, pour toute la chaudière en ordre de marche — y compris son brûleur — : 150 kilogr.

Quant à l'encombrement pris de la partie inférieure du brûleur, jusqu'au sommet de la boîte à fumée, il est compris dans les dimensions suivantes :

Hauteur	1m10
Largeur	0m48
Longueur	0m50

La production de vapeur surchauffée à 400° est de 30 kilogr. par mètre carré de surface de chauffe, et le combustible employé est le pétrole lampant.

Ce pétrole arrive par une canalisation convenablement disposée dans le serpentin du brûleur ; il s'y volatilise sous l'influence de la température, et sort à l'état de jet gazeux par l'orifice central de chaque bec.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce jet s'enflamme au contact de l'air dans un dispositif analogue à celui du bec Bunzen, et produit une flamme dont l'intensité dépend de l'alimentation.

Grâce à l'alimentation proportionnelle, l'intensité des flammes et par conséquent le chauffage des tubes, étant rigoureusement proportionnel au débit de vapeur et par conséquent à la quantité d'eau refoulée dans la chaudière, il s'ensuit que les tubes ne sont jamais portés à une température qui puisse détériorer le métal, bien que la vaporisation et la surchauffe soient toujours assurées.

L'allumage se fait d'une façon très simple, à l'aide d'une certaine quantité d'alcool, dont la flamme échauffe progressivement les conduits et les orifices du brûleur.

Au bout de 4 minutes, la température obtenue est suffisante pour qu'on puisse injecter le pétrole, qui alimente dès lors de lui-même le brûleur. Deux minutes plus tard, c'est-à-dire au bout de six minutes, la voiture peut être mise en route.

L'alimentation proportionnelle d'eau et de pétrole est assurée par deux pompes. Le fonctionnement de l'une entraîne toujours le fonctionnement de l'autre.

Quant au rapport des bras de levier qui actionnent ces deux pompes, il a été établi en se basant sur la quantité d'eau que peut transformer pratiquement en vapeur surchauffée un litre de pétrole.

Cette proportionnalité est établie par les bras de leviers et la différence de surface des pistons de pompes, de telle sorte que la pompe à pétrole envoie au brûleur une quantité de pétrole qui est toujours, et à chaque instant, en proportionnalité constante avec la quantité d'eau injectée dans la chaudière par la pompe à eau.

Ce dispositif, très simple et très robuste, est absolument indéréglable, et la proportionnalité fixée une fois pour toutes, le conducteur n'a jamais à s'occuper de l'intensité du foyer, qu'il sait toujours correspondre rigoureusement à la production de vapeur demandée.

Divers renseignements permettent d'établir que l'alimentation est de 1 quantité de pétrole pour 10 quantités d'eau.

Alimentation des générateurs

Le petit volume des générateurs d'automobiles rend indispensable l'emploi d'appareils d'alimentation très soignés et de fonctions bien assurées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La pompe à piston plongeur, à clapets de grands diamètres, ne fonctionnant pas trop vite (150 tours par minute environ), à course réglable, avec retour d'eau à la bâche, placée sous charge d'eau pour éviter les rentrées d'air par le presse-étoupes et le désamorçage, paraît être le plus simple et le meilleur des moyens.

Les transmissions doivent être telles que la pompe puisse être utilisée pendant les arrêts.

Un injecteur est indispensable.

Surchauffe

Les entraînements d'eau forcément dus aux petites dimensions des chaudières d'automobiles et à leur grand débit de vapeur, nécessitent l'emploi du surchauffeur de vapeur.

Les tubes surchauffeurs seront suivant les cas, placés, soit contre les parois intérieures du foyer, soit dans la cheminée ou la boîte à fumée. Travaillant sous pression et soumis à une température élevée, ils sont appelés à se détériorer assez rapidement. Il convient donc de les établir économiquement et facilement remplaçables. Les joints doivent être extérieurs.

La haute température à l'intérieur des cheminées d'automobiles prouve bien que l'utilisation calorique est défectueuse. Il est donc tout indiqué de s'emparer de la chaleur perdue au moyen des tubes surchauffeurs, mais il faut bien observer de placer l'appareil en dessous du jet d'échappement.

Sans être nuisible au bon entretien des tiges de piston, presse-étoupes, au graissage des tiroirs et pistons, la température de la vapeur surchauffée peut atteindre de 300 à 350°.

La surface de chauffe est convenable à 2 fois 1/2 la surface de grille dans le cas de l'emplacement autour du foyer, et à 3 fois 1/2 pour l'emplacement dans la cheminée.

Des essais comparatifs avec ou sans surchauffeur ont donné des rendements augmentés de 25 à 40 % suivant les dimensions des chaudières et l'importance des entraînements.

Si la chaudière est bonne, l'automobile est bonne, car il est facile, avec la perfection des moteurs actuels, de faire de bonnes machines et de bonnes transmissions. Choisissons un bon système, de grande surface de grille et de grande

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

surface de chauffe, et surchauffons la vapeur, nous obtiendrons une marche plus régulière, plus économique de combustible et d'entretien.

Si, comme touriste, vous aimez la vapeur, choisissez le chauffage au pétrole lampant, mais pour les transports industriels ou de voyageurs, prenez le charbon, jusqu'à nouvel ordre tout au moins.

Moteurs à vapeur. — *Dispositions générales. — Distribution, détente fixe ou variable. — Compoundage. — Introduction directe au grand cylindre pour le démarrage. — Enveloppes chaudes. — Rendements. — Poids du moteur par cheval en marche normale. — Graissage. — Aérocondenseurs. — Séparateurs des matières grasses. — Dispositifs pour rendre l'échappement invisible.*

Moteurs à Vapeur. — Dispositions générales.

Les locomotives routières à chaudières horizontales ont toutes leurs moteurs horizontaux. Cylindre et tiroir dans le dôme de vapeur placé à l'avant près de la cheminée. La machine occupe généralement presque toute la longueur de la chaudière. L'arbre coudé qui porte le volant à une de ses extrémités et les pignons de commande à l'autre bout, est supporté par des coussinets fixés dans le prolongement des tôles du foyer. La vitesse du moteur dont le cylindre est relativement grand, varie entre 200 et 300 tours. Le tiroir est à recouvrement et à détente et marche arrière commandé par coulisse de Stéphenson.

Cet ensemble ne constitue pas une machine d'un bel aspect, mais un bon outil, travaillant avantageusement. Le volant placé à portée du chauffeur-conducteur, car c'est le même homme qui remplit les deux fonctions, est facile à faire tourner à la main pour passer le point mort s'il se présente au départ.

Quelques machines de ce genre ont été construites avec deux cylindres, mais sans avantages appréciables. La facilité de manœuvre au départ ou pour la marche arrière étant loin de compenser la simplicité. N'oublions pas que nous sommes en présence d'un service sur route à l'allure du cheval au pas.

Doit-on accorder la préférence au moteur horizontal ou au moteur vertical ? C'est de l'étude approfondie du but à remplir qu'il convient de résoudre la question, car il ne saurait y avoir de modèle s'adaptant à toutes les formes de véhicules, à toutes les forces, à tous les genres de transmissions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Comme dispositions générales convenables à observer :

Grande vitesse de rotation pouvant atteindre 600 tours par minute.

Vitesse linéaire de piston aux environs de 3 mètres par seconde.

Deux cylindres actionnant un arbre coudé à 90 degrés.

Equilibrage parfait des pièces en mouvement.

Organes robustes, commodément démontables et d'entretien facile.

Assemblage en châssis formant un tout indéformable.

Graissage automatique.

Têtes de bielles dans un carter à huile.

Distribution simple permettant la détente variable et la marche arrière instantanée.

L'ensemble fixé à l'automobile en un emplacement accessible et renfermé par des enveloppes légères et mobiles pour éviter la poussière et la boue.

En tenant compte de toutes ces recommandations, un moteur de 25 chevaux pèsera 260 kilogr. soit 10 kg 400 par cheval. Le fait existe.

La distribution par tiroir et coulisse est la plus communément employée, elle est la plus simple et la plus facile de réglage et d'entretien.

On a aussi employé des tiroirs cylindriques équilibrés, d'un bon usage.

Il a été construit en 1880, une voiture à vapeur avec moteur horizontal à deux cylindres semblables n'ayant qu'un seul tiroir plat, rotatif, équilibré automatiquement, placé entre les deux cylindres et les desservant tous les deux. La détente est variable de 1/10 d'introduction à 75/100, mais seulement pour la marche avant. Il n'y a pas de détente pour la marche arrière. Cette distribution donne de bons résultats.

L'exposition rétrospective au Champ-de-Mars en possède un exemple sur une grande voiture à vapeur qui a fait un long service.

La distribution par soupapes n'a guère été employée, elle trouve toutefois sa raison d'être pour les moteurs à très haute température. N'avons-nous pas comme preuve de bons services les soupapes d'échappement des moteurs à pétrole qui fonctionnent dans des conditions au moins aussi défavorables.

Dimensions d'un moteur à deux cylindres semblables sur une automobile

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pesant en ordre de marche 5.000 kilogr. pouvant marcher à la vitesse moyenne de 25 kilomètres.

Température moyenne de la vapeur surchauffée 300°.

Timbre 10 kilogr. Détente variable.

Alésage des cylindres, 150 m/m.

Course des pistons, 160 m/m.

Transmission de grande vitesse, un tour de moteur pour un mètre parcouru par la voiture.

Transmission de petite vitesse, 1 tour 7/10 pour un mètre parcouru.

Les rampes de 100 m/m sont montées très facilement.

Une des principales qualités du moteur à vapeur est sa grande élasticité par l'emploi de la détente surtout après surchauffage de la vapeur. On doit donc éliminer la détente fixe et adopter la détente variable et bien mieux encore le compoundage avec faculté d'introduction directe dans le grand cylindre, pour faciliter les démarrages ou répondre aux besoins momentanés d'un gros effort de traction dans un passage difficile.

Deux couples Compound, montés en tandem ne compliqueraient pas beaucoup le mécanisme et seraient d'un emploi normal et avantageux pour les machines puissantes.

Les enveloppes chaudes sont aussi utiles pour la bonne utilisation de la détente que le surchauffage préalable.

Il est bien difficile d'indiquer le poids moyen d'un moteur par cheval. Les renseignements fournis par les constructeurs sont très différents.

Avec l'emploi de l'acier forgé ou coulé, on doit pouvoir établir un moteur de 15 à 20 chevaux comprenant : cylindres, distribution, bielles, arbre coudé, carter, châssis d'assemblage, à raison de 12 à 15 kilog. par cheval.

Le graissage des pistons et tiroirs par l'introduction de l'huile dans la canalisation de vapeur donne de très bons résultats. Le système genre Consolin à débit visible est recommandable.

L'emploi des aéro-condenseurs est certainement bon pour les chaudières à vaporisation instantanée, les matières grasses entraînées n'étant pas nuisibles aux bonnes fonctions du générateur ; mais il n'en est pas ainsi pour les autres systèmes où les matières grasses, même en petite quantité, mélangées à l'eau, sont cause d'entraînements si considérables que les moteurs en sont quelquefois bloqués.

Tous les *chauffeurs* de voitures à vapeur connaissent les inconvénients des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mauvaises eaux prises en cours de route. Il faut alors se résigner à marcher très lentement ou à vider complètement la chaudière et le réservoir.

L'aéro-condenseur supprime l'échappement dans la cheminée et par suite le tirage forcé automatique sans lequel il est impossible de brûler sur la petite grille d'une automobile la quantité utile de combustible solide. Son emploi est donc limité au système de chauffage liquide.

Les dispositifs pour rendre l'échappement invisible sont basés sur la désaturation de la vapeur au moyen des tubes réchauffeurs placés soit dans le foyer, soit dans la cheminée, c'est-à-dire dans un emplacement non occupé par le surchauffage de la vapeur sous pression.

On obtient aussi un résultat satisfaisant en laissant la vapeur s'échapper par de petits orifices placés annulairement à la base de la cheminée. La division favorise le contact avec les gaz chauds et amène la désaturation.

(Applaudissements.)

M. LE PRÉSIDENT. — Personne ne demande la parole pour la discussion de ce rapport ? Je la donne alors à M. Moreau pour la lecture de son travail sur les moteurs à explosions.

RAPPORT DE M. MOREAU

SUR

l'Établissement des Moteurs à explosions

CALCUL DES MOTEURS A EXPLOSION

Lorsque l on doit construire un moteur répondant à un programme défini, il y a lieu d'en calculer les éléments principaux. Si l'on doit établir une machine à vapeur, le problème est facilement soluble, grâce aux données recueillies et aux formules en usage ; mais avec un moteur à explosion, il en est tout autrement.

Tout d'abord, la question étant posée, et les résistances à vaincre étant évaluées, on doit se fixer le régime, c'est-à-dire choisir entre les divers types existants.

Nous avons fait remarquer dans nos « Moteurs à explosion » que ce choix n'a en réalité que peu de chose à voir avec le problème de construction. Il est déterminé par des considérations relatives au service que l'on compte exiger de la machine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'expérience a montré que tel ou tel type convenait mieux que tel ou tel autre pour un travail visé, et les *calculs d'établissement* ne peuvent être faits que lorsqu'on a procédé à cette sélection.

Tout d'abord le *combustible est de nature variable.*

La composition du gaz d'éclairage varie fort notablement et l'essence employée par les « chauffeurs » n'est point de composition constante. L'alcool et l'acétylène que des raisons d'économie portent à écarter, du moins jusqu'à présent, resteraient plus identiques.

De plus, la *proportion d'air et de gaz ou de vapeur n'est point constante.* Cela résulte de la nature des carburateurs employés lesquels ne fournissent pas un dosage rigoureux et dont le fonctionnement est soumis à l'action d'agents variables ou intermittents.

Le fait est assez évident par lui-même, mais nous présenterons quelques observations sur la pression, la température et la vitesse d'aspiration.

Nous demandons la permission de résumer ici quelques idées que nous avons déjà formulées.

Il ne faut pas oublier que l'aspiration est fonction du volume du cylindre, lequel est une constante pour une machine déterminée. L'admission, fonction de ce volume, sera donc en raison inverse de la densité des produits introduits.

Or, comme l'énergie développée est proportionnelle au poids de carburant introduit (pour un mélange défini), il en résulte que la puissance du moteur diminuera avec la pression atmosphérique. Donc, un moteur fonctionnant à Paris et à Mexico (où l'altitude dépasse 2,000 mètres) ne produira pas le même travail avec le même mélange, car les admissions, égales en volumes, seraient loin d'être comparables en poids.

La température agit dans le même sens, puisque l'échauffement d'une même masse gazeuse, sous pression constante, détermine une augmentation de volume, c'est-à-dire une diminution de densité; mais d'un autre côté avec un carburateur, l'élévation de l'échelle thermométrique favorise la vaporisation de l'essence, tandis que le froid tend à l'enrayer.

Remarquons à ce propos que l'évaporation d'une masse de pétrole en produisant le refroidissement et; par suite, diminuerait progressivement la tension de vapeur, si l'on n'en assurait le réchauffement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin, il y a lieu de tenir compte d'un facteur que l'on a souvent négligé, nous voulons parler de la vitesse avec laquelle se forme le mélange.

Le phénomène de vaporisation n'est pas absolument instantané et, bien que l'admission ne soit pas intermittente, il n'en est pas moins certain que, même dans des conditions égales de température et de pression, avec un appareil maintenu identique à lui-même, l'air carburé ne conservera pas le même degré de saturation si l'on fait varier le débit en agissant sur la vitesse d'aspiration.

Il y a lieu d'envisager également les irrégularités pouvant provenir des allumages défectueux ou intempestifs, des combustions incomplètes, etc., etc.

Bref, et *très grosso modo* on peut dire que sur 100 unités calorifiques développées, on peut avoir :

Pertes par influence des parois.	50 °/₀	80 °/₀
— par les gaz éliminés.	30 °/₀	
Utilisation		20 °/₀

Ces proportions ne constituent qu'une approximation, car elles varient avec le degré de carburation, c'est-à-dire suivant la richesse du mélange, avec le travail demandé au moteur, avec les dispositifs adoptés, etc., etc.

Nous rappelons ici que les conditions suivant lesquelles fonctionne le cycle des moteurs à gaz sont contradictoires :

Il faudrait :

1° Éviter le refroidissement de l'enceinte où ont lieu la détonation et la détente ;

2° Introduire le plus grand poids possible de gaz pour obtenir le maximum de travail, abstraction faite du rendement ;

3° Maintenir le mélange au point de saturation le plus avantageux ;

4° Diminuer toutes les causes pouvant produire l'altération du cycle.

En sens inverse on est limité par l'imperfection des dispositifs et la nécessité de maintenir le mécanisme en bon état, d'où obligation de refroidir le cylindre pour en éviter l'oxydation au contact de l'air. L'augmentation démesurée de la température des parois entraînerait, outre des grippements, une grande diminution de la résistance du métal.

Autre contradiction :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le cylindre doit présenter pour un volume donné, le minimum de surface. Pour profiter du travail de détente, il faudrait allonger la course, ce qui entraînerait des modifications dans l'admission.

Bref, pour toutes ces causes, le *calcul proprement dit des moteurs à explosion n'existe pas,*

Les premiers ont été construits sans calculs préalables. Depuis, on a presque toujours procédé par imitation et les améliorations ne sont venues que successivement.

Malgré le progrès ainsi réalisé nous ne conseillons pas l'abandon de la théorie et son remplacement par l'empirisme. Au contraire, il y a lieu de creuser le problème pour arriver à une solution.

On devra, pour établir un moteur, faire entrer en ligne de compte les éléments suivants :

1° Le pouvoir thermique du mélange à admettre (composition moyenne);

2° Le volume du cylindre;

3° La compression à obtenir, laquelle dépendra du rapport du volume de la chambre de détonation au volume du clindre;

4° Le rendement moyen qu'on supposera de 15 °/₀, le rendement dans le cylindre étant en moyenne de 20 °/₀ et la différence ayant pour but de tenir compte des résistances passives.

Voici comment on peut utiliser les données précédentes pour arriver à calculer un moteur.

Nous prenons un véhicule automobile et nous posons :

A, coefficient numérique et résultant d'expériences;

f, coefficient de frottement des fusées;

r, diamètre des fusées, supposé égal pour les deux essieux;

Q, poids total du véhicule;

R et R', rayons des roues;

i, déclivité ou angle de la route avec le plan horizontal;

S, surface du véhicule, projetée sur un plan vertical perpendiculaire au plan médian;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ε, coefficient variable avec chaque voiture, mais voisin de $1^m,10$;

V, vitesse en mètres par seconde.

$$X = \frac{2(A + fr)Q}{R + R'} + 0{,}0625\,\varepsilon SV^2 \pm Q \sin i.$$

La valeur de X comprend le travail résistant développé pendant la traction : par le frottement de roulement et le frottement de glissement des essieux, par la pression de l'air, par les déclivités (positive sur une rampe, négative sur une descente).

Si nous appelons V_1 la vitesse maxima en palier, la valeur de X devient :

$$X_1 = \frac{2(A + fr)Q}{R + R'} + 0{,}0625\,\varepsilon SV_1^2$$

car alors $i = o$.

Pour une rampe i, appelons V_i la vitesse, et X_i la valeur que prendra X, on aura :

$$X_i = \frac{2(A + fr)Q}{R + R'} + 0{,}0625\,\varepsilon SV_i^2 \pm Q \sin i.$$

Posons encore :

K, coefficient numérique ;
δ, diamètre du cylindre ;
λ, course du cylindre ;
n, nombre de révolutions par minute ;
N, puissance du moteur en chevaux.

On aura :

$$N = K\,n\,\lambda\,\delta^2$$

Pour K, les auteurs donnent les valeurs suivantes :

M. Hospitalier : $K = 3{,}49$ à $4{,}36$
d'où $N = (\text{de } 3{,}49 \text{ à } 4{,}36)\,n\,\lambda\,\delta^2$

M. Ringelman : $K = 3{,}37$
d'où $N = 3{,}37\,n\,\lambda\,\delta^2$

M. Witz : $K = 2{,}8$
d'où $N = 2{,}8\,n\,\lambda\,\delta^2$

MM. Vigreux, Milandre et Bouquet : $K = 3{,}22$
d'où $N = 3{,}22\,n\,\lambda\,\delta^2$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous-même : $K = \frac{10}{3}$

d'où $N = \frac{10}{3} n \lambda \delta^2$

En résumé, le constructeur dispose de plusieurs éléments qui sont les suivants :

Le diamètre du cylindre ;

La course du piston ;

Le nombre de révolutions par minute.

De plus, il se fixe une vitesse maxima à réaliser en palier, ce qui implique une rampe maxima sur laquelle la voiture ne démarrerait pas.

La vitesse à obtenir en palier V_1 dépend uniquement du choix du constructeur ; il en résulte une valeur de X_1, lorsqu'on s'est fixé le diamètre des roues, celui des fusées, etc., etc. Il est du reste à remarquer que l'on tourne dans un cercle vicieux, car pour calculer X_1, on cherche des éléments définitifs, alors que le moteur n'est pas encore calculé. Il n'y a pas à cela du reste de notable inconvénient pour un type déjà connu et expérimenté.

D'autre part, n résulte du choix du type, l'expérience ayant indiqué que te ou tel système fonctionne d'une façon satisfaisante pour un nombre donné de révolutions à la minute.

Mais cette valeur de n oscille entre des limites assez larges.

Le piston parcourant deux fois sa course par révolution, sa vitesse sera $\frac{2n\lambda}{60}$ par seconde et on sait que cette vitesse doit avoir une valeur donnée ou plutôt une valeur comprise entre des limites données. En général cette vitesse est avantageuse entre $2^m,50$ et 3 mètres.

Si donc X_1 est donné ainsi que V_1, le travail durant une seconde sera $V_1 X_1 = \frac{2(A + fr)Q}{R + R'} V_1 + 0{,}0625\, \varepsilon V_1^3 S$. Avec un rendement de 75 °/₀, il faut $N = \frac{4}{3} V_1 X_1$.

D'autre part, le nombre de révolutions du moteur étant de $\frac{n}{60}$ par seconde, comme il n'y a qu'une phase motrice sur quatre, c'est-à-dire par deux révolutions, le moteur aura $\frac{n}{120}$ phases motrices.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous venons de voir que $N = \frac{4}{3} V_1 X_1$ c'est-à-dire qu'il faut par seconde fournir $75 \times \frac{4}{3} V_1 X_1$ ou $100 V_1 X_1$ kilogrammètres, donc chaque phase motrice devra fournir :

$$\frac{120}{n} \times 100 V_1 X_1 = \frac{12{,}000}{n} V_1 X_1 \text{ kilogrammètres}$$

ou encore si l'on préfère $75 N \times \frac{120}{n} = 9.000 \frac{N}{n}$.

Sachant qu'une calorie produit 425 kilogrammètres, il faudra donc produire $\frac{9{,}000}{425} \frac{N}{n}$ calories utiles.

Or nous savons que le rendement utile du cycle n'est que de 20 %; par suite il en faudra cinq fois plus ou :

$$\frac{45{,}000}{425} \frac{N}{n}.$$

Si l'on se fixe le combustible à employer, il faudra un poids ω de cette substance et ce poids ω nécessitera un poids p d'air pour en déterminer la combustion complète.

Avec l'essence de pétrole on sait que ce poids ω réduit en vapeur occupera un volume déterminé à la température moyenne de 15° et sous la tension τ. Soit V', ce volume; le gaz à introduire comportera donc un volume x résultant du mélange d'un poids ω de vapeur de pétrole à la tension τ et d'un poids d'air p à la pression atmosphérique P_a, présentant un volume V''. La pression finale devant être P_a, on aura donc, en appliquant la formule sur le mélange des gaz et des vapeurs, dans la limite d'exactitude de la loi de Mariotte :

$$x P_a = V' \tau + V'' P_a$$

d'où la valeur de x, volume de l'admission.

Nous avons supposé un moteur à quatre temps, mais on agirait pour un moteur à deux temps d'une manière tout à fait analogue.

En résumé, et en procédant par analogie, dès qu'on choisit un type de véhicule et de moteur, on connaît à très peu près Q, S, R, R', ε, A, f et r. Puis, on se donne V_1 ; n est fixé par la nature du moteur et des expériences antérieures, mais avec une certaine élasticité; de même λ qui dépend, d'après V_1 et n, de la vitesse à donner au piston.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Or, il est évident qu'on doit avoir.

$$\pi \delta^2 \lambda = x \, P_e$$

ce qui détermine δ.

M. Witz posant :

p_m, pression moyenne,

K, rendement organique,

σ, surface du piston,

λ, course du piston,

n, nombre de tours par minute,

obtient la formule :

$$N = n \, p_m \frac{K \sigma \lambda}{9000}$$

M. Ringelman, tenant compte du pouvoir calorifique du pétrole, appelle W le volume engendré et, désignant par n le nombre de tours par minute, écrit :

$$N = 0{,}0043 \, n \, W.$$

INFLUENCE DE L'ENCEINTE

Lorsque l'on examine le fonctionnement d'une machine à vapeur, on s'aperçoit qu'il est utile d'empêcher le rayonnement des parois du cylindre vers l'extérieur. De là vient l'adoption de la chemise de vapeur et pourtant l'excès de la température du métal sur le milieu ambiant n'atteint pas 200°. Avec un moteur à explosion, l'échauffement des parois est considérable, au point de devenir menaçant pour la qualité de l'appareil. De là la nécessité de limiter l'élévation de température de l'enceinte et la présence d'appareils refroidisseurs : ailettes ou dispositifs de circulation d'eau.

Nous laisserons de côté l'analyse de cette question et ne retiendrons que ce fait que le cylindre rayonne vers l'extérieur (ou cède par contact) une quantité de chaleur considérable par suite de la surélévation de température des parois au milieu ambiant.

Il est évident que pour améliorer le rendement il faut diminuer autant que possible la valeur des pertes dues au refroidissement de l'enceinte. Il y a là un problème assez délicat qui n'est guère susceptible d'une solution mathématique.

Nous allons en présenter néanmoins les termes principaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Supposons qu'il s'agisse d'un cylindre de rayon ρ et de longueur λ pour lequel la température, variable du reste, est la même pour tous les points. La perte calorique sera proportionnelle à la surface composée d'un anneau cylindrique et de deux fonds, c'est-à-dire de

$$2\pi\rho^2 + 2\pi\rho\lambda = 2\pi\rho(\rho+\lambda)$$

Considérons une série de ces cylindres de volumes égaux, c'est-à-dire pour lesquels $\pi\rho^2\lambda = \text{const}$, et alimentons-les également. Quel est celui qui perdra le moins de calorique au travers des parois ?

Il est évident que $$\lambda = \frac{\text{const.}}{\pi\rho^2}$$

et l'expression $2\pi\rho(\rho+\lambda)$ devient $2\pi\rho\left(\rho + \frac{\text{const.}}{\pi\rho^2}\right)$

Pour trouver le minimum de cette expression, il suffit d'en annuler la différentielle :

$$4\pi\rho - 2\frac{\text{const.}}{\rho^2} = 0.$$

ou $$2\rho = \frac{\text{const.}}{\pi\rho^2}$$

mais $$\lambda = \frac{\text{const.}}{\pi\rho^2}$$

donc $$2\rho = \lambda$$

Le diamètre doit être égal à la longueur.

Dans un moteur à explosion, le problème n'a pas cette simplicité.

Remarquons tout d'abord qu'il n'y a réellement d'intéressant que le temps moteur, au point de vue que nous traitons en ce moment. Nous considérons un moteur à quatre temps, mais il serait facile de reprendre le raisonnement pour une machine à deux temps.

L'explosion ayant lieu, les gaz se détendent et la température du milieu s'abaisse ; mais les diverses parties de l'enceinte ne rayonnent pas également pendant des temps égaux :

1° La culasse rayonne pendant toute la durée de la course ;

2° Les divers parallèles du cylindre ne rayonnent qu'à partir du moment où le piston les atteint.

Insistons sur ce point.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Soit ω_1 la vitesse angulaire du bouton de manivelle.

Soit ω l'angle correspondant à l'arc de cercle décrit par le bouton de manivelle dans le temps t, on sait que le piston se sera déplacé de $\frac{\lambda}{2}(1 - \cos.\ \omega)$

et posons $$x = \frac{\lambda}{2}(1 - \cos.\ \omega)$$

comme $\omega = \omega_1 t$ $$x = \frac{\lambda}{2}(1 - \cos.\ \omega_1 t)$$

La vitesse du piston $\frac{d x}{d t}$ a pour expression :

$$\frac{d x}{d t} = \frac{\omega_1 \lambda}{2} \sin.\ \omega_1 t,$$

ce qui veut dire que la vitesse nulle au début augmente, passe par un maximum correspondant à $\omega = \omega_1 t = \frac{\pi}{2}$ et diminue pour s'annuler de nouveau à fond de course.

Or $t = \frac{\omega}{\omega_1}$ et l'expression $x = \frac{\lambda}{2}(1 - \cos.\ \omega_1 t)$

peut s'écrire : $$\frac{\lambda}{2} \cos.\ \omega_1 t = \frac{\lambda}{2} - x$$

$$t = \frac{1}{\omega_1} \text{ arc. cos.} \left(1 - \frac{2x}{\lambda}\right)$$

et t désigne le temps, compté à partir de l'origine, au bout duquel le parallèle d'abcisse x est atteint.

Si nous posons $t' = \frac{\pi}{\omega_1}$, t' désigne le temps nécessaire pour accomplir une oscillation. Par suite le parallèle restera découvert durant le temps $t' - t$, c'est-à-dire :

$$\frac{\pi}{\omega_1} - \frac{1}{\omega^1} \text{ arc. cos.} \left(1 - \frac{2x}{\lambda}\right) = \frac{1}{\omega_1} \left[\pi - \text{arc. cos.} \left(1 - \frac{2x}{\lambda}\right)\right]$$

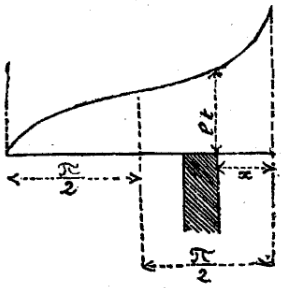
Pour $x = o$, arc cos. $1 = o$ et on a pour le temps $\frac{\pi}{\omega_1}$, c'est-à-dire t'.

Pour $x = \frac{\lambda}{2}$, arc cos. $o = \frac{\pi}{2}$ et temps a pour valeur $\frac{1}{2}\frac{\pi}{\omega}$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour $x = \lambda$, arc cos. $-1 = \pi$ et le devient égal à o

Si prenant une génératrice du cylindre comme axe des abcisses, on portait en ordonnées la quantité $t' - t$, on trouverait la courbe suivante :



De plus il est évident que la culasse rayonnera pendant tout le temps, c'est-à-dire comme le premier parallèle.

Si l'on veut pousser l'analyse plus loin, on trouve que pendant le retour du piston avec une marche inverse, symétrique par suite, ce sont les parois voisines de la culasse qui restent le plus longtemps découvertes intérieurement.

De plus c'est lorsque le volume sous le piston est le moindre que la température de l'enceinte (phase motrice) est la plus élevée, et la température du mélange diminue quand le volume augmente, c'est-à-dire quand le piston se déplace. Par suite ce sont les parois voisines de la culasse qui doivent être les plus chaudes et rayonnent le plus.

Du reste il ne faut pas attacher à ces considérations plus d'importance qu'elles n'en méritent, car la conductibilité du métal ne permet pas l'établissement d'un régime aussi absolu que l'examen précédent pourrait le faire supposer.

Dans l'espèce, nous croyons qu'il y a intérêt à se rapprocher de la forme correspondant au diamètre égal à la course et une série d'expériences bien conduites pourrait seule trancher la question d'une façon définitive.

Nous croyons mauvais d'allonger outre mesure les cylindres et nous estimons, par contre, qu'il y a lieu de faire travailler les gaz aujourd'hui perdus dans un cylindre spécial de détente comme nous l'avons recommandé dans une autre note adressée au Congrès.

Nous ne pouvons étudier dans cette courte notice les conditions dans lesquelles le travail des moteurs à explosion présente le maximum d'avantages. Nous rappellerons seulement que la marche de l'engin doit rester constante

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et identique, sous peine d'en voir altérer le cycle et diminuer le rendement.

Dans le cas d'un véhicule automobile, il faut que, le travail du moteur étant constant pendant un temps déterminé, le déplacement de la voiture pendant le même temps corresponde à un travail constant. Comme la résistance X subit des variations, il faut que la vitesse de translation V subisse également des modifications. On arrive à la solution du problème en faisant varier la liaison de l'axe conduit par le moteur avec l'essieu porteur. De là la naissance de l'organe appelé *changement de vitesse* qui, à proprement parler, est une *liaison variable.*

Théoriquement la liaison doit pouvoir varier d'une façon continue. Pratiquement on se borne à un certain nombre de liaisons fixes et différentes (dans la plupart des cas) qui entrent en activité lorsque leur action est jugée efficace.

Reprenons l'expression :

$$X = \frac{2\,(A + fr)\,Q}{R + R'} + 0{,}0625\,\varepsilon S V^2 \pm Q \sin. i.$$

En palier $i = 0$ et on a :

$$X_1 = \frac{2\,(A + fr)\,Q}{R + R'} + 0{,}0625\,\varepsilon S V_1^2$$

et le travail est pour l'unité de temps :

$$V_1 X_1 = \frac{2\,(A + fr)}{R + R'} Q V_1 + 0{,}0625\,\varepsilon V_1^3$$

Dans le cas général le travail a pour expression dans l'unité de temps :

$$V X = \frac{2\,(A + fr)}{R + R'} Q V + 0{,}0625\,\varepsilon S V^3 \pm Q \sin. i V$$

et l'on doit avoir : $V_1 X_1 = V X$ ou

$$(a) \quad \frac{2\,(A+fr)}{R+R'} Q V + 0{,}0625\,\varepsilon S V_3 \pm Q \sin. i V = \frac{2\,(A+fr)}{R+R'} Q V_1 + 0{,}0625\,\varepsilon S V_1^3.$$

Donc les vitesses seront en raison inverse de la résistance.

Pour une rampe très forte et une voiture moyenne, la vitesse deviendra assez faible. Voyons ce qui se passe quand on aborde la rampe.

La résistance croissant, il faut que le travail développé par le moteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

augmente faute de quoi la voiture s'arrêterait. Il faut donc faire varier la liaison. Si on peut le faire d'une façon insensible, la vitesse de translation diminuera progressivement jusqu'au moment où la vitesse V sera devenue celle satisfaisant à l'équation (*a*). Jusqu'à ce moment le déplacement du véhicule aura été en régime variable décroissant et la liaison aura dû permettre de conserver au piston une vitesse constante tandis que la vitesse à la jante variait progressivement.

Quand on aura atteint la vitesse V définie par l'équation (*a*), on rendra la liaison fixe.

Si au lieu d'une liaison progressive, on ne dispose que de termes fixes, ou bien on débrayera le moteur et on ne l'embrayera à nouveau que lorsque V passera par la valeur favorable, ou bien on embrayera de suite si la chose est possible.

Il est à remarquer que :

1° Durant le temps où le moteur sera désembrayé, la voiture se déplacera en usant sa force vive sans alimenter cette force vive, d'où perte de temps ;

2° Une liaison fixe établit un rapport absolu entre la vitesse à la jante et celle du piston. Dans le cas de liaison à termes discontinus, on embrayera la liaison la plus voisine de la liaison théorique nécessaire et on altérera forcément le régime du moteur, d'où diminution dans le rendement.

3° Des changements brusques exposent le matériel à des ruptures et à des déformations.

En résumé, le *changement de vitesse dit continu* est utile et parfois nécessaire.

DE LA COMPRESSION AVANT L'EXPLOSION

Lorsque l'on entre dans l'analyse des phénomènes accompagnant ou suivant l'explosion on voit qu'il y a intérêt à produire une compression assez forte avant de provoquer l'inflammation.

Sans entrer dans le détail, nous nous bornerons à montrer l'importance de la question.

Nous n'envisageons que des cycles théoriques, car ce sont eux qui définissent la nature de la machine.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Soit un moteur à deux temps.

P_1 = pression après l'explosion supposée instantanée.

P_f = pression au début de l'échappement.

P_a = pression atmosphérique.

P_i = pression à l'introduction généralement égale à P_a.

Supposons un cas théorique, sans espace nuisible et appelons :

λ, la course du piston ;

$\alpha\lambda$ la longueur de l'admission. Donc $\alpha < 1$.

Le piston étant supposé de surface égale à l'unité, le travail pendant l'admission a pour expression $\alpha\ \lambda\ P_i$.

On sait que $P_1 = n\,P_i$. La détente a lieu suivant la loi :

$$P_1\,(\alpha\lambda)^\gamma = P_f\,\lambda^\gamma$$

γ est égal au rapport des chaleurs spécifiques sous volume constant et sous pression constante. L'expression se réduit à

$$n\,P_i\,\alpha^\gamma = P_f.$$

Le travail correspondant a pour expression :

$$\mathfrak{C} = \frac{n\,P\,(\alpha\lambda)^\gamma}{1-\gamma}\left[\left(\alpha\lambda\right)^{1-\gamma} - \lambda^{1-\gamma}\right]$$

Le travail lors du retour du piston est $-\lambda\,P_a$. Par suite le travail total est :

$$\mathfrak{C} = \alpha\lambda\,P_i - \frac{n\,P_i\,\alpha_\gamma\lambda}{1-\gamma} + \frac{n\,\alpha\,\lambda\,P_i}{1-\gamma} - \lambda\,P_a$$

Supposons une admission à la pression atmosphérique, $P_i = P_a$.

Si l'explosion a lieu au début de l'admission, celle-ci est nulle et le travail est nul ; de même à la fin de l'admission. Donc il y a une valeur de α pour laquelle $\mathfrak{C}$ passe par un maximum.

Pour trouver cette valeur il suffit de former $\frac{d\mathfrak{C}}{d\alpha}$ et d'en annuler la valeur. On trouve :

$$\gamma - 1_{\alpha} = n + 1 - \gamma$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour $\alpha = 8$ et $\gamma = 1.40$, on obtient :

$$\alpha^{0,40} = 0,623$$

ou $$\alpha = \left(0,623\right)^{2.50}$$

et $$\log. \alpha = 2,50 \log (0,623)$$

d'où l'on tire $$\alpha = 0,31$$

Théoriquement, dans un moteur à deux temps, l'admission doit avoir lieu très à peu près durant le tiers de la course.

Dans un moteur à quatre temps le travail maximum aura lieu si l'admission est égale à la course.

$\lambda =$ course du piston.

$u =$ longueur de la chambre de détonation supposée cylindrique et prolongeant le cylindre.

$P_2 =$ pression de compression.

$P_3 = n P_2 =$ pression après l'explosion.

$\mathfrak{T} =$ le travail.

$$\mathfrak{T} = \frac{u}{1-\gamma}\left[\left(\frac{u+\lambda}{u}\right)^{1-\gamma} - 1\right]\left(P_3 - P_2\right)$$

Dans la première course en arrière, le gaz occupant le volume, $u + \lambda$ est comprimé en u, à une pression de a atmosphères. Donc :

$$P_2 = a \quad P_3 = n\,a \quad P_3 - P_2 = (n-1)\,a$$

Mais visiblement

$$\left(u + \lambda\right)^{\gamma} = u^{\gamma}\, a \qquad \text{d'où} \qquad a = \left(\frac{u+\lambda}{u}\right)^{\gamma}$$

et $$P_3 - P_2 = (n-1)\left(\frac{u+\lambda}{u}\right)^{\gamma}$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il vient donc :

$$\mathfrak{C} = \frac{(n-1)}{1-\gamma} u \left(\frac{u+\lambda}{u}\right)^{\gamma}\left[\left(\frac{u+\lambda}{u}\right)^{1-\gamma} - 1\right]$$

ce qui peut s'écrire

$$\mathfrak{C} = \frac{n-1}{1-\gamma} u \left[\frac{u+\lambda}{u} - \left(\frac{u+\lambda}{u}\right)^{\gamma}\right]$$

Il est a remarquer que le terme entre crochets est négatif, mais que le coefficient $1 - \gamma$ qui entre en dénominateur est également négatif, ce qui rend $\mathfrak{C}$ positif.

Durant la première course en arrière, la compression suit la loi:

$$P_a \left(\lambda + u\right)^{\gamma} = P_2 \left(u\right)^{\gamma}$$

P_a étant la pression d'admission.

Après l'explosion la détente donne :

$$P_3 \left(u\right)^{\gamma} = P_f \left(\lambda + u\right)^{\gamma}$$

P_f étant la pression d'expulsion.

Multiplions membre à membre, il vient :

$$P_a P_3 = P_2 P_f$$

mais si $P_3 = n P_2$, $P_f = n P_a$,

et ceci indépendamment du rapport $\frac{\lambda}{u}$.

Mais quelle valeur convient-il de donner à ce rapport $\frac{\lambda}{u}$? La question est *théoriquement* facile à résoudre.

Comprimons le gaz P_a à P_2, pressions correspondant à des températures absolues T_a et T_2, le travail résistant sera $-\mathfrak{C}'' = -\frac{R}{1-\gamma}\left(T_2 - T_a\right)$

R étant la caractéristique du mélange tel que :

$$P\, v = R\, T$$

P étant la pression, v le volume et T la température absolue.

Le gaz passant de P_3 à P_f (températures absolues T_3 et T_f) fournit un travail

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$$\mathcal{C}' = \frac{R}{1-\gamma}\left(T_3 - T_1\right)$$

Par suite le travail disponible est

$$\mathcal{C} = \mathcal{C}' - \mathcal{C}'' = \frac{R}{1-\gamma}\left[T_3 - T_2 - (T_1 - T_a)\right]$$

Remarquons que

$$P_3\, u = R\, T_3$$

$$P_2\, u = R\, T_2$$

Donc $$T_3 - T_2 = \frac{u}{R}\left(P_3 - P_2\right).$$

mais $$P_3 = n\, P_2$$

Donc $$T_3 - T_2 = \frac{u}{R}\left(n - 1\right) P_2$$

Par suite

$$\mathcal{C} = \frac{R}{1-\gamma}\left[(n-1)\frac{u}{R} P_2 - \left(T_1 - T_a\right)\right]$$

Si l'on suppose u constant, on voit que $\mathcal{C}$ sera d'autant plus grand que P_2 sera plus considérable. Or P_2 représente la compression qui dépend de la valeur de λ par rapport à u.

En d'autres termes, une compression accentuée est avantageuse.

DU RÉGIME DE DÉTONATION

Dans tout ce qui précède, nous nous en sommes tenu à des considérations théoriques. Nous admettons volontiers qu'il ne faut pas trop s'y attarder par suite des inexactitudes de certains coefficients supposés fixes et réellement variables. Nous n'insisterons que sur un point : le régime de la détonation.

L'étude de cette question est plutôt du domaine de la physique que de celui de l'industrie; aussi renvoyons-nous pour l'examen de ses détails aux ouvrages spéciaux. Il nous suffira de retenir quelques conclusions.

Le phénomène peut être étudié sous pression constante ou sous volume constante. On ne tarde pas à s'apercevoir que la détonation n'est pas instantanée,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

c'est-à-dire que la combinaison des gaz, provoquée en un certain point, met un temps appréciable à se propager à travers la masse.

La *vitesse de l'explosion* augmente avec la pression et la température. Sa régularité dépend de l'homogénéité du mélange à travers lequel elle doit se transmettre.

Dans un cylindre de moteur on provoque l'explosion avant que le piston ne soit arrivé au bout de sa première course en arrière. On dit qu'il y a *avance à l'allumage.*

Tandis que ce retour du piston se complète, il y a augmentation de pression due :

1° A la diminution de l'espace sous le piston ;

2° A l'augmentation de pression provenant de la déflagration progressive du mélange.

Lorsque le piston se remet en marche pour le troisième temps, la combustion se complète et bien que le volume sous le piston augmente, il y a encore augmentation de pression.

Le phénomène a donc lieu sous pression et volume variables. Quelques expériences ont déjà eu lieu et on est arrivé à fixer la durée de l'explosion dans certains cas particuliers. En général, il semble qu'elle soit supérieure à $\frac{1}{20}$ de seconde (A. Witz).

Avec un moteur faisant 600 révolutions à la minute, c'est-à-dire 1,200 oscillations, chaque oscillation dure $\frac{1}{20}$ de seconde.

On voit donc que l'utilisation ne peut être que défectueuse, même avec une avance à l'allumage.

En effet, soient λ la course durant $\frac{1}{20}$ de seconde et α un coefficient plus petit que l'unité. Supposons que l'avance linéaire à l'allumage soit de $\alpha\lambda$. Dans le cas précédent, au bout de $\frac{1}{20}$ de seconde, le piston se sera déplacé de $\alpha\lambda$, puis de $\lambda - \alpha\lambda$ en sens contraire, puisque le bouton de manivelle aura tourné de 180°. Par suite, puisque l'explosion demande $\frac{1}{20}$ de seconde pour avoir lieu, elle aura duré tout ce temps, c'est-à-dire que la détente n'aura lieu que suivant un déplacement linéaire de $\alpha - \alpha\lambda$ dans le sens utile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il y a donc un intérêt capital, pour augmenter le rendement, à augmenter la vitesse de la déflagration. On tâche d'y arriver en établissant une forte compression.

Nous pensons, *abstraction faite des conditions de légèreté parfois imposées,* qu'il serait excessivement intéressant d'augmenter l'homogénéité et la température du mélange.

Nous avons proposé un moteur à six temps comportant :

1er temps. Aspiration du mélange.

2e temps. Compression dudit mélange.

3e temps. L'explosion est suspendue, le mélange se détend, se brasse et se réchauffe aux dépens des parois.

4e temps. Retour en arrière du piston et recompression du mélange qui se brasse et se réchauffe.

5e temps. Explosion et détente.

6e temps. Expulsion.

Nous croyons que dans ces conditions on augmenterait la vitesse de l'explosion, c'est-à-dire le rendement et que d'autre part on assurerait le refroidissement du cylindre, au moins partiellement, pour des moteurs de force courante.

UTILISATION DES GAZ PERDUS

Nous avons vu plus haut que sur 100 unités calorifiques fournies par l'explosion on en utilise 20 et que 30 sont emportées par les gaz expulsés. Nous ne faisons que mentionner le fait en désirant que l'on cherche à utiliser ces calories gaspillées par le compoundage, ce qui permettra d'augmenter la détente sans modifier la course du piston.

PUISSANCE DES MOTEURS

Considérant toujours un moteur à quatre temps, on introduit à la pression P_1 et à la température absolue T_1 un mélange que l'on comprime à P_2 et T_2; l'explosion porte ces éléments à P_3 et T_3, puis il y a détente jusqu'à P et T_4.

Il y a donc :

Détente de T_3 à T_4;

Chute de pression de T_4 à T_1;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Compression de T_1 à T_2;

Augmentation de pression de T_2 à T_3;

Le cycle de Carnot correspondant fonctionnerait ici entre T_3 et T_1;

Mais, dans le cas du moteur, la détente n'a pas lieu de T_3 à T_1, mais seulement de T_3 à T_f;

De même la compression, au lieu d'aller de T_1 à T_3, s'arrête à T_2.

De plus, les variations isothermiques font place à des variations sous volume constant.

Enfin, les variations ne sont pas adiabatiques, mais ont lieu suivant une loi $Pv^k = \text{constante}$, P étant la pression, v le volume, k un coefficient différent de γ.

Si $\mathfrak{C}_i$ est le travail théorique du cycle de Carnot, appelons α un coefficient plus petit que l'unité. Le travail maximum disponible sera $\mathfrak{C}_p = \alpha\, \mathfrak{C}_i$.

Mais cette valeur $\mathfrak{C}_p$ est impossible à atteindre, puisqu'elle correspond au cas théorique et le travail réellement disponible ou *indiqué* ne pourra être que $\mathfrak{C}_i < \mathfrak{C}_p$.

$\mathfrak{C}_i$ dépend de la valeur de k qui variera suivant les circonstances du régime de détonation, de la température, des avances ou retards des phases, etc., etc. Bref, $\mathfrak{C}_i$ représente la somme d'énergie réellement développée sous le piston.

Quant au travail utile, il sera $\mathfrak{C}_u < \mathfrak{C}_i$. Sa différence $\mathfrak{C}_i - \mathfrak{C}_u$ est absorbée par les *résistances intérieures* et comporte deux parties : l'une fixe et l'autre fonction de $\mathfrak{C}_i$.

L'expression $\frac{\mathfrak{C}_i}{\mathfrak{C}_p}$ caractérise le mode d'utilisation, c'est-à-dire définit le cycle par rapport à celui de Carnot.

Le rapport $\frac{\mathfrak{C}_i}{\mathfrak{C}_p}$ dépend des conditions de marche,

et $\frac{\mathfrak{C}_u}{\mathfrak{C}_i}$ est fonction du mécanisme.

Pour apprécier la marche d'un moteur, il faut, outre la connaissance de ses dimensions, posséder les éléments suivants :

1. Nature du combustible employé;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2. Quantités consommées;

3. Énergie développée ;

4. Travail indiqué $\mathfrak{T}_i$;

5. Travail utile $\mathfrak{T}_u$;

6. Pertes par refroidissement;

7. Pertes à l'échappement.

Le travail utile se mesure soit au frein de Prony, soit de toute autre façon.

Avec un frein de Prony si L est le bras de levier, p le poids indiqué par une balance sur laquelle repose l'extrémité du levier à l'état de repos et P le poids maintenant l'équilibre lorsque l'arbre est en marche on a:

$$\mathfrak{T}_u = (P + p)\, 2\pi\, L\, n,$$

n étant le nombre de tours *par seconde.*

Avec un frein à corde.

r = rayon de la poulie.

ρ = rayon de la corde.

P = poids tenseur de la corde.

p = tension du dynamomètre.

n = nombre de tours *par minute.*

$$\text{Puissance en chevaux} = \frac{2\pi\,(r+\rho)\,n}{60 \times 75}\,(P - p).$$

DES ESSAIS SUR ROUTE ET DES COURSES

Pour nous spécialiser au cas des voitures automobiles, qu'il nous soit permis de reproduire ici ce que nous avons déjà dit ailleurs.

Les voitures étant destinées à circuler sur les routes, il est tout naturel qu'on ait l'idée de les comparer entre elles sur le terrain qui leur est propre ; de là, l'origine des courses.

Du reste, cette idée de lutte est vieille comme le monde. Depuis que les hommes existent, ils n'ont cessé d'être rivaux, et chacun a toujours été bien aise

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'affirmer sa supériorité sur ses concurrents. C'est une caractéristique de la barbarie que de provoquer la lutte entre deux unités notoirement dissemblables puisque la victoire appartient nécessairement à celle dont les moyens sont supérieurs. Ce n'est que plus tard, sous l'influence d'une civilisation plus avancée, qu'on en est arrivé à *égaliser les chances.*

En effet, l'admission sans conditions à une compétition quelconque écarte forcément certaines classes susceptibles de rendre des services dans un ordre d'idées différent, mais incapables de triompher en présence des individualités exceptionnelles. Or, ces individualités sont généralement rares, et inaptes à suffire seules aux besoins généraux. De là la nécessité de comparer les unités de valeur moindre non seulement entre elles, mais encore avec celles de premier rang, et par suite l'obligation de faire varier les épreuves de façon à mettre en relief les qualités de chacun.

Si prenant deux hommes, l'un très fort et l'autre très agile, on se borne à les comparer en leur demandant de soulever un poids, le prix reviendra incontestablement au premier. Si vous leur demandez une simple course, c'est au second que reviendra la victoire. Dans l'un et l'autre cas, si l'on se borne à une épreuve unique, on sera tenté de conclure que le vaincu est inutilisable.

Ayant procédé aux deux épreuves en question, on verra que chaque individu est meilleur que l'autre dans une spécialité. Il pourra donc arriver qu'on veuille les comparer en faisant intervenir leurs qualités spéciales. Par exemple, on leur demandera de transporter d'un point à un autre une certaine charge divisible à leur volonté.

Le plus fort des concurrents mais le moins agile transportera lentement une série de grosses charges, tandis que le plus leste ira plus vite, en prélevant des poids moindres et effectuant des voyages plus fréquents. Au bout d'un temps déterminé, le *meilleur* sera celui qui aura accompli le plus de travail utile.

En dehors de la question d'*utilité*, le goût du *sport* est intervenu. Depuis bien longtemps les épreuves se sont régularisées, ou du moins on a tenté de les régulariser. L'automobilisme, jusqu'à ces derniers temps, a procédé d'une façon assez aveugle, et ses débuts n'ont pas échappé à cette influence de barbarie que nous venons de mentionner.

Sans doute, il est intéressant de savoir quelle est la voiture la plus rapide, abstraction faite des éléments mis en jeu pour arriver à ce résultat. Mais il est tout aussi intéressant de savoir quel est le véhicule susceptible de démarrer avec la plus lourde charge utile, quel est celui qui poursuivra le plus longtemps sa marche sans arrêt, quel est celui dont la consommation sera la moindre pour un travail défini, et donnant les résultats les plus économiques, etc., etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Récemment, on a compris ces obligations, et divers concours ont été organisés en dehors des courses. Il n'y a qu'à s'en féliciter.

Une voiture automobile est un engin mécanique auquel on donne à volonté (ou à peu près) une puissance et un poids déterminés.

Il y a absurdité à faire lutter ensemble un véhicule léger muni d'un faible moteur, avec un engin plus lourd et surtout plus puissant.

Choqués par l'anomalie d'une compétition ayant lieu sur de semblables bases, les organisateurs des concours ont commencé par répartir les véhicules d'après leurs poids. Or, cette classification est loin d'être suffisante.

En effet, deux voitures du même poids peuvent être construites en vue de destinations tout à fait différentes; l'une peut avoir un moteur de beaucoup supérieur à celui de l'autre, et par suite les résultats obtenus ne sont pas comparables.

De là, la nécessité de faire intervenir le travail et la consommation.

Au point de vue mécanique, le travail est fonction du poids total déplacé, comprenant le poids mort et la charge utile. Au point de vue rendement, c'est ce dernier facteur qui compte seul.

Si l'on n'envisage que les qualités du moteur, on aura un élément d'appréciation en rapportant la consommation au travail total, tandis qu'économiquement on doit envisager le coût du transport utile, c'est-à-dire le rapprocher de la consommation.

Un système étant donné, la science et l'industrie sont assez avancées aujourd'hui pour qu'on sache le parti que l'on peut en tirer. Ce qu'il importe, c'est de comparer entre eux les divers systèmes, les méthodes d'application, l'habileté des constructeurs et des conducteurs.

Aussi, nous croyons que l'on doit rendre comparables les éléments du problème, et nous pensons que la façon la plus simple d'arriver à ce résultat est de faire entrer en ligne de compte le quotient du poids total par la puissance du moteur en chevaux, c'est-à-dire le facteur $\frac{Q}{N}$, en appelant Q le poids total et N la puissance en chevaux.

Q représente le poids en ordre de marche, et N résulte des données du moteur.

Pour calculer N dans un moteur, il est rationnel de tenir compte des cycles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

théoriques qui supposent la détente et la compression adiabatiques en même temps que la détonation et l'échappement instantanés. Cette proposition peut paraître bizarre, mais nous allons la légitimer.

Nous avons vu que les courbes de détente différaient de $pv^r = \text{const.}$, suivant les machines, et qu'elles devenaient $pv^k = \text{const.}$, K étant un coefficient numérique variable. Or, dans une certaine mesure, la construction peut régler la valeur de K qui dépendra de la nature des parois, du mode de refroidissement, de la vitesse du piston, etc. Plus le constructeur sera habile, et plus il saura donner à K une valeur avantageuse. Pour faire bénéficier le fabricant de son savoir-faire, il n'y a pas d'inconvénient à comparer le cycle obtenu au cycle théorique.

Même observation pour ce qui est relatif aux perturbations des diagrammes dues à la non-instantanéité de la détonation et de l'échappement. Celui qui étudie un moteur peut faire varier divers éléments, tels que la pression, la température, l'avance aux phases, etc., qui peuvent augmenter la surface des diagrammes. *Il convient donc de prendre comme point de comparaison le diagramme du cycle théorique et non pas la puissance effective résultant d'un essai au frein.*

Pour un moteur à deux temps, on tiendra compte :

1° Du diamètre du cylindre δ ;

2° De sa course λ ;

3° De la pression d'admission P (généralement la pression atmosphérique) ;

4° On supposera l'admission la plus avantageuse et égale au $\frac{1}{3}$ de la course ;

5° Le mélange sera considéré comme au maximum et l'on se donnera n augmentation de pression due à l'explosion.

L'admission sera donc

$$\frac{1}{4}\pi\delta^2\frac{\lambda}{3} = \frac{\pi}{12}\lambda\delta^2$$

à la pression P ; la pression sera nP après l'explosion et la détente aura lieu pendant deux tiers de la course. La pression P_f sera

$$P_f\,\lambda^\gamma = n\mathrm{P}\left(\frac{\lambda}{3}\right)^\gamma \quad \text{ou} \quad P_f = \frac{n\mathrm{P}}{3^\gamma}$$

Or nous savons que le travail correspondant est exprimé par

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

$$\mathfrak{C} = \frac{nP}{1-\gamma}\left(\frac{\lambda}{3}\right)^{\gamma}\left[\cdot^{1-\gamma} - \left(\frac{\lambda}{3}\right)^{1-\gamma}\right] - \frac{2}{3}\lambda P_a$$

P_a étant la pression atmosphérique.

On déduit facilement la pression moyenne p en posant $\mathfrak{C} = \frac{2}{3}\lambda p$ et en égalant les valeurs de $\mathfrak{C}$.

$$\frac{2}{3}\lambda p = \frac{nP}{1-\gamma}\left(\frac{\lambda}{3}\right)^{\gamma}\left[\lambda^{1-\gamma} - \left(\frac{\lambda}{3}\right)^{1-\gamma}\right] - \frac{2}{3}\lambda P_a$$

ou $$\frac{2}{3}\lambda p = \frac{nP}{1-\gamma}\left(\frac{\lambda}{3}\right)^{\gamma}\lambda^{1-\gamma}\left[1 - \left(\frac{1}{3}\right)^{1-\gamma}\right] - \frac{2}{3}\lambda P_a$$

ou en divisant par λ

$$\frac{2}{3}p = \frac{nP}{(1-\gamma)}\frac{1}{3^{\gamma}}\left[1 - \left(\frac{1}{3}\right)^{1-\gamma}\right] - \frac{2}{3}P_a$$

Si $P = P_a$ et si on prend $P_a = 1$, c'est-à-dire si l'on compte en atmosphères, on a :

$$\frac{2}{3}p = \frac{n}{3(1-\gamma)}\left[1 - \left(\frac{1}{3}\right)^{1-\gamma}\right] - \frac{2}{3} = \frac{n}{3^{\gamma}(1-\gamma)}\left(\frac{3^{1-\gamma}-1}{3^{1-\gamma}}\right) - \frac{2}{3}$$

ou enfin : $$p = \frac{n}{2(1-\gamma)}\left(3^{1-\gamma} - 1\right) - 2$$

Connaissant la pression moyenne p correspondant au diagramme, *la puissance en kilogrammètres développée par une cylindrée* sera

$$\Pi_2 = \frac{2}{3}\frac{\pi}{4}\delta^2\lambda p = \frac{1}{6}\pi\delta^2\lambda p$$

en exprimant δ en centimètres, λ en mètres et p en atmosphères.

Or le nombre de tours par minute sera d'autant plus grand que Π_2 sera plus élevé. Nous appellerons ce facteur Π la *puissance nominale disponible* de la machine et nous proposons de classer les voitures d'après le quotient $\frac{Q}{\Pi_2}$. Plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

cette *caractéristique* sera élevée et plus la voiture devra aller vite, ou bien encore plus le poids transporté devra être grand.

Pour une machine à quatre temps, nous savons que

$$\mathfrak{T} = \frac{u}{1-\gamma}\left[\left(\frac{u+\lambda}{u}\right)^{1-\gamma} - 1\right]\left(P_3 - P_2\right)$$

u représentant la longueur de la chambre de détonation ramenée au diamètre du cylindre et λ la course. P_3 = pression après l'explosion, P_2 = pression avant, P_a étant la pression atmosphérique

$$P_2 u^\gamma = P_a\left(u+\lambda\right)^\gamma \quad P_2 = P_a\left(\frac{u+\lambda}{u}\right)^\gamma$$

$$P_3 = nP_2 = nP_a\left(\frac{u+\lambda}{u}\right)^\gamma$$

donc $$\mathfrak{T} = \frac{u}{1-\gamma}\left[\left(\frac{u+\lambda}{u}\right)^{1-\gamma} - 1\right] nP_a\left(\frac{u+\lambda}{u}\right)^\gamma$$

et par suite $$\mathfrak{T} = \frac{nP_a u}{1-\gamma}\left[\frac{u+\lambda}{u} - \left(\frac{u+\lambda}{u}\right)^\gamma\right]$$

et définitivement

$$\mathfrak{T} = \frac{nP_a\,(u+\lambda)}{1-\gamma}\left[1 - \left(\frac{u+\lambda}{u}\right)^{\gamma-1}\right]$$

Pour terme de comparaison nous supposerons $u = \frac{1}{2}\lambda$ et $P_a = 1$ et on aura

$$\mathfrak{T} = \frac{3n\lambda}{2\,(1-\gamma)}\left(1 - 3^{\gamma-1}\right)$$

Il sera facile de calculer la *pression moyenne* p en atmosphères et on posera

$$\Pi' = \frac{\pi}{4}\,\delta^2\lambda p$$

Pour un moteur à quatre temps on aura une explosion tous les deux tours et nous considérerons $\Pi_4 = \frac{1}{2}\,\Pi'$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

De même pour un moteur à six temps $\Pi_6 = \frac{1}{3}\Pi$.

$$\Pi_4 = \frac{1}{8}\pi\delta^2\lambda p \quad \text{et} \quad \Pi_6 = \frac{1}{12}\pi\delta^2\lambda p.$$

Les véhicules seront toujours classés d'après leur caractéristique $\frac{Q}{\Pi}$, d'une façon générale.

Dans ces conditions, on voit que, *partant des cas théoriques*, on laisse aux constructeurs la libre disposition des éléments devant améliorer le rendement, éléments parmi lesquels le plus intéressant serait probablement l'utilisation du calorique perdu à l'échappement, c'est-à-dire le *compoundage* des cylindres. Nous nous sommes surtout efforcé d'introduire une relation entre le *poids en ordre de marche* et la *puissance nominale disponible* dont il s'agit précisément de constater la meilleure utilisation.

Cette classification établie, rappelons-nous que l'effort moteur pour une voiture est

$$X = \frac{2(A+fr)}{R+R'}Q + 0{,}0625\,\varepsilon SV^2 \pm Q \sin. i.$$

r, R et R′, diamètres des fusées et des roues dépendent du constructeur.

Dans la pratique, les écarts ne sont pas grands, et on peut remplacer le terme $2\frac{(A+fr)}{R+R'}$ par une constante M, ce qui représentera un cas moyen, les constructeurs pouvant disposer des éléments variables r, R et R′.

Négligeons pour le moment le terme en V^2 dû à la résistance de l'air; nous voyons que

$$X_1 = MQ \pm Q \sin. i = Q\,(M \pm \sin. i)$$

i étant l'angle d'un tronçon de route avec l'horizon.

Le facteur $M \pm \sin. i$ sera le même pour tous les véhicules, en supposant M constant.

Lorsque $\sin. i = 0$, l'équation se réduit à $X_2 = MQ$.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le travail élémentaire développé sera égal à $XVdt$, en appelant V la vitesse et t le temps. Pour les tronçons plats on aura, abstraction faite de la résistance de l'air :

$$\Sigma\, X_1\, V_1\, dt = X_1\, V_1 \Sigma\, dt = X_1\, V_1\, t_1$$

De même, pour une pente i, on aura $X_i V_i t_i$.

V_i indiquant la vitesse sur la rampe, et t_i le temps employé pour la franchir.

Avec le même poids et un moteur susceptible de communiquer une vitesse V' le travail élémentaire sera $XV'dt$, et le rapport $\frac{V}{V'}$ dépendra du rapport de la puissance des moteurs.

Considérant deux voitures ayant le même poids total, si l'une a un moteur k fois plus puissant que l'autre, la valeur de X étant la même puisqu'elle ne dépend que de Q, elle devra aller k fois plus vite, toujours abstraction faite de la résistance de l'air.

Dans le cas du moteur le moins puissant, on aura pour le travail total :

$$\mathfrak{T} = X_1 V_1 t_1 + (X_i V_i t_i)_1 + (X_i V_i t_i)_2 + (.....$$

en posant X_1 = résistance en palier ;

V_1 = vitesse en palier ;

t_1 = temps nécessaire pour franchir la somme des paliers.

X_i, V_i, t_i ont la même signification pour une pente déterminée et chaque terme entre parenthèses correspond à une rampe différente.

On peut écrire, pour la seconde voiture :

$$\mathfrak{T} = X_1\, kV_1\, \frac{t_1}{k} + \left(X_i kV_i\, \frac{t_i}{k}\right)_1 + \left(X_i kV_i\, \frac{t_i}{k}\right)_2 + ...$$

le travail total est le même, puisque Q n'a pas changé et que le profil de la route est identique.

Le moteur poussant la voiture k fois plus vite, celle-ci mettra k fois moins de temps à accomplir son voyage.

Donc nous proposons, sur un parcours donné, de *handicaper* des voitures automobiles d'après le rapport $\frac{Q}{H}$; plus il sera faible et plus la vitesse devra être grande.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voici comment nous nous proposons d'utiliser ce coefficient $\frac{Q}{\Pi}$.

La course ayant eu lieu, chaque concurrent aura mis un temps Θ qui devra dépendre de la force du moteur comparé au poids, c'est-à-dire du facteur $\frac{Q}{\Pi}$.

Si toutes les machines avaient les mêmes qualités, pour deux voitures de caractéristiques $\frac{Q'}{\Pi'}$ et $\frac{Q''}{\Pi''}$ les vitesses V' et V'' devraient être telles que

$$V' \frac{Q'}{\Pi'} = V'' \frac{Q''}{\Pi''}$$

et, comme les temps sont inversement proportionnels aux vitesses, on devrait avoir :

$$\frac{1}{\Theta'} \frac{Q'}{\Theta'} = \frac{1}{\Theta''} \frac{Q''}{\Theta''} \quad \text{et par suite} \quad \frac{\Theta'}{\frac{Q'}{\Pi'}} = \frac{\Theta''}{\frac{Q''}{\Pi''}}$$

La marche d'une voiture sera donc appréciée d'après la valeur de $\frac{\theta}{\frac{Q}{\pi}}$, que nous appelons *coefficient de marche.*

Donc le coefficient de marche sera égal au quotient du temps employé à effectuer le parcours par la caractéristique $\frac{Q}{\pi}$ de la voiture, étant entendu que Q désigne le *poids total* et π la *puissance nominale disponible* dérivant du *cycle théorique* adopté dans la construction.

Nous ne prétendons point condamner les courses de pure vitesse qui ont leur intérêt propre et pour lesquelles il convient de créer des moteurs spéciaux grâce à l'étude desquels l'industrie ne peut que progresser. De même il importe de poursuivre les études entamées au sujet des poids transportés, des combustibles consommés, etc., etc.

Nous avons seulement essayé de trouver un élément permettant de grouper dans une course unique des véhicules essentiellement différents. Une course ayant lieu, on constatera non seulement l'arrivée du premier, auquel pourra être décerné un prix de vitesse, mais on constatera en même temps les consommations; et, pour nous, le véritable triomphateur de l'épreuve sera celui qui, classé premier sur les bases plus haut énoncées, c'est-à-dire ayant le coefficient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de marche minimum, pourra montrer que durant le parcours il a eu le minimum de dépense.

Il ne faut pourtant pas oublier que la résistance de l'air intervient pour limiter la vitesse et il ne serait pas juste de ne pas en tenir compte. On y arrivera en réduisant dans une certaine proportion la valeur du coefficient $\frac{\Theta}{\Omega^2}$.

Nous laissons du reste aux commissions d'organisation le soin de se prononcer dans chaque cas particulier.

(Applaudissements.)

M. LE PRÉSIDENT. — Personne n'a d'observations à présenter sur ce rapport ?

La parole est à M. Forestier, pour donner lecture de son étude sur les moteurs à explosions.

RAPPORT DE M. FORESTIER

SUR

les Moteurs à mélange tonnant

M. FORESTIER. — Messieurs, je ne connaissais pas le très intéressant rapport de M. Moreau lorsque j'ai rédigé le mien. Je passerai donc, pour ménager le temps du Congrès, la partie de mon rapport relative au cycle des opérations dit « à quatre temps » ou à deux temps, et j'arrive immédiatement à l'étude du moteur à mélange tonnant.

L'étude d'un moteur de cette nature comporte plusieurs parties :

1° La nature et la formation du mélange tonnant ;

2° Le mode d'inflammation ;

3° Le dispositif de distribution et son utilisation comme moyen de réglage de la puissance.

4° Les moyens à employer pour maintenir la température de l'enceinte à un degré compatible avec la bonne lubrification des surfaces frottantes du piston et du cylindre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mélange tonnant

Les premiers moteurs à mélange tonnant, inventés pour la petite industrie à domicile étaient destinés à utiliser un mélange d'air et de gaz d'éclairage, d'où leur nom de moteurs à gaz.

En vue de permettre aux ouvriers des villes où il n'y a pas d'éclairage au gaz de mettre à profit l'avantage précieux du moteur nouveau de ne rien consommer quand il n'est pas utilisé et d'être prêt à travailler, pour ainsi dire instantanément, M. Lenoir eut, en 1862, l'idée de remplacer le mélange d'air et de gaz d'éclairage par un mélange d'air et de vapeur d'hydrocarbures.

En possession d'un pareil moteur qui pouvait emporter avec lui un approvisionnement suffisant d'énergie, M. Lenoir songea, dès ce moment, à l'utiliser pour la mise en mouvement d'un canot et même d'un véhicule.

La tentative de 1862 semble bien avoir été la première faite dans le sens de l'application du moteur à mélange tonnant à la traction mécanique ; mais son poids relativement considérable, le faible nombre de coups de piston par minute (100 environ), la vitesse insuffisante qui en résultait pour le véhicule, ne permirent pas à cette tentative intéressante d'avoir une influence sérieuse sur l'automobilisme. Du reste son inventeur ne semble pas avoir persévéré dans cette voie.

M. Gottlieb Daimler nous paraît être le véritable inventeur du moteur à essence, léger et rapide, qui a rendu l'automobilisme pratique.

Le carburateur qui a pour but de fournir un mélange de 1 partie d'essence pour 8 à 10 d'air, renfermant autant de parties combustibles que le gaz d'éclairage, est, peut-être, l'organe du moteur à essence le plus important. De sa marche régulière dépend, en effet, le bon ou le mauvais fonctionnement du moteur. Suivant que l'explosion sera parfaite ou incomplète, le cylindre et la soupape d'évacuation resteront propres et nets, ou se recouvriront d'un cambouis gênant.

Il y a plusieurs dispositifs de carburateurs qui, tous, ont pour but de multiplier les surfaces de contact, de favoriser le mélange de l'essence liquide et de l'air plus ou moins échauffé à saturer.

Suivant la volatilité plus ou moins grande de l'hydrocarbure employé, la saturation de l'air se fera, en effet, à une température plus ou moins élevée, qu'on obtiendra en utilisant les gaz chauds expulsés du cylindre après l'explosion.

Alors que dans les moteurs à explosion fixes, employés notamment dans l'agriculture, on se sert avantageusement du pétrole lampant, dont on porte la température à un degré thermométrique nécessaire, jusqu'à ce jour, dans les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

carburateurs des moteurs à explosion employés sur la plupart de voitures automobiles, on emploie seulement l'essence ou gazoline, d'une densité de 0,610 à 0,740, à 15° bouillant entre 70° et 120°.

Dans les carburateurs les plus simples, dont le carburateur du motocycle de Dion et Bouton est le type, l'air aspiré par le piston barbote dans l'essence Ce dispositif a l'inconvénient d'utiliser les parties les plus volatiles de l'essence qui, à la longue, devient trop dense ; il faut alors l'évacuer et la remplacer.

Pour ne pas avoir à modifier constamment le réglage de la carburation, il importe que l'essence conserve une composition identique. Dès lors, au barbottage de l'essence par l'air aspiré, on substitue, l'introduction, dans le courant d'air, d'un volume convenable d'essence. Par des chicanes, on pulvérise cette essence pour favoriser son mélange avec l'air. Les carburateurs de cette espèce sont dits à pulvérisation. L'introduction de l'essence se fait en profitant de la dépression causée par l'aspiration du mélange ou par un distributeur à alvéole.

Les carburateurs du 1er type dits à injection se composent :

1° D'un appareil réglant l'arrivée de l'essence;

2° D'un ajutage par lequel l'essence arrive dans le courant d'air;

3° D'un dispositif permettant le réglage de l'air pur à mélanger à l'air saturé d'essence.

Le plus souvent, l'appareil réglant la constance de l'arrivée de l'essence consiste en un récipient où le niveau de l'essence est maintenu à une hauteur convenable par un flotteur agissant sur un pointeau qui peut obturer plus ou moins complètement l'arrivée de l'essence dans le récipient.

Les carburateurs du 2e type sont dits à distribution.

Ils comportent, un robinet à plusieurs alvéoles qui à chaque aspiration introduit dans le courant d'air un volume constant de combustible.

Inflammation

Ce mélange est aspiré dans le cylindre par le piston, après l'expulsion des produits de l'explosion précédente.

Après compression du mélange tonnant par le retour du piston, il faut le faire exploser.

Dans certains moteurs l'inflammation a lieu au contact de cylindres de platine portés à une température convenable par des brûleurs spéciaux. C'est ce qu'on appelle l'inflammation par tubes incandescents.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On reproche parfois à ce mode d'inflammation de ne produire l'explosion que lorsque la compression est arrivée à un certain degré. En effet, les gaz de l'explosion non expulsés qui restent dans les tubes incandescents, isolent le mélange tonnant de la partie chaude jusqu'à ce que la compression ait assez réduit leur volume.

Le grand inconvénient de l'allumage par tubes incandescents est la quasi-impossibilité d'obtenir l'avance à l'allumage variable.

Pour éviter cet inconvénient, beaucoup de constructeurs ont adopté l'explosion par étincelle électrique.

Celle-ci peut jaillir en un point quelconque de l'enceinte où on comprime le mélange. Il est donc loisible d'obtenir l'explosion quelque temps avant que la compression soit achevée. On réalise ainsi une utilisation plus complète de l'énergie développée. On a, de plus, l'avantage, en faisant varier l'avance à l'explosion, de pouvoir augmenter sensiblement le nombre des coups de piston, et, par suite, la puissance du moteur.

L'inflammation peut être produite par deux procédés différents : soit par une étincelle jaillissant entre deux points de platine, lorsqu'on crée un courant d'induction dans le circuit qui ne présente que cette interruption; soit par une étincelle de rupture de courant, lorsqu'une pièce métallique, assurant le passage d'un courant constant par contact avec une autre pièce à l'intérieur du cylindre, s'en écarte brusquement.

La source électrique peut, elle-même, varier suivant les constructeurs. Les uns emploient un accumulateur ou une pile. Les autres n'ont recours à la pile primaire ou secondaire que pour lancer le moteur; ensuite ils emploient le courant produit par une magnéto actionnée par le moteur lui-même.

Cette dernière source d'électricité semble surtout utilisée par les constructeurs qui ont recours à l'inflammation par étincelle de rupture.

Les partisans de l'inflammation par tubes incandescents reprochent à l'inflammation électrique de fréquents ratés, surtout dans le cas où le moteur comporte plusieurs cylindres ne fonctionnant pas tout le temps. Dans ces conditions, il se dépose sur les fils de platine un mélange d'huile et de poussières charbonneuses qui empêche toute étincelle lorsque le cynlindre doit être utilisé pour parfaire la puissance nécessaire.

Cet accident paraît devoir beaucoup moins se produire avec l'inflammation par étincelle de rupture, car elle est assez considérable pour brûler la goutte d'huile qui s'opposerait au passage de l'étincelle.

Pour les voitures de place à moteur à essence, il sera nécessaire d'éviter la dépense relativement considérable de l'essence brûlée pour maintenir les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tubes incandescents à une température permettant de partir instantanément à la demande du client c'est-à-dire environ 0 litre 200 par heure.

Sous la pression des demandes de leurs clients, les maisons de construction les plus attachées à l'inflammation par tubes incandescents sont aujourd'hui forcées d'adopter l'allumage électrique. L'installation d'une magneto ou d'une dynamo finira par s'imposer.

Dans les moteurs à essence dont le nombre de coups de piston atteint 1,500, 1,800 et même 2,000 à la minute, comme dans les tricycles de Dion, l'installation de l'interrupteur électrique n'a pas laissé que de constituer un problème électrique assez difficile à résoudre. Il est généralement mis en œuvre par une came montée sur l'arbre moteur ou un arbre auxiliaire.

Distribution et régulation

L'introduction du mélange tonnant et l'"évacuation des gaz après l'explosion se font par des soupapes de dispositions variées, ouvertes et fermées au moment convenable soit automatiquement, soit mécaniquement par des tiges reposant sur des cames mises en mouvement par un arbre spécial conjugué avec l'arbre moteur.

Pendant longtemps, pour régler la vitesse, on agissait sur l'aspiration; depuis 1889, pour les moteurs à gaz, on a reconnu l'avantage d'agir sur l'échappement. Cependant plusieurs constructeurs emploient encore le réglage par étranglement ou suppression de l'aspiration.

Un régulateur, basé sur la force centrifuge, permet automatiquement, quand la vitesse est trop grande, soit d'actionner un papillon agissant sur le volume de mélange aspiré, soit d'annihiler l'action de la tige qui assure l'ouverture de la soupape d'évacuation des gaz brûlés. Dans le cas d'étranglement de l'aspiration, l'appel de l'air carburé s'opère à une moindre pression et l'explosion aura un effet utile moindre. Dans le cas d'obstacle à l'échappement, le piston, en revenant, ne pourra plus aspirer de mélange tonnant et, par suite, une explosion sera manquée. La vitesse diminuant, la tige commandant la soupape reprend sa position normale et le moteur effectue son cycle utile (1).

C'est un dispositif de ce genre qui permet, dans certains moteurs à plusieurs cylindres, d'en mettre en service, soit une, soit deux, soit trois, soit quatre, suivant les résistances à vaincre.

On corrige ainsi le grand défaut du moteur à essence d'être à puissance

(1) En empêchant le régulateur d'agir sur la tige de la soupape, on permet au moteur de dépasser la vitesse normale. L'appareil adapté *ad hoc* s'appelle un accélérateur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sensiblement constante; mais, outre qu'en agissant ainsi on opère comme si, dans la traction animale, on plaçait dans une plate-forme traînée par la voiture un, deux, trois chevaux de renfort pour les atteler au fur et à mesure des besoins, on peut bien obtenir un effet moindre que l'effet maximum dont le moteur est capable, mais on ne peut augmenter la puissance au delà de cette limite.

Depuis quelque temps on établit des moteurs où la régulation par l'échappement est progressive en faisant varier la durée pendant laquelle les gaz brûlés peuvent s'échapper; ce qui permet ensuite à l'aspiration de faire pénétrer dans le moteur des quantités variables de mélange tonnant.

Il serait fort à désirer que la pratique sanctionnât ce dispositif qui constituerait un procédé de variabilité de la puissance du moteur à mélange tonnant.

Avec le moteur du cycle à quatre temps, ce desideratum semble irréalisable sans une certaine complication des dispositifs de l'alimentation du carburateur, de l'évacuation des gaz brûlés et de la compression du mélange tonnant plus ou moins riche et surtout du réglage de l'arrivée de l'air.

Les carburateurs ordinaires, à niveau constant, où l'essence perle à l'extrémité d'un ajutage et se mélange par léchage avec l'air aspiré par le moteur, offrent peu de facilités pour produire un mélange tonnant de puissance variable avec les résistances à vaincre.

Les carburateurs fondés sur l'introduction mécanique d'un volume déterminé d'essence dans l'enceinte où elle est brassée, par des mouvements violents de l'air avec lequel elle doit se mélanger, semblent, à cet égard, plus avantageux.

Le dosage de l'essence est facile à obtenir par le moyen du robinet compte-gouttes des expériences de laboratoire sur la densité des vapeurs. Pour mettre le nombre de gouttes d'essence introduites dans l'enceinte de pulvérisation en rapport avec la quantité d'énergie nécessaire, il n'y a qu'à donner au boisseau portant les cavités remplies d'essence, un mouvement de rotation en harmonie avec la vitesse qu'on désire atteindre, de manière à fournir, pour chaque coup de piston, la quantité d'essence nécessaire.

Le réglage du volume d'air, ou plutôt le brassage de cet air avec l'essence, paraît le point difficultueux de ce dispositif, dans lequel l'aspiration de l'air dépend de la seule dépression produite par le déplacement du piston, lors de la phase de l'aspiration du mélange tonnant.

Combiné avec l'allumage électrique qui permet, par l'avance à l'explosion, d'augmenter le nombre des coups de piston, ce dispositif semble offrir, sans trop de complication, une solution de la variabilité de puissance du moteur à mélange tonnant. En effet, chaque coup de piston conservant, grâce à l'injection d'un même volume d'essence, la même puissance, il suffira d'en faire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

varier le nombre pour obtenir la puissance totale nécessaire au véhicule. Nous avons vu des voitures qui ont la prétention de réaliser ce desideratum.

La solution du problème de la variabilité de puissance du moteur à essence, difficile avec le cycle à quatre temps, qui exige un dosage rigoureux de l'air carburé, semble théoriquement plus facile à réaliser avec un cycle à deux temps, dans lequel le mélange carburé serait préalablement formé dans un réservoir sous une pression variable. Elle serait peut-être encore plus facile avec la combustion, qui se produit, quelle que soit la proportion trop considérable de l'air, pourvu que la température soit suffisante.

L'emploi du mélange gazeux provenant de la combustion des hydrocarbures peut se faire de deux manières : soit en l'utilisant comme une source de gaz comprimé à haute pression à employer dans un moteur à double action du genre des moteurs à vapeur; soit en l'utilisant directement pour produire le mouvement d'un piston formant paroi mobile de l'enceinte où a lieu la combustion.

Le premier mode d'emploi est celui du moteur Duryea qui a fait tant d'impression en 1895 dans le concours du *Times Herald* de Chicago.

Le second est celui du moteur Diesel où l'élévation de température nécessaire à l'inflammation du liquide carburé est obtenue par une compression suffisante de l'air.

L'obligation d'avoir, pour la mise en marche, un réservoir de gaz comprimé provenant d'un fonctionnement antérieur, semble devoir entraîner soit une augmentation du poids total, soit une complication du mécanisme qui s'opposeront peut-être à l'utilisation pour la traction sur routes ordinaires d'un moteur de ce genre.

La production économique de grandes quantités de gaz fortement comprimé par la combustion du pétrole lampant dans des appareils basés sur le principe du moteur Duryea, pourrait cependant conduire non pas à un essai de la turbine à gaz comme moteur rotatif (dont le bon fonctionnement exigerait un nombre de tours par seconde beaucoup trop grand, par rapport aux vitesses maxima des voitures qui nous occupent), mais à un essai du moteur à gaz comprimé.

Refroidissement

En ce qui concerne la question du refroidissement, vous allez entendre, Messieurs, un rapport fort intéressant de MM. Arquembourg et Thareau, spécialistes en la matière, qui vous exposeront la question beaucoup mieux que je ne saurais le faire ; je passe donc cette partie de mon rapport et j'arrive à la mise en train du moteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mise en marche

Avec le moteur à vapeur, la mise en marche présente quelques difficultés pour imprimer au volant la vitesse nécessaire pour faire franchir au piston la position correspondant aux points morts de la transmission.

Dans le moteur à mélange tonnant, la mise en marche présente les mêmes difficultés aggravées par ce fait que toutes les courses du piston ne sont pas motrices. Il s'y en ajoute quelques autres supplémentaires résultant de la nécessité de former, au préalable, le mélange tonnant, etc.

La mise en marche du moteur à essence exige donc qu'on lui imprime (1) un certain nombre de mouvements de va-et-vient après avoir, en débrayant à fond, débarrassé le piston de la difficulté d'entraîner le mécanisme de transmission. L'air aspiré, dans le mouvement à la main, se mélange à la vapeur d'essence dans la carburation et finit par former un mélange tonnant susceptible de produire des explosions. Après quelques-unes, le moteur peut marcher seul. Il n'y a plus qu'à embrayer la transmission pour se mettre en route.

Équilibrage du moteur à mélange tonnant

Surtout quand la voiture est arrêtée, les moteurs à mélange tonnant, à cylindres verticaux, donnent lieu à des trépidations très désagréables. On a dû naturellement chercher, pour les voitures de luxe, à obtenir plus de confort pour les voyageurs.

On a attribué à la direction des mouvements des pistons une action prépondérante et on les a placés horizontalement.

Beaucoup de constructeurs, et non des moindres, persistent à préférer la position verticale qui facilite le parfait huilage des pistons.

Ils ont cherché à obtenir l'équilibrage par un dispositif analogue à celui employé pour les roues motrices des locomotives où une masse d'un poids convenable fait contrepoids aux têtes de bielles et boutons d'assemblage avec l'essieu.

---

(1) Dans les voitures on obtient ce résultat en tournant à la main une manivelle montée temporairement sur l'extrémité de l'arbre moteur opposée à celle qui porte le volant. Dans les tricycles de Dion, on remplace la manivelle par l'action du pied sur les pédales qui entraînent les roues motrices. Dans une voiture légère, on pourrait évidemment, de même, faire démarrer le moteur en la poussant à bras.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On sait que l'équilibre n'est obtenu que pour une vitesse déterminée, en vue de laquelle on a calculé la distance du contrepoids au centre de rotation.

Dans le moteur à mélange tonnant à cylindres verticaux, pour obtenir un résultat avantageux, il faut que la masse additionnelle soit calculée et établie de manière à faire équilibre, non seulement aux déplacements des têtes de bielles et coudes de l'arbre, mais aussi à ceux des pistons.

D'autres constructeurs ont imaginé une solution plus séduisante. Au lieu de produire les explosions à l'extrémité du cylindre, où se déplace le piston, ils enflamment le mélange tonnant au milieu du cylindre entre deux pistons dont les mouvements sont alors inverses, de manière que le centre de gravité du système reste sensiblement immobile.

Le piston inférieur agit à la manière ordinaire par une bielle sur un coude de l'arbre moteur. Le piston supérieur porte une tige qui fait mouvoir un palonnier lié par deux bielles latérales à d'autres coudes du même arbre moteur.

Théoriquement le centre de gravité des deux pistons reste immobile, car pour compenser la masse du palonnier on donne aux deux pistons une longueur de course un peu différente.

En tous cas, on peut craindre que l'avantage de l'équilibrage ne soit obtenu qu'au détriment de la légèreté et de la simplicité des organes, si désirables dans une voiture automobile, ainsi que de la compacité de l'appareil dont le carter est forcément beaucoup plus volumineux.

L'expérience seule pourra justifier l'efficacité théorique de ce dispositif ingénieux.

L'équilibrage par mouvements inverses de pistons conjugués s'obtenait également dans le moteur compound Rozer-Mazurier en usage sur l'omnibus qui a fait quelque temps le service de la villa de l'Automobile-Club au Bois de Boulogne. Ce moteur se compose de trois cylindres accolés. Dans les deux cylindres latéraux à explosion, les deux pistons calés sur le même arbre moteur montent et descendent ensemble. Au contraire, dans le cylindre central, où agissent, par détente, les gaz chauds sortant des cylindres à explosion, avec une pression d'environ cinq atmosphères, le piston calé à 180° sur l'arbre moteur monte quand descendent les deux pistons latéraux et inversement.

D'autres constructeurs emploient le système de deux pistons entre lesquels se fait l'explosion du mélange tonnant ; seulement ils placent les cylindres horizontalement.

La solidarité des mouvements des deux pistons s'obtient soit en les reliant par des bielles oscillantes aux coudes d'un même arbre moteur, soit en faisant agir leurs bielles sur les coudes de deux arbres distincts reliés par pignons à une roue calée sur l'arbre moteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Depuis la rédaction de cette note, nous avons trouvé à l'Exposition un moteur dans lequel la même chambre d'explosion sert à deux cylindres verticaux réunis par des bielles à un même arbre moteur. Les bielles ont un mouvement inverse, et les engrenages communiquent le même mouvement à l'arbre moteur ; par conséquent l'équilibrage est parfait.

De tout ce que je viens de dire, Messieurs, il résulte qu'il existe aujourd'hui quatre systèmes différents pour obtenir l'équilibrage des moteurs à mélange tonnant.

Calcul d'un moteur à mélange tonnant

Le calcul des dimensions à donner à un cylindre à mélange tonnant pour obtenir une puissance déterminée ne peut encore s'effectuer avec quelque certitude.

Chaque constructeur détermine l'alésage, la course et le nombre de coups de piston par des règles empiriques basées sur la pratique de son moteur.

Mais M. G. Moreau nous a prouvé par son intéressant rapport qu'il était à même de traiter à fond toutes ces questions théoriques. Je suis sûr d'être votre interprète en le remerciant de nous avoir renseignés sur le calcul de ces dimensions, ce qui est certainement une des questions les plus intéressantes pour nous. *(Applaudissements.)*

Le Président ouvre la discussion sur le rapport de M. Forestier.

M. Chauveau. — En ce qui concerne l'inflammation électrique et par tubes, M. Forestier nous disait tout à l'heure que la note qu'il avait rédigée était peut-être un peu trop absolue ; je le crois aussi. Je crois aux avantages de l'inflammation électrique, mais je ne partage pas cette opinion que l'inflammation électrique facilite l'avance à l'allumage et donne un rendement supérieur à celui de l'inflammation par tubes ; c'est, à mon avis, une amélioration factice comme rendement. Pour s'en convaincre, il suffit de bien se rendre compte du mécanisme de l'inflammation propre dans un moteur.

Qu'est-ce, en somme, que l'inflammation, et comment la provoque-t-on ? On élève un certain nombre de molécules explosives à une température telle qu'elles s'enflamment et que la chaleur qu'elles dégagent porte les molécules voisines à une température telle qu'elles puissent s'enflammer à leur tour. Il est facile de comprendre que plus la masse des molécules qu'on enflammera sera grande, plus l'explosion sera rapide. Prenons, si vous le voulez, le volume de la masse gazeuse en contact avec l'étincelle électrique comme unité; avec le tube, vous aurez 100. L'étincelle électrique devra donc évidemment mettre cent fois plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de temps que le tube pour enflammer les 100 molécules avoisinantes, de sorte qu'il faudra lui donner plus d'avance. Mais cette avance ne donne pas un rendement meilleur. Il semblerait, d'après les diagrammes, que le rendement est meilleur ; en examinant les choses de près, on voit qu'il n'en est pas ainsi. En effet, d'après les diagrammes, en donnant une avance suffisante, vous avez, au moment de l'explosion, une ligne verticale plus élevée qu'avec l'inflammation par tubes, et vous dites : J'ai une explosion plus rapide et plus forte ; mais remarquez bien que si cette ligne est plus élevée, ce n'est pas parce que la machine vous a donné une compression plus considérable ; c'est parce que l'inflammation électrique qui s'est faite antérieurement a fait brûler avant la fin de la compression une certaine quantité de mélange et a ainsi provoqué une augmentation factice de cette compression. A une augmentation de pression sur le diagramme que vous avez obtenue, correspond une diminution de la surface de ce diagramme.

Au point de vue de l'équilibrage, M. Forestier a parlé d'un moteur nouveau dans lequel on obtient, paraît-il, de bons résultats en employant une chambre d'explosion commune à deux cylindres verticaux dont les pistons à mouvements concomitants déterminent des mouvements inverses à deux arbres moteurs.

M. Forestier. — C'est le moteur Tourant.

M. Chauveau. — On peut obtenir le même résultat que le moteur Tourant avec un seul cylindre et un seul piston ; voici comment : Prenez, par exemple, le moteur de Dion et Bouton ; prenez un cylindre vertical, le piston, une bielle et l'arbre moteur ; mettez une seconde bielle à côté de la première, coupez l'arbre moteur en deux et faites tourner les arbres de 180°. Vous pourrez faire tourner chacun de ces arbres dans un sens opposé. Reliez-les par un engrenage approprié ; vous ferez tourner les deux arbres en sens inverse et vous créerez ainsi deux couples opposés. Vous obtiendrez donc avec un seul cylindre et un seul piston, le même résultat qu'avec le moteur Tourant.

M. le Président. — Nous vous serons très reconnaissants de nous remettre une note relative à cette question.

M. le Comte de Chasseloup-Laubat. — En ce qui touche l'inflammation électrique et l'inflammation par tubes, je ferai les remarques suivantes :

D'abord, au point de vue des avantages relatifs de ces deux modes d'inflammation, je pense absolument comme M. Chauveau qu'il n'y a pas *a priori* de raison pour que l'inflammation électrique donne un rendement beaucoup meilleur que l'inflammation par tubes ; mais je crois que le réglage des points précis d'inflammation qu'on désire est beaucoup plus facile avec l'inflammation électrique qu'avec l'inflammation par tubes, surtout lorsqu'on a affaire à un moteur qui comporte plusieurs cylindres ; avec un cylindre, il semble assez facile de régler son allumage au point que l'on veut. Lorsqu'on en a plusieurs, c'est peut-être plus délicat. Avec l'inflammation électrique, au contraire, il est certain que les quatre cylindres sont réglés au même point puisque la came qui allume passe

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur quatre balais séparés par des angles de 90 degrés ; ils seront donc allumés tous les quatre au même point de leur course. Le réglage est donc assez facile. Avec quatre brûleurs, au contraire, il y en aura un qui chauffera plus près de la culasse du moteur, un autre plus loin; le réglage d'inflammation sera beaucoup plus difficile. Il est aisé de voir combien le doigté de l'homme prend ici de l'importance. Il y a là un réglage très délicat. Une voiture à quatre cylindres munie de l'inflammation par tubes, n'a jamais pratiquement sur route ses quatre cylindres bien réglés ; avec l'allumage électrique, il y a des chances pour qu'ils soient réglés au mieux. Ce n'est pas à dire qu'on ne puisse pas avoir l'inflammation variable avec l'incandescence. Il existe un procédé assez grossier, mais efficace : c'est d'avoir des brûleurs mobiles ; de la sorte, on peut chauffer les tubes plus ou moins près des culasses. Il n'y a pas de variations du point d'allumage dans d'aussi grandes limites qu'avec l'allumage électrique mais elles sont encore assez considérables.

Il y a un autre dispositif dont on m'a parlé dernièrement, mais je ne sais pas ce qu'il vaut; il consiste à avoir une véritable petite fuite au bout du tube d'inflammation. Vous savez comment les choses se passent dans l'inflammation par incandescence. Le tube, après l'explosion, reste plein de gaz brûlé; après cela, il y a aspiration du mélange neuf dans le cylindre et, lors du refoulement de ce mélange neuf, il y a compression du mélange brûlé qui remplissait le tube, au moment où le mélange neuf arrive en contact avec la partie chaude du tube, l'explosion se produit. S'il y a une petite fuite, le gaz de l'explosion précédente s'échappe, les gaz nouveaux qui n'ont pas brûlé arrivent en contact avec la partie chaude du tube, et l'on obtient une avance assez considérable.

Je voudrais dire encore un mot au sujet des observations qu'a présentées M. Chauveau sur le rendement relatif des deux allumages et sur la rapidité d'inflammation dans les deux cas. Il y a tout d'abord une remarque que je dois faire; il est bien certain que dans l'allumage électrique le point primitif de mise à feu est beaucoup plus petit que dans l'allumage par tubes, cela n'est pas douteux; mais outre que dans le cas d'inflammation électrique, la quantité de calories mise en liberté par l'étincelle peut être plus considérable que celle résultant de l'explosion d'une petite masse du mélange, il faut remarquer que le point d'émission est en plein dans la masse du mélange qui doit exploser, tandis que dans le cas des tubes, cette inflammation se fait dans le tube qui ne communique avec la masse du mélange que par un orifice assez étroit, de 3 à 4 millimètres tout au plus. Vous avez alors une petite explosion dans le tube; la flamme jaillit par ce petit orifice et met le feu au mélange. Il y a donc d'abord là, forcément un retard. Ensuite, je me demande si, pendant le temps de cette seconde mise à feu, l'unique molécule enflammée dans le cas de l'allumage électrique, ne s'est pas développée d'une façon beaucoup plus considérable que cette flamme de jaillissement. Il est très difficile de mettre le nez dans une chambre d'explosion pour voir ce qui s'y passe *(Rires approbatifs)* mais l'opinion que je viens d'émettre peut être, je crois, soutenue.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Moreau. — Un mélange explosif est loin d'être une constante. Lorsqu'on parle d'un mélange moyennement riche, son allumage est très facile, mais il arrive un moment où le contact d'une flamme ne peut plus l'allumer; si l'on fait jaillir à ce moment une étincelle électrique de haute tension, l'inflammation se produit.

Au point de vue du régime et de la vitesse des détonations il y a, pour la conduite des moteurs, quelques questions à se poser. Lorsqu'un moteur fait 1.200 tours à la minute cela fait 2.400 oscillations du piston; chaque oscillation correspond à un quarantième de seconde, et l'on peut se demander quelle est la fraction de ce quarantième de seconde, utilisée pour le temps nécessaire à la détonation. Or, il résulte des expériences, que la détonation d'une cylindrée emploie quelquefois un vingtième de seconde à se produire; l'explosion n'est pas encore finie quand le piston se trouve à fin de course. Pour arriver à augmenter la vitesse de la détonation, comme le mélange est très difficile à enflammer lorsque la pression diminue, il y aurait lieu de multiplier les points d'inflammation. C'est la seule observation que je désirais faire.

M. Petreano. — Elle est très intéressante. On croit aujourd'hui que les moteurs actuels sont des moteurs à explosion : ce sont des moteurs à combustion. Que fait la durée d'une cylindrée ? Vous n'avez qu'à dévisser le tuyau d'échappement et à laisser marcher le moteur; vous verrez toujours sortir une petite flamme (si l'inflammation est terminée, vous ne devez pas voir de flamme); cette flamme dure depuis le moment de l'inflammation jusqu'à la fin de la course. J'ai fait à cet égard des essais dont les résultats ont été publiés à Berlin. C'est la première fois que j'ai remarqué cette longueur de combustion dans les moteurs du genre Otto. Le mélange de gaz et d'air qu'on introduit dans un moteur à gaz, ou le mélange d'essence et d'air qu'on introduit dans un moteur à essence automobile, doit se faire dans le moteur même. Vous disiez tout à l'heure que vous n'aviez qu'un quarantième de seconde pour prendre l'air et faire un bon mélange; cela n'est pas possible; les lois de la diffusion sont là qui vous disent que pour diffuser un litre de gaz d'éclairage dans un litre d'air il faut au moins quatre ou cinq secondes. Si vous n'avez que un quarantième de seconde, il y a dans votre mélange comme des faisceaux d'essence qui produisent la flamme que vous remarquez.

Dans ces conditions, j'ai créé un nouveau type basé sur un nouveau principe de moteur, à savoir ce qu'on appelle le moteur à mélange préalable : je fais mon mélange d'essence et d'air, je le laisse trois ou quatre secondes, et j'introduis dans le moteur ce mélange préparé à l'avance. Il donne des explosions instantanées, et je n'ai jamais de flamme. J'obtiens ainsi jusqu'à 28 pour 100 de calories en travail effectif.

M. Forestier. — Avez-vous des expériences à nous communiquer ?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. PETREANO. — J'ai surtout des diagrammes signés de M. le professeur Slaby.

M. FORESTIER. — Vous voudrez bien les joindre à la note que vous devez nous remettre.

M. PETREANO. — Parfaitement.

M. LE PRÉSIDENT. — Je voudrais soumettre au Congrès une observation relative à la vitesse d'allumage dans le cylindre.

Il ne faut pas croire que lorsqu'on allume la masse de gaz le piston marche : il est à son point mort, et la flamme a le temps de se répartir dans la masse du gaz.

M. PETREANO. — En réalité, il n'en est pas ainsi.

M. LE PRÉSIDENT. — La vitesse d'allumage n'a rien à voir avec la marche du piston.

M. PETREANO. — Cependant, d'après les lois physiques, la vitesse de l'allumage joue un certain rôle.

M. LE PRÉSIDENT. — La vitesse de la flamme court moins derrière le piston qu'on ne le croit généralement. Vous allumez au point mort, le piston ne marche pas, et le temps de l'allumage est plus grand. Permettez-moi, Messieurs, de vous soumettre une autre observation relative aux trépidations que l'on a remarquées dans les véhicules à moteur plus ou moins équilibré. Peu importe que le moteur soit équilibré ou non. Quand il sera embrayé dans ses transmissions, il fera vibrer la voiture, et voici pourquoi : Prenez, par exemple, une voiture du type Scotte; mettez-la en marche : l'avant se relèvera parce qu'il faut que l'avant soit déchargé pour entraîner la masse, pour faire tourner les roues. Comme nous avons, dans les moteurs à pétrole, des volants relativement légers parce que nous ne pouvons pas charger la voiture pour obtenir une grande vitesse, il y a accélération et retard à tous les tours de piston, à toutes les explosions, et l'effort sur la transmission est intermittent, il n'a pas toujours la même valeur. A chaque intermittence résultant de la différence de vitesse du piston correspond un soulèvement de la voiture dans un sens ou dans l'autre. Peu importe la force du moteur.

M. PETREANO. — Le rêve, ce serait de réaliser un moteur qui ne produise pas de trépidations, on y arrivera. Vous savez que dans les grandes machines marines on est arrivé déjà à une perfection telle que dans les moteurs équilibrés à grande vitesse il n'y a pas le dixième des vibrations qu'il y avait autrefois.

M. LE PRÉSIDENT. — Parfaitement; mais les masses en mouvement sont grandes et elles forment volant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — On a supprimé les trépidations avec deux hélices tournant en sens contraires. Il n'y a plus, dès lors, la réaction de l'arbre.

L'Alcool

M. PETREANO. — M. le Président voudrait-il prier M. Forestier et M. Moreau de nous entretenir des essais faits pour l'application de l'alcool dénaturé appliqué à l'automobilisme. C'est une question dont ils n'ont pas dit un mot et dont il serait regrettable de ne pas parler au Congrès automobile.

M. MOREAU. — En ce qui touche les renseignements que demande notre collègue, je ne puis que reproduire les chiffres que j'ai donnés. J'ai supposé que l'alcool coûte 30 francs l'hectolitre ; — c'est le cas spécial sur le lieu de production. — et j'ai dit que si l'on voulait faire le calcul du prix que peut coûter l'emploi de l'alcool, il faudrait tenir compte des frais de transport et des droits d'octroi qui peuvent exister sur cette matière. Le prix que j'ai donné est un prix brut.

M. PETREANO. — Il y a eu toute une discussion sur l'application de l'alcool dénaturé à l'automobilisme. Certaines personnes se sont prononcées pour, d'autres se sont prononcées contre ; il paraît que ce sont jusqu'à présent ces dernières qui ont raison.

La question de l'emploi de l'alcool dénaturé comme force motrice pour l'automobilisme, est une question de très grande importance pour l'agriculture française. Nous ferions œuvre utile en apportant notre concours à sa réalisation, en obtenant des pouvoirs publics l'exonération des droits et contrôles draconiens, à raison desquels ce combustible de première qualité et dont je prévois une très grosse consommation, revient à un prix trop élevé pour nous en permettre l'emploi dans l'automobilisme, alors que cette seule industrie consommerait au moins trois fois à elle seule la production actuelle de l'alcool en France, si on pouvait le lui vendre à bon marché.

Avant d'entrer dans le fond de la question, je remarque une petite erreur dans les calculs de M. Moreau : si un hectolitre d'alcool à 94 ou 96 degrés coûte 30 francs, il pèse de 83 à 84 kilogr. ce qui nous donnerait 36 francs les 100 kilogr. et non 46 francs. Avec une utilisation de 20 % on obtiendrait 1.000 calories avec 0 kil. 835, coûtant 0 fr. 30, c'est-à-dire à peu près 10 % moins cher que l'essence à Paris, que M. Moreau fixe à 0 fr. 328. A prix égal, Messieurs, nous devrons tous donner la préférence à l'alcool pour le plus grand bien de l'agriculture française.

Les premiers essais pour l'emploi de l'alcool dénaturé comme force motrice ont été faits en 1895 par moi, dans le laboratoire du professeur Slaby à Charlot-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tenburg, près de Berlin, sur un moteur ordinaire fixe de 5 chevaux, avec une consommation de 0 kil. 540 gr. d'alcool dénaturé à 90 degrés par cheval-heure.

En 1897, je vins en France, et c'est sur un moteur genre Otto que je fis les mêmes essais à l'alcool dénaturé. On m'a félicité très chaudement, mais tout en reconnaissant qu'un moteur à gaz ordinaire de 4 chevaux donnait avec de l'alcool dénaturé 5 chevaux et demi, au frein et que les essais comme marche et consommation auraient été très satisfaisants *(vu le prix de l'alcool)* on a regretté de ne pouvoir y donner suite.

En outre, M. Ringelmann, fin 1897, et M. Lévy, de Douai, fin 1898, ont fait aussi des essais qui confirment qu'un moteur ordinaire peut fonctionner à l'alcool dénaturé. Ils ont obtenu une consommation beaucoup trop grande, — faute d'un bon carburateur à alcool — et, le prix de l'alcool étant de 1 franc à 1 fr. 20 le litre, tandis que le pétrole coûtait 40 à 50 centimes le litre, ils ont conclu que l'emploi de l'alcool était trop cher.

En 1898, j'ai fait des essais au laboratoire de la fondation Pereire, à Levallois-Perret, sur un moteur à gaz fixe servant à l'éclairage électrique de l'hôpital Pereire. Le même moteur a fonctionné pendant plus d'un mois à l'alcool dénaturé à 90 degrés et, pendant plus de dix jours, à l'alcool carburé. D'après les essais officiels faits par deux ingénieurs, ce moteur, alimenté avec de l'alcool dénaturé faisait au frein 7 chevaux et demi, au lieu de 6 chevaux avec le gaz d'éclairage. C'était la première installation pour l'éclairage électrique faite en France.

Le prix de l'alcool — on le payait de 80 centimes à 1 fr. le litre — a été le seul obstacle au maintien de cette installation.

Au prix de 40 centimes le litre, l'alcool dénaturé tient tête au gaz d'éclairage et au pétrole, tout en présentant des avantages sur ces derniers agents de force motrice.

Avec de l'alcool dénaturé, et dans un carburateur spécialement construit, il n'y aura jamais de grippage — le vert malachite se déposant dans l'appareil — et la marche du moteur sera beaucoup plus sûre et plus régulière que dans n'importe quel moteur connu.

L'emploi de l'alcool comme force motrice est tout indiqué dans les usines ou établissements où la propreté — car l'échappement n'a aucune odeur — et la crainte de l'incendie l'imposeront, tels que distilleries, brasseries, laiteries, fromageries ; pour l'éclairage électrique, les hôpitaux, les écoles, et, comme moteur auxiliaire, pour les pompes d'irrigation des villes, jardins, vignobles, etc.; pour les imprimeries, menuiseries, scieries, moulins, locomobiles à alcool pour batteuses, etc... installations électriques, etc., etc., etc.

La première voiture automobile qui a fonctionné à l'alcool dénaturé est due

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à moi. C'était une voiture automobile du genre Benz, 4 chevaux, que j'avais transformée vers juillet 1898 ; jusqu'en septembre, cette voiture a fait plusieurs centaines de kilomètres avec de l'alcool dénaturé 90 degrés ordinaire de commerce.

On se rappelle la campagne que j'ai menée dans le *Vélo* avec le concours de M. Giffard, et qui aboutit au *Critérium de l'alcool du 11 avril 1898*. La démonstration a été faite que l'alcool dénaturé est au moins aussi bon, sinon meilleur, pour les automobiles, que l'essence de pétrole.

C'est encore le prix énorme de l'alcool par rapport au pétrole qui a empêché que cet essai soit répandu dans les quatre coins de la France.

L'alcool dénaturé, comme agent de propulsion pour les automobiles, a un avenir incalculable et certain, car il supprime radicalement les odeurs de l'essence de pétrole aujourd'hui employée et dont l'échappement est toujours chargé des pétroles mal brûlés.

Encore pour l'automobilisme, c'est le prix de l'alcool dénaturé qui l'a empêché de se généraliser, car s'il ne coûtait que 40 centimes le litre — 30 centimes, ce serait le rêve — on aurait aujourd'hui plus de voitures automobiles à alcool qu'à pétrole.

D'après la statistique publiée par l'*Annuaire général de l'automobile*, il y a en France 5.606 propriétaires d'au moins une automobile, et en admettant une moyenne de 5 chevaux par voiture, ce qui ne donnerait qu'une consommation minimum de un bidon de 5 litres d'essence par jour, nous avons 511.547 hectolitres de consommation totale d'essence par an. Si seulement la moitié de ces voitures employaient de l'alcool dénaturé, la consommation d'alcool étant de 260.000 hectolitres par an, on triplerait cette consommation et la production de l'alcool dénaturé en France, et cela par le simple emploi de l'alcool dans l'automobilisme.

M. Forestier. — Nous avons à l'Exposition deux moteurs qui sont donnés comme pouvant marcher à l'alcool : Au Champ-de-Mars, le moteur Henriot a la prétention de marcher aussi bien à l'alcool qu'à l'essence de pétrole et au pétrole lourd ; à Vincennes, le moteur Martha qui marche à l'alcool.

Je n'ai pas fait, pour ma part, d'expériences de consommation, mais des essais doivent être faits le 9 août, au lac Daumesnil, sous ma surveillance ; nous comparerons le chiffre de la dépense avec les deux moteurs. En admettant que l'alcool revienne à 30 centimes — je ne crois pas qu'il puisse jamais descendre à ce prix et à plus forte raison au-dessous — nous verrons l'avantage économique de la substitution de l'alcool à l'essence. Vous vous rappelez ce qu'on vous a dit au sujet du nombre des calories contenues dans un litre d'alcool et dans un litre d'essence ; il faudra aussi tenir compte du rendement spécial à chaque nature de combustible, du prix de revient à raison des consom-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mations. — Je ne puis, pour le moment vous donner aucun renseignement. J'ajourne donc ma réponse au 9 août.

M. PETREANO. — Toutes les voitures à alcool ne sont que des voitures à pétrole ordinaire dans le moteur desquelles on injecte de l'alcool.

M. FORESTIER. — C'est une affaire de carburation.

M. PETREANO. — Nous connaissons la voiture Henriot. M. Martha fait à peu près la même chose, avec des moyens pareils, ainsi que M. Ringelmann. Il a pris de l'alcool, l'a fait chauffer, l'a introduit dans un moteur ordinaire à essence et a dit que cela marcherait.

Si je prenais un cylindre de machine à vapeur et si j'y introduisais de l'essence, est-ce que j'obtiendrais un moteur à pétrole ?

M. FORESTIER. — Tout en reconnaissant que l'emploi d'un combustible différent peut nécessiter des modifications dans les proportions des moteurs pour obtenir la compression et la détente optima, la substitution de l'alcool à l'essence entraîne surtout une modification du carburateur pour obtenir le dosage nécessaire des mélanges explosifs.

M. PETREANO. — C'est une question de carburation, mais c'est surtout une question de moteur.

M. FORESTIER. — Eh bien ! attendons pour nous prononcer que les partisans de l'emploi de l'alcool nous présentent un moteur approprié à ce nouveau combustible.

M. PETREANO. — Voici, Messieurs, quelles sont mes conclusions :

1° Il faut que le prix de l'alcool dénaturé puisse être abaissé dans de notables proportions, pour être un article de grande consommation, indispensable, de première nécessité et à la portée de toutes les bourses — pour lui permettre l'emploi dans l'éclairage, le chauffage, la force motrice et l'automobilisme — ce qui est facile à réaliser en l'exemptant des droits et le mettant à 40 centimes, au grand maximum en détail par exemple.

2° Grande tolérance pour le mode de dénaturation.

3° Répression sévère de la fraude par des amendes de 15.000 à 20.000 francs pour décourager à tout jamais toute tentative de fraude.

Il faudra, par une publicité assez répandue, prévenir le public que l'alcool dénaturé se vend 40 centimes le litre afin d'enlever aux négociants toute idée de tentative de spéculation, basée sur ce qu'il y a plusieurs qualités d'alcool dénaturé — chose qui n'est pas vraie.

5° Il faudra permettre que l'alcool dénaturé puisse circuler librement sans

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

être accompagné d'aucune pièce de régie et que tout le monde puisse acheter sans aucune difficulté, de même qu'on achète aujourd'hui un ou dix bidons d'essence plombés on devra pouvoir trouver partout et acheter un ou dix bidons d'alcool dénaturé plombés, même par l'état où la régie — comme garantie, se réservant le droit de confisquer tout bidon non plombé.

6° En Allemagne, le prix varie de 0 fr. 25 à 0 fr. 50 le litre en gros, et au détail de 0 fr. 31 à 0 fr. 70 le litre.

En France, on arriverait à peu près au même prix en supprimant entièrement les droits de dénaturation et en réduisant à 2 fr. 50 par hectolitre le coût du dénaturant.

7° Le gouvernement pourra, pour équilibrer le budget, augmenter les droits sur l'alcool *destiné à la consommation.*

8° Le gouvernement devra même prendre à sa charge tous les frais de dénaturation, à titre d'encouragement à accorder aux distilleries agricoles. Il devra faciliter par tous ses moyens l'établissement des distilleries agricoles, les vrais producteurs des quantités d'alcool dénaturé en de bonnes conditions d'autant plus qu'en l'employant tel qu'il sort de ces petites distilleries, *sans aucune rectification* à 80°, 85°, 87° ou 90°, on peut l'employer soit pour l'éclairage, soit pour le chauffage, soit pour la force motrice, soit pour l'automobilisme. C'est à l'agriculteur producteur de cet alcool, c'est à l'agriculture française entière que le gouvernement prêtera, doit prêter son appui et son encouragement.

C'est à cette agriculture française, Messieurs, que j'ai l'honneur de vous prier de prêter notre concours et de porter mes vœux.

Le pétrole passe, l'alcool reste .

M. LE BARON DE STERN. — J'ai eu dernièrement l'occasion de faire connaissance avec M. Basset, président de la Société d'éclairage, qui a fourni à M. de Dion une substance mélangée d'alcool et de méthylène. En ce qui touche le prix de revient, il dépendra du dégrèvement des droits d'entrée, des droits d'octroi; quant à l'odeur, on n'est pas arrivé à la supprimer; cela sent beaucoup plus mauvais que le pétrole.

La succursale de la Société d'éclairage et de force par l'alcool dont je parle éclaire entre autres, vous le savez sans doute, le palais de Potsdam, près de Berlin.

M. FORESTIER. — L'emploi de l'alcool simplement dénaturé ou carburé dans les moteurs à mélange tonnant peut être étudié à deux points de vue bien distincts.

Au point de vue technique, la solution à préconiser dépendra d'expériences à faire au laboratoire et sur la route pour déterminer le pouvoir thermique du nouveau combustible, les conditions de mélange et de compression assurant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un meilleur rendement mécanique, la consommation par cheval-heure et son prix de revient.

A cet égard nous ne pouvons donc nous prononcer pour le moment et nous devons attendre tout au moins les chiffres précis que M. Petreano nous a promis.

Au point de vue de l'agriculture nationale, nous ne devons pas perdre de vue que si pour abaisser le prix de revient de l'alcool dénaturé, il faut supprimer les droits dont il est frappé, M. Petreano lui-même croit que l'Etat sera obligé de demander à un surcroît d'impôt sur l'alcool de consommation portant sur les eaux-de-vie de vin, des recettes supplémentaires destinées à compenser la diminution des droits sur l'alcool dénaturé.

A cet égard habitant des Deux-Charentes si cruellement atteintes dans leur prospérité par les impôts sur les eaux-de-vie, et la concurrence des trois-six du Nord, nous devons faire toute réserve sur la 7e conclusion.

M. LE COMTE DE CHASSELOUP-LAUBAT. — En ce qui concerne l'équilibrage, je me demande si l'on ne s'en exagère pas l'importance. Il est très désagréable d'avoir des moteurs qui trépident, mais je me demande si ceux qui sont équilibrés ne trépident pas autant que les autres. Il y a dans les voitures, indépendamment de la trépidation proprement dite, un élément de déconfort; c'est le mouvement que le moteur imprime au châssis. Lorsque vous avez des moteurs à axe longitudinal, il est certain que vous avez une réaction sur le châssis — et que vous l'aurez toujours —; cette réaction tend à faire incliner le châssis de droite ou de gauche. Si vous avez, au contraire, des moteurs à axe transversal, le mouvement de réaction sur le châssis se transforme en mouvement de tangage plus ou moins accentué.

Je crois que les moteurs à quatre cylindres horizontaux, verticaux ou placés d'une façon quelconque donnent, somme toute, le maximum de confort, parce qu'ils ont un couple régulier, sinon à l'arrêt quand le régulateur agit par tout ou rien, du moins en marche. On peut avoir un couple régulier en marche par étranglement au lieu du tout ou rien; ce serait peut-être plus agréable. Les moteurs à quatre cylindres dont les coudes sont munis de poids additionnels faisant équilibre aux pistons donnent, je crois, une solution satisfaisante au point de vue de l'équilibrage, sans recourir à des dispositifs qui, pour si ingénieux qu'ils soient, ne donnent pas, je crois, de résultats sensiblement supérieurs dans la pratique *(Applaudissements)*.

Moteurs à gaz comprimé

M. ARMENGAUD jeune. — J'ai écouté avec beaucoup d'attention le rapport de M. Moreau et celui dont M. Forestier vient de nous donner lecture et qui complète d'une façon très heureuse le premier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je demande la permission de présenter quelques courtes observations.

Tout d'abord j'ai été surpris qu'aucune indication précise n'ait été donnée sur les recherches qui ont eu lieu relativement à l'emploi des explosifs solides, et surtout des fluides à l'état fortement comprimé. Je veux parler notamment de l'air liquide et de l'acide carbonique. Tout le monde sait que le grand inconvénient qui résulte de l'emploi de ces fluides est le refroidissement considérable qui se produit au moment de la détente et qu'on est obligé de corriger par un dispositif de réchauffement. Si, en particulier un moteur à acide carbonique avait figuré à l'Exposition, il aurait été bon que les expériences fussent faites pour s'assurer des conditions de son fonctionnement et spécialement de la dépense d'acide carbonique par cheval. Ces constatations auraient au moins l'avantage de mettre en garde les inventeurs et les capitalistes qui leur donnent leur concours, contre les illusions chimériques de l'emploi des fluides liquéfiés ou solidifiés.

N'ayant pas encore eu le temps d'examiner tous les systèmes de moteurs à gaz et à pétrole qui figurent à l'Exposition, soit au Champ-de-Mars, soit à Vincennes, je ne sais s'il y a des moteurs à combustion. Je fais allusion à un moteur du genre de celui qui a été imaginé par M. Simon en 1876 et dont un spécimen se trouvait à l'Exposition de 1878. J'en ai donné une description succincte dans la conférence que j'ai eu l'honneur de faire à cette époque sur les moteurs à gaz. J'en extrais le passage suivant :

« Dans le système Simon, le mélange gazeux préalablement comprimé dans « un cylindre séparé, au lieu d'être introduit tout d'un coup dans le cylindre « moteur, comme dans le système Otto, y arrive successivement et en petites « charges qui s'y enflamment les unes après les autres et déterminent une « pression vraiment graduelle.

« La chaleur, développée par petites quantités à la fois, s'emploie aussitôt « pour la détente. Aussi y a-t-il peu de déperdition de calorique. Une très petite « quantité d'eau suffit pour empêcher l'échauffement des cylindres, qui restent « froids quand la machine a travaillé toute la journée.

« La tension très régulière, presque sans choc, avec laquelle agit le « gaz est attestée par le diagramme qui, à cette époque, a été relevé à l'indi- « cateur sur la machine de l'Exposition. »

Le système Simon, comme tous ceux fondés sur le principe de la combustion sous pression aurait l'avantage de supprimer les chocs provenant de l'explosion. Il eut donc été désirable que les chercheurs aient continué de travailler dans cette voie, car pour l'application aux véhicules, les moteurs à combustion produiront certainement beaucoup moins de chocs et de trépidations que les moteurs à explosion en usage, malgré les moyens ingénieux proposés pour remédier à ce défaut désagréable surtout pour les gens nerveux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le développement de l'automobilisme a donné un nouvel élan aux inventeurs qui cherchent le moteur rotatif. On en a vu quelques exemples aux dernières Expositions du Cycle. Sera-t-on plus heureux pour le gaz et le pétrole qu'on ne l'a été pour la vapeur ? Quoi qu'il en soit je demanderai à M. Forestier s'il n'a pas entendu parler de tentatives récentes qui auraient été faites pour appliquer le principe de la turbine Laval aux moteurs à pétrole. Bien qu'on puisse redouter dans un véhicule l'effet girostatique d'un organe dont la vitesse peut atteindre 20.000 tours par minute, je crois qu'il serait intéressant de faire un pareil essai. Il va sans dire que pour bien utiliser la force vive du mélange tonnant, il conviendrait de le diriger sous pression et d'une façon aussi régulière et continue que possible sur les aubes de la turbine.

En attendant la solution peut-être encore éloignée du moteur rotatif à piston tournant, ou à turbine, je me plais à reconnaître que dans ces derniers temps des perfectionnements importants ont été apportés, tant dans l'équilibrage des moteurs à mouvement alternatif, que dans leur mode de suspension et qu'ainsi on a réussi à atténuer d'une façon très sensible les inconvénients inhérents aux chocs provenant de l'explosion et à l'alternativité du mouvement des pistons.

M. Chauveau. — Bien que la question ne figure pas au programme, je désire présenter quelques très courtes observations sur les moteurs à gaz comprimés. On a prétendu tout à l'heure que la solution n'en était pas possible; je crois qu'elle soulève de très grandes difficultés, mais qu'elle est soluble. J'appellerai l'attention de nos collègues sur un moteur à acide carbonique récemment inventé, qui présente certains avantages : c'est le moteur Rassinier. Il existe actuellement une voiture à moteur actionné par le gaz acide carbonique qui fonctionne et qui marche. Le problème est donc soluble. La grande difficulté réside, jusqu'à présent, dans le refroidissement provenant de la détente. Jusqu'à ce jour, pour que la détente se fasse dans des conditions normales, sans abaissement de température, on a cherché une foule de moyens de réchauffage : ils n'ont pas donné satisfaction. M. Rassinier a imaginé une solution que je trouve assez ingénieuse. Son ensemble moteur comprend un générateur à vapeur à vaporisation instantanée ; ce générateur produit de la vapeur à une température relativement peu élevée, mais à une pression sensiblement constante; c'est un peu le générateur Serpollet. Le foyer est du genre Choubersky; on le charge avec du coke, ou de l'anthracite, à un moment donné, et l'on n'a plus besoin de s'en occuper le reste de la journée. Je veux montrer par là que, contrairement à ce qui se passe généralement dans une machine à vapeur, il n'est pas nécessaire de pousser le foyer à une montée, de ralentir le feu à une descente; c'est l'acide carbonique, qui sert de cheval de renfort. L'acide carbonique étant renfermé dans des bouteilles est débité par une valve qui se trouve à portée du pied; lorsqu'on appuie, on fait entrer une certaine quantité d'acide carbonique à 40 ou 50 kilos de pression, en même temps que l'eau est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

injectée par la pompe, ce qui fait que la pression dans le générateur de vapeur monte à la pression de l'acide carbonique et vient agir sur le piston; la vapeur, elle, donne à l'acide carbonique la chaleur qui serait nécessaire pour la détente. Cette solution, vous le voyez, est assez intéressante. Avec ce procédé, on peut arriver à monter les côtes grâce à l'acide carbonique, tout en ayant un générateur de vapeur d'un très petit volume. Il existe une voiture de ce genre qui donne relativement satisfaction.

M. FORESTIER. — Pourriez-vous nous renseigner sur la puissance spécifique du réservoir d'acide carbonique liquide ?

M. CHAUVEAU. — Non ; les expériences qu'on a faites sur cette voiture n'ont pas été, jusqu'à présent, des expériences au point de vue de la consommation. Le principe était nouveau ; il s'agissait de savoir si ce principe était viable ou non. Comme il arrive toujours en pareille circonstance, la voiture d'essai dont je parle a été faite de pièces et de morceaux. Si l'on voulait faire des expériences de consommation et de rendement sur cette voiture imparfaite, on arriverait à des résultats mauvais; mais le principe existe, et j'appelle votre attention sur cette particularité : avec cet appareil, la voiture étant à l'arrêt, il n'y a pas de pression dans le générateur à vapeur ; le feu continue à fonctionner. Lorsqu'il s'agit de partir, il suffit d'appuyer sur la valve à acide carbonique qui rentre dans le générateur de vapeur ; les deux ou trois premiers coups de piston sont donnés avec l'acide carbonique seul, et la machine n'a pas le temps de se refroidir. En même temps que les premiers coups de piston sont donnés ainsi que les premiers coups de pompe, il se produit de la vapeur qui vient agir avec l'acide carbonique et à sa suite.

En ce qui concerne la machine Simon dont a parlé M. Armengaud, c'est une machine à combustion. Les avantages de cette machine sautent aux yeux ; avoir une pression relativement basse, comme dans les machines à vapeur, avoir une pression constante, avoir une admission et une détente variables, comme dans les machines à vapeur, c'est le rêve pour une machine à pétrole; mais cela présente de très grandes difficultés. Néanmoins, le problème n'est pas abandonné; beaucoup de personnes travaillent à sa solution ; si vous n'avez pas vu de machine de ce genre, c'est qu'on n'a pas encore obtenu le résultat qu'on recherche. Le problème présente, dis-je, de nombreuses difficultés ; la première, c'est l'économie. Théoriquement, le rendement du cycle qu'on est forcé d'employer pour la combustion est inférieur à celui du cycle à explosion (1) ; 2° la grande difficulté dans un moteur à combustion, c'est la nécessité d'avoir un appareil de compression. Il faut, pour utiliser la détente, qu'il y ait une pression moyenne

(1) Récemment, M. Lecornu, Ingénieur en chef des Mines, a démontré dans une note insérée au *Compte rendu de l'Académie des Sciences* que cette assertion était conforme aux calculs théoriques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

assez élevée ; cette pression, la combustion ne la donnerait pas, puisqu'elle ne produit que la chaleur ; vous êtes donc obligé de créer une pression factice et vous arrivez à un appareil compliqué, coûteux et volumineux. Il existe cependant des machines à combustion qui fonctionnent ; j'en ai vu à Lyon, notamment, celle de M. Gardy. Le problème est très difficile à résoudre, et le constructeur dont je viens de citer le nom, s'est heurté à des difficultés considérables.

Une autre difficulté, c'est l'inflammation. En somme, il faut avoir une combustion, une inflammation qui se propage au fur et à mesure que la masse du mélange entre. Or, il est extrêmement difficile d'enflammer un mélange qui se détend; la grande difficulté, c'est l'inflammation régulière ; on obtient des séries d'explosions, ou plutôt de combustions successives, et voici pourquoi : lorsque le mélange explosif qui vient du compresseur ou du réservoir pénètre dans le cylindre, comme il faut, pour que ce flot pénètre, qu'il ait une pression un peu plus grande que celle existant dans le cylindre, il se produit, quand il rentre dans le cylindre, une détente ; or, il est très difficile, je le répète, d'enflammer un mélange qui se détend.

La seconde difficulté, c'est que, pour que l'inflammation se fasse dans des conditions très favorables, il faut que la vitesse de transmission du piston soit à peu près égale à la vitesse de propagation de la flamme ; il faut qu'au fur et à mesure qu'il rentre, le mélange se déplace et qu'au fur et à mesure qu'il se déplace, il s'enflamme. Il y a là des difficultés de réalisation considérables et, par conséquent, il ne faut pas s'étonner que des machines de ce système n'existent pas encore.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Si je prends la parole, Messieurs, c'est pour présenter quelques remarques sur les observations si intéressantes que vous venez d'entendre.

Tout d'abord, en ce qui concerne l'emploi dans les véhicules du gaz comprimé, sous une forme ou sous une autre, acide carbonique ou air liquide, mon opinion est que l'emploi de ce genre de source de force motrice présente un écueil : c'est le réchauffement forcé.

Soit que vous employiez de l'acide carbonique qui, dans le dispositif décrit par M. Chauveau, ne sert, pour ainsi dire que de mise en route, soit que vous employiez l'air liquide dans un moteur analogue à un moteur à vapeur, vous vous heurterez toujours à cette difficulté : la grande quantité de calories qu'il faudra fournir pour empêcher le moteur de descendre à une température trop basse ; par conséquent, il faudra réchauffer et, dès lors, il faut un foyer. Dans ces conditions, où est l'avantage d'un appareil de cette nature ? J'avoue que je ne le vois pas. Je vois bien, d'autre part, qu'on a besoin d'emporter de l'acide carbonique ou de l'air liquide, choses dont il sera difficile, pour ne pas dire impossible, de se ravitailler en cours de route.

J'ai vu dernièrement un appareil qui constituait une exception assez remar-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quable à ce que je viens de dire. C'était un appareil d'essai. L'inventeur, dont je ne me rappelle pas le nom, employait de l'ammoniaque liquide, et il avait eu cette idée assez intéressante, d'emprunter les calories nécessaires au réchauffement de cet ammoniaque pour empêcher le réservoir de tomber à une température trop basse. Voici comment il réchauffait son réservoir : après détente dans le moteur, l'ammoniaque gazeux venait se dissoudre dans un réservoir d'eau ; il se produisait alors un dégagement de calories dont il se servait pour relever la température autour de son réservoir à ammoniaque liquide.

UN MEMBRE. — C'est l'inverse de la machine frigorifique à ammoniaque.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Il y a même un excédent. On peut constater, lorsqu'on recherche la chaleur de vaporisation de l'ammoniaque liquide, d'une part et la chaleur de dissolution de l'ammoniaque, de l'autre, qu'il y a excédent en faveur de cette dernière. Il y a eu une petite machine faite dans cet ordre d'idée ; je ne sais si l'on est entré depuis dans la voie d'une construction pratique, mais il y a là une tentative intéressante.

UN MEMBRE. — C'est la machine Fournier.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Je vous remercie de me rappeler le nom de l'inventeur dont je ne me souvenais pas.

UN MEMBRE. — Il y a une autre machine à ammoniaque, de M. Theulier.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — C'est celle de M. Fournier que j'ai vue. Je tenais à vous signaler ce fait qu'elle se fournit à elle-même la quantité de chaleur qu'on est obligé d'emprunter à un foyer dans les autres moteurs à air comprimé.

Au point de vue des machines à pétrole, je ne vois pas pourquoi des appareils comme la turbine de Laval ne seraient pas employés sur des véhicules ; j'ignore si cela se pratique actuellement. Ce qui paraît effrayant *a priori*, c'est la haute température, mais, au moment de la détente du gaz, il se produit un abaissement de température assez considérable ; la chaleur n'est pas très élevée.

Reste la question de la très grande vitesse ; qui dit très grande vitesse dit très grande puissance spécifique ; or, comme sur les voitures automobiles nous recherchons la grande puissance spécifique des moteurs plutôt que leur rendement proprement dit, cela pourrait être d'une certaine utilité. Je n'ai pas connaissance que des essais aient été faits dans ce sens ; il serait intéressant d'en voir faire par quelqu'un. Je ne crois pas, pour ma part, qu'on puisse enterrer la question dès maintenant.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. ARQUEMBOURG pour la lecture de son rapport.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT DE M. ARQUEMBOURG

SUR

le Refroidissement des Moteurs

On sait que l'explosion d'un mélange d'essence de pétrole et d'air, introduit dans le cylindre d'un moteur à essence, y détermine une température très élevée, qui atteint jusqu'à 1,500 degrés et communique aux parois une quantité de chaleur considérable. Les huiles de graissage d'origine minérale, ordinairement employées, commençant à se décomposer vers 350 à 400 degrés, on conçoit que, si une grande partie de la chaleur communiquée aux parois du cylindre n'est pas enlevée, le graissage devient vite impossible et qu'il se produit un arrêt du moteur par grippage du piston. D'autre part les soupapes, surtout la soupape d'échappement, soumises à une température très élevée, s'oxydent et se déforment rapidement, perdant ainsi leur étanchéité.

Il est donc indispensable de refroidir la paroi du cylindre des moteurs à essence, tout au moins dans la partie qui entoure la chambre d'explosion.

Une partie de la chaleur intérieure est, il est vrai, enlevée par le rayonnement et le contact avec l'air de la surface extérieure du cylindre, mais cette quantité de chaleur est insuffisante, la surface extérieure du cylindre ne présentant pas un développement assez grand.

L'idée vint alors d'augmenter ce développement en munissant le cylindre d'ailettes convenablement disposées. On obtint ainsi un meilleur refroidissement; mais ce dispositif ne donne vraiment de résultats que pour les moteurs de faible puissance, parce que dans ces derniers la surface extérieure est relativement grande par rapport au volume intérieur.

Dès que le moteur atteint environ 3 chevaux de force, les ailettes ne suffisent plus. On a alors recours à l'eau pour obtenir le refroidissement.

Nous nous occuperons seulement des meilleures dispositions qu'il convient d'employer dans ce dernier cas.

Dans cette notice nous décrirons les systèmes employés actuellement pour produire le refroidissement par l'eau, et nous indiquerons les dispositions qui permettent d'en obtenir le meilleur rendement.

Deux systèmes sont couramment employés :

1° Circulation de l'eau dans l'enveloppe du cylindre;

2° Evaporation de l'eau dans l'enveloppe du cylindre.

Nous allons les étudier successivement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

REFROIDISSEMENT PAR CIRCULATION D'EAU DANS L'ENVELOPPE DU CYLINDRE

Ce système, de beaucoup le plus employé, consiste à faire circuler dans l'enveloppe du cylindre, soit par simple différence de densité, soit au moyen d'une pompe, un courant d'eau venant d'un réservoir placé sur la voiture. L'eau après s'être échauffée au contact de la paroi du cylindre, retourne dans le réservoir et de là revient dans l'enveloppe au moyen d'une canalisation appropriée.

Un appareil dit **Refroidisseur** ou **Radiateur**, placé sur le parcours des tuyaux de circulation, assure le refroidissement de l'eau et l'empêche de se transformer en vapeur.

Nous allons successivement passer en revue les chapitres suivants :

1° Les modes de circulation par thermo-siphon ou par pompe ;

2° La pompe de circulation, son meilleur mode d'attache et de mise en mouvement ;

3° Les diamètres qu'il convient de donner aux orifices d'entrée et de sortie d'eau ;

4° L'appareil dit **Refroidisseur** ou **Radiateur** ;

5° La meilleure disposition à donner à l'appareil et le choix de la meilleure place qu'il doit occuper sur la voiture ;

6° La longueur développée à donner aux refroidisseurs ou radiateurs ;

7° La meilleure position des refroidisseurs par rapport au moteur et au réservoir ;

8° Les précautions contre la gelée ;

9° Le résumé des conditions à remplir pour obtenir des refroidisseurs à ailettes le maximum de rendement.

Mode de circulation par thermo-siphon ou par pompe.

1° Circulation par thermo-siphon.

La circulation est produite dans ce cas par la diminution de densité que subit l'eau en s'échauffant. L'eau froide arrivant d'un réservoir supérieur dans la partie basse de l'enveloppe du cylindre, s'échauffe, diminue de densité et remonte

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au réservoir en traversant le refroidisseur ; de là elle retourne dans l'enveloppe par une tuyauterie disposée à cet effet.

Ce moyen d'obtenir la circulation de l'eau est la plus simple et n'exige aucun mécanisme spécial.

C'est cependant le moins employé. Il y a à cela plusieurs raisons :

1° Par suite du peu de différence de densité de l'eau et de la faible hauteur de circulation, la force qui produit le mouvement est très petite et l'eau ne circule qu'à une faible vitesse, circonstance défavorable au refroidissement qui est fonction de cette vitesse ;

2° Il faut employer des tuyaux de diamètre relativement grand, éviter avec soin tout rétrécissement de section et faire les coudes à assez grand rayon, pour ne donner lieu à aucune résistance ;

3° Enfin, ce que nous avons dit plus haut, montre qu'il est nécessaire que le réservoir d'eau soit placé au dessus du cylindre, ce qui n'est pas toujours possible, surtout si le moteur est vertical.

Néanmoins, à cause de sa simplicité, la circulation par thermo-siphon peut être employée avec avantage toutes les fois que la disposition de la voiture permet son application.

2° Circulation par pompe.

Ce moyen, quoique moins simple que le précédent, est de beaucoup le plus employé.

La pompe permet de donner à l'eau une grande vitesse qui favorise beaucoup le refroidissement du cylindre ; les tuyaux peuvent être d'un diamètre relativement faible ; enfin le réservoir d'eau peut être même placé au-dessous du moteur.

Pompe de circulation, son meilleur mode d'attache et de mise en mouvement.

La pompe à employer doit être simple, robuste, d'une commande facile, donner une pression élevée et avoir un débit aussi grand que possible relativement à sa dimension.

La pompe centrifuge est celle qui remplit le mieux ces conditions.

Celle que nous construisons est une combinaison de l'action par la force centrifuge et de l'action par entraînement périphérique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elle se compose d'un plateau circulaire monté sur un arbre horizontal animé d'un mouvement très rapide de rotation. Dans ce plateau enfermé dans une enveloppe en forme de colimaçon, sont creusés huit canaux de section convenable, rayonnants du centre à la circonférence.

L'eau arrive par une tubulure au centre du plateau, traverse les canaux et s'échappe du colimaçon au moyen d'une tubulure tangentielle.

L'arbre du plateau passe dans un support faisant partie du corps de pompe, à l'intérieur duquel est vissée une bague en bronze phosphoreux prolongée par une arcade qni porte un second palier. A l'extrémité de l'arbre est une partie conique sur laquelle s'ajoute l'organe de commande (volant de friction garni de caoutchouc ou de cuir, poulie à gorge pour courroie ou engrenage).

Le premier palier faisant corps avec la pompe est suffisamment lubréfié par l'eau qu'elle contient. Le deuxième palier est graissé au moyen d'un graisseur à graisse consistante. Les surfaces flottantes en bronze phosphoreux sont relativement très longues, de telle sorte que l'usure est très peu importante.

Nous construisons deux dimensions de pompe : la première, dont la turbine a 50 $^{m}/_{m}$ de diamètre, s'emploie pour des moteurs jusqu'à 6 chevaux de force. Elle doit tourner entre 2,500 et 3,500 tours à la minute. A la vitesse moyenne de 3.000 tours, le débit est de 39 litres à la minute et la pression maxima de 6 mètres d'eau.

La deuxième, dont la turbine a 80 $^{m}/_{m}$ de diamètre, s'emploie pour des moteurs de 6 à 20 chevaux. Elle doit tourner entre 2,000 et 2,800 tours. A la vitesse de 2,500 tours, le débit est de 55 litres à la minute, et la pression maximum de 9 m. 50 de hauteur d'eau.

Afin de faciliter leur application, pour chacune des deux dimensions, nous construisons des pompes tournant dans un sens ou dans l'autre.

Nous livrons avec la pompe, sauf avis contraire, des volants pour la commande par friction ; ils portent à volonté une garniture de caoutchouc muni d'un talon, ou des anneaux en cuir de champ ; on peut ainsi facilement les démonter.

Quant on se sert de la garniture en caoutchouc, il faut avoir bien soin de ne pas trop serrer le volant de la pompe contre celui du moteur, car alors le caoutchouc étant laminé trop fortement tend à s'allonger et à sauter de son logement, quelques précautions que l'on prenne. D'autre part, la réaction de l'arbre sur ses paliers devient trop grande et il peut se produire un échauffement et une usure anormale. Le serrage doit être tel que le volant de la pompe puisse tourner assez facilement à la main.

La garniture en cuir s'use moins vite que celle en caoutchouc, sans que l'on ait à craindre qu'elle soit arrachée du volant, mais elle est moins élastique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Si, par suite d'usure ou pour tout autre cause, le volant du moteur a pris un peu de faux rond, la garniture en caoutchouc cède un peu par son élasticité ; celle en cuir au contraire ne cède pas et il est nécessaire, pour l'employer, de maintenir le contact du volant de la pompe contre celui du moteur au moyen d'un ressort de rappel qui règle l'intensité du frottement; ce ressort cède en cas de faux rond.

Du reste, il est toujours préférable de monter la pompe avec un ressort de rappel, car on peut ainsi limiter la friction au degré voulu pour produire l'entraînement et éviter la fatigue de l'arbre.

La pompe est supportée par un collier en deux pièces qui entoure la partie cylindrique entre le corps et l'arcade et qui est relié par une charnière fixée au châssis de la voiture.

Ce support doit être agencé de telle sorte que, sous l'influence d'un ressort de rappel, il permette à la pompe un petit mouvement de translation qui puisse la rapprocher ou l'éloigner du volant du moteur. Cet agencement varie forcément avec les dispositions de chaque type de voiture.

Le niveau auquel on doit placer la pompe n'est pas indifférent. Il résulte de cette considération qu'elle ne doit jamais avoir à aspirer l'eau, car agissant souvent sur de l'eau chaude, la moindre aspiration donnerait lieu à une production de vapeur qui amènerait le désamorçage. Il est donc nécessaire que la pompe soit en charge par rapport au réservoir d'eau, c'est-à-dire qu'elle soit à un niveau tel que l'eau de ce réservoir lui arrive par son propre poids. Ainsi placée, la pompe n'a jamais à aspirer l'eau, elle ne fait que la refouler.

Diamètres qu'il convient de donner aux orifices d'entrée et de sortie.

Le diamètre de l'orifice d'entrée de la pompe ne doit pas être le même que celui de l'orifice de sortie.

En effet, on comprend qu'il doit arriver à la pompe une quantité d'eau au moins égale à celle qu'elle refoule ; sans cela la circulation serait intermittente ; or le débit du tuyau d'amenée d'eau est déterminé par la hauteur du niveau de l'eau dans le réservoir au-dessus de la pompe. Il faut que sous cette charge le diamètre du tuyau soit suffisant pour donner le débit voulu. Admettons que le minimum de charge soit de 250 millimètres ; comme notre grand modèle de pompe débite 55 litres à la minute pour une vitesse de 2,500 tours, le calcul montre que le tuyau d'amenée et la tubulure d'entrée doit avoir 18 millimètres de diamètre pour donner un débit un peu supérieur à 55 litres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons adopté pour diamètre de la tubulure de sortie et du tuyau de refoulement 15 millimètres.

Pour le petit modèle, avec une même charge d'eau et pour un débit de 39 litres à la minute, donné par une vitesse de 3,000 tours, le diamètre de l'orifice d'entrée et du tuyau d'amenée d'eau doit être de 15 millimètres, le diamètre de l'orifice de sortie et du tuyau de refoulement étant de 12 millimètres.

Les orifices d'entrée et de sortie sont munis de raccords en bronze qui permettent de faire le joint des tuyaux avec la pompe par simple contact et par le seul serrage d'un écrou.

Refroidisseurs d'eau ou radiateurs.

Ainsi que nous l'avons dit, l'eau qui vient d'enlever en circulant dans l'enveloppe du cylindre une partie de la chaleur des parois ne se refroidit que très peu dans le réservoir où elle se rend ensuite.

En effet celui-ci est le plus souvent dissimulé sous la voiture, tout à fait à l'abri de l'air, et du reste ne présente qu'une surface refroidissante très faible relativement à sa capacité.

L'eau revient donc très chaude au moteur et atteint rapidement dans l'enveloppe la température de 100 degrés. Elle se transforme alors en vapeur qui est entraînée dans le réservoir d'où elle s'échappe à l'air libre. La provision d'eau va donc toujours en diminuant et au bout d'un certain temps il faut la renouveler.

Sur les premières voitures automobiles qui furent construites, les moteurs étant de faible puissance, un réservoir de petite capacité suffisait pour éviter un renouvellement d'eau trop fréquent; mais à mesure que les moteurs ont augmenté de puissance, il a fallu agrandir les réservoirs, ou remplacer l'eau plus souvent.

Pour éviter cet inconvénient, il est indispensable de refroidir l'eau sortant du cylindre de façon à empêcher qu'elle n'atteigne 100 degrés. La même provision d'eau peut ainsi servir longtemps, et, son action réfrigérante étant plus considérable, le fonctionnement du moteur est amélioré.

Il était tout naturel, pour obtenir ce refroidissement de l'eau, de songer à utiliser le courant d'air violent produit par la marche de plus en plus rapide des voitures automobiles. Le problème consistait à trouver un appareil présentant à l'air, sous un petit volume, une surface refroidissante considérable, un faible poids et le moins de résistance possible au passage de l'air.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'emploi des tuyaux à ailettes était tout indiqué; mais il ne fallait pas songer à employer les tuyaux en fonte ou en fer garni d'ailettes, en usage dans l'industrie pour le chauffage ou le refroidissement, leurs dimensions et leurs poids étant beaucoup trop élevés.

Nous avons été ainsi amenés à construire des tuyaux à ailettes beaucoup plus petits et beaucoup plus légers, en rapportant sur des tuyaux en cuivre de petits diamètres des ailettes en tôle très mince.

Pour fixer ces ailettes sur les tuyaux, nous employons un procédé qui, tout en donnant aux ailettes une grande solidité, permet de couder les tuyaux sur de très faibles rayons, de telle sorte que dans un espace très restreint, on peut en mettre une grande longueur.

Nous construisons trois dimensions de tuyaux :

Les tuyaux de 12 millimètres de diamètre intérieur, avec ailettes rectangulaires de 45 $^{m}/_{m} \times 35\ ^{m}/_{m}$.

Les tuyaux de 15 millimètres de diamètre intérieur, avec ailettes carrées de $40\ ^{m}/_{m} \times 40\ ^{m}/_{m}$.

Les tuyaux de 18 millimètres de diamètre intérieur, avec ailettes carrées de $50\ ^{m}/_{m} \times 50\ ^{m}/_{m}$.

Le tableau ci-dessous donne les surfaces et poids de nos tuyaux :

DIAMÈTRES INTÉRIEURS	SURFACE DE REFROIDISSEMENT PAR MÈTRE	POIDS AU MÈTRE AILETTE EN	
		ALUMINIUM	FER
$12\ ^{m}/_{m}$	$0^{m2}450$	»	»
$15\ ^{m}/_{m}$	$0^{m2}465$	$0^{k}815$	$1^{k}100$
$18\ ^{m}/_{m}$	$0^{m2}630$	$1^{k}200$	$1^{k}200$

Le pouvoir refroidissant des tuyaux de 12 et 15 millimètres est sensiblement équivalent, celui du tuyau de 18 millimètres est de 50 °/₀ plus élevé.

Nous établissons des ailettes en fer ou en aluminium, mais ce dernier métal n'a que l'avantage de la légèreté, le rendement étant pratiquement indépendant de la nature du métal employé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les ailettes en fer n'ont qu'une très faible épaisseur; une petite rainure circulaire leur donne néanmoins une rigidité suffisante. On obtient ainsi des tuyaux d'une grande légèreté et d'une grande surface de refroidissement.

Les tuyaux de 12 millimètres ne sont employés que dans certains cas spéciaux, notamment pour les condenseurs des voitures de Dietrich et C^ie^ dont le moteur est refroidi par évaporation.

Pour les refroidisseurs à circulation, on emploie généralement les tuyaux de 15 ou 18 millimètres.

Nos ailettes sont plates; il est facile de comprendre en effet que des ailettes ondulées gênent le passage de l'air et diminuent sa vitesse à leur contact, ce qu'il faut surtout éviter. D'ailleurs les ondulations ont l'inconvénient de retenir la boue quand le refroidisseur est sous la voiture et de rendre le nettoyage plus difficile.

Quoique notre procédé de fixation des ailettes non soudées sur les tuyaux leur assure un bon contact et une grande solidité, nous faisons cependant, sur demande, des tuyaux à ailettes en fer soudées; un procédé spécial, qui est notre propriété, nous permet d'obtenir un soudage absolument complet.

Disposition à donner au refroidisseur et la meilleure place qu'il doit occuper sur la voiture.

La puissance réfrigérante des tuyaux à ailettes dépend de trois facteurs :

1° L'écart entre la température de l'eau passant dans le tuyau et celle de l'air en contact avec les ailettes;

2° La vitesse de cet air;

3° La vitesse de l'eau dans le tuyau.

Il faut s'ingénier à rendre ces trois facteurs, surtout les deux premiers qui sont les plus importants, aussi grands que possible pour obtenir le meilleur rendement.

Nous allons examiner quelle forme il convient de donner au refroidisseur pour arriver à ce résultat dans les meilleures conditions possibles.

La disposition la plus simple et la plus employée consiste à couder les tuyaux à ailettes en serpentin continu, formant plusieurs étages horizontaux qui comprennent plusieurs rangs; la section offerte à la circulation de l'eau n'est ainsi que celle d'un seul tuyau, de sorte que sa vitesse est aussi grande qu'elle peut l'être pour un débit déterminé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour que le courant d'air traverse le refroidisseur en perdant le moins possible de la vitesse que lui donne la marche de la voiture, il est nécessaire qu'il soit disposé de telle sorte que le plan des ailettes soit parallèle à l'axe longitudinal de la voiture; si en effet les ailettes étaient perpendiculaires ou obliques à cet axe, elles se masqueraient les unes les autres et l'air ne passerait pas entre elles.

Le serpentin doit avoir la plus grande hauteur possible, car il présente ainsi pour une longueur développée déterminée, une moindre épaisseur et l'air en le traversant s'échauffe moins. On est limité dans cette hauteur, par la nécessité de laisser entre le refroidisseur et le sol une distance suffisante, et par les dimensions de l'espace dont on dispose sur la voiture pour le placer.

Le refroidisseur en serpentin doit toujours être placé par étages horizontaux de façon que l'eau qui le parcourt aille toujours en montant ou en descendant; il faut rejeter toute disposition qui force l'eau à monter et à descendre alternativement, créant ainsi une résistance à la circulation. Une pareille disposition empêche du reste de vider complètement le refroidisseur.

Il convient de donner au serpentin la plus grande largeur possible parallèlement aux essieux de la voiture; car pour une même longueur de tuyaux, on diminue ainsi le nombre de coudes qui, trop nombreux par rapport aux parties droites, augmentent la résistance de la circulation de l'eau et diminuent le rendement.

Généralement on donne comme largeur au serpentin celle du châssis de la voiture, ou l'écartement entre les ressorts d'avant quand il est placé entre eux. Il doit être placé de façon qu'aucun obstacle n'empêche le courant d'air d'arriver jusqu'à lui et de le traverser avec la plus grande vitesse possible.

On n'est cependant pas toujours maître, par suite du peu de place dont on dispose sur les voitures, de réaliser complètement ce desiderata; mais il faut s'en rapprocher le plus possible.

Certaines considérations, telles que la commodité, l'emplacement, l'aspect de la voiture, peuvent nécessiter une disposition autre que celle en serpentin. Le refroidisseur peut, par exemple, être formé de plusieurs tuyaux à ailettes droits, débouchant à chacune de leurs extrémités dans deux collecteurs; l'eau chaude arrive dans l'un, traverse les tuyaux à ailettes en se refroidissant et est recueillie dans l'autre d'où elle se rend de nouveau au moteur. C'est la disposition adoptée par MM. de Dion et Bouton pour leurs voiturettes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Longueur développée à donner aux refroidisseurs.

Le but que nous nous sommes proposé d'atteindre est le suivant :

Permettre à une voiture de touriste, faisant une moyenne de 30 kilomètres à l'heure environ, de marcher toute une journée, c'est-à-dire de parcourir au moins 300 kilomètres sans avoir à s'occuper de renouveler l'eau même en été.

La longueur du tuyau à ailettes nécessaire, par force de cheval, pour obtenir ce résultat, dépend de la place du refroidisseur sur la voiture.

Quand il est placé sous la voiture à l'arrière, comme dans les voitures Panhard et Levassor, de 4, 6, 8 chevaux, ou au milieu de la longueur du châssis, l'expérience a montré qu'il était nécessaire de mettre par force de cheval environ 2 mètres de longueur de tuyau de 15 millimètres de diamètre ou 1 m. 35 de tuyau de 18 millimètres.

Si le refroidisseur est placé tout à fait à l'avant de la voiture, devant la boîte du moteur dans les voitures de Panhard et Levassor de 10, 12, 16 chevaux, entre les ressorts d'avant, dans les voitures Peugeot, Mors, Rochet-Schneider, voiturettes de Dion et Bouton, etc., devant le tablier dans les voitures de Dietrich et C^ie^, il suffit de mettre par force de cheval environ 1 mètre de tuyau de 12 ou 15 millimètres de diamètre intérieur, ou 70 centimètres de tuyau de 18 millimètres.

Dans le premier cas, en effet, la vitesse de l'air n'arrive sur le refroidisseur que sensiblement diminuée par la rencontre de tous les organes placés sous la voiture. Dans le second cas, au contraire, le courant d'air arrive sur le refroidisseur avec toute sa vitesse.

Si au-dessus du refroidisseur se trouve une paroi horizontale, il est nécessaire de l'en écarter de quelques centimètres, afin que l'air échauffé qui tend à monter puisse se dégager librement. De même si le refroidisseur est placé devant une paroi verticale, il convient de laisser derrière l'appareil un espace libre d'au moins 4 millimètres complètement ouvert par en haut et par côté.

Le tuyau de 15 millimètres de diamètre intérieur s'emploie pour les serpentins ayant jusqu'à 10 ou 12 mètres de longueur ; au delà, surtout si les coudes sont nombreux, il est préférable d'employer le tube de 18 millimètres de diamètre intérieur pour diminuer la résistance à la circulation de l'eau.

La vitesse de marche de la voiture a une influence importante sur le refroidissement : plus on marche vite, plus il est considérable.

Dans les courses d'automobiles, où des vitesses de plus de 70 kilomètres à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'heure ont été atteintes, le refroidissement de l'eau est si grand qu'avec les proportions données plus haut la perte d'eau est presque nulle. Ainsi dans les courses Paris-Trouville, Paris-Cabourg, Nice-Marseille-Pau, etc., etc., d'un parcours de 250 à 400 kilomètres, les voitures munies de nos refroidisseurs n'ont perdu que de 1 à 3 litres d'eau. Dans les courses de Paris-Amsterdam, du Tour de France, les voitures munies de nos refroidisseurs ont pu marcher plusieurs jours sans renouveler l'eau.

Mais, pour des parcours plus faibles que ceux indiqués ci-dessus, on peut diminuer les proportions que nous avons données.

Enfin, ces proportions peuvent aussi un peu varier avec le mode de construction du moteur. Ainsi ceux qui n'ont de circulation d'eau qu'autour de leur culasse, chauffent moins que ceux qui en ont une autour du cylindre.

Meilleure position à donner au refroidisseur par rapport à la pompe et au réservoir.

A quel endroit faut-il raccorder le refroidisseur sur la canalisation d'eau?

Cette canalisation se compose d'un tuyau partant du fond du réservoir d'eau allant à la pompe qui est au niveau inférieur et à laquelle l'eau arrive avec une pression dépendant seulement de sa hauteur dans le réservoir, puisqu'elle ne peut aspirer de l'eau chaude; c'est ce que nous appellerons la période d'amenée d'eau. De la pompe l'eau est refoulée, par un tuyau, dans l'enveloppe du moteur d'où elle sort pour être refoulée au réservoir par un tuyau qui l'y déverse : c'est la période de refoulement.

Le refroidisseur peut se raccorder en trois endroits sur la canalisation :

1° Sur le tuyau d'amenée d'eau du réservoir à la pompe;

2° Sur le tuyau de refoulement de la pompe au moteur;

3° Sur le tuyau de refoulement du moteur au réservoir.

C'est cette dernière position qui donne le maximum de rendement et qu'il faut adopter quand cela est possible. En effet, l'eau sortant de l'enveloppe du cylindre étant très chaude, l'écart de température entre cette eau et l'air extérieur est aussi grand que possible.

Il est préférable que l'eau chaude venant du cylindre entre par le bas du refroidisseur pour en ressortir par le haut de façon à aller toujours en montant; l'air contenu dans la tuyauterie est ainsi au moment du remplissage évacué plus facilement, ainsi que la vapeur s'il y en a de mélangée avec l'eau.

Il arrive souvent que, pour éviter une trop grande complication de tuyauterie,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'on branche le refroidisseur sur le tuyau d'amenée d'eau, quoique alors le rendement du refroidisseur soit un peu moindre. En effet, l'eau chaude passant d'abord dans le réservoir, l'écart de la température avec l'air est un peu moins grand que dans la disposition précédente. Il est bon de noter que, dans ce cas comme dans l'autre, il est préférable d'amener l'eau à la partie basse du refroidisseur.

Précautions contre la gelée.

En hiver, quand la température tend à descendre au-dessous de zéro degré, il faut avoir soin de vider complètement l'eau de circulation quand la voiture est remisée, car, en cas de gel, il pourrait se produire des accidents graves, tels que rupture des tuyaux ou de l'enveloppe du cylindre du moteur.

Pour éviter cet inconvénient, des robinets de vidange doivent être placés à tous les points bas de la canalisation.

Il est possible cependant de se dispenser de vider l'eau, en mélangeant à celle-ci de la glycérine qui retarde son point de congélation et l'empêche de se prendre en masse. Des expériences que nous avons faites sur les mélanges de glycérine et d'eau nous ont montré qu'avec une proportion de 15 °/₀ de glycérine, la congélation ne se produit qu'à — 5 degrés et avec 20 °/₀ à — 9 degrés. L'une ou l'autre de ces proportions peut être adoptée suivant le climat sous lequel on se trouve.

Il est cependant indispensable d'assurer que la glycérine employée n'est pas acide, la plupart de celles du commerce l'étant un peu. On évite cet inconvénient en ajoutant au mélange un peu de carbonate de soude pour la neutraliser; on s'assurera de cette neutralisation au moyen de papier de tournesol bleu qui, plongé dans le mélange un peu chauffé, ne doit pas rougir si toute acidité a disparu.

Il est bien entendu qu'il n'est nécessaire de mettre de la glycérine dans le réservoir qu'une fois pour tout l'hiver, car cette glycérine ne s'évaporant pas il n'y a pas lieu de la renouveler.

Quand tout danger de gelée a disparu, il faut vider le mélange d'eau et de glycérine qu'il est préférable de ne pas garder pendant l'été.

Ce moyen d'éviter la gelée n'est pas applicable aux voitures dont les moteurs sont refroidis par évaporation, comme dans les voitures de Dietrich et Cie; en effet, comme il n'y a pas circulation d'eau, la glycérine finit par s'accumuler dans l'enveloppe du cylindre et s'y carbonise.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Résumé des conditions à remplir pour obtenir des refroidisseurs à ailettes le maximum de rendement.

En résumé, il résulte de ce que nous venons d'exposer que, pour obtenir le maximum de rendement d'un refroidisseur à ailettes, il faut :

1° *Le placer autant que possible à l'avant de la voiture pour qu'il soit traversé par le courant d'air avec le maximun de vitesse ;*

2° *Le brancher sur le refoulement et après le moteur de façon que l'écart entre la température de l'eau et celle du courant d'air soit maximum ;*

3° *Avoir une pompe qui donne la plus grande pression et le plus grand débit possible afin que la vitesse de l'eau soit maximum.*

REFROIDISSEMENT PAR ÉVAPORATION D'EAU DANS L'ENVELOPPE DU CYLINDRE

Un autre moyen de refroidir les parois du cylindre par l'eau est employé, notamment sur les voitures de Dietrich et C^ie^ (moteur Amédée Bollée) et sur les voiturettes Delahaye.

L'eau ne circule pas ; elle est amenée du réservoir dans l'enveloppe du cylindre où elle atteint rapidement la température de 100 degrés en absorbant les calories en excès ; elle se transforme alors en vapeur qui se rend dans l'appareil dit « refroidisseur-condenseur », où elle se condense. Un tuyau ramène l'eau condensée au cylindre ou au réservoir.

L'eau destinée à remplacer les pertes est amenée dans l'enveloppe du cylindre par un tuyau venant du réservoir en charge sur le moteur ; un pointeau que commande un flotteur règle son débit, de telle sorte que le niveau de l'eau dans l'enveloppe du cylindre reste sensiblement constant.

Il est bon de noter que ce qui a été dit précédemment relativement à la longueur développée et à la meilleure disposition à donner à l'appareil refroidisseur, peut être considéré comme s'appliquant également aux refroidisseurs-condenseurs.

Nous étudierons donc simplement :

1° Une forme spéciale de refroidisseur-condenseur appliquée sur les voitures de De Dietrich et C^ie^ ;

2° Les positions à donner au réservoir et au refroidisseur-condenseur par rapport au moteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Refroidisseurs-Condenseurs appliqués sur les voitures de De DIETRICH & Cie

Ces refroidisseurs-condenseurs sont placés à l'avant de la voiture dont ils épousent la forme.

Ils se composent de deux collecteurs horizontaux dans lesquels débouchent des tuyaux à ailettes verticaux. La vapeur, venant de l'enveloppe du moteur, arrive dans le milieu du collecteur supérieur par le tuyau, se répand dans les tuyaux à ailettes où elle se condense; l'eau condensée est recueillie dans le collecteur inférieur et retourne, par deux tuyaux débouchant en dessous à ses extrémités, dans un petit cylindre qui contient un flotteur réglant le niveau dans l'enveloppe du moteur.

Deux tuyaux d'évacuation à l'air libre branchés en dessus sur le collecteur inférieur, permettent à la vapeur qui ne serait pas condensée entièrement, de se dégager en dehors à l'arrière de la voiture. Il faut avoir soin de laisser entre l'avant de la voiture et le refroidisseur-condenseur un espace libre d'au moins 4 centimètres.

Position à donner au réservoir et au refroidisseur-condenseur par rapport au moteur.

Les positions relatives à donner au réservoir et au refroidisseur-condenseur peuvent se ramener à deux types principaux :

1° Celui où le refroidisseur-condenseur est placé au-dessus du moteur;

2° Celui où le refroidisseur-condenseur est placé au-dessous du moteur.

Refroidisseur-condenseur placé au-dessus du moteur.

Cette disposition est de beaucoup la meilleure, parce que l'eau condensée peut retourner directement au moteur.

C'est celle qui est adoptée sur les voitures de Dietrich et Cie, de Lunéville.

Refroidisseur-condenseur placé au-dessous du moteur.

Cette disposition est moins bonne que la précédente, parce qu'elle exige l'emploi d'une pompe pour refouler l'eau condensée au moteur ou au réservoir.

On conçoit cependant qu'elle soit applicable sur certains types de voitures dont les dispositions ne permettent pas de placer le refroidisseur au-dessus du moteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

J'ai maintenant, Messieurs, à vous donner quelques explications sur des expériences que nous avons faites relativement à la puissance refroidissante des serpentins d'automobiles lorsqu'ils sont dans l'air circulant à vitesses différentes. C'est une loi connue depuis longtemps, que nous avons nous-mêmes vérifiée et que M. Ser, l'éminent professeur de l'Ecole Centrale, a décrite dans un ouvrage qui fait autorité dans la matière, que le refroidissement d'une surface de chauffe est proportionnel à la racine carrée de la vitesse de l'air qui circule autour. Nous l'avons vérifié dans un certain nombre de cas, et les indications que vous pourrez voir sur ce tableau, sont le résultat d'expériences pratiques que nous avons faites. Nous nous sommes livrés dernièrement à cette vérification pour des serpentins d'automobiles, la vitesse de l'air était mesurée au moyen d'un anémomètre et voici comment : le refroidisseur était placé dans une gaine traversée par un courant d'air. Pour mesurer la condensation et nous rendre compte de sa valeur, nous amenions à l'une des extrémités un tuyau de vapeur et nous recueillons, à l'autre, l'eau condensée. En pesant la quantité d'eau condensée dans un temps donné, on avait la quantité de calories dépensées.

On a ainsi obtenu une courbe qui a été tracée en admettant que la vapeur, à l'intérieur du tuyau, était à 100 degrés, et que l'eau qui circulait autour du serpentin, à l'intérieur de l'appareil, était à 0. Il n'en est pas tout à fait ainsi dans la pratique. Nous avons dû prendre de l'air à la température de l'atelier, c'est-à-dire à 10 degrés environ et, par un calcul proportionnel, nous avons ramené les chiffres à 100.

Le premier point tracé sur la courbe représente la condensation de l'appareil à la vitesse normale de circulation, c'est-à-dire quand le ventilateur n'est pas en marche et que l'air se met en mouvement en raison de la diminution de densité résultant de son échauffement. — Dans ces conditions, la condensation est de 0 k. 600 par heure et la vitesse de l'air, de 0 m. 70 par seconde. — Si l'on met en marche le ventilateur, la condensation s'accroît dans des proportions considérables, de 0 k. 600, elle passe à 1 k. 728 pour une vitesse de 6,339, et à 2 k. 486 pour une vitesse de 13 m. Si l'on trace la courbe qui s'écarte le moins possible de ces points, on s'aperçoit que c'est une parabole dont la formule est $y^2 = 63{,}9\,x$.

L'erreur la plus grande entre la courbe et les points obtenus expérimentalement est inférieure à 5 %, on peut donc dire que la loi énoncée au début est exacte à 5 % près.

M. Forestier. — Voulez-vous me permettre de vous poser une question ? avez-vous fait des expériences sur une ou plusieurs natures de métal ?

M. Arquembourg. — Nous en avons fait sur plusieurs natures de métal, mais, comme je le disais en commençant, la nature du métal n'a que très peu d'importance, à la condition que sa surface extérieure soit dans le même état. Dans la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pratique les essais — je ne parle que de nos essais personnels — ont toujours été faits avec des tuyaux recouverts de peinture ; la quantité de chaleur émise ne dépend, je le répète, que de la nature de la surface. Si la nature de la surface et la température sont les mêmes, on obtient les mêmes résultats parce que la température de l'ailette est la même. Si l'on emploie des métaux plus coûteux, il n'y a donc pas compensation. Par exemple, avec l'aluminium, dont la transmission et la conductibilité sont très grandes, on obtient une augmentation de rendement qui ne dépasse pas 3 à 4 %.

M. Forestier. — Y a-t-il une différence appréciable lorsque l'ailette est gaufrée ou lorsqu'elle est unie ?

M. Arquembourg. — Je ne vois pas l'intérêt d'avoir des ailettes gaufrées; je vois au contraire un intérêt à ce que les ailettes soient telles que l'air les traverse le plus facilement possible. La résistance serait plutôt un désavantage. Il y a intérêt à avoir des ailettes unies.

J'ai encore à vous dire un mot, Messieurs, des appareils refroidisseurs d'autres systèmes

On peut chercher à comparer les refroidisseurs en tuyaux à ailettes aux appareils refroidisseurs dans lesquels la surface est d'un côté seulement baignée par l'air et, de l'autre, par le liquide à refroidir.

Dans un appareil refroidisseur, ce qu'on doit chercher, c'est ce qu'on peut appeler le rendement économique de l'appareil, c'est-à-dire la plus grande quantité possible de calories dispersées pour un prix de revient minimum.

Les tuyaux à ailettes ont à ce point de vue une supériorité incontestable sur tous les autres systèmes.

Si l'on considère, en effet, une lame posée sur un tuyau à ailettes, on s'aperçoit de suite que cette lame, très mince, très légère et par suite très peu coûteuse transmet cependant une grande quantité de chaleur parce que ses deux faces sont utilisées. Au contraire, dans les refroidisseurs composés, par exemple d'un réservoir traversé par des tubes, le métal employé est forcément assez épais, parce qu'il doit résister à la pression du liquide et aux trépidations de la voiture, tandis que la quantité de chaleur transmise est relativement faible, parce qu'une face seule du métal est en contact avec l'air extérieur.

M. de Chasseloup-Laubat. — La question du soudage des ailettes présente, au point de vue des automobiles seulement, un caractère assez intéressant. Il me semble qu'il y a un intérêt capital à souder les ailettes. En effet, s'il est bien certain que des ailettes venant s'emboutir sur le tube ont un rendement égal à celui d'ailettes soudées, je me demande si, indépendamment de chacun des nettoyages, il n'y a pas dans les trépidations du moteur un élément qu'il n'y a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pas lieu de négliger au point de vue des ailettes et qui disloque l'appareil au bout d'un temps très court.

Le tuyau central est généralement en cuivre ; les ailettes sont souvent en fer, mais toutes ont des coefficients de dilatation très différents; le cuivre a un coefficient de dilatation plus grand ; il tend à s'écarter ; l'ailette pénètre et fait une rainure plus profonde sur le tube. Au refroidissement ; au contraire, le jour entre l'ailette et le tube devient de plus en plus grand ; de plus, si le refroidisseur est à l'avant, les poussières, délayées avec l'huile, pénètrent dans ce très petit intervalle et diminuent la transmission de la chaleur. Je voudrais savoir si les expériences dont on nous a parlé ont été faites avec un radiateur neuf ou avec un radiateur ayant déjà servi.

M. ARQUEMBOURG. — Nous avons fait des expériences dans les deux cas, mais cela n'a pas autant d'importance que vous le croyez. J'en ai donné la raison en faisant remarquer que la quantité de calories qui peut être dispersée par une ailette est extrêmement faible par rapport à la quantité de calories qu'elle peut puiser sur le tuyau, parce qu'entre le tuyau et l'ailette, il y a une communication métallique par laquelle il peut passer une quantité énorme de calories.

Nous avons fait l'expérience suivante : Nous avons placé sur un tuyau de 15 millimètres, des ailettes pour tubes de 18 millimètres; c'est dire qu'elles ne faisaient que poser sur le tuyau. Eh bien, nous avons constaté qu'à 10 % près, la quantité de calories débitée par ce tuyau était la même que celle d'un tuyau de 18 millimètres. J'ajoute que nous n'avions pas pris la précaution de disposer entre le tuyau et les ailettes de la poussière ou des matières empêchant la transmission.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Elles étaient absolument libres ?

M. ARQUEMBOURG. — Absolument. Une ailette ne laisse passer que 1 1/2 calories par heure au plus.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Au point de vue théorique, je suis très heureux d'avoir provoqué votre explication, car une expérience avec une différence de 5 % m'aurait étonné.

UN MEMBRE. — Quel est le diamètre convenable à donner aux ailettes par rapport au diamètre des tuyaux ?

M. ARQUEMBOURG. — Lorsque nous avons établi des tuyaux à ailettes, nous nous sommes préoccupés des meilleures dimensions et du meilleur écartement à leur donner. La question est d'obtenir le maximum de calories évacuées pour le minimum de prix. Il n'y a pas intérêt à mettre les ailettes trop

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

petites, bien qu'elles aient, par mètre carré superficiel, un très bon rendement. Nous avons trouvé que la meilleure surface qu'il convenait de donner à une ailette était à peu près dix fois la surface intérieure du tuyau. Un tuyau de 15 a environ 1 centimètre et demi de section; la meilleure surface à donner à une ailette est donc de 15 à 16 centimètres carrés.

Au point de vue de l'écartement, on ne peut pas mettre les ailettes trop rapprochées; on avait cru que l'on obtiendrait ainsi une déperdition de calories beaucoup plus grande; c'était une erreur : plus on rapproche des ailettes, plus la circulation de l'air diminue; elle devient même nulle si les ailettes se touchent. D'autre part, on ne peut pas écarter par trop les ailettes parce que, si l'on obtenait individuellement de chaque ailette un meilleur rendement, le tuyau n'aurait plus finalement lui-même de rendement. Il y a, entre les deux extrêmes, une moyenne qui correspond au rayon du tuyau : l'écartement entre deux ailettes doit être égal au rayon intérieur du tuyau.

M. Chaboche. — On ne nous a parlé que des tuyaux à ailettes simples; mais il y a aussi dans l'industrie des tuyaux à ailettes creuses.

M. Arquembourg. — J'ai répondu en comparant les tuyaux à ailettes à des surfaces baignées d'un côté par l'eau, de l'autre côté par l'air. Ces tuyaux ont à surface égale un rendement en calories supérieur à celui des tuyaux à lames, mais leur rendement économique est beaucoup plus faible, parce qu'en réalité l'ailette creuse se compose de métal ayant deux fois l'épaisseur du métal employé pour les tuyaux, tandis que l'ailette simple a une épaisseur très inférieure à celle du tuyau. Donc, le rendement économique du tuyau à lames sera très supérieur à celui du tuyau à ailettes creuses, parce que le métal y est mieux employé et qu'il sert par ses deux faces à la distribution de la chaleur.

M. Chaboche. — Pensez-vous que, économie à part, il y ait intérêt à avoir des ailettes creuses ?

M. Arquembourg. — Au point de vue de l'encombrement ? Il y aurait peut-être un plus grand rendement de calorique dans un espace moindre.

M. Forestier. — Et au point de vue du poids ?

M. Arquembourg. — Il est forcément plus grand, mais il y a un autre inconvénient; ces tuyaux opposent une résistance énorme à la circulation de l'eau; ce sont des tuyaux alvéolaires composés d'une série d'étranglements et de renflements et absorbant complètement la pression de la pompe, qui ne donne plus qu'un débit insignifiant à l'extrémité du serpentin.

M. Turgan. — Je désirerais poser une question connexe au sujet qui vient d'être abordé. Il ne s'agit plus seulement du refroidissement de l'eau de cir-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

culation dans les moteurs à pétrole : je voudrais savoir quel résultat on peut obtenir du refroidissement pour la condensation complète de la vapeur ayant servi dans une voiture à vapeur. Comme la question de la condensation dans les véhicules à vapeur est fondamentale pour la réussite de l'emploi de ces véhicules, je serais heureux de la circonstance qui se présente pour obtenir certaines données au sujet de l'emploi du refroidisseur à ailettes ou de tout autre refroidisseur.

M. ARQUEMBOURG. — Il est assez facile de répondre au moyen de la courbe. Si l'on donne à l'air, autour d'un refroidisseur, une vitesse qui peut atteindre 15 mètres par seconde — on l'obtient facilement au moyen d'un ventilateur — on peut avec un mètre de tuyau à ailettes de 15 millimètres obtenir trois kilos de vapeur condensée par heure.

M. TURGAN. — Dans quelles conditions supposez-vous la vapeur ?

M. ARQUEMBOURG. — Je parle de vapeur d'échappement. Je suppose le tuyau plein de vapeur d'échappement et l'extérieur traversé par un courant d'air assez rapide. Dans une voiture à vapeur, on ne pourra pas songer à se contenter du refroidissement normal du tuyau : il faudra y joindre un ventilateur qui active le refroidissement par l'air. Il arrive toujours un moment où une voiture a des côtes à monter. Dans les refroidisseurs d'automobiles à pétrole, on peut s'en préoccuper un peu moins, parce que la voiture à pétrole a besoin de peu d'eau, et qu'elle a un réservoir qui permet de compenser facilement la perte qui est assez faible. Un bon refroidisseur devrait être disposé de façon que l'eau, dans le réservoir, ne dépasse pas 70 à 80 degrés afin d'avoir 20 à 30 degrés disponibles pour permettre à la voiture de gravir une pente un peu longue, même lorsqu'elle est gravie lentement et que le vent est arrière. Dans une voiture à vapeur au contraire, on consomme beaucoup d'eau. Il serait intéressant d'obtenir la condensation complète et d'ajouter à cet effet au refroidisseur un ventilateur mis en mouvement par le moteur. Cette disposition permettrait, avec une petite quantité de tuyaux, d'obtenir une grande condensation. Pour obtenir une condensation de 3 kilos par heure, il suffit d'un mètre de tuyaux de 15 millimètres à lames si l'on a une vitesse d'air de 15 mètres; pour un moteur à vapeur de 8 à 10 chevaux, il suffirait d'employer 30 ou 40 mètres de tuyaux à lames.

M. TURGAN. — Les voitures Serpollet condensent, en apparence au moins, toute leur vapeur avec des tubes lisses et sans aucun ventilateur, Il y a là un résultat très intéressant, s'il est complet. Le ventilateur dont vous parlez devra avoir un diamètre énorme pour donner ce que vous dites, 1 m. 25 ou 1 m. 50 de diamètre.

M. ARQUEMBOURG. — Nous avons fait des essais avec un appareil muni d'un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ventilateur de 30 centimètres de diamètre; il y avait 6 mètres de tuyaux, et nous avons condensé 18 kilos de vapeur représentant deux chevaux.

M. TURGAN. — Je voudrais savoir d'une façon bien précise si, dans l'état actuel de la question, il est possible de me dire combien il faut de mètres cubes d'air pour condenser une quantité de vapeur déterminée à l'heure.

M. ARQUEMBOURG. — C'est très simple : c'est mathématique.

M. TURGAN. — Je fais appel en ce moment à la pratique : j'ai peur de la théorie.

M. ARQUEMBOURG. — La pratique est, à ce point de vue, d'accord avec la théorie.

M. TURGAN. — Dans la pratique, on trouve qu'il faut des quantités de tonnes d'air par 24 heures pour condenser quelques kilos de vapeur.

M. ARQUEMBOURG. — De très petits ventilateurs, peuvent donner un volume d'air considérable. Les résultats tracés sur la courbe, que vous voyez au tableau ont été obtenus avec un radiateur qui condensait 18 kilos de vapeur et un ventilateur qui n'avait que 30 centimètres de diamètre.

M. TURGAN. — S'il faut produire de 200 à 300 kilos de vapeur à l'heure, cela devient dur.

M. ARQUEMBOURG. — La voiture Serpollet ne dépense pas cela.

M. TURGAN. — Je vous remercie beaucoup des renseignements que vous avez bien voulu me donner.

M. FORESTIER. — On semblait croire tout à l'heure que les voitures Serpollet, grâce à un radiateur ou condenseur, récupéraient toute leur eau d'échappement; il n'en est rien. Au concours des poids lourds de 1898, a figuré un omnibus Serpollet muni d'un radiateur. Il a cependant consommé 1 litre 837 d'eau pour un kilomètre alors que, la consommation du moteur était de 12 litres; malgré le radiateur il perdait donc encore 10 à 15 pour 100 d'eau.

Au même concours, une voiture anglaise à vapeur système Leylan munie également d'un appareil à combustible liquide, utilisait un radiateur pour récupérer une partie de son eau; or, la dépense journalière était, cependant de 175 litres d'eau; par conséquent sur cette voiture le radiateur était loin de permettre de récupérer toute la vapeur d'échappement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. TURGAN. — Le fourneau employait-il un souffleur ou non ? L'eau était-elle perdue par suite de la non condensation ou pour une autre cause ?

M. FORESTIER. — Le chauffage se faisait par combustible liquide, il n'y avait donc pas de tirage forcé par la vapeur.

M. TURGAN. — On en emploie quelquefois.

M. FORESTIER. — Dans les deux voitures dont je viens de parler, il n'y en avait pas; il n'y a donc pas eu de vapeur d'eau perdue pour cette cause.

M. BRIAULT. — On a parlé tout à l'heure du refroidissement par ailettes, et l'on a dit qu'on ne pouvait pas l'employer pour des moteurs d'une puissance supérieure à trois chevaux en se servant de la circulation naturelle de l'air. On a dit ensuite qu'il y avait à l'Exposition une voiture où la circulation d'air était forcée par un ventilateur. Y a-t-il eu des études préalables, et sait-on à quoi s'en tenir sur cette question des ventilateurs, sur la surface de ventilation ?

M. LE PRÉSIDENT. — Il y a eu des études faites mais pas d'applications et les nombreux essais qu'on a faits n'ont pas permis de dépasser de beaucoup, dans la pratique, la puissance de trois chevaux.

M. FORESTIER. — Il y a trois constructeurs dont les voitures ont leurs moteurs refroidis par des ventilateurs.

M. BRIAULT. — Si l'on arrivait à créer autour du cylindre une zone de circulation très rapide, on pourrait peut-être pousser plus loin le refroidissement.

M. POLLAK. — Je voudrais dire quelques mots sur la question du refroidissement des moteurs à mélange tonnant. Nous sommes passés très vite sur le refroidissement des moteurs par l'air. On nous a dit que le refroidissement par l'air ne peut se faire que pour des moteurs d'une puissance inférieure à 3 chevaux environ. Or, nous avons vu qu'en activant le courant d'air agissant sur le refroidisseur à eau, on peut augmenter la quantité de l'eau, refroidie, c'est-à-dire la puissance de refroidissement des tubes. On pourrait il semble employer le même procédé avec les moteurs à ailettes.

On a proposé encore d'autres modes de refroidissement des moteurs.

Si je ne me trompe, il existe un système de refroidissement par refoulement de l'air dans *le carter* au moyen d'une pompe; il en est un autre dans lequel on emploie un piston spécial; d'autres mettent l'air en mouvement pour pro-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

duire un courant d'air par ventilateur; d'autres enfin emploient les gaz d'échappement du moteur en soufflant pour ainsi dire sur le moteur.

En employant l'eau au refroidissement des moteurs, on ne fait pour ainsi dire rien autre que d'augmenter la surface refroidissante du moteur à ailettes; cependant, si nous prenons tout l'appareillage d'un moteur refroidi par l'eau, nous voyons que le moteur est relié au moyen d'un tube avec des ailettes; ce tube refroidit le moteur, puisque l'eau circule du moteur aux ailettes. Nous savons, d'autre part, que l'eau n'est pas si bonne conductrice de la chaleur, que les métaux. Pourquoi ne pas disposer un moteur à ailettes en lui donnant à peu près le même poids qu'il aurait pu avoir avec un refroidisseur à eau, et avec la quantité d'eau nécessaire au refroidissement.

Je crois qu'il serait intéressant d'essayer à refroidir les moteurs, de puissance moyenne, par développement de surface réfrigérante de leur cylindre et culasse, en utilisant à cet effet la grande conductibilité du cuivre pour la chaleur. Et voici comment : le cylindre et la culasse du moteur à *surface lisse* seraient recouverts d'une espèce de manteau de *cuivre plein* épousant exactement à l'intérieur la forme du moteur et adhérant à sa surface aussi complètement que possible. Ce manteau pourrait affecter extérieurement des formes et des dispositions très variées, ayant toutefois autour de la culasse, qui demande à être le mieux refroidie, la plus grande épaisseur. Voici par exemple une des dispositions : le manteau de cuivre aurait la forme des deux cônes, soudés par leurs bases au niveau de la culasse, un de ces cônes, le plus court, embrassant étroitement le cylindre, l'autre très long et effilé, plein, droit, ou bien à sommet recourbé d'une façon ou d'autre suivant l'emplacement — la surface de cet ensemble des deux cônes munie sur toute son étendue d'ailettes analogues à celles des radiateurs dans le refroidissement par l'eau. — Une autre disposition consisterait à envelopper le cylindre d'un manteau de cuivre, ayant la forme d'un seul cône renversé, dont la base, à forme de ballon, enfermerait la culasse du moteur et la surface porterait des espèces de bras effilés — le tout muni d'ailettes.

La masse du manteau de cuivre dans les deux cas enlèverait régulièrement, en vertu de sa grande conductibilité bon nombre de calories développées par les explosions; la chaleur, qui se propagerait rapidement dans cette enveloppe, excellente conductrice, rayonnerait rapidement grâce à l'immense surface que formeraient de nombreuses ailettes.

Il me semble que ce système de refroidissement métallique, pourrait élargir de beaucoup les limites assignées dans le rapport de MM. Grouvelle et Arquembourg aux refroidisseurs par développement de surface et trouverait une grande application dans les *voiturettes* automobiles.

Pour augmenter le pouvoir réfrigérant des ailettes, je propose d'utiliser les gaz d'échappement (je m'en sers avec bon résultat pour refroidir un moteur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de Dion-Bouton de 2 1/2 chev.), afin d'activer le courant d'air ambiant, soit en marche, soit au repos du véhicule.

M. FORESTIER. — Pourriez-vous nous indiquer quelle serait la surface des ailettes et comment vous les disposeriez autour de votre moteur ?

M. POLLAK. — Il y a là un question assez délicate. Je ne suis ni fabricant ni constructeur, et je ne puis pas vous dire si le contact sera suffisant ou non. Je pense qu'il le sera si vous disposez sur un tube d'acier, à peu près comme dans le moteur Aster, non pas directement des ailettes, mais une masse de cuivre qui, en diminuant d'épaisseur, pourra se développer sur une surface extrêmement grande.

M. FORESTIER. — Il y aurait lieu de tenir compte de l'encombrement d'un pareil moteur et de la difficulté de le loger dans la voiture. Le radiateur offre l'avantage de disposer, un peu loin du moteur, un organe moins encombrant à raison de la place qu'on peut lui donner.

M. POLLAK. — C'est juste, mais l'eau n'est pas, je le répète, si bonne conductrice que le cuivre.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — M. Pollak a parfaitement raison lorsqu'il dit que l'eau ne sert que de véhicule entre les parois de la chambre d'explosion et les ailettes des radiateurs. En définitive, c'est toujours l'air qui vient refroidir le moteur : l'eau n'est qu'un intermédiaire précieux ? Un moteur à ailettes, même avec ce dispositif qui vient très heureusement augmenter considérablement sa surface, est toujours susceptible, à un moment donné, d'atteindre intérieurement une température trop considérable pour son bon fonctionnement; il chauffe, les soupapes se brûlent, et le moteur est en avarie. Eh bien, l'eau qui est là constitue une espèce de soupape de sûreté; au moment où cet effet tend à se produire, l'eau se vaporise, et non seulement elle sert de véhicule pour enlever des calories au moteur par l'intermédiaire des ailettes, mais en outre sa chaleur de vaporisation entre en ligne de compte. Elle permet pendant un certain temps à la température du moteur de ne pas monter. On a dépensé de l'eau, mais le moteur est sauf. Je crois que c'est là le grand avantage de la circulation de l'eau.

M. POLLAK. — Cela dépend absolument de la masse.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Quelle que soit la masse, si le débit de calories à l'intérieur du cylindre devient très considérable, la conductibilité du métal sera en jeu. Comme vous le disiez vous-même tout à l'heure, on peut chauffer une barre à l'une de ses extrémités, et la chaleur ne montera pas très

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rapidement à l'autre bout. Avec l'eau, il y a vaporisation sur le point même où l'on a besoin de refroidissement. Si la masse est très considérable, cela n'empêche pas, je crois, la température à l'intérieur du cylindre de devenir très élevée.

M. POLLAK. — On ne peut pas chauffer au rouge les bouts d'une barre de cuivre d'une section assez grande. Il s'agit ici du contact des métaux. Le métal sera meilleur conducteur que l'eau parce que nous savons que lorsqu'un métal est chauffé au rouge et qu'on fait tomber de l'eau dessus, l'eau prend la forme sphéroïdale et ne s'évapore plus.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Il faut supposer qu'au préalable la matière est chauffée au rouge.

M. POLLAK. — Il serait nécessaire de procéder à des expériences.

M. ARQUEMBOURG. — L'eau n'agit pas du tout par sa conductibilité, comme le croit M. Pollak qui semble oublier qu'elle est en mouvement. C'est un véhicule qui se charge de calories au point où elles sont nuisibles pour les transporter en un point où elles pourront être facilement évacuées.

M. FORESTIER. — Il est intéressant de rapprocher la proposition de M. Pollak, de profiter de la conductibilité d'une masse considérable de métal pour refroidir le moteur, des idées que semble avoir eu M. Henriod dans l'établissement des moteurs à parois lisses mais très épaisses qu'il expose au Champ-de-Mars.

M. LE PRÉSIDENT. — Personne n'a plus d'observations à présenter sur les ailettes ? Je remercie M. Arquembourg de son intéressante et savante communication et je donne la parole à M. Thareau sur les pompes de refoulement de l'eau de refroidissement.

M. THAREAU. — M. Arquembourg vous disait tout à l'heure, Messieurs, que la puissance de refroidissement du radiateur et la quantité de calories enlevées aux parois du moteur par l'eau, dépendaient de la vitesse de cette eau dans la tuyauterie de circulation. Il en résulte que pour obtenir une grande vitesse, quand on se sert de circulation par pompes, il faut des pompes aussi puissantes que possible, il faut même que ces pompes aient une puissance supérieure à ce qui est nécessaire lorsque la voiture marche à sa vitesse normale, sur terrain plat, en bonne route, parce que, lorsqu'elle vient à monter une côte, il peut arriver que la vitesse du moteur se trouve diminuée. Comme la vitesse des pompes est généralement quatre fois, quelquefois cinq fois celle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du moteur, le moindre ralentissement de celui-ci influe énormément sur la vitesse des pompes et, par conséquent, sur leur débit qui en dépend. Il faut cependant que le refroidissement soit encore suffisant, c'est-à-dire que les pompes donnent encore à l'eau une vitesse suffisante, même dans le cas où le moteur ralentit de vitesse.

De toutes les pompes employées, la pompe centrifuge est la plus simple; c'est ce qui l'a fait préférer par beaucoup de constructeurs; son inconvénient est qu'elle exige, pour produire la puissance nécessaire, une grande vitesse de rotation si l'on ne veut pas lui donner de dimensions par trop exagérées. On peut parer à cet inconvénient d'abord en apportant à la construction de ces pompes tout le soin nécessaire. On a beaucoup trop négligé jusqu'à présent la construction des pompes sur les automobiles; les constructeurs ont cru qu'une palette tournant sur un axe dans l'intérieur d'un corps de pompe suffisait parfaitement; tous ceux qui ont fait de l'automobilisme savent cependant les ennuis que ces pompes leur ont causés. Elles doivent être, au contraire, construites avec le plus grand soin; il faut absolument que leur axe de rotation soit porté par deux paliers, afin que l'arbre tourne toujours bien droit, que la longueur de ces paliers soit grande pour rendre l'usure la moins rapide possible. D'autre part, l'organe de rotation qui produit la force centrifuge doit être disposé dans les meilleures conditions possibles pour utiliser cette force au mieux, afin que pour une vitesse de pompe déterminée on ait la plus grande pression possible. Quand je dis pression, je parle de la hauteur maximum à laquelle la pompe peut élever l'eau; je prends cette mesure comme mesure de la puissance de la pompe parce qu'elle est plus facile à déterminer expérimentalement que le débit ou la vitesse de l'eau. Vous savez, du reste, que toutes choses égales d'ailleurs, le débit est proportionnel à la racine carrée de cette pression.

Dans les pompes que nous avons construites, nous nous sommes efforcés de réaliser les conditions dont je viens de parler. Nous avons pensé d'abord à faire une pompe centrifuge, mais la pompe que je présente n'est pas, en réalité, seulement une pompe centrifuge : c'est une pompe centrifuge combinée avec une pompe à action d'entraînement périphérique; c'est ce qui constitue son originalité. Nous avions d'abord étudié une pompe centrifuge, qui se composait d'un disque dans l'épaisseur duquel sont creusés des canaux partant du centre et allant vers la circonférence. Le fond de ces canaux, va en s'enfonçant graduellement depuis leur origine, de telle sorte que l'eau, arrivant par le centre, ne prenne pas un changement de direction trop brusque. Leur section est constante. La pompe tourne dans une enveloppe et vient déverser son eau dans un colimaçon, comme toutes les pompes centrifuges. Dans ces conditions, cette pompe centrifuge a bien fonctionné et elle a donné de très bons rendements. Pour nous en assurer, nous avons fait des expériences en vue de déterminer la pression, c'est-à-dire la hauteur maximum à laquelle cette pompe pouvait

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

élever l'eau aux différentes vitesses; ces expériences sont mentionnées sur le tableau que vous avez sous les yeux :

NOMBRE DE TOURS	VITESSE CIRCONFÉRENCIELLE	PRESSIONS CALCULÉES	PRESSIONS EXPÉRIMENTALES					
			Pompe G. A. sans crans d = 80 m/m	Pompe G. A. avec crans d = 80 m/m	Pompe A d = 70 m/m	Pompe B d = 90 m/m	Pompe C d = 100 m/m	Pompe D d = 90 m/m
3555	14m 29	10m 50	11m 00	»	»	»	»	»
2903	11 67	6 90	»	11m 00	»	»	»	»
2889	11 61	6 88	7 00	»	»	»	»	»
2879	10 55	5 70	»	»	5m 25	»	»	»
2565	10 31	5 40	6 00	»	»	»	»	»
2298	9 24	4 35	4 50	»	»	»	»	»
2260	10 66	5 80	»	»	»	»	»	5m 00
2170	8 72	3 88	»	6 50	»	»	»	»
2160	7 92	3 20	»	»	2 50	»	»	»
2150	8 64	3 81	3 90	»	»	»	»	»
2151	8 65	3 81	3 75	»	»	»	»	»
2140	8 56	3 75	»	6 25	»	»	»	»
2100	9 90	5 00	»	»	»	4m 00	»	»
2000	10 46	5 60	»	»	»	»	6m 25	»
1828	7 35	2 75	2 85	»	»	»	»	»
1772	8 90	4 04	»	»	»	»	5 50	»
1760	7 07	2 55	»	4 50	»	»	»	»
1569	8 21	3 44	»	»	»	»	4 25	»
1516	7 15	2 61	»	»	»	1 80	»	»
1357	4 97	1 26	»	»	»	»	»	»

Première colonne, nombre de tours de la pompe; deuxième colonne, vitesse circonférencielle du disque ; troisième colonne, pressions données par le calcul d'après la formule bien connue : $V = \sqrt{2\,gh}$; quatrième colonne, hauteur d'expériences.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Vous voyez que les hauteurs déterminées par l'expérience sont même légèrement supérieures aux hauteurs données par la formule.

Nous avons expérimenté en même temps quatre autres systèmes de pompes en usage sur les automobiles ; je les désignerai par les lettres A, B, C et D.

Dans la pompe A, les pressions sont très sensiblement inférieures aux pressions calculées ; son rendement est donc assez défectueux.

Les pompes B et C ont encore des rendements inférieurs aux pressions calculées, mais elles s'en rapprochent davantage.

La pompe D est, de toutes celles que nous avons expérimentées, celle qui a donné les plus grandes pressions ; elles sont très sensiblement supérieures à celles que donne la formule.

Dans la pompe centrifuge que nous avions construite, nous nous sommes aperçus que l'eau qui, lorsqu'elle sort des canaux, en sort d'abord avec une vitesse égale à la vitesse circonférencielle du plateau, éprouvait une perte de vitesse dans le colimaçon ; cette perte provenait évidemment du frottement de l'eau contre les parois de l'enveloppe fixe. Nous nous sommes demandé s'il n'y avait pas moyen de récupérer cette perte, et nous avons alors été conduits à munir la circonférence du plateau tournant d'aspérités qui ressemblent en réalité, comme vous pouvez le voir, à des dents de scie, de telle sorte que l'eau, se trouvant accrochée pour ainsi dire, et entraînée par le plateau, est obligée de prendre la même vitesse.

Les résultats donnés par ce dispositif ont été des plus intéressants ; la pression en a été augmentée d'une façon considérable. Il suffit, pour vous le prouver, de vous montrer la quatrième colonne, qui donne les résultats des essais faits sur la même pompe que précédemment, ayant le même diamètre de plateau, soit 80 millimètres, dents comprises. La pression, par rapport à la pression calculée, donne un gain considérable; au lieu de 6 m. 90 de pression, nous avons trouvé 11 m.; au lieu de 3 m. 88, nous avons trouvé 6 m. 50; en résumé, la pression a été augmentée de 59 à 80 %. Vous remarquerez un point intéressant, c'est que ce gain va en augmentant à mesure que la vitesse de la pompe diminue. Ce résultat est, du reste, absolument logique. On peut admettre, en effet, que l'action due à la force d'entraînement diminue proportionnellement à la vitesse du plateau, tandis que l'action due à la force centrifuge diminue, elle, comme le carré de cette même vitesse; il est donc logique que l'action de la force d'entraînement l'emporte de plus en plus sur la force centrifuge au fur et à mesure que la vitesse diminue. Il en résulte que, dans une pompe de ce genre, la pression et, par conséquent, la vitesse de l'eau — pour de faibles vitesses de rotation — sont beaucoup plus considérables qu'elles ne le seraient dans une pompe à action centrifuge seulement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. FORESTIER. — Quelle est la puissance consommée ?

M. THAREAU. — Nous ne l'avons pas déterminée, mais elle est très faible.

Ceux d'entre vous, Messieurs, que la question peut intéresser pourront voir, à la classe 30, des pompes mues au moyen d'une dynamo par friction, comme les ferait mouvoir un volant de moteur à pétrole. Ces pompes puisent l'eau dans un réservoir et la déversent dans un tube en verre, afin que l'on puisse bien voir quel est leur débit.

Il y a un autre point qui semble, au premier abord, peu important et sur lequel je voudrais appeler l'attention du Congrès : il s'agit de la grandeur de l'orifice d'arrivée de l'eau à la pompe. Vous savez qu'il faut que la pompe soit mise en charge par rapport au réservoir d'eau ; comme elle est alimentée par de l'eau à une température assez élevée, qui peut atteindre jusqu'à 100 degrés, la moindre aspiration produirait de la vapeur et il y aurait désamorçage de la pompe. Mais la hauteur de charge qu'on peut donner aux pompes sur les automobiles est assez faible, parce qu'il faut les placer à une certaine distance du niveau du sol. D'autre part, cette hauteur de charge ne peut aller qu'en diminuant dans la marche, d'abord parce qu'on perd toujours un peu d'eau par évaporation et que le plan d'eau dans le réservoir tend à baisser, ensuite — et c'est une considération à laquelle on n'avait pas songé — parce que, lorsqu'on monte une côte, on arrive à avoir une charge moindre que sur le plat. Or, pour qu'une pompe marche bien, il faut qu'il lui arrive, avec le minimum de charge, au moins autant d'eau qu'elle peut en débiter.

Or, dans les voitures automobiles, on donne généralement au tuyau allant du réservoir à la pompe, un diamètre de 15 millimètres ; cela souvent n'est pas suffisant pour l'alimenter : la pompe marche par intermittences, elle se désamorce et, contrairement à ce qu'il faudrait, elle aspire. Plus la pompe débitera, plus ce phénomène aura tendance à se produire. Il faut donc calculer le tuyau d'arrivée d'eau de façon que sous la charge minimum il débite au moins la quantité d'eau que la pompe peut elle-même débiter ; c'est pour cela que, sur la pompe que j'ai apportée, nous avons conservé au tuyau de sortie un diamètre de 15 millimètres, tandis que l'orifice d'arrivée en a 18 ; cela suffit pour que la pompe soit alimentée, même à faible charge, puisque le débit varie comme le carré du diamètre.

Il est encore un point sur lequel je voudrais, Messieurs, appeler votre attention. C'est une très mauvaise disposition que de placer le radiateur entre le réservoir et la pompe ; on crée ainsi une résistance à l'alimentation de la pompe, surtout si l'on met des radiateurs en tubes de 15 millimètres intérieur. Il faut toujours mettre le radiateur sur le tuyau de refoulement. *(Applaudissements.)*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Nous devons, Messieurs, avant de clore cette séance, prendre certaines résolutions, c'est-à-dire adopter des conclusions relativement aux divers rapports que vous venez d'entendre pour les soumettre à l'Assemblée générale qui doit se tenir le dernier jour du Congrès.

Je viens donc, en qualité de Secrétaire général, vous proposer diverses résolutions.

En ce qui concerne la communication de M. Bollée, sur les moteurs à vapeur, nous pourrions, je crois, adopter le vœu suivant :

1° Emploi exclusif, sur les voitures à vapeur, de chaudières à tube d'eau. Ces chaudières présentent en effet généralement une sécurité plus grande puisque le volume d'eau emporté est moindre et que, d'autre part, ce sont des chaudières à vaporisation très rapide, très intensive ; elles semblent donc, sous ces deux rapports, devoir s'appliquer plus particulièrement aux véhicules qui nous intéressent.

Les chaudières Serpollet et les chaudières de types analogues sont comprises dans ce que j'appelle les chaudières à tube d'eau.

2° Emploi sur les petits véhicules automobiles à vapeur de combustible liquide, mais n'émettant pas, à température ordinaire, de vapeurs susceptibles de former des mélanges explosifs avec l'air. Il ne s'agit, bien entendu, que des véhicules légers, de tourisme ou d'agrément. L'emploi plus économique du coke et du combustible solide est évidemment tout indiqué pour les véhicules lourds industriels.

M. LÉTANG. — Vous dites que les voitures lourdes pourront se servir de coke. Il y a eu cependant, au concours de Versailles qu'a si bien présidé M. Forestier, un omnibus à vapeur chauffé au goudron de houille.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — J'ai dit : « emploi exclusif pour les voitures légères de combustible liquide »; je n'entends pas en interdire l'usage aux voitures lourdes. Je trouve qu'en ce qui concerne les voitures à vapeur légères, il y a lieu de recourir exclusivement à l'emploi de combustible liquide afin de se débarrasser du chauffeur chargé de la conduite du feu, qui est acceptable sur une grosse voiture, sur une voiture industrielle, mais qui devient inacceptable, à mon sens, pour une voiture de tourisme.

M. le major HOWARD. — Veuillez m'excuser, Messieurs, de m'exprimer incorrectement, peut-être, en parlant votre langue, mais je désire vous soumettre une observation.

Nous n'avons pas, aux Etats-Unis, de voitures à pétrole — j'ajoute en pas-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sant que toute la gazoléine que vous employez vous vient, malheureusement pour vous, de notre pays. — Le Président des Etats-Unis sort dans une voiture à vapeur très légère, et nous ne craignons aucune explosion provenant soit de la vapeur, soit de mélanges explosifs avec l'air. Les voitures légères à combustible liquide sont excellentes ; il en circule plus de 2.000 aux Etats-Unis et, jusqu'à présent, il n'y a pas un exemple d'explosion : les chaudières sont de véritables petits canons, on peut enlever l'eau et les chauffer avec ce qu'on veut, on ne peut pas provoquer d'explosion, ou les faire éclater plus que vos fusils de guerre. J'ai vu faire l'expérience avec une petite chaudière de 50 centimètres sur 30 ; on l'a soumise au feu, on l'a chauffée au charbon, au pétrole et au coke, et l'on a maintenu pendant quatre jours et quatre nuits, la pression à 133 atmosphères ; il n'y a pas eu d'explosion ; seulement, les petits tubes se sont disjoints ; la vapeur s'en échappait et dès que la vapeur s'échappe, on ne peut plus élever la pression au-dessus de 133 atmosphères.

Les voitures, extrêmement légères, plus légères qu'aucune de celles qui existent en France sortent partout et marchent sur les plus mauvaises routes. Il n'y a que les voitures légères chauffées au combustible liquide qui marchent très bien. La France est bien en avance sur nous au point de vue de l'automobilisme ; nous sommes, nous, de nouveaux venus, mais j'estime qu'au point de vue commercial — et je ne fais ici de réclame pour aucun industriel — il serait peut-être bon de ne rien affirmer et de laisser à ceux qui font des essais, toute liberté pour continuer dans la voie où ils ont commencé ; le contraire ferait du tort à beaucoup de monde.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — A quoi vous opposez-vous ?

La première résolution dont j'ai donné lecture est ainsi conçue :

« Emploi exclusif sur les voitures à vapeur, de chaudières à tube d'eau. »

La seconde dit :

« Nous recommandons l'emploi du combustible liquide sur les véhicules légers de tourisme, à la condition qu'il n'émette pas, à température ordinaire, de vapeurs susceptibles de former des mélanges explosifs avec l'air. » Vous préconisez l'emploi des brûleurs à essence sur des voitures à vapeur légères ?

M. le major HOWARD. — Je m'oppose au second vœu et peut-être aussi un peu au premier, parce qu'il y a des quantités de chaudières qui ne sont pas à tube d'eau.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Ce sont des chaudières à tube d'eau par opposition au tube de flamme. C'est une question de définition. Généralement, nous appelons tube de flamme, le tube à l'intérieur duquel la flamme ou les gaz

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chauds circulent, et tube à eau, le tube à l'intérieur duquel l'eau circule. La chaudière Stanley est un type de chaudière à tube de flamme.

M. le major HOWARD. — C'est précisément un appareil de cette maison qui a supporté quatre jours et quatre nuits une pression de 133 atmosphères.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Je ne veux, soyez-en convaincu, faire aucune personnalité.

M. le major HOWARD. — Je m'oppose à ce que la question soit ainsi posée et je m'oppose à la conclusion que vous proposez.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Si vous désirez que nous mettions cette question en discussion lors de notre Assemblée générale, je n'y fais aucune opposition; nous pourrons d'ici là réunir des documents et nous former une opinion; vous voterez alors en toute connaissance de cause. Il sera facile de réunir en trois jours les documents, car ils abondent, notamment en ce qui concerne la sécurité relative de ces chaudières et les épreuves qu'elles ont pu subir, soit à l'étranger, soit en France.

M. le major HOWARD. — Aux Etats-Unis, on a proposé ceci, puis cela. Comme les machines faites sur le modèle de Dion étaient mauvaises, dans un sens général, presque toutes les voitures emploient aujourd'hui les chaudières que vous appelez du type tube à fumée.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Personnellement, je n'ai pas de parti pris. Il semblait ressortir de ce que nous a dit M. Bollée que les chaudières à recommander étaient les chaudières à tube d'eau.

M. le major HOWARD. — J'ai beaucoup de respect pour M. Bollée, et je n'insiste pas. S'il s'agissait d'un autre que lui, j'ajouterais quelque chose.

M. LE PRÉSIDENT. — Je vous remercie.

M. le major HOWARD. — M. Bollée m'avait promis d'aller voir nos voitures américaines.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous les avons vues l'autre jour à Vincennes sur la piste du lac Daumesnil et elles n'ont pas bien marché ? Vous m'avez dit qu'il était venu d'Amérique un mécanicien très au courant de ces voitures, que vous les aviez fait fonctionner à Vincennes sans aucun arrêt et qu'elles avaient très bien marché. Nous n'avons pas été assez heureux pour faire la même constatation; c'est tout ce que je puis vous dire.

M. le major HOWARD. — Je n'ai aucun rapport avec la maison dont il

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

s'agit. Ce que je tenais à dire, c'est que je n'ai vu dans aucune voiture aux Etats-Unis de pompes comme celles dont on nous a parlé. Elles sont excellentes quand elle marchent bien...

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Si personne ne fait d'opposition, la question sera reportée à l'ordre du jour de l'assemblée générale *(Assentiment).*

En ce qui concerne la communication de M. Moreau sur les conditions d'établissement du moteur à explosion, voici, Messieurs, les conclusions que m'a remises M. Moreau, en me priant de les soumettre au Congrès :

1° Nécessité d'expériences sur le compoundage des moteurs à explosion et utilisation des produits perdus à l'échappement.

Y a-t-il intérêt, Messieurs, à faire du compoundage sur les moteurs à explosion ? Il est certain qu'il y a beaucoup de calorique perdu à l'échappement.

M. PETREANO. — Tous les essais de compoundage n'ont absolument rien donné; il n'est donc pas applicable aux voitures à gaz, parce que les produits de la combustion ne sont pas des produits détendables.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Nous avons une expérience contraire.

M. FORESTIER. — En effet il y a eu un omnibus qui a fonctionné entre la station d'Auteuil et l'hôtel de l'Automobile-Club. Cet omnibus qui a paru au concours de Versailles de 1898, employait les hydrocarbures plus lourds que n'importe quel autre véhicule et il a donné une consommation plus réduite, à savoir 0 l. 078, tandis que le moteur Diétrich consommait pendant le même temps 0 l. 174 et la voiture des anciens établissements Panhard et Levassor à peu près la même chose. Voilà un résultat pratique obtenu sur 540 kilomètres.

Théoriquement, le compoundage paraît avantageux; pratiquement, il donne des résultats qui ne le sont pas moins.

2° Il y aurait également lieu, d'après M. Moreau, de faire des expériences pour l'alimentation des moteurs à explosion par les produits d'un gazogène. Ce procédé semble plus susceptible d'application sur les bateaux que sur les voitures, mais la question me semble assez intéressante pour qu'il y ait lieu de s'associer au vœu de notre collègue.

M. CHAUVEAU. — Vous avez prohibé l'emploi de combustible solide; or, l'alimentation d'un gazogène est un combustible solide. Il y aurait donc, en ce qui concerne les voitures légères, une anomalie.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Dans la pensée de M. Moreau, il s'agissait plutôt des bateaux que des voitures.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. CHAUVEAU. — Il s'agit plutôt des voitures lourdes.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Dans l'état actuel des choses, cela s'appliquerait certainement aux voitures lourdes.

3° Provoquer dans les laboratoires existants des expériences complètes dans le genre de celles que Prévot a faites sur la vapeur d'eau pour les mélanges carburés et étudier les phases de la détonation.

Au point de vue des moteurs à explosion, je crois qu'il y aurait, en effet, une très intéressante étude à faire sur la forme, sur la durée de la détonation, sur son mode de propagation, sur la proportion dans laquelle le volume varie dans les mélanges gazeux.

UN MEMBRE. — Il serait bon de nous occuper aussi du bruit. Si la question d'équilibre doit être étudiée, le silence devrait être imposé dans d'autres conditions qu'aujourd'hui. Il faudrait faire une étude particulière du silencieux; c'est une des grosses difficultés de l'automobilisme; c'est un inconvénient aussi sérieux que les trépidations.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — J'estime qu'en effet il y a là un inconvénient, mais que c'est plutôt une question de réglementation qu'autre chose. Il arrive souvent que lorsqu'on présente une voiture à l'examen du service elle est relativement silencieuse; et puis, pour gagner quelque chose, on fait des trous dans le pot d'échappement et l'on arrive à produire des bruits désagréables. Une voiture n'a pas le droit de circuler dans ces conditions, puisqu'on lui a donné un permis de circulation sous une certaine forme. Lorsqu'elle ne présente plus ces conditions, on devrait dresser des contraventions et, si la police connaissait son métier, c'est ce qu'elle ferait; malheureusement, les gens qui sont chargés de faire respecter la loi ne la connaissent pas. Si l'on s'adressait à un sergent de ville pour dresser une contravention de ce genre, il vous rirait au nez; il ne saurait pas ce dont il s'agit. Le bras de la loi n'a rien à faire avec le cerveau de la loi.

LE MÊME MEMBRE. — Il serait bon d'émettre le vœu que le silencieux soit perfectionné et que les voitures en soient munies.

M. FORESTIER. — Nous sommes d'avis qu'il suffira de demander qu'on tienne la main à l'observation des règlements.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Aux résolutions que je viens de lire, je joins un vœu qui a trait à la communication de M. Petreano relative à l'emploi de l'alcool. Il est certain qu'il y a là une question intéressante, dont on s'est occupé déjà. S'en est-on occupé à fond ? A-t-elle été étudiée comme elle devait l'être ? Il semble que non. Sans vouloir prétendre que les travaux faits dans cet ordre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'idées n'aient aucune valeur, on peut dire qu'ils pourraient être complétés; c'est, je crois, l'opinion de M. Petreano; d'autre part, l'emploi de l'alcool donnerait un débouché considérable à certaines branches de notre agriculture. Il y a là quelque chose d'intéressant, et je crois que nous pourrions émettre le vœu qu'on fasse des études sérieuses à cet égard. Il est certain que l'alcool est le pétrole de la France; je crois donc qu'au point de vue français c'est là une étude intéressante.

M. ARQUEMBOURG. — Ne serait-il pas bon d'émettre le vœu que le gouvernement abaisse un peu les droits sur l'essence comme les droits sur l'alcool ?

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Nous le soumettrons à l'assemblée générale.

En ce qui concerne la communication de M. Forestier il y a deux vœux.

Le premier concerne la variabilité de la puissance dans les moteurs à mélange tonnant.

M. Forestier souhaite que cette question soit traitée à fond et qu'on arrive à avoir des moteurs à mélange tonnant à puissance variable. Le second vœu concerne l'équilibrage, que M. Forestier ne juge pas parfait; il souhaite que les personnes qui se livrent à ces recherches étudient de près ces deux questions intéressantes.

UN MEMBRE. — Il ne faudrait pas laisser supposer qu'il n'y a pas encore de moteurs équilibrés. Sans être arrivés à la suppression absolue des trépidations, nous avons des voitures dans lesquelles on peut stationner pendant les arrêts et où les vibrations sont à peu près nulles.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — « Le Congrès recommande aux constructeurs l'emploi de moteurs équilibrés. »

LE MÊME MEMBRE. — Il faudrait recommander aux constructeurs non pas d'avoir des moteurs équilibrés, mais d'équilibrer leurs moteurs *(Approbation)*.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — « Le Congrès recommande aux constructeurs l'équilibrage des moteurs. »

En ce qui concerne le rapport de M. Arquembourg nous vous soumettons le vœu suivant :

« L'emploi des radiateurs semble indispensable pour des moteurs au-dessus de trois ou quatre chevaux. »

M. POLLAK. — On peut étendre cette limite en employant soit le procédé du

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

refroidissement, en activant le courant d'air, soit le procédé du courant d'air avec un dispositif comme une masse de cuivre.

M. THAREAU. — On pourrait dire « avec les moyens actuels » *(Assentiment)*.

M. FORESTIER. — De cette façon, nous ne coupons pas les ailes aux constructeurs futurs.

M. LE PRÉSIDENT. — Personne ne demande la parole ?...

Je vais mettre successivement aux voix les différentes résolutions dont M. le Secrétaire général vient de donner lecture.

(Ces résolutions sont adoptées.)

M. LE PRÉSIDENT. — Avant de lever la séance, je dois vous rappeler, Messieurs, que la 2e section tiendra sa séance demain matin à 10 heures. Il est bien entendu que ceux d'entre vous qui désireront y assister pourront le faire; la discussion présentera pour eux, j'en ai la certitude, autant d'intérêt que celle qui vient d'avoir lieu. Je vous invite à venir étudier avec nous demain la question des moteurs électriques, que je considère comme les moteurs de l'avenir. Avant de nous séparer permettez-moi de vous remercier de votre concours.

Personne ne demande la parole ?... La séance est levée.

La séance est levée à 6 heures 5 minutes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONGRÈS INTERNATIONAL D'AUTOMOBILISME

Deuxième Section

MOTEURS ÉLECTRIQUES

Président	MONMERQUÉ.
Vice-Présidents.	le Baron MOLITOR. MÉNIER Henri. SOLIGNAC. SCHUKERT. MOORE. KOLOWAT.
Secrétaire Général	le Comte de CHASSELOUP-LAUBAT.
Secrétaires.	BAINVILLE. RECHNIEWSKI. GENTILHOMME.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MARDI 10 JUILLET 1900

SÉANCE DU MATIN

DEUXIÈME SECTION

MOTEURS ÉLECTRIQUES

A dix heures, prennent place au bureau :

MM. Forestier (à la place de M. Monmerqué, empêché au dernier moment), le Baron Molitor, Kolowat, le Comte de Chasseloup-Laubat.

M. le Président. — La séance est ouverte.

La parole est à M. Bainville, pour vous donner lecture de son rapport.

RAPPORT DE M. BAINVILLE

SUR

les Accumulateurs appliqués à l'Automobilisme

Messieurs,

Le présent mémoire est destiné à rappeler l'état actuel de la question des accumulateurs et à discuter les conditions générales que doit réaliser leur emploi en automobile et aussi à signaler les applications les plus intéressantes de l'automobilisme électrique.

L'accumulateur est, quant à présent, tout au moins l'âme de l'automobile électrique et c'est précisément le point sur lequel il reste le plus de perfectionnements à réaliser.

Pour rendre l'automobile électrique absolument pratique, il faudrait à la fois réduire le poids des accumulateurs actuels et augmenter leur capacité en même temps que leur durée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tous les accumulateurs construits aujourd'hui sont à base de plomb ; on peut dire que les nombreux essais faits jusqu'ici pour substituer au plomb un autre métal d'une densité moindre n'ont pas encore donné de résultats pratiques satisfaisants.

Les accumulateurs au plomb se divisent en deux grandes catégories suivant la façon dont les plaques sont obtenues.

L'une de ces catégories comprend les accumulateurs dont les plaques sont traitées par le procédé original de Planté : ce sont les éléments à formation autogène ; à l'autre catégorie se rattachent les éléments dont les plaques sont formées d'après les procédés de Faure, c'est-à-dire par adjonction d'une couche d'oxyde destinée à leur donner une capacité initiale.

Sans vouloir ici porter un jugement sur les éléments de l'une ou l'autre catégorie, quant à leur application à l'automobilisme électrique, on peut dire d'une façon générale que les qualités et les défauts essentiels de chacune des catégories sont les suivants :

Accumulateur genre Faure. — Grande capacité spécifique, mais diminution rapide de cette capacité par suite de la détérioration des plaques positives et, par conséquent, entretien coûteux, quand on veut profiter de la grande capacité initiale pour réduire les poids des batteries.

Accumulateur genre Planté. — Capacité spécifique sensiblement constante et grande durée ; mais valeur initiale de cette capacité trop faible pour le poids de batteries que l'on peut admettre sur une voiture.

L'accumulateur mixte participe à la fois des deux catégories précédentes, puisque ses plaques positives appartiennent à la première et ses plaques négatives à la deuxième. Ce type d'élément est donc caractérisé par une capacité spécifique et une durée comprises entre celles des deux catégories précédentes.

Les qualités d'un accumulateur d'automobile devraient être les suivantes :

Grande capacité spécifique, c'est-à-dire poids et volume réduits, constance de la capacité et grande durée.

Dans aucun des types d'élément d'accumulateurs construits jusqu'ici, on n'est parvenu à obtenir des valeurs suffisamment élevées de ces facteurs essentiels ; mais il ne faut cependant pas désespérer d'atteindre des résultats bien meilleurs par des modifications convenables de l'accumulateur au plomb. Ainsi les meilleurs accumulateurs actuels ne permettent d'obtenir que le tiers de la capacité spécifique théorique et encore ce chiffre s'abaisse-t-il rapidement pour tomber aux deux tiers de sa valeur initiale quand on décharge l'accumulateur en 3 heures comme c'est souvent le cas en automobilisme. On n'utilise donc qu'environ 20 °/₀ de ce que l'accumulateur au plomb est susceptible de donner théoriquement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans son application à l'automobilisme électrique la batterie d'accumulateurs doit répondre à des conditions particulières que nous avons déjà énumérées et que l'on peut représenter par trois facteurs principaux : 1° le rapport du poids de la voiture en ordre de marche au poids total de la batterie ; 2° la capacité spécifique minimum de la batterie ; 3° la durée de marche normale.

Ces trois facteurs sont liés ensemble par les relations approximatives suivantes : La capacité spécifique est inversement proportionnelle au poids total pour des batteries de même catégorie, mais elle diminue avec le nombre de décharges plus ou moins rapidement, suivant la construction de la batterie et la durée est sensiblement proportionnelle au carré du poids des batteries.

En pratique actuelle, on admet que le poids total de la batterie ne doit pas dépasser :

30 °/₀ du poids total de la voiture pour les automobiles de luxe ;

35 °/₀ — — — les fiacres ;

35 °/₀ — — — les autres véhicules.

D'autre part, il résulte du concours d'accumulateurs que le poids minimum de batteries à oxydes rapportés nécessaire pour fournir le kilowatt-heure moyen est de 65 kilogrammes pour les batteries à oxydes rapportés et de 90 kilogrammes pour les batteries mixtes.

Dans ces conditions, la durée utile était de 70 décharges environ pour les batteries oxydes et 120 pour les batteries mixtes.

En comparant deux batteries à oxydes de construction différente, mais également bien conduites, nous vérifions la proportionnalité de la durée au carré des poids : cette durée étant d'environ 140 décharges pour une batterie à oxydes rapportés fournissant le kilowatt-heure sous un poids de 90 kilogrammes.

Il est intéressant de remarquer ici que le rapport du poids à la durée peut être ramené au rapport entre la capacité initiale et la capacité utilisée ; dans une certaine limite, plus ce dernier rapport sera grand et plus longue sera la durée de la batterie qui travaillera dans des conditions d'autant meilleures que sa capacité initiale sera plus grande pour une même capacité utile.

Ce facteur est variable suivant le type de batterie et d'autant plus grand que la capacité spécifique baisse plus rapidement avec le temps. La valeur approximative du rapport doit être environ 2 pour les batteries à oxydes rapportés et 4/3 pour les batteries mixtes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces chiffres n'ont rien d'absolu, puisqu'ils sont intimement liés à la construction de la batterie et à son utilisation ; mais ils sont applicables aux types actuellement employés en automobilisme, si on veut en obtenir un bon service.

Nous n'osons pas tirer d'autres renseignements du concours d'accumulateurs dont le règlement était loin de représenter les conditions de la pratique, et nous formulerons ici le vœu qu'un nouveau concours, fait d'après un programme se rapprochant davantage des conditions de la pratique, soit réalisé au plus tôt de façon à fixer plus exactement les valeurs essentielles de l'accumulateur d'automobile. Nous donnons, d'ailleurs, à la fin de ce mémoire, un nouveau projet de règlement qui, nous l'espérons, permettra de déterminer ces valeurs d'une façon assez exacte.

L'accumulateur actuel, employé sur les automobiles électriques, est presque exclusivement du type à oxydes rapportés genre Faure.

Cette sorte de monopole réservé à ce type d'accumulateurs résulte des exigences du service qu'on demande à l'accumulateur et surtout du point de départ, un peu trop restreint, à notre avis, de son utilisation.

Jusqu'ici, en effet, une question a primé toutes les autres : c'est le poids de la batterie; on a voulu faire de l'automobile électrique une concurrente directe de l'automobile à pétrole, et on a été conduit ainsi à demander aux batteries des capacités telles qu'elles puissent effectuer de longs parcours.

Nous croyons que c'est là une fausse direction et que chacun des deux moteurs a des applications spéciales bien déterminées. Il faut laisser, quant à présent tout au moins, à l'automobile à pétrole les longs parcours, et, en général, le tourisme, et l'automibile électrique doit être plus spécialement utilisé pour le service urbain public et privé. Le champ est certes suffisamment vaste pour présenter de l'intérêt : la voiture de luxe, le fiacre, la voiture de livraisons pour charges modérées, la voiture omnibus pour transports en commun représentent évidemment des exploitations importantes et peut-être plus durables.

Si nous nous plaçons au point de vue spécial d'exploitations industrielles qui doivent être lucratives sous peine de sombrer rapidement, il faut concilier les qualités et les défauts de l'instrument qui est entre nos mains pour en tirer le meilleur parti possible. Si l'on sacrifie au poids toute autre considération, celle de la durée en particulier, on parviendra certes à faire des voitures susceptibles de franchir de grandes distances ; mais elles ne pourront entrer dans la pratique par suite de la durée tout à fait dérisoire des batteries. On ne parviendra donc, croyons-nous, à un résultat industriel qu'en sacrifiant un des facteurs : poids ou capacité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons vu qu'une batterie ne peut être durable qu'à condition de n'utiliser qu'une fraction de sa capacité utile maximum qui varie avec le type d'accumulateur employé. Deux solutions se présentent donc pour obtenir d'une batterie d'automobile un bon service industriel : ou bien accepter un poids considérable de batterie si l'on désire avoir une capacité considérable, c'est-à-dire si la batterie doit être capable d'alimenter le moteur électrique pendant un long parcours de la voiture ; ou bien n'exiger de la batterie qu'une quantité d'énergie correspondant à un parcours moindre, ce qui permet de réduire le poids proportionnellement au parcours du véhicule.

Il y a certainement en pratique un poids maximum que l'on ne doit pas dépasser sous peine de réduire par trop le rapport du poids utile au poids total à entraîner.

D'après les données de la pratique de l'automobilisme, le poids d'une batterie ne doit pas dépasser nous avons dit le tiers du poids du véhicule en ordre de marche ; c'est là la solution actuelle et il convient de ne pas dépasser cette valeur, mais bien plutôt de la réduire.

En admettant que le poids d'un fiacre, par exemple, soit de deux tonnes en ordre de marche, la batterie destinée à l'actionner ne devra donc pas peser plus de 650 kilogrammes en chiffres ronds.

Si cette batterie doit fournir un parcours de 60 kilomètres, l'énergie totale de la batterie devra être d'environ de 11 kilowatt-heure. En se reportant aux chiffres du concours, c'est-à-dire en admettant le poids de 90 kilogrammes par kilowatt-heure pour les batteries susceptibles de fournir une bonne durée, nous arrivons au chiffre de 1 tonne environ pour le poids de la batterie, chiffre très supérieur à celui que l'expérience nous a fixé. Il n'est donc pas possible d'employer la batterie lourde si l'on veut obtenir une durée et une marche industrielles. La batterie légère de 65 kilogrammes le kilowatt-heure nous permet bien d'établir une batterie de 700 kilogrammes environ, chiffre très voisin de celui que l'expérience nous indique comme maximum ; mais, nous le répétons, une telle batterie est incapable de fournir une durée suffisante industriellement. La seule solution qui nous reste et qui semble pratique est donc celle dont M. Pollak a parlé au congrès et qui consiste à sacrifier la capacité d'une batterie de voiture de façon à réduire son poids à une valeur plutôt inférieure à celle actuellement admise.

Il est évident qu'au point de vue industriel on aura toujours intérêt à diminuer ce poids mort et qu'il est toujours possible d'imaginer une organisation conçue de telle sorte que la capacité des batteries puisse être réduite à la moitié, au tiers ou au quart de celle qui est nécessaire pour alimenter pendant une journée une voiture effectuant un parcours moyen : par exemple, si au lieu d'exiger de la batterie une énergie correspondant à un parcours de 60 kilo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètres on ne lui demande que la moitié, le tiers ou le quart de cette énergie, on réduira le poids total de la batterie à la moitié, au tiers ou au quart d'une tonne et par conséquent on arrivera à réduire le poids actuel admis en pratique. Cette solution correspond au relayage des voitures à chevaux et n'entraîne aucune difficulté d'ordre pratique à condition que ce relayage ne soit pas trop fréquent.

Ce que nous venons de dire des fiacres est applicable aux voitures de livraisons et aux omnibus automobiles dont le parcours journalier est généralement beaucoup plus court et peut d'ailleurs être déterminé de façon à réaliser de bonnes conditions économiques d'emploi des batteries.

L'application aux voitures de luxe particulières ou de louage est évidemment très différente ; en général ces voitures sont d'un poids plus faible en même temps que leur parcours est plus réduit que celui des fiacres ; d'autre part, l'exploitation est capable de supporter un amortissement plus élevé. On pourra donc, dans ce cas particulier, admettre des batteries d'une capacité spécifique initiale plus grande.

D'une façon générale les batteries doivent être bien suspendues et pouvoir être placées et enlevées du moteur facilement par des procédés mécaniques.

En exploitation industrielle, surtout si l'on emploie des batteries de faible capacité, la charge ne doit pas être faite à bord des voitures. Il faut éviter les charges en un temps trop court qui ne donnent que des rendements très faibles et par conséquent représentent une mauvaise utilisation des batteries.

La charge à potentiel constant semble devoir donner des résultats satisfaisants pour les batteries mixtes et pour les batteries à oxydes ayant une capacité spécifique très supérieure à la capacité utile.

Les batteries doivent être surveillées très activement sous la direction d'un personnel technique compétent pour arrêter dès le début les détériorations rapides qui peuvent résulter des divers accidents auxquels les batteries sont soumises dans les voitures et procéder immédiatement aux réparations nécessaires.

Il convient d'éviter autant que possible les débits très élevés en procédant pour les démarrages et dans les rampes au groupement des batteries en séries parallèles.

M. LE PRÉSIDENT. — Avant de discuter les idées émises dans cet intéressant rapport, je crois qu'il convient de lire la première partie du rapport de M. Hospitalier qui n'a pu venir ce matin. (*Assentiment.*)

M. BAINVILLE donne lecture du début du rapport de M. Hospitalier, concernant les accumulateurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT DE M. HOSPITALIER

SUR

l'Électromobilisme

Il y a six ans à peine que la voiture électrique, l'*Électromobile* est entrée dans le domaine des applications pratiques ; mais, malgré les innombrables progrès réalisés pendant cette courte période par le véhicule de l'avenir, il reste encore beaucoup à faire, bien des points à élucider, bien des questions à trancher sur lesquelles le premier *Congrès international d'Automobiles*, qui se tiendra à Paris, du 9 au 13 Juillet, permettra, par une discussion approfondie, des résultats déjà acquis, de formuler des règles expérimentales dont l'industrie automobile, en général, ne pourra que bénéficier dans une large mesure.

Le but du présent Rapport est de signaler d'une façon sommaire, mais précise, les points sur lesquels une discussion profitable à tous pourrait le plus utilement s'engager.

Accumulateurs

L'accumulateur est, d'un avis unanime, l'appareil automobile le moins parfait, et, disons-le avec regret, le plus difficile à perfectionner.

Quarante années après sa découverte par Gaston Planté, vingt années après les remarquables travaux de Camille Faure, on n'a pas pu trouver une matière mieux appropriée que le plomb à l'emmagasinement de l'énergie électrique.

Les questions sur lesquelles une discussion pourrait s'engager utilement, à notre avis, sont les suivantes :

Avantages et inconvénients respectifs des accumulateurs à formation autogène (Planté), à formation hétérogène (Faure).

Densité d'acide la plus convenable et volume minimum pour obtenir une bonne capacité sans emporter trop de liquide.

Avantages et inconvénients respectifs des accumulateurs lourds et durables, et des accumulateurs légers à usure rapide.

Dispositifs de construction et de montage facilitant le remplacement rapide des plaques détériorées et leur réempâtage économique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bacs, fermetures et connexions des accumulateurs.

Meilleurs régimes de charge. Charge rapide. Charge à potentiel constant. Avantages et inconvénients respectifs de la charge des accumulateurs dans les voitures ou hors des voitures.

Utilité de dispositifs limitant les courants excessifs auxquels sont soumis les accumulateurs pendant les démarrages, soit par couplage des batteries, soit par dispositions spéciales du combinateur, soit par appareil automatique limitant le courant.

Données numériques sur les conditions de fonctionnement des accumulateurs actuels. Régimes spécifiques de charge et de décharge. Rendements.

Quantité d'énergie fournie par une plaque positive ou négative d'un poids donné avant remplacement ou réempâtage.

Montage des batteries dans les boîtes de groupement. Place à donner aux accumulateurs. Moyens de retirer facilement les batteries des voitures pour le nettoyage, la charge ou le remplacement.

M. LE PRÉSIDENT. — La question des accumulateurs forme une question bien déterminée. Avant de continuer la lecture du rapport de M. Hospitalier, nous prions M. Bainville de développer cette première partie en nous indiquant les résultats du concours d'accumulateurs qui s'est tenu à l'A. C. F. pendant le dernier semestre de 1899.

M. BAINVILLE. — Messieurs, le concours d'accumulateurs qui a commencé au mois de juin de l'année dernière a porté sur huit batteries :

3 batteries étaient à plaques mixtes, c'est-à-dire à positifs de formation Planté et à négatifs de formation Faure ;

5 batteries de formation Faure uniquement.

Les essais déterminés par un règlement particulier ont porté sur la durée des batteries, sur le poids des accumulateurs comparés à leur débit et à leur capacité, sur la fréquence, l'importance et la facilité des opérations d'entretien et de visite, sur l'importance des arrêts nécessités pour la réparation, sur l'importance du kilowatt restitué, et sur le rendement industriel.

Je ne ferai pas la description de l'installation de ce concours, car elle a été donnée en détail dans les journaux spéciaux où chacun pourra se reporter.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je vais simplement donner lecture d'un tableau qui résume les essais, après quoi, nous pourrons voir ce que chaque batterie a donné individuellement.

Dans ce tableau, établi par M. Hospitalier, on a inscrit d'abord les éléments de construction de ces batteries.

Les éléments de construction sont les suivants :

Parmi les éléments à plaques mixtes, l'élément des métaux pour 5 éléments devant donner 120 ampères-heure pesait 95 kg. sans sa caisse de groupement; l'élément Tudor pesait 107 kg. 500; les Blot-Fulmen, 98 kg.

Ces éléments ont fourni :

Métaux	71	décharges.
Tudor	135	—
Blot-Fulmen	132	—

Ces décharges se composaient, comme vous savez, de 5 décharges à régime variable compris entre 20 et 100 ampères et une décharge à courant constant de 24 ampères par semaine, chaque décharge donnant un total de 120 ampères-heure.

Ces décharges des éléments se répartissent ainsi qu'il suit :

Métaux	61	décharges complètes,	10	incomplètes.
Tudor	105	—	30	—
Blot-Fulmen	112	—	20	—

L'énergie totale, absorbée par ces éléments a été :

Métaux	136	kilowatts heure.
Tudor	226	—
Blot-Fulmen	210	—

L'énergie restituée a été :

Métaux	76	kilowatts heure.
Tudor	136	—
Blot-Fulmen	144	—

Je ne vous parlerai pas du poids des plaques, du poids des bacs ; le plus intéressant à considérer est le poids total.

Les facteurs spécifiques sont assez intéressants :

L'énergie totale absorbée en kilovatts-heure par rapport au poids en kilogrammes, a été :

Métaux	1,42
Tudor	2,01
Blot-Fulmen	1,95

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le poids spécifique rapporté à l'énergie moyenne disponible a été, par kilowatt disponible :

Métaux	101	kilogrammes
Tudor	110	—
Blot-Fulmen	92	—

Le rendement moyen en pourcentage a été :

Métaux	56 °/₀
Tudor	60 °/₀
Blot-Fulmen	68 °/₀

Les oscillations de ces rendements sont les suivantes :

Métaux	de 76,5 °/₀ à 18 °/₀
Tudor	de 67,0 °/₀ à 28 °/₀
Blot-Fulmen	de 76,0 °/₀ à 31 °/₀

Le dernier chiffre, celui du minimum, se rapporte à la dernière période des opérations pendant laquelle les batteries étaient en très mauvais état.

Tels sont, Messieurs, les chiffres les plus intéressants. Le tableau que j'ai sous les yeux en renferme encore d'autres, mais ils auraient besoin, pour être compris, d'une étude plus approfondie et qui nous entraînerait trop loin.

Pour les éléments à oxydes rapportés, voici les chiffres donnés par M. Hospitalier. Ces éléments comprenaient le Pollak, le Pexeto, le Fulmen, le Phénix, le Popp :

Le Pollak pesait	110	kilogrammes
Le Pexeto pesait	107	—
Le Fulmen	67,5	—
Le Phénix	92	—
Le Popp	100	—

Ces chiffres, bien entendu, se rapportent toujours à une quantité de 5 éléments.

L'énergie totale absorbée a été :

Pollak	133	kilowatts	heure
Pexeto	229	—	—
Fulmen	154,7	—	—
Phénix	180,1	—	—
Popp	221	—	—

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'énergie absorbée et restituée a été :

	Énergie absorbée	Énergie restituée
Pollak	1,216	0,723
Pexeto	2,158	1,232
Fulmen	2,291	1,509
Phénix	1,966	1,291
Popp	2,207	1,554

Le poids spécifique, rapporté à l'énergie moyenne disponible en kilogrammes

Pollak	111	kilogrammes
Pexeto	136	—
Fulmen	65	—
Phénix	80	—
Popp	87	—

Les rendements moyens ont été les suivants :

Pollak	59 %
Pexeto	57 %
Fulmen	66 %
Phénix	66 %
Popp	70 %

Les oscillations de ces rendements ont été :

Pollak	de 68,5 % à 42,0 %
Pexeto	de 67,5 % à 47,0 %
Fulmen	de 77,0 % à 49,0 %
Phénix	de 73,0 % à 33,5 %
Popp	de 74,0 % à 62,5 %

Le nombre des décharges a été :

	Total	Décharges complètes	Décharges incomplètes
Pollak	77	62	15
Pexeto	121	68	60
Fulmen	98	56	42
Phénix	102	99	3
Popp	135	132	3

M. LE PRÉSIDENT. — En ce qui concerne leur emploi sur les voitures, M. Bain ville peut-il nous dire si le concours a donné des résultats relativement à l'éner

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gie utilisable ? Peut-on, par exemple, utiliser les deux tiers ou les trois quarts de l'énergie d'une batterie sans courir le risque de la mettre en mauvais état ?

M. BAINVILLE. — La réponse à cette question résultera de la comparaison entre le nombre de décharges qu'aurait pu subir une batterie et le nombre de celles qu'elle a subies en réalité pendant sa présence au concours.

Nous avons, dans le rapport, une série de coefficients qui nous indiquent la relation entre ces deux nombres et qui sont :

Métaux	0,4
Pollak	0,4
Tudor	0,7
Pexeto	0,45
Blot-Fulmen	0,75
Fulmen	0,36
Phénix	0,68
Popp	0,98

Il y a donc une batterie qui a fourni des résultats réellement intéressants au point de vue industriel, c'est la Popp qui a fourni 98 % de décharges utilisables ; ensuite vient la batterie Blot-Fulmen, puis la Tudor...

M. LE PRÉSIDENT. — Ce n'est pas là la question que je pose ; je ne voudrais pas que l'on fît ici de la réclame pour telle ou telle batterie, je vous demande, simplement, si, de ce concours, il est résulté pour vous cette idée que la batterie, quand elle venait d'être chargée à plein, pouvait supporter sans défaillance les fortes intensités nécessaires au service des voitures et que, par conséquent, comme le prétend M. Hospitalier, il y a intérêt à ne décharger la batterie qu'aux deux tiers de son énergie totale.

M. BAINVILLE. — Cela résulte de toutes les courbes que nous avons pu établir ; cette limite de déchargement ne peut être déterminée que par elles ; mais ces courbes sont assez difficiles à lire et, d'autre part, je n'ai pas les chiffres, ils n'ont pas été réunis en tableau.

M. KOLOWAT. — Je demande la parole.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Kolowat.

M. KOLOWAT. — Messieurs, si je me place au point de vue auquel doivent se placer tous les hommes qui s'intéressent à la traction électrique, je crois que le concours d'accumulateurs dont il est question n'a pas donné tous les résultats, que, à l'étranger, nous aurions souhaité y trouver.

Les résultats sont déjà très intéressants, mais après les avoir examinés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec beaucoup d'attention, il est deux points sur lesquels nous n'avons pu trouver de renseignements trop satisfaisants.

Nous aurions voulu savoir quelle était la meilleure batterie par rapport au poids; c'est la grande question qui nous occupe, celle de trouver la batterie la plus légère pour la voiture, tout en tenant compte de sa durée de charge; malheureusement, les conditions du programme du concours, et la manière dont il a été fait ne nous ont pas permis d'observer si, en effet, la batterie légère, destinée à la voiture électromobile est trouvée. J'irai même jusqu'à dire que le système que l'on a employé pour l'essai des batteries est juste l'opposé de celui que l'on aurait dû adopter pour obtenir des résultats satisfaisants.

C'est la batterie la plus lourde qui a eu l'avantage dans ce concours, plus elle était lourde, plus elle était favorisée; une batterie de 1.000 kgs, par exemple, était soumise au même régime qu'une batterie de 45 à 50 kgs.

D'un autre côté la charge était de 30 à 35 ampères au début et de 15 ampères à la fin, et certaines batteries étaient tellement échauffées que toute l'électrolyte était bouillante. C'était donc un avantage pour les grandes batteries, parce que, pour elles, une charge, même de 40 ampères est beaucoup plus insignifiante que pour des batteries légères lesquelles se trouvaient ainsi dans une infériorité manifeste.

C'est pourquoi, je crois qu'il serait utile de soumettre au Congrès de nouvelles conditions qui serviraient de base aux programmes des essais dans les concours futurs.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Pour répondre aux observations si intéressantes de M. Kolowal je me permettrai de lui rappeler de quelle façon la question avait été posée aux constructeurs; il ne faut pas non plus perdre de vue ce que nous leur avions demandé.

Nous estimons, leur avons-nous dit, que, pour qu'une voiture de poids moyen circule et fasse environ 40 kilomètres en service urbain, il faut disposer d'environ 120 ampères-heure, la force électromotrice ne tombant pas au-dessous de 1.8 volt à 1,75 volt. Dans ces conditions donnez-nous le poids que vous voudrez; nous vous laissons la plus entière liberté; mais nous avons laissé le public juge de la batterie qu'il devait adopter. C'était à lui de décider si le constructeur qui présente une batterie de 200 kgs pour 120 ampères-heure a trouvé la véritable solution ou si c'est celui qui donne une batterie de 90 et même de 50 kgs pour la même quantité d'ampères-heure qui offre la solution la plus avantageuse; il est bien certain que la batterie lourde durera plus longtemps, seulement la batterie légère charge moins la voiture. Au public d'adopter l'une ou l'autre.

Pour des véhicules faisant un service public régulier d'un nombre de kilo-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètres assez restreint; il y aurait certainement avantage à adopter la batterie lourde; au contraire, la voiture particulière, qui doit effectuer de longs parcours, emploiera plus avantageusement la batterie légère.

En somme, cela revient à dire que la batterie universellement la meilleure n'existe pas encore, et que suivant les besoins il faut faire un choix entre les accumulateurs lourds et légers.

Quant au régime de charge qui présentait un réel désavantage pour les batteries légères, il était prévu dans le programme; les constructeurs avaient été prévenus du régime que l'on ferait subir à leurs accumulateurs.

M. KOLOWAT. — Vous ne leur aviez rien dit en ce qui concerne la durée.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Je vous demande pardon; nous devons encore avoir les programmes du concours, il va nous être facile de nous assurer de la vérité de ce que j'avance; ce régime était prévu. Maintenant j'avoue qu'il était peut-être un peu juste pour des batteries légères : c'est possible.

M. LE PRÉSIDENT. — Le temps fixé pour la charge était de cinq heures, je crois.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — C'était six ou sept heures, si j'ai bonne mémoire, et, en adoptant ce régime de charge en sept heures, nous ne nous étions pas sensiblement écartés des conditions qui sont la règle en matière de chargement de batteries d'accumulateurs.

M. BAINVILLE. — L'art. 10 du règlement du concours portait que la charge sera faite en huit heures maximum sur batteries montées en tension avec un courant décroissant dont l'intensité initiale sera de 30 ampères et l'intensité finale de 15 ampères.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — C'était donc un régime maximum de 30 ampères.

M. BAINVILLE. — Il n'a pas été dépassé sensiblement, bien que certains concurrents demandassent un nombre d'ampères-heure tel que nous ne pouvions remplir nos huit heures.

M. KOLOWAT. — En fait, cela a été cinq heures comme l'a dit M. le Président.

M. BAINVILLE. — Cinq à six heures.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Mais le régime ne dépassa jamais, je crois, 30 ampères, et c'est le point intéressant au point de vue de la détérioration d'une batterie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Il sera tenu compte de ces observations.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Dans ce que dit M. Kolowat, il y a deux parties. Comme je l'ai dit, nous sommes restés dans les limites de notre programme; d'autre part, il y a dans l'observation de M. Kolowat un point intéressant, c'est celui de savoir si, à l'avenir, il ne serait pas intéressant d'indiquer un régime de charge plus faible pour des accumulateurs plus légers : mais c'est tout un autre ordre d'idées.

M. LE PRÉSIDENT. — Dans la pensée de la commission d'organisation du concours, il conviendrait de faire deux séries de batteries : les batteries qui se chargent rapidement et celles qui se chargent lentement. De cette manière l'observation de M. Kolowat recevra satisfaction.

M. BAINVILLE. — En définitive, c'est surtout en fin de chargement que la charge est nuisible aux batteries; mais jamais en fin de charge, nous ne sommes montés, dans ce concours, à plus de 18 ampères.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Quant à ce qui est de l'échauffement, lorsqu'une batterie est chargée, il se produit un dégagement de gaz qui n'est pas de la chaleur.

M. KOLOWAT. — C'était bien de la chaleur que j'ai observée puisque le goudron des bacs était fondu complètement.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Je voudrais dire quelques mots personnels sur les questions que pose M. Hospitalier dans son rapport.

M. LE PRÉSIDENT. — Vous avez la parole.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Comme je viens de le dire, je crois que cette question ne comporte pas de solution générale. Dans certains cas, il y a intérêt à employer des batteries lourdes, d'un prix d'achat, généralement assez économique, et d'une grande durée; c'est le cas, par exemple, pour un service public, pour une ligne d'omnibus faisant un trajet assez court, d'autant plus que ces batteries s'accommodent assez bien d'une charge rapide. Au contraire, pour les voitures légères, pour les voitures de tourisme, autant que l'on peut, dans l'état actuel de la science, faire du tourisme avec des voitures électromobiles, il y a intérêt, je crois, à avoir des batteries très légères, leur durée d'usage fût-elle beaucoup plus courte. Il est en effet une autre question qui entre en ligne de compte, c'est celle du prix de revient des plaques. Qu'importe que ces plaques durent peu de temps si leur fabrication est très économique ? cette question rentre dans celle du prix de revient et de l'entretien de la batterie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une batterie légère qui aurait une durée très courte, mais dont les plaques seraient à bas prix donnerait, dans une très large mesure, satisfaction à ceux qui l'emploieraient, tandis que cet avantage disparaîtrait peut-être en employant des batteries dont la durée serait plus longue, et pour lesquelles le prix de revient des plaques serait plus élevé. Il y a donc un choix à faire, même dans les batteries qui existent actuellement, au point de vue de leurs applications.

Ce concours d'accumulateurs, pour imparfait qu'il ait été nous a déjà donné des documents très instructifs : ses résultats ne sont certes pas définitifs, mais dès maintenant, ceux qui auront besoin d'accumulateurs pour tel ou tel emploi trouveront dans ces résultats des données intéressantes, sinon complètes. Pour ma part je souhaite qu'on le recommence une seconde fois, peut-être en en modifiant le programme, mais qu'on le recommence encore pendant quelques années tous les ans ou tous les dix-huit mois; il y aurait intérêt à refaire les expériences auxquelles nous nous sommes livrés car c'est la seule manière de mettre en lumière des résultats et des chiffres qui nous permettront de ne plus nous en tenir à ce que nous lisons dans les catalogues des fabricants.

M. POLLAK. — Je désirerais présenter quelques observations sur la même question.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Pollak.

M. POLLAK. — Comme l'a fait remarquer très justement M. de Chasseloup-Laubat, il faut faire une distinction entre la voiture exploitée par un industriel ou par une compagnie pour un service public, et la voiture privée, la voiture de tourisme.

Dans le premier cas, je m'associe à ce qu'a dit notre Secrétaire général; il vaut mieux avoir des batteries moins légères, mais ayant plus de résistance, tandis que pour les voitures de tourisme, la batterie d'accumulateurs plus légère est préférable, même s'il faut en changer plus souvent.

Mais là où je ne suis plus tout à fait d'accord avec lui, c'est quand il parle du prix de revient. Ayant à meilleur compte des plaques plus légères, on pourra, dit-il, les changer plus souvent. Or, dans la fabrication des accumulateurs, les frais de fabrication, la main-d'œuvre et le courant nécessaire pour la formation des plaques, qu'elles soient lourdes ou légères, sont, pour une même capacité, à peu près les mêmes.

La plaque sera d'autant plus chère qu'elle sera plus lourde, qu'elle contiendra plus de matière première, mais les accumulateurs légers ont proportionnellement plus de capacité que les accumulateurs lourds.

Quant à ces derniers, les frais de la matière première ne peuvent entrer en ligne de compte avec la main-d'œuvre et le courant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Donc, pour faire une comparaison entre les accumulateurs, il faudrait d'abord les classer en accumulateurs pouvant servir à des applications industrielles comme les fiacres, les omnibus, les tramways et en accumulateurs légers dans lesquels le changement des plaques importe peu.

Si l'on veut exploiter un système électrique de fiacres, il faudra, au moins au point où en sont parvenus les essais aujourd'hui, choisir des accumulateurs plus lourds, mais durant plus longtemps ; et ce qu'il faudra rechercher, c'est la charge rapide de ces accumulateurs lourds, ou le changement rapide des caissons qui les renferment.

Je considère que c'est là une question des plus intéressantes parce que l'exploitation de ce genre de véhicules à accumulateurs lourds est appelée à un développement plus rapide que celle des voitures légères. Nous avons déjà des accumulateurs qui donnent de bons résultats au point de vue de la durée, tandis que nous n'avons pas d'accumulateurs très légers, capables d'une assez longue durée.

C'est dans ce sens que le Congrès pourrait rendre un grand service à la cause de l'automobilisme en faisant d'abord des comparaisons entre les accumulateurs plus lourds destinés à l'industrie, puis entre les accumulateurs plus légers destinés au tourisme.

M. LE PRÉSIDENT. — Comme je le disais, il est dans les intentions du Comité d'organisation des concours, de faire une distinction entre les batteries d'accumulateurs et leur charge.

Pour renseigner les congressistes à cet égard, je vais donner la parole à M. Bainville pour la lecture du projet de règlement qu'il propose pour le nouveau concours d'accumulateurs.

M. Bainville donne lecture du projet de règlement.

RÈGLEMENT DU CONCOURS

ARTICLE PREMIER. — Sous le patronage et la direction de l'A. C. F., Société d'encouragement pour le développement de l'industrie automobile, un concours international est organisé entre les fabricants et inventeurs d'accumulateurs pour voitures automobiles circulant sur les chaussées ordinaires.

ART. II. — Le concours aura lieu, (date à décider).

ART. III. — Le concours portera :

a. — Sur la durée des éléments.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

b. — Sur le poids des accumulateurs comparé à leur débit et à leur capacité.

c. — Sur la fréquence, l'importance et la facilité des opérations d'entretien et des visites.

d. — Sur la fréquence et la durée des arrêts nécessités par les réparations.

e. — Sur le prix du kilowatt-heure restitué.

f. — Sur le rendement industriel des batteries.

ART. IV. — Le nombre des batteries n'est pas limité, mais chaque concurrent ne pourra présenter plus de deux batteries du même type.

Seront considérées du même type les batteries qui ne diffèrent entre elles que par le nombre et la dimension de leurs plaques.

ART. V. — Pour chaque batterie engagée, il sera payé une entrée de

ART. VI. — La réception des batteries inscrites pour participer au concours aura lieu les
le matin de 9 heures à midi, le soir de . Le dernier délai est fixé au à 6 heures du soir. Toute batterie devra être accompagnée d'un élément-type ne contenant pas d'électrolyte. Sur cet élément, les déterminations nécessaires seront effectuées devant l'intéressé ; après quoi l'élément sera mis sous scellés pour servir de témoin quand il sera besoin et ne sera rendu qu'au départ de la batterie qu'il accompagnait. Le poids et le volume de l'électrolyte que doit contenir cet élément- type devra être indiqué.

Les concurrents qui désireront faire subir à leur batterie des charges et décharges préliminaires devront en prévenir en s'inscrivant.

ART. VII. — Les épreuves du concours dureront en principe autant qu'il sera nécessaire pour mettre hors service toutes les batteries. Cependant ces épreuves seront closes après une durée d'un an.

ART. VIII. — Chaque batterie présentée devra comporter un nombre d'éléments tel que sa différence de potentiel maximum soit égale à 11 volts au régime de 24 ampères.

Toute batterie devra être contenue dans une caisse de groupement dont elle puisse être facilement retirée.

ART. IX. — Les batteries seront classées en catégories d'après leur capacité qui sera déterminée préalablement et leur poids, déduction faite de la caisse de groupement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1re *Catégorie.* — (Batterie légère, grande capacité spécifique).

Poids maximum	60 kilogr.
Capacité initiale	160 ah.

2e *Catégorie.* — (Batterie légère, faible capacité spécifique).

Poids maximum	50 kilogr.
Capacité.	60 ah.

3e *Catégorie.* — (Batteries lourdes, grande capacité spécifique).

Poids maximum	90 kilogr.
Capacité initiale	180 ah.

Pendant toute la durée utile de la décharge qui sera de 3 heures par jour, les batteries seront soumises à des trépidations.

La durée totale de chaque décharge sera de 5 heures.

ART. XI. — Les épreuves auront lieu par périodes de 6 jours séparées par un jour de repos.

Les décharges journalières des batteries légères seront effectuées conformément aux tableaux et aux diagrammes ci-dessous et auront lieu dans l'ordre suivant :

Lundi et vendredi	70 ah.	40 ah.
Mardi et samedi	110 ah.	60 ah.
Mercredi et jeudi.	90 ah.	50 ah.

Les décharges des batteries lourdes seront effectuées conformément aux tableaux et diagrammes ci-dessous et dans l'ordre suivant :

Lundi et vendredi.	120 ah.
Mardi et samedi	180 ah.
Mercredi et jeudi	150 ah.

Toute batterie devra pouvoir fournir la capacité demandée sans que sa différence de potentiel au régime le plus élevé tombe à 7,5 volts et qu'en fin de décharge sa différence de potentiel ne tombe de plus de 0 dans un intervalle de 5 minutes.

Pendant le cours de ces décharges, quand une batterie ne pourra plus fournir dans ces conditions la capacité maximum demandée, les décharges suivantes seront arrêtées quand on aura atteint le nombre d'ampères-heure correspondant à la valeur moyenne.

Quand cette capacité moyenne ne pourra plus à son tour être fournie, les décharges suivantes seront toutes arrêtées à la valeur minimum.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Quand enfin une batterie sera incapable de fournir ce minimum, elle devra être réparée, sinon, elle sera éliminée du concours.

Une batterie pourra toujours être remise en service normal sur la demande du concurrent, pourvu toutefois qu'elle satisfasse aux conditions imposées.

ART. XII. — La charge sera effectuée en sept heures.

En débutant pour :

La 1re et la 2e catégorie à 50 ampères.

La 3e catégorie à 50 ampères.

Pour terminer pendant la dernière heure à :

9 ampères pour les 1re et 2e catégories.

15 ampères pour la 3e catégorie.

La charge de chaque batterie sera arrêtée chaque jour sur l'indication du concurrent ou de son représentant dûment accrédité.

ART. XIII. — Les concurrents pourront, pendant la charge, vérifier ou modifier l'électrolyte de leur batterie et une heure leur sera réservée entre les décharges et les charges pour effectuer les lavages ou autres petites réparations.

Ils pourront remplacer les plaques de leurs éléments quand ils le jugeront convenable aux conditions suivantes :

Prévenir un jour à l'avance de leur intention le personnel chargé des essais.

Faire le remplacement sous la surveillance de ce personnel.

N'employer que des plaques identiques à celles contenues dans la batterie à réparer.

Soumettre ces plaques à un poinçonnage effectué par le personnel.

Laisser entre les mains du personnel les plaques enlevées qui, par ses soins, seront poinçonnées et mises sous scellés jusqu'au départ de la batterie.

ART. XIV. — Outre un compteur de quantité servant à déterminer la quantité d'électricité totale fournie au ou débitée par l'ensemble des batteries d'une même catégorie qui seront montées en tension, un compteur d'énergie affecté à chaque batterie mesurera les quantités d'énergie absorbées par et fournies à chacune d'elles de manière à permettre la détermination de leur rendement industriel.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ART. XV. — Les variations de la différence de potentiel aux bornes de chaque batterie pendant les charges et les décharges, seront observées à l'aide de voltmètres de précision ; chaque groupe de 10 batteries sera muni d'un voltmètre. Les indications de ces divers voltmètres et des autres appareils de mesure seront vérifiées périodiquement à l'aide d'appareils étalons.

ART. XVI. — Lorsque pendant la durée du concours des places deviendront disponibles, des batteries nouvelles pourront être admises à occuper ces places ; mais elles devront payer outre le droit d'entrée fixé par l'article 5 un droit supplémentaire de

ART. XVII. — Le courant sera fourni aux concurrents au prix maximum de 1 fr. le kilowatt-heure, tous autres frais restant à la charge de l'Automobile-Club.

ART. XVIII. — L'exécution de ce programme sera confiée à une commission composée de membres de l'Automobile-Club non concurrents bona fide nommés par le comité de l'Automobile-Club. Les essais et la surveillance seront effectués par des ingénieurs électriciens choisis par le Président de la Commission.

Du fait de leur inscription, les concurrents s'engagent à se conformer aux décisions de cette Commission qui demeurera seule juge de toutes les questions que peut soulever l'application du présent programme.

ART. XIX. — Cette Commission publiera périodiquement un compte rendu sommaire des résultats obtenus et rédigera ultérieurement un rapport détaillé des essais.

ART. XX. — Les responsabilités civiles et pénales resteront à la charge des concurrents à qui elles incomberont, étant bien entendu que l'Automobile-Club décline toute responsabilité de quelque nature qu'elle soit.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Qu'il me soit permis de revenir pendant quelques instants sur ce que vient de dire M. Pollak.

En ce qui concerne le prix de revient des accumulateurs lourds ou légers, il est évident que, dans un accumulateur lourd, une grande partie de la dépense à faire est absorbée par la matière première elle-même ; dans un accumulateur léger, au contraire, le prix de revient se compose en très grande partie de la main-d'œuvre.

Pour s'en rendre compte, il suffit de prendre un catalogue de constructeur d'accumulateurs ; on y verra que le prix spécifique est plus faible pour un accumulateur lourd que pour un accumulateur léger. Or, le prix de la matière

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

première n'est pas susceptible d'une baisse sensible ; le prix de la main-d'œuvre, en tant que main-d'œuvre, ne peut pas baisser ; mais certains perfectionnements mécaniques peuvent être découverts grâce auxquels, à un moment donné, il en coûtera moins de travail humain, par suite de l'emploi d'un outillage perfectionné pour faire une plaque d'accumulateur léger qu'il n'en coûte maintenant. C'est, au reste, l'histoire du perfectionnement de l'outillage que nous avons vu et que nous voyons tous les jours dans toutes les branches de l'industrie : tel objet qui, aujourd'hui, est d'un prix de revient très élevé, peut demain coûter très peu à fabriquer, si l'on est parvenu à créer, pour sa fabrication, un outillage perfectionné.

Par conséquent, je crois précisément que les accumulateurs légers sont susceptibles d'une baisse de prix de revient, si l'on perfectionne les procédés actuels de fabrication, ou si l'on en crée d'autres, et à mon avis, cette baisse devra être plus considérable pour les accumulateurs légers que pour les accumulateurs lourds. Il est certain que le courant coûte cher, mais n'oublions pas que les accumulateurs légers sont faits avec des formations du genre Faure, et exigent moins de courant pour leur formation que les accumulateurs du type Planté qui exigent une formation très longue.

Quant aux voitures, lorsque j'ai parlé de voitures lourdes et de la possibilité d'appliquer des accumulateurs lourds aux voitures des services publics, j'avais en vue surtout les omnibus et les trains. Cette question s'éloigne un peu de celle de l'automobilisme sur route, mais n'oublions pas que les trains automobiles nous touchent de très près, ce sont des cousins à nous. Pour ces omnibus, pour ces trains qui font des trajets courts on peut accepter des accumulateurs lourds. M. Pollak nous a parlé aussi des fiacres, et de l'application à ces véhicules d'accumulateurs lourds : il me permettra, ici, de n'être plus de son avis.

Dans une voiture, les poids des différentes parties sont fonctions les unes des autres. Si vous commencez par admettre que vous allez mettre, dans une voiture une batterie pesant, par exemple, 700 à 800 kilogr., votre châssis sera alourdi, les roues, ressorts, essieux le seront aussi ; il en sera de même des pièces de direction et de freinage : en un mot, l'ensemble pèsera davantage ; il faudra alors, un moteur plus puissant. Par conséquent, votre augmentation de poids à l'origine fait boule de neige et au lieu de 1.200 kilogr. qui représentent le poids de certaines voitures, vous atteignez le poids de deux tonnes, qui est à peu près le poids des fiacres électromobiles.

Un fiacre doit-il peser deux tonnes ? Tous ceux qui ont conduit dans les villes des voitures électriques, n'hésiteront pas à faire une réponse négative ; ils déclareront qu'une voiture de ville ne doit pas dépasser un poids maximum de 1.400 à 1.500 kilogr. et qu'il est à désirer que ce poids puisse être abaissé. En effet, sur un pavé gras, plus une voiture est lourde, moins elle est maniable, plus les tête-à-queue se multiplient ; plus une voiture est lourde, plus les chocs, les heurts contre les obstacles de toute nature peuvent causer de graves accidents.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour toutes ces raisons et d'autres que vous connaissez, je considère qu'il est désirable de voir s'abaisser de plus en plus le poids des voitures électriques.

D'autre part, on estime qu'un fiacre doit pouvoir faire 40 ou 50 kilomètres sans relayer, au minimum. Il ne faut pas qu'il soit obligé de relayer après 20 ou 30 kilomètres, car alors, dès que l'homme chargé de le conduire aura fait 15 kilomètres, il sera dans un état d'incertitude constante ; il n'osera pas accepter une course qui pourra l'emmener d'un bout de Paris à l'autre, parce que, devant la distance à parcourir, il serait constamment à se demander s'il va pouvoir continuer ou s'il ne sera pas obligé de rentrer.

En résumé, donc, 40 à 50 ou 60 kilomètres doivent constituer la possibilité de charge pour un fiacre; et alors, vous rappelant ce que je disais sur les poids des différentes parties fonction les unes des autres, si vous considérez la nécessité de faire 50 kilomètres au moins, et la nécessité de ne pas peser plus de 1.300 à 1.400 kgs, vous arrivez fatalement à l'emploi de l'accumulateur léger pour les fiacres.

M. Pollak. — Vous me permettrez de vous faire observer, mon cher collègue, que la détérioration augmente avec la légèreté des accumulateurs dans une proportion géométrique.

M. de Chasseloup-Laubat. — C'est évident.

M. Pollak. — Alors si une plaque vous donne à peu près deux fois une capacité quelconque elle ne durera qu'un quart de temps : c'est un chiffre dont il faut tenir compte.

M. de Chasseloup-Laubat. — Je suis de votre avis, cela augmente le prix de revient des plaques, mais je crois qu'il y a là une question d'être ou de n'être pas, au moins en ce qui concerne les fiacres.

M. Pollak. — Je reviens aux fiacres automobiles puisque c'est ici surtout que l'exploitation des voitures électromobiles peut prendre de l'extension. Je préconiserai toujours les batteries plus lourdes pour ces fiacres. Nous voulons rester toujours au même poids des batteries; seulement, au lieu de pouvoir parcourir les 100 kilomètres que l'on nous demande aujourd'hui...

M. de Chasseloup-Laubat. — Non, soixante kilomètres au plus.

M. Pollak. — Il s'agira de construire des fiacres qui, avec une seule charge ne parcourront pas plus de 30 à 40 kilomètres.

Je m'explique. Si c'est une Société qui exploite ce service de fiacres, il faut

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'elle s'arrange pour donner des résultats commerciaux sans lesquels elle ne pourrait subsister : il lui faut alors des batteries d'une durée assez longue. Or, ayant 30 à 40 kilomètres de capacité dans ses voitures, elle pourra employer la charge rapide, soit en distribuant dans les villes les poteaux automatiques où les cochers viendront stationner et mettre leur câble de charge, et, grâce à un médaillon qu'ils auront acheté ou que la Société leur aura fourni, ils obtiendront un, deux ou plusieurs kilovatts-heure, soit en établissant dans la ville des relais souterrains installés mécaniquement : la voiture n'aurait qu'à entrer dans la cour, et en quelques instants on changerait sa batterie, ainsi avec un assez grand nombre de batteries relativement légères et durables on pourra entretenir le service de ces fiacres, qui de leur côté, n'auront pas besoin d'être plus lourds.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Ceci suppose une organisation complète dont nous sommes bien loin aujourd'hui.

M. DÉSIRÉ KORDA. — Si l'on fait les choses à moitié on n'arrivera jamais à un résultat sérieux. Nous avons à Paris plus de cent fiacres électriques : je considère que leur mise en circulation a plutôt jeté un froid sur l'application des accumulateurs aux fiacres; l'on aurait mieux fait d'attendre une organisation sérieuse que de se lancer avec un matériel à moitié préparé pour le service qu'on lui demandait.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous ne pouvons pas entrer dans la critique des agissements d'une compagnie.

M. DÉSIRÉ KORDA. — Je ne veux faire de reproche à personne, il s'agit ici simplement de mettre en lumière les idées générales, il y a des conditions qui font qu'une idée est plus pratique qu'une autre.

M. POLLAK. — Permettez-moi de prendre encore la défense des accumulateurs. Je suis pour l'emploi de ces moteurs lorsque ces derniers sont bien suspendus, lorsqu'ils sont liés, si possible avec le châssis pour former une seule masse ; car vous avez tous vu les soubresauts que fait une automobile en passant sur du pavé. Plus léger est le châssis, qui fait tous ces soubresauts, et plus lourde est la caisse, moins il faut d'énergie électrique pour parcourir un trajet déterminé; par suite, en s'appuyant sur cette idée, il faut faire tout ce que nous pouvons pour dépenser le moins possible d'énergie.

M. LE PRÉSIDENT. — Pour résumer la discussion, l'assemblée, me semble-t-il, est partagée entre deux idées : mettre à bord des voitures une batterie assez légère ayant une capacité permettant un parcours de 60 kilomètres; ou bien utiliser une batterie plus lourde que l'on croit plus durable, et s'arranger de manière à la remplacer dans la journée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sur ces deux idées, le Congrès émettra un vœu dans sa séance plénière de vendredi.

M. Hospitalier vient d'arriver, je lui donne la parole pour continuer la lecture de son rapport et lui permettre de défendre ses idées.

M. HOSPITALIER. — Mais, monsieur le Président, c'est simplement un programme que j'ai présenté, je n'ai pas d'idées à défendre.

M. LE PRÉSIDENT. — Vous pouvez au moins développer ce programme.

M. Hospitalier donne lecture de la seconde partie de son rapport relative aux *Moteurs électriques*.

Moteurs électriques

Le moteur électrique est un appareil incomparablement plus parfait que l'accumulateur. Il semble même difficile de lui apporter de sérieux perfectionnements tant au point de vue du rendement que de la puissance spécifique, puisqu'un moteur de 2 kilowatts peut atteindre, à pleine charge, un rendement qui dépasse quelquefois 80 % sous un poids de 60 à 80 kilogrammes au maximum. Le moteur électrique présente également une grande souplesse puisqu'il peut éventuellement fournir, pour les démarrages, par exemple, un couple 2 et 3 fois plus grand que son couple normal.

Il faudrait pouvoir, afin d'économiser les transmissions, leur poids et les pertes qu'elles entraînent, réduire assez la vitesse angulaire du moteur pour qu'il attaque directement les roues, et puisse se monter sur le moyeu même des roues, avec un moteur pour chaque roue, bien entendu. Ce progrès pourrait être obtenu en faisant quelques sacrifices sur le poids des moteurs, puisque l'on supprimerait ainsi les transmissions et le différentiel.

Le mode d'excitation des moteurs, série Shunt ou Compound peut faire l'objet d'une discussion intéressante, ainsi que la question de la récupération appliquée au freinage.

L'emploi d'un moteur à double induit, ou d'un simple induit à double bobinage et double collecteur, ou de deux moteurs séparés présente des avantages et des inconvénients qu'il serait utile de faire ressortir, en vue de préciser les cas où il faut utiliser chacun de ces dispositifs. Il serait également intéressant de discuter les avantages des roues motrices placées à l'avant ou à l'arrière, de l'emploi de chaînes ou d'engrenages de transmission, du mode de suspension du ou des moteurs.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Quelqu'un a-t-il des observations à présenter ?

M. KRIÉGER. — Je demande la parole.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Kriéger.

M. KRIÉGER. — M. Hospitalier nous demande dans son rapport de faire un moteur « qui puisse se monter sur le moyeu même des roues, avec un moteur pour chaque roue, bien entendu ».

C'est la première idée qui soit venue à l'esprit des constructeurs de voitures électriques. En effet, c'est le mode de transmission employé dans les locomotives, dans certains trains américains, et on a essayé de l'employer pour les voitures sur route; seulement il offre de grands inconvénients. M. Hospitalier dit que « ce progrès pourrait être obtenu en faisant quelques sacrifices sur le poids des moteurs, puisque l'on supprimerait ainsi les transmissions et le différentiel »; il oublie que ces sacrifices seraient plus considérables qu'on ne le croit généralement. Un moteur d'une puissance de 2 kilowatts, par exemple, pèse 70 kgs quand il tourne à 1.500 ou 1.800 tours; pour obtenir ce même moteur tournant à 75 ou 80 tours, nombre que, dans les conditions posées par M. Hospitalier, il ne faudrait pas dépasser, on aura un poids de 200 kgs au lieu de 70 kgs, c'est-à-dire une très forte augmentation. Si l'on veut alors faire un sacrifice sur le poids du moteur, et l'abaisser, peut-être jusqu'à 150 kgs, son rendement baissera dans des proportions considérables; le rendement qui était de 95 % lorsque le moteur tournait à 1.500 ou 1.800 tours, baissera à 75 % quand il tournera à 75 ou 80 tours; par suite la suppression de la transmission à engrenages, la suppression des chaînes se trouve compensée par une perte dans le rendement direct du moteur.

En outre, il est un point très important à considérer, c'est le poids du moteur appliqué directement sur les essieux. Il est difficile de suspendre le moteur autour de son axe. Cette suspension du moteur peut se faire, par exemple dans la locomotive Heillmann ou dans les nouvelles machines de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, lorsque l'amplitude des oscillations est excessivement faible. Le passage sur les rails cause de faibles oscillations et l'appareil de suspension à mettre au centre de l'essieu n'a pas besoin d'être très fort; on peut amortir les vibrations de l'induit avec un corps élastique ou des ressorts assez doux. Au contraire, lorsqu'il s'agit des voitures sur route, l'amplitude des oscillations est considérable et, il faudrait des ressorts comparables à ceux des voitures pour empêcher les trépidations de se transmettre au moteur, et cette suspension est impossible, parce que les dispositions de l'intérieur de l'induit ne le permettent pas.

Par suite, tout le poids mort du moteur, lequel est alors considérable, est porté sans suspension par l'essieu, et ce dispositif entraînerait fatalement une désagrégation de l'induit et de l'essieu, en très peu de temps.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Donc la fixation directe du moteur sur l'essieu est à peu près impraticable en ce qui concerne les voitures sur route et il vaut mieux employer le moteur tournant à grande vitesse avec une ou deux réductions de vitesse. Les engrenages bien taillés trempant dans l'huile donnent un rendement de 95 à 98 %, par conséquent, la perte résultant de ce mode de transmission est très faible — il suffit pour cela d'avoir des engrenages bien centrés et bien taillés et graissés.

D'autre part, on emploie la transmission directe ou la transmission avec chaîne. — La transmission directe présente ce défaut que le moteur est imparfaitement suspendu; et nous retrouvons dans l'emploi de ce mode de transmission, quelques-uns des inconvénients que présente le moteur directement placé sur l'essieu.

Il faut que l'engrenage soit d'un certain diamètre pour écarter le centre de gravité du moteur par rapport à l'essieu, afin que la partie portant sur les essieux soit très faible. — Dans ces conditions, le moteur se trouve suspendu et les trépidations diminuées.

L'emploi de la chaîne de transmission offre l'avantage considérable que le moteur parfaitement suspendu est à l'abri des oscillations et ne charge pas les essieux d'un poids supplémentaire.

Cependant un autre inconvénient résulte de l'emploi de la chaîne. Malgré son poids réduit, le moteur électrique pèse encore environ 80 kilogr., et ce poids se trouve condensé en une masse unique fixée sur un seul point du châssis. — Tandis que les accumulateurs sont répartis sur une certaine surface, le moteur est fixé sur un point au milieu du châssis. Par suite, les secousses imprimées à cette masse fixée en un seul point doivent produire une certaine flexion, une fatigue en cet endroit. On a, par suite, avantage à faire le moteur aussi léger que possible pour éviter que le poids de sa masse agisse sur le brancard du châssis et le fasse plier.

M. LE PRÉSIDENT. — Quelqu'un désire-t-il encore présenter des observations sur cette question des moteurs électriques.

M. LOHNER. — Je demande la parole.

M. LE PRÉSIDENT. —Vous avez la parole.

M. LOHNER. — Messieurs, le précédent orateur nie la possibilité du moteur attaquant directement la roue, s'identifiant avec elle. C'est une question difficile à trancher théoriquement, certes, mais, si je ne craignais de paraître présomptueux, je vous dirais que cette difficulté se trouve, dès à présent, résolue en grande partie. Je me suis attaché à l'étude de cette disposition du moteur, et si la voiture que nous avons présentée à l'Exposition ne peut pas sortir de l'enceinte du Champ-de-Mars, j'espère pouvoir venir un jour, — et ce sera le plus tôt possible — avec une voiture qui vous démontrera que nous ne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sommes peut-être pas si loin d'une solution définitive qu'on veut bien le dire. Je ne veux pas prétendre que notre solution soit définitive, mais c'est un essai qui nous y conduira.

En ce qui concerne le rendement du moteur dont parlait M. Kolowat, j'ai un moteur de 2 1/2 chevaux débit normal ; à ce débit, le rendement est d'environ 82 %. Avec un débit doublé ou triplé, — nous pouvons monter jusqu'à 8 chevaux — ce rendement descend à 68 %; mais n'ayant lieu que dans les coups de collier, cette baisse de rendement n'a pas grande importance.

Enfin, quant aux trépidations, je vous dirai que j'ai beaucoup étudié cette question. Je me suis demandé comment les moteurs Kriéger pouvaient supporter les trépidations résultant de leur montage direct sur les pivots des roues motrices. — Elles sont maintenant adoucies par des ressorts, mais au début il n'y avait aucun ressort, et c'est la raison pour laquelle j'avais étudié ce problème. J'ai tort de dire moi-même car je ne suis pas constructeur électricien, je suis simplement constructeur d'automobiles. C'est un jeune homme de mes amis qui a construit le moteur qui paraît devoir nous donner satisfaction. Nous avons bien encore quelques accrocs, mais nous avons roulé assez longtemps, la construction est assez forte pour que nous espérions être débarrassés des inconvénients signalés par M. Kriéger dans le cas du moteur sur l'essieu.

Il reste une question dont M. Krieger n'a pas parlé, celle de la fermeture du moteur, de l'enveloppe, du *carter*.

Cette question n'est pas encore complètement résolue, mais enfin, il y a un moyen de protéger assez les balais pour qu'il n'entre que très peu de poussière et pas du tout de boue. Les premiers moteurs avaient 12 balais placés autour du moteur ; nous avons renoncé à un tel chiffre, et nos nouveaux moteurs ne comportent que 6 balais placés en bas pour être mieux démontables et plus accessibles. Il est certain que pour pouvoir placer ainsi le moteur, il faut que les roues soient munies de bandages pneumatiques d'un diamètre aussi gros que possible ; surtout, il faut une roue d'un diamètre aussi restreint que possible à cause de la vitesse du moteur.

Tous les électriciens que j'ai rencontrés m'ont dit : « Votre idée est très bonne, mais comment arriver à un résultat pratique et satisfaisant ? » Nous avons un diamètre de roue de 0 m. 75, des moteurs de 5 chevaux normalement, qui peuvent atteindre jusqu'à 15 chevaux.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Quel est le poids d'une des roues dont vous parliez, dans le cas de 2 1/2 chevaux ?

M. LOHNER. — Environ 120 kilogr. par roue.

M. LOHNER. — Maintenant, j'attire d'un mot l'attention du Congrès sur une question que je ne trouve pas dans le programme du Congrès, c'est la question du dérapage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Mais si, cette question figure au programme de la quatrième section.

M. LOHNER. — Je vous demande pardon, je ne l'avais pas vu. J'ai trouvé pour cette question, non pas encore une solution définitive, mais je crois que l'attaque directe de la roue avant donnera la solution cherchée.

M. RECHNIEWSKI. — La question du moteur commandant directement les roues a été envisagée depuis la création de ce moteur ; j'ai moi-même fait de nombreuses études sur différents moteurs de ce genre, mais leur poids et leur rendement ne m'ont pas paru pouvoir les faire admettre dans la pratique. Cependant, certaines voitures ont adopté cette disposition : la « Jamais contente » de Jenatsy, avec des roues assez petites a pu marcher à de très fortes vitesses atteignant jusqu'à 105 kilomètres à l'heure.

Les diverses difficultés signalées par M. Lohner ont été résolues assez heureusement dans cette voiture. Le carter étanche avait été réalisé grâce à un ingénieux système d'embrayage du moteur à la roue.

Cette solution est très simple, mais pour les fiacres qui, à raison de leur service sont astreints parfois à marcher lentement, la solution sans engrenage est trop onéreuse.

Quant au poids, il a, comme le disait M. de Chasseloup-Laubat, une importance quand il s'agit de la voiture de ville et l'augmentation du poids du moteur direct annule les avantages résultant d'une suppression d'engrenage.

M. HOSPITALIER. — Je demande la parole.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. le rapporteur.

M. HOSPITALIER. — En rédigeant cette note sur les moteurs électriques, je n'avais pas l'intention de prendre parti pour ou contre l'emploi de la commande directe. On a fait valoir tous les arguments pour ou contre; M. Rechniewski a rappelé que Jenatsy avait roulé avec une commande directe, il devait avoir de bons pneumatiques. — Maintenant, peut-être arrivera-t-on à fabriquer des voitures sur le modèle de la « Jamais contente ». C'est là, du reste tout ce que je voulais dire sans prétendre recommander l'une ou l'autre solution.

M. KRIÉGER. — Je demande la parole sur un autre sujet traité dans le rapport qu'on vient de lire.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Kriéger

M. KRIÉGER. — M. Hospitalier nous parle des moteurs à excitation série,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

shunt ou compound. Les premiers moteurs étaient à excitation série; c'est une excitation qui présente l'avantage de fournir des démarrages excellents puisque le champ augmente en même temps que l'intensité du courant et empêche, par conséquent, les réactions d'induit d'être plus grandes et la densité du courant au démarrage d'avoir une valeur trop considérable.

L'inconvénient de l'excitation série, c'est de faire constamment varier la vitesse de la voiture suivant le profil de la route. La vitesse en montant une rampe ne peut jamais être la même que celle que l'on obtient en palier. Il est certain que l'on a, ainsi, une économie immédiate au point de vue de la dépense d'énergie, mais pour le trajet total, l'économie ne se ressent pas puisque la vitesse est réduite.

Pour le conducteur, l'excitation série est la plus simple; il n'a à s'occuper de rien; son courant est, je ne dirai pas constant mais presque constant; il varie très peu. C'est donc la meilleure excitation au point de vue de la décharge des accumulateurs; en effet, le moteur à excitation série bien construit tend à marcher à travail constant, la vitesse est réduite, mais le nombre d'ampères pris par le moteur n'augmente que d'une très faible quantité, et au point de vue du rendement de la batterie, l'excitation série paraît être ce qu'il y a de meilleur.

Elle a enfin l'inconvénient de ne pas pouvoir servir à la récupération, et de ne pas permettre, à un moment donné, si l'on n'a pas de Shunt, pour changer le champ, d'obtenir une excitation. Dans les descentes, avec ce moteur à excitation série, on est obligé de couper ou de laisser marcher; mais la voiture n'a pas tendance à freiner par elle-même comme avec l'enroulement Shunt ou Compound.

En second lieu, l'enroulement Shunt a un inconvénient et un avantage opposés à l'enroulement série.

Avec cet enroulement, les démarrages sont pénibles; au moment du démarrage, le courant arrive avec une intensité très considérable; il donne une réaction d'induit très forte et abat presque entièrement le champ produit par le courant fixe qui est le courant de shunt.

Les démarrages sont lents et doux, mais l'intensité du courant est considérable et il passe pendant assez longtemps. Ces démarrages prennent 80 et jusqu'à 100 ampères pendant un temps très long.

Considérez maintenant la question du changement de vitesse en rampe; une voiture marche en rampe à une allure donnée et vouloir l'augmenter avec l'enroulement Shunt, c'est presque impossible parce que l'intensité du courant atteint une telle valeur que presque tout est absorbé en résistance d'induit; la réaction est trop considérable pour permettre au régime de s'établir, et la voiture ne va pas plus vite.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En revanche, l'enroulement Shunt ne varie pas la vitesse suivant le profil du terrain; et, au lieu de marcher en travail constant, on marche en vitesse constante; et enfin cet enroulement permet la récupération dans les descentes et le freinage énergique.

L'enroulement Compound participe de ces deux enroulements et peut être fait de deux façons : il peut être simple; ou calculé alors pour avoir la puissance normale du moteur, la somme des excitations des enroulements série et Shunt, pour avoir une excitation normale à marche normale; il peut être hyper-compound : on calcule séparément l'excitation série ou l'excitation Shunt de manière qu'elles produisent une excitation totale au moment de la marche normale du moteur.

Ce système est avantageux : il exige un moteur plus pesant et plus volumineux, mais il permet de varier la marche suivant le profil de la route. On fait le démarrage en série ou en Compound pour avoir le champ maximum, on marche en série sur un terrain très plat ou dans des côtes à monter, cela ne fatigue pas les accumulateurs; enfin on descend très facilement en employant l'excitation Shunt.

Autant que possible, dans les descentes, il ne faut pas marcher en Compound, parce qu'on marche avec un champ différentiel; le champ qui passe dans l'enroulement série annule celui qui passe dans l'enroulement Shunt; sur une pente, la voiture qui commence à freiner, accélère comme si elle était en série; il faut donc descendre les rampes en Shunt, le freinage est très commode.

M. KORDA. — Il y a une combinaison qui permet les mêmes avantages, puisque l'on dispose d'une source aussi commode que les accumulateurs; il n'y a qu'à disposer le combinateur pour que, à un moment, l'enroulement série puisse servir pour une excitation séparée. Ce serait comme une excitation Shunt et présenterait les mêmes avantages.

M. RECHNIEWSKI. — L'excitation séparée a été employée dès le début des automobiles; on s'est plaint de la charge différentielle des accumulateurs.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Nous l'avons vu il y a longtemps, notamment dans la voiture électrique Paris-Bordeaux en 1895.

M. KRIÉGER. — Comme je le disais, en descendant une rampe le courant série normal passe dans l'inducteur série et par suite de l'excitation séparée, le frein ne fonctionne plus.

M. RAMEAU. — Je demande la parole.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Rameau.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. RAMEAU. — En ce qui concerne la question de l'induit, je tiens à dire ici que l'on a fabriqué un moteur à deux induits indépendants placés bout à bout dans un champ magnétique unique et influencés par lui et remplaçant ainsi le différentiel d'une façon mécanique parfaite. Ce moteur pesait 60 kgs et donnait un rendement de 80 % pour une puissance d'environ 1.800 watts. Ce moteur a l'avantage d'avoir un faible poids, de coûter moins cher que deux moteurs et d'être plus simple à entretenir.

Avec ce moteur, nous faisons l'attaque directe des roues motrices, le moteur tournant à 1.800 tours avec une réduction par engrenages de 1/17; la roue faisant environ 100 tours à la minute donne une vitesse de 18 à 20 kilomètres...

M. LE PRÉSIDENT. — Nous ne pouvons pas faire ici de réclame pour tel ou tel constructeur; bornez-vous seulement à des considérations générales. D'autant plus que, dans l'exposition de certaines maisons allemandes, on trouve des induits de ce genre.

M. HOSPITALIER. — Je signale un dispositif équivalent indiqué par M. Gagnier qui consiste à faire tourner l'inducteur dans un sens et l'induit dans l'autre.

M. RECHNIEWSKI. — Il y a déjà quatre ans que ce dispositif a été inventé.

M. HOSPITALIER. — La vitesse relative se trouve ainsi doublée : quand une machine fait 500 tours d'un côté, l'autre en fait autant en sens inverse, soit 1.000 tours; cela supprime le différentiel.

M. LE PRÉSIDENT. — Y a-t-il quelques applications de ce système ?

M. RECHNIEWSKI. — On en a fait en Allemagne, avant celles dont on nous parle en France.

M. MONTAU. — Une machine analogue existe aussi en Amérique, j'en ai vu un petit modèle.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Hospitalier pour continuer la lecture de son rapport.

M. Hospitalier donne lecture du chapitre *Combinateurs*.

Combinateurs

Le combinateur est, en quelque sorte, le cerveau de l'électromobile, et ses dispositions présentent, par cela même, une importance de même ordre que l'accumulateur ou le moteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sa construction ne présente en elle-même aucune difficulté, car les courants qui le traversent n'ont pas, en général, une grande intensité, mais les opinions sont encore divisées sur les fonctions que le combinateur doit accomplir.

Il serait utile de fixer définitivement les idées sur les avantages et les inconvénients respectifs du couplage variable des accumulateurs, du freinage électrique, de la récupération, des dispositifs spéciaux à la marche arrière, des verrouillages automatiques ayant pour objet d'empêcher les fausses manœuvres, et, surtout, l'établissement de courants excessifs, si préjudiciables à la conservation des accumulateurs, quel qu'en soit le système.

M. LE PRÉSIDENT. — Comme vous le dites, les opinions sont encore divisées sur les fonctions que le combinateur doit accomplir.

Mais faites-vous allusion à certain constructeur qui, dans le dernier concours de voitures électriques avait à manœuvrer une série de touches séparées les unes des autres.

M. HOSPITALIER. — Oui ; il y a deux solutions, on peut avoir des combinateurs agissant isolément, individuellement, ou un appareil analogue à un orgue de barbarie comme le combinateur des tramways. Quant à moi, c'est, je crois, cette combinaison que l'on devrait adopter ; elle présente plus de sécurité pour le conducteur qui, avec un clavier, ne peut jamais être sûr, en présence d'un accident imminent, de ne pas faire une fausse manœuvre.

M. LE PRÉSIDENT. — Le constructeur dont je parlais est du reste revenu à votre idée ; son combinateur renferme tout, et lui permet de ne jamais tourner qu'une seule et même manivelle.

M. HOSPITALIER. — Sur le couplage variable des accumulateurs, il y a aussi deux écoles : faut-il coupler en quantité ou laisser en tension ? Je suis séduit par la première solution. Pour les démarrages, avec le couplage en quantité, on ne fait débiter à chaque accumulateur que la moitié, le quart du courant total : c'est là une bonne disposition à condition qu'on n'en abuse pas. Seulement la marche normale doit être en tension.

M. POLLAK. — C'est ce système que nous avons adopté à Francfort pour les trains électriques, nous employons le couplage en quantité pour le démarrage.

Mais pour les voitures particulières, je crois ce système désavantageux, car il abîme les accumulateurs, surtout si, ensuite, on s'en sert pour la marche lente.

A mon avis, le couplage en quantité ne doit être employé que pour le démarrage.

M. KRIÉGER. — Je suis également de cet avis. — Pour la marche lente, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

surtout pour le tourisme ou la ville, je ne crois pas qu'on puisse se servir du couplage en quantité, parce que, en général, quand il le peut, le touriste va le plus vite possible, et comme les couplages en quantité ralentissent la marche, il n'a pas intérêt à s'en servir.

On ne doit se servir des combinateurs que pour le démarrage. Pour ralentir et pour repartir ensuite, surtout dans une ville, quand on ne s'arrête pas complètement, on ne doit pas toucher au combinateur. Le combinateur doit rester sur la vitesse maxima que l'on doit atteindre, et on manœuvre avec un disjoncteur comportant ou non un rhéostat. Le combinateur est un appareil assez délicat, assez difficile à entretenir surtout pour les conducteurs des voitures qui ne sont pas chargés de les entretenir; ils ne doivent pas y toucher : cela évitera toutes les causes de détérioration, c'est-à-dire les étincelles et les ressorts forcés.

Il vaut donc mieux mettre le combinateur à la vitesse maxima et manœuvrer au disjoncteur.

On a cru, pendant longtemps, que les démarrages, les passages d'une vitesse à une vitesse supérieure détérioraient les accumulateurs ; je ne partage pas cette manière de voir. Le changement de vitesse peut se faire sans toucher au combinateur, au couplage, et même sans que le nombre d'ampères passant dans les accumulateurs soit considérable. Ce qui agit surtout sur les accumulateurs, ce sont les démarrages de pied ferme.

Le combinateur peut donc être un instrument très compliqué, destiné à se plier au profil de la route, mais très peu manœuvré par le conducteur ; d'autant plus que l'on peut avoir des voitures marchant à un potentiel plus élevé que 80 volts. Pour des voitures lourdes on arrive facilement à 160 et même à 500 volts pour les omnibus. Le combinateur devient alors un combinateur de train, avec cette différence que le train a des arrêts fixes tandis que l'omnibus a des arrêts plus nombreux et variables.

M. LE PRÉSIDENT. — Quelqu'un demande-t-il la parole sur la récupération ?

M. KRIÉGER. — Je la demande.

M. LE PRÉSIDENT. — Vous avez la parole.

M. KRIÉGER. — On a reproché à la récupération d'abîmer les accumulateurs, parce que, généralement, le conducteur qui veut récupérer commence, sur une rampe, à laisser descendre sa voiture, puis, s'apercevant qu'il va trop vite, il manie la touche de récupération. — Il passe alors dans les accumulateurs, un courant qui atteint deux ou trois fois le régime normal de charge. Ce courant qui dure quelques secondes pourrait présenter quelques inconvénients si la récupération s'opérait au moment où la voiture vient de quitter l'usine de charge ; mais

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

si la récupération a lieu lorsque les accumulateurs ont déjà perdu la moitié ou les trois quarts de leur charge, il n'y a rien à craindre. Du reste, quand vous mettez en charge dans une station, le courant de début peut très bien atteindre le double du régime d'intensité du courant de charge normale.

M. LE PRÉSIDENT. — Et l'accumulateur, que dit-il ?

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Il ne dit rien, mais il n'en souffre pas moins.

M. KRIÉGER. — Si cet excès d'intensité ne dure que quelques secondes, cela importe peu, ce qui importe c'est d'éviter d'échauffer l'accumulateur. Si cet excès d'intensité durait un quart d'heure, l'eau commencerait à bouillonner, et l'accumulateur se détériorerait. Généralement, lorsqu'on fait de la récupération sur une voiture, on a deux ou plusieurs touches, quand on récupère avec des intensités très considérables, c'est que les accumulateurs sont couplés parallèles et alors, dans chaque bac, il ne passe que la moitié du courant ; en outre, le courant ne passe que pendant très peu de temps, l'effort du moteur arrêtant presque immédiatement la voiture.

Au point de vue récupération pure, c'est-à-dire recharge des accumulateurs, il y a quelque illusion, surtout quand on veut marcher à une vitesse moyenne convenable. Si en terrain varié, une voiture qui peut faire 25 kilomètres à l'heure n'en fait que 10, vous récupérerez peut-être 5, 6, 10 % de l'énergie dépensée, mais ce sera au prix d'une grande diminution de vitesse ; mais lorsque, avec cette même voiture, on conserve une vitesse moyenne, 16 à 17 kilomètres, la récupération est entièrement négligeable.

M. LE PRÉSIDENT. — Il y a, dans le rapport de M. Hospitalier, une lacune que je me permettrai de signaler, en ce qui concerne la voiture Lombard-Gérin. Il existe à Vincennes une voiture de ce genre que pourront voir les membres du Congrès, mais comme M. Hospitalier a assisté aux essais de cette voiture, il pourrait nous en expliquer le principe et nous dire en quelques mots les avantages de ce système.

M. HOSPITALIER. — Je me rends volontiers à votre invitation, mais cette voiture n'est pas une automobile, c'est une voiture reliée à une usine centrale, ce n'est pas une voiture autonome, et nous ne nous occupons que de celles-là.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous nous occupons de tout ce qui touche au transport mécanique sur route.

M. HOSPITALIER. — Soit, si vous modifiez ainsi le programme, nous pourrons y faire entrer l'étude de cette question, mais il ne s'agit pas d'une voiture automobile au sens propre du mot.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Je prends la responsabilité de cette violation de notre programme tendant à augmenter l'intérêt de notre Congrès.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — D'autant que, au point de vue construction, à part le fil à la patte, cette voiture se rapproche des automobiles.

M. HOSPITALIER. — Il n'y a pas de couplage d'accumulateurs, on marche sur un potentiel constant, la voiture est identique ; seulement, le point intéressant, puisque la voiture peut être quelconque, à la condition qu'elle marche sur un potentiel constant qui, dans l'espèce est de 500 volts, c'est la façon dont le courant électrique est pris sur la ligne. Ces voitures marchant sur des routes de 7 ou 8 mètres de large, doivent pouvoir aller d'un côté à l'autre. M. Lombard-Gérin, pour arriver à ce résultat, emploie un trolley d'un dispositif spécial, un trolley automobile qui se déplace avec la voiture, en même temps qu'elle et à la même allure, s'arrête et repart avec elle.

Cette automaticité du trolley est obtenue comme suit : sur le moteur de la voiture sont disposées trois prises de courant sur l'induit, correspondant à trois bagues, on a ainsi du courant triphasé sur le moteur qui agit comme générateur de courant alternatif triphasé. Ces courants sont envoyés au chariot du trolley à l'aide de trois fils, et dans ces conditions, le chariot devient un petit moteur triphasé qui marche et s'arrête avec le moteur de la voiture.

Il faut en tout à cette voiture six fils.

Comme je le disais, il faut trois fils pour amener le courant triphasé au petit moteur qui entraîne le chariot roulant sur deux fils ; deux fils principaux pour amener le courant au moteur de la voiture.

Il y a en outre un fil agissant sur le chariot comme frein dans les circonstances suivantes : Lorsque la voiture est obligée de s'arrêter en montant une rampe, à l'aide d'une pédale, on envoie un courant continu dans le chariot, et on le freine ainsi, on l'empêche de redescendre le long du fil.

Telles sont les dispositions ingénieuses adoptées par M. Lombard-Gérin.

Au point de vue des applications pratiques, ce système peut être employé pour continuer des lignes de tramways déjà exploitées et pour lesquelles on ne voudra pas faire de nouvelles dépenses de rails.

Dans les villes où il y a une énergie centrale d'électricité, la canalisation d'éclairage pourra servir à relier la gare à la ville, ou à établir un service de promenade dans les environs. En somme j'appellerai volontiers ce système du *sous-tramways*, cela vous en donnera une idée, car ce n'est pas une voiture automotrice.

(Applaudissements.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Je crois, Messieurs, être votre interprète à tous, en remerciant M. Hospitalier de son intéressante communication.

Je lui donne maintenant la parole pour achever la lecture de son rapport.

M. HOSPITALIER donne lecture de la fin de son rapport, chapitre des Appareils accessoires.

Appareils accessoires

Nous désignons sous ce titre, inexact en fait, car ces appareils accessoires sont, à notre avis, utiles et même indispensables, les appareils de mesure, de contrôle et de sécurité.

Nous croyons bien volontiers que les appareils de mesure disposés sur les voitures destinées à un service public et confiées à un personnel incompétent, et même un peu brutal, sont inutiles et même dangereux.

Le rôle d'un conducteur d'électromobile doit être réduit à celui d'un simple manœuvre, agissant sans comprendre. Il n'en est pas de même, à notre avis, pour les voitures de luxe et d'agrément conduites par le propriétaire, qui a intérêt à connaître à chaque instant les conditions de fonctionnement de son véhicule.

Un compteur d'énergie ou, à défaut, un compteur de quantité, serait également très utile pour indiquer à chaque instant, l'état de décharge plus ou moins avancé de la batterie.

Les constructeurs d'instruments de mesure ont, dans l'électromobile, une place à prendre... dès qu'ils auront construit des appareils adéquats à cette application délicate, eu égard aux secousses et aux chocs auxquels sont soumis les voitures.

Il serait également utile de faire usage d'appareils de sécurité, et en particulier, d'un appareil simple indiquant que la batterie est déchargée à 80 ou 85 % de sa capacité, afin que le cocher puisse *relayer* à temps, sans risquer de rester en panne.

Le Congrès automobile pourra aussi résoudre une question restée en suspens, relative aux postes de chargement et à une *prise de courant universelle*. Le concours institué il y a dix-huit mois environ par l'A. C. F. et autres sociétés intéressées, n'a pas donné de résultats satisfaisants ; mais la question pourrait être reprise avec quelques chances de succès, car le besoin d'une unification se fait d'autant plus sentir que le nombre de stations de charge va s'augmentant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bien d'autres questions que celles que nous venons d'énumérer s'imposent à l'attention des membres électriciens du premier Congrès automobile. En signalant les plus importantes, nous avons eu seulement pour but de fixer quelques points sur lesquels la discussion pourrait utilement s'engager, augmenter le domaine de nos connaissances générales et provoquer de nouvelles recherches. (*Applaudissements.*)

M. KRIÉGER. — Je demanderai à M. Hospitalier en quoi il trouve dangereux les appareils de mesure.

M. HOSPITALIER. — Ils sont dangereux pour les cochers, pour un personnel incompétent.

M. KRIÉGER. — Pourquoi dangereux ?

M. HOSPITALIER. — Parce que les conducteurs regardent leurs appareils au lieu de regarder la route.

M. KRIÉGER. — Je ne crois pas, quant à moi, que l'on doive supprimer ces appareils de mesure même sur les fiacres. Les conducteurs peuvent n'être pas très intelligents, mais on peut toujours leur dire : Si vous voulez marcher assez longtemps, vous ne dépasserez pas telle intensité en ampères.

On pourrait évidemment disposer le combinateur de telle sorte que le conducteur ne puisse dépasser cette intensité, mais il paraît plus simple de marquer un trait rouge sur la division de l'ampèremètre à ne pas dépasser. Ainsi renseignés, les conducteurs ménageront leur batterie afin de pouvoir fournir une longue course ; et en outre, cela les oblige à ne pas passer dans des terrains très mauvais sans faire attention. L'ampèremètre est donc nécessaire ; un bon conducteur doit conduire avec son ampèremètre ; quand il s'est fixé un régime de 40 ampères, je suppose, il ne doit jamais le dépasser, et c'est ainsi qu'il ménagera sa voiture et sa batterie.

M. le rapporteur parle de la nécessité d'avoir un compteur de quantité. Si on a un bon voltmètre, on peut toujours connaître l'état de décharge d'une batterie. Je connais une exploitation de voitures qui met à la disposition de ses conducteurs un voltmètre et un ampèremètre. Elle s'en trouve très bien.

M. LE PRÉSIDENT. — C'est bien aussi l'opinion de M. Hospitalier, mais à condition d'avoir des conducteurs intelligents.

M. KRIÉGER. — Les conducteurs dont je parle sont d'une intelligence peu élevée.

M. HOSPITALIER. — Lorsque, avec un voltmètre, vous constatez la fin de la décharge, il est déjà trop tard.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — *Avec le voltage sous le courant*, si le voltmètre baisse quand on demande un supplément de courant à la batterie, c'est un avertissement qui vient assez à temps, surtout avec les accumulateurs à oxydes rapportés dont les décharges de queue sont plus considérables que dans les Planté.

M. HOSPITALIER. — Pour ceux-là, je vous l'accorde, mais, dans les autres accumulateurs, le courant baisse brusquement.

M. LETHEULE. — Il existe pourtant des appareils indiquant la décharge, est-ce qu'ils ne donnent pas satisfaction ?

M. KRIÉGER. — Non ; je les ai tous essayés.

M. LE PRÉSIDENT. — M. Kriéger a cependant connu comme moi un constructeur qui, au concours de fiacres, employait un indicateur d'énergie.

M. KRIÉGER. — Le meilleur ne vaut pas grand'chose, ils se détériorent tous; il est presque impossible d'obtenir la fixité des pivots.

M. HOSPITALIER. — C'est l'objection qui se présente à propos de tous les appareils de mesure, et c'est une grosse question que d'en construire qui s'ajustent d'une façon complète.

M. LETHEULE. — Si l'on ne peut connaître les résultats, il est difficile d'arriver à une solution.

M. HOSPITALIER. — On sait qu'ils se détériorent en très peu de temps.

M. KRIÉGER. — M. le rapporteur parle enfin d'une prise de courant universelle. Cette universalisation devient très difficile, non seulement pour le client, mais pour le constructeur. Avec des prises de courant absolument identiques, si elles s'abîment, vous ne pourrez plus les adapter au poste de charge ; le conducteur peut perdre la vis de courant et se trouver dans l'impossibilité de charger. Il ne faut donc pas faire de types trop identiques; deux simples fils que l'on ajusterait sur la voiture au moyen de bornes *ad hoc* seraient préférables parce que, partout, dans toutes les stations de charge, vous trouverez deux fils dénudés qui vous permettront de charger votre voiture.

M. HOSPITALIER. — C'est donc bien tout de même une prise universelle de courant.

M. KRIÉGER. — Il n'y a donc pas besoin de créer autre chose qui ne ferait qu'amener des difficultés. C'est comme l'universalisation des boîtes d'accumulateurs, elle n'aurait pas d'autre résultat.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le major HOWART. — Je demande la parole.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. le major Howart.

M. le major HOWART. — Messieurs, aux Etats-Unis, de même que l'unification se fait pour la langue que l'on parle, de même, elle tend à se faire pour tous les appareils. Pour les bicyclettes l'unification du diamètre des roues existe, il n'y a qu'une dimension de pneumatique, et tous achètent des machines sûrs qu'ils sont de pouvoir toujours remplacer leurs bandages.

Chez nous, dit-on, faites ce que vous voulez, pourvu que vous gagniez de l'argent, mais l'unification est la base de tout : il faut partir de ce point.

En France, vous avez des automobiles de toutes sortes, des diamètres de roues variés, l'unification s'impose; elle s'impose surtout pour les voitures électriques, car un homme qui possède une voiture électrique dépend toujours d'autres personnes. M. Kriéger parle de petites choses qui se dérangeraient si on les adoptait pour une prise de courant universelle; la voiture électrique est trop commode, pour que l'on recule devant les frais minimes qui seraient causés par la perte de ces petits appareils; qu'on en mette dans les stations de charge, nul ne refusera de les payer quand il voudra remplacer les siens ; seulement ne prenez pas de brevet, car les brevets ne valent rien jusqu'à ce qu'ils aient passé devant les tribunaux et les politiciens *(rires)* contentez-vous seulement de faire l'unification universelle.

M. LOHNER. — Je suis de l'avis de M. Howart, mais je lui dirai : que les Etats-Unis suivent d'abord vos conseils et nous les suivrons.

L'industrie automobile n'existe que depuis quatre ans, il y en a six que je suis allé aux Etats-Unis, mais un de mes amis, rentré d'Amérique depuis quinze jours, m'a renseigné. L'unification existe bien pour les bicyclettes par suite de la création d'une grande compagnie, la *transportation company ;* cependant comparez les Colombia avec les Cleveland ou autres voiture et vous verrez que l'unification n'existe pas en automobilisme.

M. LE PRÉSIDENT. — Personne ne demande la parole ?

Avant de lever la séance, je prie M. le rapporteur de nous faire connaître les divers points dont l'étude serait plus particulièrement à recommander à ceux qui s'intéressent à l'automobilisme électrique.

M. HOSPITALIER. — Je crois qu'il y aurait lieu d'étudier les avantages et inconvénients respectifs.

1° Des accumulateurs à formation autogène (Planté), à formation hétérogène (Faure) et des accumulateurs mixtes;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° Des accumulateurs lourds mais durables et des accumulateurs légers mais à usure rapide.

M. LE PRÉSIDENT. — Et les avantages comparés des accumulateurs lourds à charge rapide ? et des accumulateurs légers à charge lente ?

M. HOSPITALIER. — On ne charge rapidement les accumulateurs que quand on ne met rien dedans ; quand on veut les charger cela prend du temps.

Voilà donc les deux points à étudier en ce qui concerne les accumulateurs, le reste n'est que du détail.

Pour les moteurs, on pourrait étudier la question de la commande directe ou par transmission. Cette question n'a pas été tranchée puisqu'il y a des voitures qui se trouvent bien de l'une et de l'autre commande.

M. LE PRÉSIDENT. — Mais le grand-prêtre de la transmission directe est revenu à la transmission par chaîne au moins pour sa voiture de livraison.

M. HOSPITALIER. — Je voulais parler du système appliqué aux voitures munies de gros caoutchoucs.

La question des enroulements est épuisée.

M. LE PRÉSIDENT. — Il n'y a pas eu de solution proposée. Il faudrait indiquer une étude particulière aux futurs congressistes.

M. HOSPITALIER. — La commande des roues est une de ces études; quant aux enroulements tout le monde est d'accord, la question est très simple.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Elle paraît connue de tous.

M. HOSPITALIER. — Il y aurait encore la disposition et le couplage de l'induit ou des induits des moteurs doubles.

Pour les combinateurs, rien d'utile à étudier.

Pour les appareils accessoires, il faudrait mettre à l'étude les appareils spéciaux de mesure résistant aux trépidations. Le jour où l'on en aura de bons, on pourra peut-être en mettre partout, cela donnera satisfaction à M. Kriéger.

M. LE PRÉSIDENT. — Avant de lever la séance, je dois prévenir les membres qui désirent assister aux séances des autres sections d'un changement dans l'ordre de nos travaux.

La 3e section comprenait l'étude des transmissions, châssis, carrosserie,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

freins, directions, ressorts, bandages, roues; nous avons reporté les roues et bandages à la 4e section, où on étudiera ainsi les efforts de traction et tout ce qui se rattache à cette question.

La 3e section ne comprend donc plus que l'étude des transmissions, châssis, carrosserie, freins et directions.

Personne ne demande plus la parole ? La séance est levée.

La séance est levée à midi.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONGRÈS INTERNATIONAL D'AUTOMOBILISME

Troisième Section

TRANSMISSIONS, CHASSIS CARROSSERIE

Président	LE COMMANDANT MENGIN.
Vice-Présidents.	HOWARD. CREUZAN. DE LA CHARLERIE. POZZY. JEANTAUD. KLOSE.
Secrétaire Général	LE COMTE DE CHASSELOUP-LAUBAT.
Secrétaires.	GAILLARDET. BOCHET. BARISIEN.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MARDI 10 JUILLET 1900

SÉANCE DU SOIR

TROISIÈME SECTION

TRANSMISSIONS, CHASSIS, CARROSSERIE

PRÉSIDENCE DE M. LE COMMANDANT MENGIN

La séance est ouverte à 2 heures 35 minutes.

M. FORESTIER. — Messieurs, avant d'aborder les travaux de la 3e section je dois vous avertir, ainsi que je l'ai fait ce matin à la séance de la deuxième section d'une légère modification qui a été apportée au programme primitivement établi.

Comme les travaux de la 3e section étaient un peu trop considérables, nous avons reporté de la 3e à la 4e section les études se rapportant aux roues, bandages et ressorts. Nous avons pensé que ces questions avaient intérêt à être traitées en même temps que les efforts de traction que les roues et les ressorts tendent à diminuer.

Les personnes qui s'intéressent à ces questions sauront donc qu'elles seront traitées demain matin.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. le capitaine Barisien, l'un des Secrétaires, pour donner lecture du rapport de M. Gaillardet, sur les transmissions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. BARISIEN, donne lecture de la première partie de ce rapport, relative aux embrayages ».

RAPPORT DE M. GAILLARDET

SUR

les Transmissions

Embrayages.

Le dispositif le plus usité consiste en l'emploi de cônes métalliques garnis de cuir, rentrant l'un dans l'autre sous la pression d'un ressort d'embrayage.

Pour obtenir de la douceur dans l'embrayage, on emploie deux paires de cônes dont on fait embrayer d'abord la première paire au moyen d'un ressort trop faible pour obtenir le blocage, puis la seconde paire, dont le coincement assure l'entraînement; un autre dispositif consiste à garnir la partie extérieure du cône, sous le cuir, de ressorts qui viennent en contact d'abord, se compriment en produisant un commencement d'entraînement jusqu'au moment où, le ressort d'embrayage continuant à pousser les cônes l'un dans l'autre, le blocage a lieu.

Enfin, un ressort taré au plus juste, agissant sur deux simples cônes, donne aussi de bons résultats.

D'autres dispositifs consistent à appliquer, par des moyens mécaniques quelconques, un anneau métallique à l'intérieur d'un tambour; mais là un réglage délicat est nécessaire et l'usure due au glissement ne se rattrape pas automatiquement. Par contre aucun effort, du fait de l'embrayage, ne tend à pousser sur les arbres que l'on désire accoupler.

On emploie aussi des ressorts à boudin dont un bout est pris sur l'arbre moteur et dont le bout libre est amené à adhérer avec l'arbre à entraîner, soit par traction soit par compression. Ces embrayages sont peu progressifs.

Signalons aussi l'emploi d'un fluide sous pression pour obtenir la connexion désirée, mais ces systèmes introduisent avec eux, à cause des chances de fuites, autant de chances de pannes, par suite de la difficulté de trouver une canalisation se maintenant étanche grâce aux trépidations de la voiture.

Enfin, l'embrayage magnétique a été proposé, mais il coûte cher, car il consomme constamment et il est lourd. Dans le cas où l'embrayage fonctionne dans un carter à bain d'huile, tout en gardant de la douceur, on obtient de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'adhérence en employant des surfaces lisses de fonte sur acier, ou de fibre de bois frottant sur métal.

En résumé, pour qu'un embrayage donne satisfaction, il doit être progressif; il doit pouvoir glisser à volonté, et, quand il a glissé, l'usure produite doit se rattraper automatiquement, pour qu'embrayé à fond il bloque sûrement, quoique, si l'effort normal du moteur est dépassé, il doive pouvoir glisser encore. Enfin le dispositif de l'embrayage doit être tel que l'effort du ressort ne tende pas à déplacer les arbres accouplés, ce qui provoque une usure notable sur les joues des paliers, ou une perte de force, absorbée en frottement, sur les butées.

M. LETANG. — Je crois, Messieurs, contrairement aux conclusions de ce rapport, que les embrayages hydrauliques sont de nature à donner complète satisfaction, et, en effet, si les chances de fuites sont dues aux canalisations, ces chances de fuites doivent être supprimées lorsque les canalisations n'existent pas.

Au reste, j'ai déposé un rapport sur cette question, mais je ne sais si c'est bien le moment de le présenter.

M. LE PRÉSIDENT. — Il est préférable de le discuter à la suite du rapport de M. Gaillardet. *(Adhésion.)*

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Voulez-vous, Monsieur Létang, que nous discutions votre rapport à la fin du rapport général ?

M. LÉTANG. — Parfaitement ; je voulais simplement prendre rang. *(Marques d'assentiment.)*

M. BARISIEN donne lecture de la fin du rapport.

Changements de vitesse, transmissions, changements de marche.

Le dispositif de changement de vitesse le plus connu est le train d'engrenages dont on met les roues successivement en prise, en faisant glisser le train mobile de façon à ce que ses dentures se rencontrent avec celles des engrenages fixes. Un des précieux avantages du système est de ne pas permettre l'embrayage lorsque les vitesses des roues que l'on cherche à mettre en prise, ne concordent pas à peu près.

Il n'y a aussi qu'une paire d'engrenages en prise, partant, ceux qui ne servent pas n'absorbent aucune force, ce qui permet de multiplier le nombre des vitesses sans altérer le rendement de la transmission.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Enfin lorsque l'on a soin que le mobile, en connexion avec le moteur emmagasine le minimum possible de force vive, grâce à la légèreté des pièces qui le composent et à l'emploi de l'aluminium, la mise en prise des différentes vitesses s'opère facilement. Il est aisé de se rendre compte que, dans de telles conditions, les engrenages entrent bien l'un dans l'autre, car pour passer, par exemple, du rapport de 20 kilomètres au rapport de 30 kilomètres, le train d'engrenage relié aux roues est entraîné, par la lancée de la voiture, à la vitesse de 20 kilomètres, quand la roue à embrayer tourne, elle, à la vitesse de 30 kilomètres, tant qu'elle est en connexion avec le moteur. Il faut donc, dès que le conducteur a débrayé, que ce mobile ralentisse instantanément dans la proportion voulue pour que les 30 kilomètres coïncident avec la vitesse de 20 kilomètres que fait la voiture, ralentissement qui sera obtenu d'autant plus vite que le volant sera moindre. De même l'entraînement aura lieu avec d'autant moins de choc, que l'inertie de la pièce à entraîner sera moindre.

Un autre dispositif consiste à avoir des engrenages toujours en prise et à n'embrayer qu'un seul avec l'arbre moteur, les autres tournant fous. Dans certains dispositifs l'embrayage se fait par le centre de l'arbre, dans d'autres, au moyen de manchons à griffes, ou au moyen d'embrayages cônes, ou de ressorts à boudin; dans d'autres ce sont des griffes manœuvrées du centre de l'arbre qui agissent sur la périphérie des engrenages; dans d'autres on emploie un fluide sous pression, ou bien le vide.

Tous ces systèmes pèchent par deux vices principaux :

1° Ils absorbent en pure perte d'autant plus de force qu'ils ont plus d'engrenages à faire tourner fous et que les rapports extrêmes sont plus différents.

2° Ils peuvent se prêter à toutes fausses manœuvres qu'un conducteur distrait peut commettre : telle que passer de la grande vitesse à la petite, sans ralentir le véhicule au préalable.

D'autres systèmes sont basés sur des mouvements plus ou moins ralentis passant par toute la gamme des vitesses, en partant du négatif. Un des plus remarquables dans cet ordre d'idées est constitué par un train différentiel dont la couronne débite les diverses vitesses qu'engendrent des rotations différentes et en sens inverse des deux engrenages accouplés au moyen de 2 courroies, droite et croisée, commandées par des cônes. Mais les nombreuses transformations que subit la force produite, l'absorbent en partie.

D'autres systèmes sont basés sur l'emploi d'accumulateurs qui absorbent intégralement la force produite pour la restituer, en plus ou moins grande quantité, suivant les besoins : mais demandant presque toujours le maximum aux voitures, on se trouve, avec ce système, dans la plupart des cas, en face d'une transformation coûteuse, réduisant la moyenne et vous laissant devant des réservoirs vides, lors du coup de collier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Toujours est-il que la commande par engrenage manque d'élasticité, d'où la nécessité d'amortisseurs, tant pour protéger les engrenages contre les chocs qui les brisent, que pour remédier au martelage dû à l'explosion et au jeu des dents, qui les réduisent en limaille.

En fin de compte, le système où il y aura le moins de mécanique sera toujours le meilleur au point de vue pratique, et, au point de vue rendement, il faut s'attacher à diminuer avec un soin jaloux, le nombre de transformations de mouvements, chacune n'absorbant jamais moins de 5 % de la force et souvent beaucoup plus.

Les changements de vitesse opérés par courroies se composent de cônes lisses opposés, sur lesquels un guide promène la courroie. Les difficultés que présente ce dispositif sont de tenir la courroie en place convenable, place d'où elle s'échappe trop souvent; ensuite, lorsque l'on se sert des vitesses extrêmes, un des diamètres où s'enroule la courroie devient si petit qu'il y a glissement.

Un autre système consiste en cônes étagés sur lesquels on fait monter la courroie au moyen d'une rampe ou d'un guide approprié. Si, dans ce cas, la courroie travaille plus normalement que sur le cône lisse, le même inconvénient de glissement existe aux extrêmes.

Un système fort employé consiste à mener les vitesses au moyen de deux ou trois courroies sur poulies fixes et folles, commandant deux ou trois vitesses; là, la difficulté consiste à tendre également les courroies.

Enfin, il y a aussi le dispositif composé d'une poulie folle ayant d'un côté la poulie d'une vitesse et de l'autre la poulie d'une seconde vitesse. Ces deux vitesses sont montées sur des arbres concentriques et attaquent des engrenages toujours en prise.

Dans d'autres systèmes, les changements de vitesse sont quelconques et la courroie ne sert que d'embrayage, de transmission et d'amortisseur.

En résumé, il ne faut pas demander trop à la courroie, qui, lorsqu'elle est dans de bonnes conditions de vitesse constante et de dimensions, tendue normalement au moyen d'un tendeur automatique disposé de façon à ce que l'on ne puisse pas dépasser une tension raisonnable déterminée à l'avance et, lorsqu'elle agit progressivement, sans avoir à absorber des chocs habituels trop violents au moment des changements de vitesses, est un organe de transmission, d'embrayage et de changements de vitesses de premier ordre, car elle est souple, son rendement est bon, l'embrayage et les changements de vitesses se font progressivement, et protégée contre les excès de boue, d'eau et d'huile, sa tenue est parfaite, quoiqu'elle reste la garantie du mécanisme en glissant lorsque l'effort demandé, ou subi est trop grand.

Les entraînements par friction exigent des pressions considérables sur les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

parties en contact, ce qui amène le laminage et la détérioration rapide des appareils. Les plus essayés sont ceux composés de galets se déplaçant sur le diamètre d'un disque pour obtenir toute l'échelle des vitesses, depuis la marche arrière, jusqu'au rapport que l'on s'est fixé. Ce système s'établit de façon à ce que la poussée nécessaire à l'adhérence ne produise pas de réaction sur les joues des coussinets, ni sur des butées. Malgré les coincements les plus ingénieux — mais à cause des frottements et des glissements dus aux vitesses différentes qui animent les parties en contact — aucun résultat bien marquant n'a été obtenu dans cet ordre d'idée.

Viennent ensuite, toute la série d'inventions ingénieuses telles que, à titre d'exemple entre toutes, celle qui est basée sur le principe d'un encliquetage qu'actionne un mouvement de va-et-vient dont on fait varier l'amplitude en déplaçant le point d'appui d'un levier, pour obtenir les diverses vitesses désirées et même la marche arrière, mais tous ces systèmes échouent par excès de mécanique.

A signaler aussi les poulies extensibles, qui ont tenté combien d'imaginations et qui sont aussi décevantes que séduisantes.

Le dispositif de changement de marche le plus employé est celui où l'on met en prise, en les coulissant, d'un côté ou de l'autre d'un pignon moteur, deux engrenages cônes portés sur un arbre de la transmission.

Ce dispositif transmet la marche avant ou arrière sans l'introduction d'un mobile en plus, et un autre de ses avantages consiste en ce que l'embrayage ne veut pas prendre si l'arbre qui porte la commande n'est pas arrêté.

On emploie aussi la mise en prise d'un mobile supplémentaire que l'on intercale dans la transmission.

Comme exemple aussi, le dispositif où un train différentiel, entraîné d'un bloc sur la marche avant, sans qu'aucune force ne passe et ne se perde dans ses engrenages enrayés, est disposé, pour qu'à la marche arrière, sa couronne une fois bloquée, ses pignons deviennent libres et inversent la marche. Dans cet ordre d'idées, certain dispositif assure automatiquement le débrayage des deux arbres, embrayés l'un avec l'autre pour la marche en avant, par le seul fait du freinage bloquant le support des axes des pignons intermédiaires, d'où il résulte une notable simplification de la commande.

Dans le cas de commande par courroie, on n'a généralement pas la faculté, faute de place, d'employer une courroie de plus, que l'on croise. On se sert avantageusement alors de deux poulies reliées entre elles par des engrenages intérieurs inversant la marche de l'une par rapport à l'autre et que l'on amène en contact, par friction, avec la poulie folle qu'entraîne la courroie et avec la poulie de la petite vitesse, qui est entraînée à contre-sens.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Différentiels.

Parmi les systèmes inversant la marche de deux arbres qu'ils accouplent, les plus répandus sont : le différentiel composé de deux engrenages droits reliés l'un à l'autre par l'intermédiaire de deux autres engrenages droits, en prise l'un avec l'autre et chacun avec les deux premiers.

Dans ce dispositif, le train différentiel est composé d'au moins quatre engrenages, soit un de trop, à mon avis. De plus, les dents qui sont en prise pour transmettre l'effort, que les engrenages tournent, ou qu'elles agissent comme des clavettes fixes, sont relativement très près du centre, ce qui fait que l'effort sur ces dents est considérable; d'où, du poids, résultant de l'ampleur que l'on doit donner à ces engrenages et de l'encombrement, sur le diamètre et en largeur.

Le différentiel classique, plus simple et plus rationnel, se compose de deux engrenages d'angles que réunit un pignon. Ce dispositif occupe l'emplacement minimum dans les deux sens et les efforts répartis loin du centre permettent l'emploi de pièces légères.

A signaler aussi le différentiel composé de deux engrenages droits, seulement inclinés sur l'axe des arbres d'entraînement et reliés à ces derniers au moyen de joints à la cardan. Dans ce dispositif, l'axe des engrenages ne peut être tenu que d'un bout, d'où un porte-à-faux, funeste pour la solidité et, de plus, l'effet du joint à la cardan détermine des vitesses angulaires périodiquement variées.

Certains dispositifs destinés à remplacer le train différentiel sont employés, tels que les arbres commandant les roues motrices, ou les roues motrices elles-mêmes, montées sur des frictions réglées pour pouvoir entraîner, tout en glissant si l'effort augmente d'une façon notable sur une des roues. Dans ce système, la sûreté de la direction dépend d'un réglage sur la délicatesse duquel il est inutile d'insister.

Dans d'autres systèmes, des encliquetages permettent à la roue extérieure de la courbe décrite, d'aller plus vite que celle qui est à l'intérieur. Ce dispositif a pour avantage d'éviter le patinage d'une seule roue, ce qui provoque des tête-à-queue; mais il n'a pas la souplesse du différentiel et devient plus compliqué que ce dernier quand il s'agit de disposer le système pour transmettre l'effort dans les deux sens.

D'autres systèmes consistent à solidariser les deux roues pendant la marche en ligne droite, mais à débrayer automatiquement, par l'effet du braquage de la direction, celle qui se trouve à l'intérieur de la courbe. Dans cet ordre d'idée, on se demande quel effort est absorbé, lorsque les ondulations du sol produisent en ligne droite un chemin parcouru inégal pour une des roues, ou bien qu'une des roues n'a pas exactement le même diamètre que l'autre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Liaison du dernier mobile de la transmission aux roues motrices.

La liaison du dernier mobile de la transmission aux roues motrices est la partie mécanique de la voiture, la plus délicate et qui influe le plus sur le rendement. En effet, cette liaison doit satisfaire aux conditions générales suivantes, pour être admissible : 1° transmettre indifféremment, quelle que soit la position relative des roues et d'un châssis reliés ensemble par des ressorts, la même quotité de force; 2° ne pas charger les roues, ou l'essieu d'un poids notable non suspendu; 3° être dans des conditions telles que la flexion de l'essieu n'affecte pas le rendement.

Le dispositif le plus répandu est celui où les deux roues sont actionnées chacune par sa chaîne. Le poids non suspendu se réduit à la couronne de chaîne et à une partie de la chaîne. L'effort produit est transmis tangentiellement, quelle que soit la position du châssis, d'une façon d'autant plus complète que le diamètre de cette roue dentée est plus grand, condition qui a, en outre, l'avantage de diminuer, plus ce diamètre augmente, l'effort tendant à briser les ressorts, cet effort entre le châssis et la roue étant moindre.

La vitesse angulaire de la transmission est d'autant moins affectée par les coups de ressort que la distance entre l'axe du pignon de commande et celui de la roue est grande, d'une part, et que, d'autre part, moins est grand le rapport entre ce pignon et la couronne. La vitesse angulaire du système ne serait nullement affectée, quelle que soit la distance des axes, si les pignons étaient égaux.

En effet, considérons un coup de ressort; grâce à la tige qui relie l'essieu au châssis, ou au dispositif qui remplace cette tige, dont la mission est de maintenir les deux axes à égale distance, le coup de ressort a pour effet de faire tourner l'axe du pignon commandé autour de l'axe du pignon de commande.

Or considérons trois mouvements qui se produisent dans un coup de ressort : 1° les roues dentées qui tournent pour entraîner la voiture; 2° dans le coup de ressort, l'axe de la roue qui tourne autour de l'axe du pignon de commande, pendant que 3° le pignon commandé, maintenu par sa chaîne, tourne sur lui-même en sens inverse de la rotation de son axe. Admettons, pour faciliter le raisonnement, que l'angle que détermine le coup de ressort ait les 360° de la circonférence et que le pignon de commande soit égal au pignon commandé. Le pignon de commande ferait dans le sens de la marche le tour du pignon commandé, mais comme en même temps il tourne sur lui-même, d'un tour en sens inverse, sous l'action de la chaîne qui le relie à la roue, son axe, ne bougera pas, angulairement; donc, le mécanisme de commande et son mouvement propre seront absolument soustraits à l'influence du coup de ressort. Par contre, si le rapport entre les 2 pignons, est de 4, par exemple, le pignon

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de commande sera obligé de faire 4 tours pour parcourir le développement du pignon commandé, mais comme son axe a fait un tour en sens inverse pour parcourir les 360°, son mouvement angulaire relatif sera de 4 tours moins 1, soit 3 tours, d'où son axe, c'est-à-dire la commande entière, sera retenue dans la proportion de 3 tours pour 360° pendant l'affaissement et sera accéléré dans la même proportion au moment de la détente du ressort, accélération ou ralentissement produisant des chocs dans les dentures et ralentissant la marche de la voiture, ce, en pure perte. Mais l'angle déterminé par la position normale du châssis et la position qu'il atteint lors de l'affaissement des ressorts est évidemment d'autant plus petit que les axes sont plus éloignés.

En quatrième lieu, la flexion de l'essieu, même fût-il un peu faussé, influence peu les chaînes, grâce à leur souplesse.

Dans le cas où une seule chaîne attaque l'essieu tournant, la moindre flexion de l'essieu le bride dans ses paliers. Avec l'essieu tournant, on est, de plus, amené à entraîner les roues par leur moyeu, ce qui détériore rapidement les assemblages.

Dans le cas de deux arbres brisés, réunis par des joints à la cardan, la commande tournant à la vitesse des roues, est forcément lourde, et si les angles fixes, que font entre elles les diverses parties des arbres brisés, cessent d'être égaux, ce qui a lieu dès que l'on s'éloigne de la charge prévue en plus ou en moins, et, à chaque coup de ressort, ils engendrent un mouvement angulaire périodiquement varié, mouvement d'autant plus nuisible à la marche et à la durée du mécanisme que les masses en mouvement, qui ont à se plier à ces rapides variations, ont plus d'inertie et tournent plus vite. Ces variations de vitesse peuvent atteindre 100 %, d'où il résulte des réactions qui obligent à étoffer les pièces, d'où augmentation du poids. Plus les bras des cardans sont courts, plus les variations de vitesse s'accentuent, les angles augmentant.

Les mêmes réflexions s'appliquent aux arbres montés à la cardan attaquant les roues perpendiculairement à l'essieu, au moyen d'engrenages hyperboliques. Cependant les bras des cardans peuvent être plus longs, ce qui est avantageux, mais l'engrenage de commande de la roue est une transmission qui se protège difficilement contre la boue et dont le graissage continu est peu facile.

Dans le cas de l'arbre brisé, attaquant par pignon d'angle l'essieu tournant portant le différentiel, il faut voir un poids assez grand non suspendu et possible seulement dans les petites forces avec des roues montées sur pneumatiques.

L'attaque directe sur l'essieu tournant donne le minimum de déperdition de force, mais le poids non suspendu du moteur fausse tout, dès que ce poids devient notable.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'attaque par arbre intermédiaire, parallèle à l'essieu et porté par celui-ci, actionnant par un pignon un engrenage, intérieur ou extérieur, fixé sur les roues, manque absolument d'élasticité, charge l'essieu d'un poids notable et les coups de ressorts occasionnent des accélérations et des ralentissements dans la transmission.

En résumé, surtout pour ces transmissions de mouvements, le plus simple est encore le meilleur et l'avantage paraît rester à la commande par chaîne établie dans des conditions bien rationnelles, quoiqu'il soit indéniable que chaque système a beaucoup de bon si aucun n'est parfait.

Dispositifs de protection et de graissage, palier, roulements, accouplements élastiques.

Les dispositifs de protection et de graissage des transmissions consistent en enveloppes non étanches, garantissant de la poussière et de la boue les organes de transmission et en carters étanches, où ces organes travaillent à bain d'huile.

Dans le premier cas, on graisse très avantageusement paliers et engrenages avec de l'huile que débitent soit des godets graisseurs à mèche, soit des compte-gouttes, soit des pompes à huile, ou bien au moyen de chaînettes ou anneaux, entraînés par le mouvement de rotation des axes à graisser, sur lesquels ils déposent, en y montant, l'huile qui les mouille, et qu'ils viennent de puiser dans un réservoir situé en dessous de l'axe.

Les pièces tournant folles, ou coulissant sur l'axe qui tourne, ou qui est fixe et qui se graisseraient difficilement de l'extérieur la force centrifuge s'opposant à l'accès de l'huile vers le centre, sont graissées par le centre de l'axe même, où le compte-gouttes débite l'huile que la force centrifuge tend à faire sortir par tous les trous graisseurs.

On emploie aussi des graisseurs à graisse consistante pour les paliers et des bâtons lubrifiants pour graisser la denture des engrenages sur laquelle ils frottent en s'usant petit à petit.

Dans le cas où les transmissions tournent dans un bain d'huile, il est indispensable de graisser les paliers avec de la graisse consistante, au moyen de graisseurs à compression par vis ou par ressort, ou de réservoirs à graisse, la débitant dans un jeu de tuyaux par la pression de l'air comprimé, ou de garantir les portées contre l'huile du carter.

L'effet de la graisse, dont le pouvoir lubrifiant est moins grand que celui de l'huile, est de rendre les portées étanches, inaccessibles à la poussière de la route et à l'huile du carter, huile plus ou moins chargée de la limaille engendrée par la denture des engrenages, sous l'effet des chocs dus aux explosions et à la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

transmission peu régulière. Il est bon de prévoir dans ces carters des dispositifs pour décanter ou filtrer l'huile qu'ils contiennent.

Le métal le plus usité pour les paliers est le bronze phosphoreux ; il résiste bien à l'usure, grippe difficilement et en cas de grippage, n'arrête pas la marche en bloquant la transmission, ce qui est l'inconvénient de la fonte et de l'acier trempé.

Lorsque les arbres ne se prêtent pas à la trempe par leur disposition et que les paliers sont un peu chichement calculés, les mises de métal antifriction sont indiquées ; mais, si le frottement est parfait, par contre un échauffement un peu sérieux amollit le métal au point de le faire couler d'où arrêt, là, où le bronze aurait permis de marcher encore.

L'emploi des billes procure des roulements incontestablement très bons ; mais, grâce à la forme même du cône qui s'appuie dessus, le plus petit jeu laissé entre les billes permet aux arbres de se décentrer d'une façon notable. De plus, les points d'appui qu'elles présentent pour les fortes charges sont insuffisants, même avec les dispositifs prévoyant l'emploi de plusieurs rangs de billes, à cause de la difficulté de les faire toutes porter également.

Les mêmes inconvénients, quoique atténués se présentent pour les rouleaux, et on peut se demander si les risques dus à la présence d'une légion de pièces trempées, c'est-à-dire cassantes, qui composent ce dispositif, sont en rapport avec le bénéfice que la petite économie de frottement procure.

Pour rendre les roulements encore plus doux, on emprisonne chaque bille ou chaque rouleau dans une petite cage, de façon à ce qu'ils ne frottent pas, en tournant à contre-sens, l'un contre l'autre.

Les organes employés pour annuler l'effet de l'élasticité du châssis, qui tend à faire brider les paliers et à tordre les arbres, consistent en l'emploi de joints de Oldham, qui sont des accouplements mobiles dans le sens transversal et qui sont composés de trois plateaux dont deux calés sur les extrémités des arbres, sont reliés par le troisième qui porte sur chaque face une réglette en saillie, réglettes inclinées à 90° l'une sur l'autre, et qui s'engagent dans une rainure du plateau qui est situé du même côté.

On emploie aussi des accouplements composés de trois griffes, ou d'une simple mortaise dans laquelle s'engage le bout aplati de l'arbre. A signaler aussi l'emploi d'un carré dont chacun des côtés présente une surface courbe et qui vient s'emmancher dans un trou carré dans lequel le grand diamètre de l'arbre rentre sans jeu, quoique cet arbre puisse s'incliner dans tous les sens, grâce à son profil courbe. Ces dispositifs permettent la rotation des deux arbres formant entre eux un certain angle, mais ne permettent pas le déplacement de l'axe comme le fait le Oldham.

En résumé, il faut répéter encore une fois que, dans une transmission, moins

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

il y a d'organes mécaniques, plus elle est préférable, car il n'y a pas d'écrou qui ne puisse se desserrer ou de frottement qui ne puisse gripper, ou de goupille qui ne puisse se cisailler, ou de pièce qui ne puisse casser, et il n'y a pas de transformation de mouvement qui n'absorbe de la force, d'où il est évident que chaque organe contient en lui un germe de panne et de faiblesse, germe qui n'attend que l'occasion pour éclore et qu'on ne peut supprimer qu'en supprimant l'organe lui-même.

M. LE PRÉSIDENT. — Quelqu'un demande-t-il la parole sur le rapport de M. Gaillardet.

M. BOLLÉE. — Je demande la parole.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Bollée.

M. BOLLÉE. — Je crois, Messieurs, qu'il y a un oubli dans le rapport de M. Gaillardet sur la position du pignon et de la roue de chaîne ; l'auteur du rapport ne dit pas si le pignon doit être plus ou moins haut par rapport à l'essieu. Si le pignon est placé de façon que la partie tirante de la chaîne soit horizontale et que l'essieu fonctionne verticalement, il y aura évidemment fort peu de réaction sur le moteur ; si, au contraire, le pignon de la chaîne est placé à la même hauteur que l'essieu, la partie tirante de la chaîne décrira, sur l'endroit où elle est en contact avec la roue motrice, une courbe qui amènera une réaction sur l'essieu. Une épure ferait facilement comprendre ce résultat.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Je crois que M. Gaillardet a supposé que la bielle de liaison pivotait autour de l'axe du pignon de commande de la chaîne.

M. BOLLÉE. — Vous êtes dans le vrai, mais il y a une cause de déplacement de l'essieu que l'on peut parfaitement éviter et je ne vois pas pourquoi on serait obligé de déplacer l'essieu quand il ne s'agit que d'éviter un mouvement de tension très léger dans la chaîne.

M. NICODÈME. — On a omis de citer dans le rapport le système de transmission purement électrique pour lequel un Américain, M. Morisson, je crois, a pris un brevet en 1898. Entre le moteur à pétrole et les roues, il y avait une dynamo dont la culasse, portant l'inducteur, tournait et était mise en train par le moteur à pétrole, tandis que l'induit commandait les roues. Donc, le moteur à pétrole entraînait continuellement, à sa vitesse normale, la culasse et, quand on voulait embrayer la voiture, il suffisait de fermer le circuit.

Je serais heureux que l'un des membres de cette assemblée voulût bien nous faire savoir si ce brevet, qui date de juin 1898, a reçu une application industrielle.

J'ai, d'ailleurs, dans ma poche, la copie du brevet et les dessins.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — C'est un embrayage purement électrique.

M. NICODÈME. — C'est un changement de vitesse qui ne comporte l'emploi d'aucun intermédiaire, ni courroie, ni engrenage.

M. LE PRÉSIDENT. — Je ne vois pas le rôle que joue le moteur électrique dans cet embrayage.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — En temps normal, il n'y a pas de courant ?...

M. NICODÈME. — Dans les dynamos ordinaires, la culasse est maintenue fixe par la fondation ; en fermant le circuit, il se produit une réaction qui est dans les boulons de la fondation ; si vous supposez que vous mettiez cette culasse sur deux paliers, elle tendra à se mettre en mouvement, d'une marche absolument synchrône à celle de l'induit. Plus la résistance sera faible, plus le courant sera fort et plus il y aura de retard entre les deux... au reste, je répète que je tiens à votre disposition la copie de ce brevet.

M. LE PRÉSIDENT. — Je vous prierai de fournir une note à ce sujet.

NOTE DE M. NICODÈME

« Monsieur le Secrétaire,

« Voici, au sujet du Congrès de l'Automobile (transmission), les explications « complémentaires que je vous ai promises sur le brevet n° 277.301, « du 23 avril 1898, pris par William Morrisson, présentant une solution élégante « d'une transmission électrique de force entre le moteur à pétrole ou à gaz d'une « automobile et les roues motrices.

« Le moteur à pétrole marchant à vitesse constante attaque directement la « culasse d'une dynamo portant ses aimants et fait tourner ceux-ci à la même « vitesse, tandis que l'induit est relié au moyen de chaînes, par exemple, aux « roues motrices. Les mécanismes employés dans les autres voitures, tels « qu'embrayages et engrenages de vitesse sont supprimés.

« La figure 1 est une élévation latérale d'une voiture dont la caisse est cou- « pée pour montrer l'appareil en question. L'induit D et les inducteurs E, sont « montés sur le même axe, bien que chacun d'eux puisse tourner indépendam- « ment l'un de l'autre. Les inducteurs sont conduits par le moteur et l'induit par « sa réaction doit entraîner la voiture.

« Si celle-ci est au repos, l'armature est aussi au repos, mais les inducteurs « tournent avec le moteur, le circuit électrique étant ouvert. Si l'on ferme ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« circuit sur une résistance convenable, un courant est engendré et il s'ensuit un « couple de traction intense qui tend à faire tourner l'induit et avec celui-ci, les « roues motrices. Dès que la voiture démarre, l'induit tournant dans le même sens « que le champ, le courant engendré ainsi que l'effort de traction diminuent et « dépendent des vitesses relatives de l'armature et de la culasse. A mesure que « la vitesse de l'induit augmente, la différence relative entre le champ et l'induit « diminue, le courant engendré décroît et aussi l'effort développé et la vitesse de « la voiture augmente jusqu'au moment où la résistence vaincue fait équilibre à « la force produite.

« Pour régler la vitesse du véhicule, on se sert d'un rhéostat N à portée de « la main du conducteur. Cet appareil permet de mettre en série avec les induc- « teurs et l'induit une résistance convenable par un déplacement du levier pour « obtenir un réglage de la vitesse. L'arrêt se produit également au moyen de ce « rhéostat en ouvrant le circuit électrique.

« Ma communication avait pour but de demander à l'Assemblée si un essai « pratique de cette invention avait été tenté.

« Veuillez agréer, Monsieur le Secrétaire, mes civilités bien empressées.

« V. NICODÈME. »

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Dans tous les cas, cela ne supprimerait pas toutes les transmissions mécaniques.

M. NICODÈME. — Absolument.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Il y a toujours le problème de la liaison de la partie mécanique aux roues.

M. NICODÈME. — C'est-à-dire que l'induit commande les roues. Naturellement, il faut attaquer les roues par un moyen quelconque, seulement, vous obtenez des changements de vitesse absolument progressifs en introduisant des résistances plus ou moins grandes. Quand la voiture est arrêtée, il y a seulement la culasse qui tourne; le circuit est alors ouvert; si vous fermez le circuit sur une résistance de plus en plus faible, le courant augmente d'intensité. Avec une dynamo en série, l'effort au démarrage est aussi grand que dans une dynamo ordinaire et le couple est excessivement grand.

Ce brevet a été pris par M. Morisson de Chicago.

M. JEANTAUD. — J'ai eu connaissance d'un brevet pris par M. Darzens, le frère du directeur du *Journal*. L'appareil a été exécuté chez M. Cohendet, mais il a donné d'assez mauvais résultats, en effet, les résistances introduites dans le circuit diminuent la puissance en même temps que la vitesse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. BRANCHER. — Il avait été question, à un moment, de liaison par cable flexible. Je sais que beaucoup de constructeurs étaient favorables à ce système et je désirerais savoir si quelqu'un s'est occupé de cette question : remplacer la chaîne ou la courroie par les flexibles.

Il y a des usines américaines ou allemandes qui sont arrivées à faire des flexibles bien supérieurs à ceux qui avaient été faits jusqu'à ce jour.

M. JEANTAUD. — Plusieurs voitures ont été construites avec des flexibles. Ainsi, on pouvait voir à l'Exposition des Tuileries, il y a deux ans, une voiture Amiot et Penot, dans laquelle la transmission était faite par des flexibles attaquant par des pignons des roues dentées placées directement sur les roues, mais il ne faut pas oublier qu'il y a une grande perte de force dans les flexibles.

M. BRANCHER. — On me disait que, depuis quelque temps, les flexibles ont été perfectionnés.

M. BOLLÉE. — Ils ne peuvent être bons qu'à une grande vitesse de rotation en tout cas. En employant plusieurs hélices superposées, en sorte que, quand l'hélice inférieure tend à se tordre dans un sens, l'autre tend, au contraire, à se tordre en sens inverse. Cette sorte de flexible est construit par Buller qui a succédé à Levavasseur, celui qui avait imaginé un flexible dont les spires venaient s'engrener les unes dans les autres. Il y a déjà deux ans que l'on a imaginé ces flexibles à 2, 3, 4 hélices superposées remplissant ce double rôle de torsion et de détorsion. C'est un système qui est appelé, je crois, à rendre de grands services et il serait désirable que des essais fussent faits dans cette voie.

M. JEANTAUD. — Le flexible est parfait pour les grandes vitesses comme le disait M. Bollée, mais, pour les petites vitesses et des efforts considérables, mon opinion est qu'il ne vaut rien. Il est certain qu'il y a des résistances passives considérables et que ces efforts de torsion et de détorsion constituent un travail qui absorbe de la puissance, d'où mauvais rendement.

UN MEMBRE DU BUREAU. — Dans son dernier ouvrage sur les moteurs à gaz, Witz a donné le dispositif Morisson.

M. JEANTAUD. — M. Gaillardet n'a pas voulu, je crois, passer en revue tous les systèmes de transmission ; il a examiné ceux qui lui paraissaient être les plus pratiques mais il y en a d'autres qui sont fort ingénieux comme par exemple, l'embrayage magnétique du commandant Krebs, qui a été employé également, du reste, par M. de Bovet.

UN MEMBRE. — Je trouve que le rapport est un peu sévère pour les embrayages en général. L'embrayage magnétique est un instrument très délicat

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et je me rappelle que j'ai vu M. Levassor l'employer à un moment donné ; mais il était très difficile à placer. Quant aux embrayages dits « à boudin », on peut les rendre très progressifs, seulement le tout est de bien appliquer la formule. Les embrayages que M. Gaillardet avait en vue ont 20 ou 25 spires. Alors, à raison de la formule :

$$q = p \times \varphi \ (0)$$

si vous avez un grand nombre de spires, vous avez des à-coups terribles.

Il faut donc arriver à avoir des contacts convenables pour obtenir l'embrayage progressif ; j'en connais en Angleterre et en Amérique, qui sont très bons et très doux.

M. ARMENGAUD. — Voulez-vous me permettre de vous signaler un essai tenté dernièrement par M. Cerelle; il a imaginé un mécanisme qui permet d'obtenir un changement de vitesse progressif en partant de 0 jusqu'à vitesse très grande; son système repose sur la combinaison de plusieurs différentiels.

Tout à l'heure j'entendais dire que cet appareil avait été exécuté par M. Cohendet, mais il est certain que plusieurs des personnes ici présentes ont dû assister à des essais faits avec l'appareil Cerelle; je crois qu'un appareil de ce genre a été exécuté par M. Sauter. Je n'ai pu m'en rendre compte moi-même, mais ce système est réellement très ingénieux, car il permettrait, comme je le disais il y a un instant, par une combinaison de différentiels, de passer insensiblement d'une vitesse très faible, presque nulle, à une grande vitesse, au moyen d'une action de freinage sur l'une des poulies des différentiels.

M. JEANTAUD. — C'est une diminution de la vitesse, ce n'est pas un changement de vitesse.

M. BOLLÉE. — Ce système ne peut être que défectueux, parce qu'il y a un frottement qui absorbe une grande quantité de force du moteur sans aucun profit.

M. ARMENGAUD. — Certainement ; il faut bien payer l'avantage du changement de vitesse par un tribut.

M. JEANTAUD. — C'est une absorption de la force.

M. ARMENGAUD. — Mais qui permet de passer d'une vitesse faible à une vitesse beaucoup plus grande.

UN MEMBRE. — Oui, mais cela coûte cher !

M. BOLLÉE. — Autant serrer son frein ! *(Rires approbatifs.)*

M. ARMENGAUD. — Je demande la permission de répondre à M. Jeantaud : tout à l'heure, j'ai fait une erreur et j'ai confondu le système Cerelle avec un autre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qui a été imaginé par un député, ancien élève de l'Ecole polytechnique, dont le nom m'échappe. Dans le système de M. Cerelle, il n'y a pas d'absorption de force. Concevez en effet, un moteur ; il a une certaine énergie dont les deux facteurs sont : F × e. Or, on peut concevoir que, par un moyen quelconque, on arrive à faire varier les deux facteurs sans changer le produit, en sorte que l'on aura : F × e=F' × e'. Cette transformation se fait, dans l'appareil Cerelle, par l'introduction d'un appareil de changement de vitesse analogue à ceux des servo-moteurs. Imaginez, par exemple, celui que tous vous connaissez bien, deux plateaux perpendiculaires et le système du double cône; concevez que, dans cet ensemble de rouages qui est interposé entre l'effort moteur et l'effort résistant, vous puissiez, à un moment donné, changer, pour ainsi dire virtuellement, les diamètres des rouages intermédiaires; vous aurez changé les facteurs sans changer le produit et vous arriverez au même travail avec une force qui sera par exemple, trois ou quatre fois plus grande si vous voulez franchir une rampe, et une vitesse beaucoup moindre.

Mais la grosse difficulté est celle-ci : est-il possible, étant donné les rouages intermédiaires, de venir modifier les rapports des engrenages à l'aide de l'organe que vous connaissez, du double plateau ou du double cône ? Est-il possible de faire ce changement par une action extérieure, sans absorber une grande quantité de travail. Cette question a été étudiée par mon ami Krebs; je l'ai étudiée moi-même et j'avoue que nous ne sommes pas arrivés aux mêmes résultats : c'est pourquoi je demandais si, dans l'assistance, il y avait des personnes qui aient pu contrôler et examiner les expériences faites avec l'appareil Cerelle.

Remarquez, Messieurs, que ce problème est très intéressant pour l'automobilisme, et je dis, contrairement à ce que disait M. Jeantaud, qu'il est possible mathématiquement.

C'est comme en électricité ; en automobilisme, vous disposez d'un certain travail moteur dont vous pouvez modifier les deux facteurs, grâce à un mécanisme différentiel quelconque, et obtenir l'effort et la vitesse que vous voulez pour la résistance à vaincre.

M. JEANTAUD. — Mais, cela est certain; avec ce dispositif, si vous le réalisez, vous pouvez y arriver !

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Mais, avec un freinage, cela semble impossible

M. ARMENGAUD. — Non, il n'y a pas de freinage ; j'avais fait une confusion.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — C'est elle qui a amené cette conclusion si nette.

M. ARMENGAUD. — Je me souviens maintenant que c'était l'appareil de M. le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

baron Xavier Reille, mais je crois que, s'il était ici, il défendrait avec énergie son système par le freinage et qu'il arriverait à vous démontrer que le freinage peut modifier la vitesse et que la résistance n'absorberait pas toute la quantité de force que vous croyez. Le problème consiste toujours à faire en sorte que cet ensemble de rouages intermédiaires entre la puissance motrice et la résistance soit modifié.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Je suis convaincu, comme M. Armengaud, qu'il y a toutes sortes de moyens de changer les rapports; en définitive, c'est un changement de multiplication qui, à mon avis, ne nécessite pas une absorption d'énergie : le produit reste constant. Ce que nous voulons avoir, ce sont des dispositifs qui procurent ce résultat, et nous n'en avons malheureusement pas.

M. ARMENGAUD. — Je regrette que cet appareil ne soit pas encore exécuté : c'est un de mes camarades et M. Fougeira... ah ! j'apprends qu'il n'est pas encore terminé.

J'ai donné un dessin exact d'un devis à M. Cerelle, il y a sept ou huit mois, en lui demandant une application pratique, mais je n'ai pas encore reçu de réponse. Du reste, il y a 24 engrenages côniques... *(Sourires.)*

M. BRANCHER. — J'ai employé avec avantage pour les papeteries, concurremment avec des constructeurs américains, un changement de vitesse qui est applicable, je crois, aux automobiles. Il consiste à faire mouvoir un bouton de manivelle que l'on peut amener au centre et à l'extrémité du plateau ; là, il n'y a pas d'absorption de force.

On obtient le mouvement au moyen d'un mouvement de ciseaux qui actionne un encliquetage — mais je n'ai pu avoir de renseignements sur la courbe qu'il faut donner à ces encliquetages — je parle des encliquetages à galets. — Néanmoins, on arrive à avoir la courbe nécessaire pour qu'ils se prennent et se déprennent bien. J'ai, à l'Exposition, un appareil de ce genre, et l'on m'a dit qu'il pouvait avoir de l'intérêt pour les automobiles.

M. JEANTAUD. — M. Brancher vient de parler, je crois, de levier, de bouton de manivelle : M. Crouan, qui vient d'entrer, pourrait vous donner des renseignements à ce sujet, car il a exécuté chez moi une transmission de cette sorte.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Crouan.

M. CROUAN. — Messieurs, les renseignements que je pourrai vous donner sont incomplets. Nous avions établi en 1894 chez M. Jeantaud, une commande composée d'un plateau sur lequel se promenait un bouton de manivelle actionnant un levier et l'extrémité de ce levier actionnant un double cliquet de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

façon à ce que l'un fût toujours en prise et menât en avant le rochet sur lequel il avait été monté.

Cet essai n'a jamais été mis en pratique.

M. JEANTAUD. — Quelque temps après, j'ai vu, à l'exposition du cycle, une voiture construite sur ce principe.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Il y en avait eu une comme cela en 1895, avant la course de Paris-Bordeaux.

UN MEMBRE. — A la galerie Rapp.

M. JEANTAUD. — Vous avez raison : c'était une année avant.

M. BRANCHER. — Il y a six ans que nous faisons cela pour des papeteries. Du reste, les Américains ont pris un brevet avec moi. Le tout, c'est de trouver l'encliquetage convenable : c'est là le point capital.

M. JEANTAUD. — Je crois que tous les systèmes ont été essayés pour l'automobile ; le plateau, les deux cônes renversés conviennent très bien pour de grandes vitesses et de petits efforts.

M. BRANCHER. — Nous faisons 60 chevaux pour les papeteries.

M. JEANTAUD. — Oui, mais à quelle vitesse !

M. BOLLÉE. — Dans cet ordre d'idées, j'ai construit, il y a un certain nombre d'années, un moteur à course variable ; le moyen employé était assez singulier, et je dois dire qu'il n'a jamais donné de résultats pratiques. *(Rires.)* Figurez-vous un plateau portant un bouton de manivelle qui ne change jamais de place et la bielle est attachée au moyen d'un joint sphérique au bouton de manivelle. Figurez-vous ce plateau tournant verticalement et le cylindre perpendiculaire au plateau. Si l'on fait tourner le plateau, le cylindre ne marche pas, la bielle se promène. Si vous renversez le plateau, le piston marche. Il n'y a là ni encliquetage ni engrenage. Si j'avais poursuivi cette idée, peut-être aurais-je fait quelque chose de pratique.

M. BRANCHER. — Cela a été poursuivi en Allemagne.

M. LE PRÉSIDENT. — Je voudrais demander à M. Klose de nous expliquer le changement de vitesse de 0 à 18 employé dans les voitures de poste allemandes. Nous aurions voulu le faire avec le jury, mais le temps nous a manqué pour examiner le détail de chaque mécanisme.

M. KLOSE. — Ce n'est pas, Messieurs, une transmission, mais un moteur à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vitesse variable. Un de ces Messieurs, un Suédois, m'a expliqué un jour un changement de vitesse de 0 jusqu'à 100 et, s'il voulait prendre la parole, je crois que M. Oxendorf pourrait donner de très utiles indications au Congrès.

M. OXENDORF. — Je ne puis donner d'explications à ce sujet maintenant, parce que ce n'est pas tout à fait fini encore.

UN MEMBRE. — Les brevets ne sont même pas pris.

M. BOLLÉE. — Parmi les embrayages de transmission, il a été question et il est exposé au Champ-de-Mars, un système à pression, sans la main du mécanicien, c'est-à-dire sans levier, sans ressort.

Vous me permettrez d'ajouter que j'ai relevé, dans un brevet d'invention du 11 décembre 1875, que j'ai pris comme addition à mon brevet de 1873, ce qui suit :

Brevet (28 avril 1873) n° 99574

Extrait de l'addition, 11 décembre 1875

« Partie concernant les embrayages :

« Comme perfectionnement, j'emploie pour obtenir au besoin la fonction « sans difficultés pour le conducteur, des cylindres placés sur l'arbre de com- « mande et dans lesquels se meuvent des pistons, et dont les pistons sont « fixés sur l'arbre et les cylindres mobiles.

« En introduisant l'eau ou la vapeur sons la pression de la chaudière sur « l'une des faces des pistons, la partie mobile se déplace et produit l'em- « brayage, soit par la friction de deux parties en contact pour les petites forces, « soit par embrayage denté pour les grandes forces.

« Le volume dépensé, eau ou vapeur, est très peu considérable. »

Je crois qu'il y a là la base des systèmes employés en ce moment-ci, c'est-à-dire que l'on envoie une pression quelconque sur la face du piston qui entraîne les deux parties en contact et les force à s'entraîner l'une l'autre.

M. LE PRÉSIDENT. — Personne ne demande plus la parole sur cette question ?

La parole est à M. Létang.

M. LÉTANG. — Messieurs, j'ai imaginé un embrayage d'un genre un peu différent de ceux dont il a été question jusqu'ici : il est obtenu par le frottement d'une surface liquide contre une surface solide. Au reste, voici la communication que j'ai adressée au comité à ce sujet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'orateur donne lecture de sa note :

NOTE DE M. LÉTANG

SUR

l'Embrayage hydraulique

« Le principe de cet appareil repose sur l'utilisation des réactions exercées sur les parois d'un corps de pompe lorsque l'on fait varier la section de l'orifice d'écoulement du liquide qu'il contient.

« L'appareil tel qu'il est construit se compose d'une pompe aspirante et foulante du type dit rotatif à pignons dont l'orifice d'écoulement est relié à l'orifice d'introduction par un canal venu de fonte sur le trajet duquel est interposée une soupape permettant à volonté de restreindre ou d'arrêter complètement la circulation du liquide.

« L'un des pignons de la pompe est claveté directement sur l'arbre moteur et l'ensemble de l'appareil peut tourner librement autour de cet axe. Le volant destiné à recevoir la force transmise est monté sur le corps de pompe lui-même.

« Sur le prolongement de l'arbre moteur est monté un cône que l'on peut faire coulisser sur lui-même au moyen d'une poignée à main.

« Les déplacements de ce cône amènent, par l'intermédiaire de renvois convenablement disposés, l'ouverture ou la fermeture de la soupape placée sur le canal d'intercommunication.

« Le fonctionnement de l'appareil a lieu de la façon suivante :

Je résume ainsi : si dans un corps de pompe ordinaire, on relie l'admission et l'échappement par un tube et un robinet, si le robinet est ouvert, il est facile de faire mouvoir le piston, s'il est fermé, il est impossible de déplacer le piston sans déplacer aussi le corps de pompe. Si le robinet est partiellement ouvert, on peut déplacer le corps de pompe et le piston avec une vitesse ralentie; il y a échauffement du robinet, d'après la loi de Joule, mais enfin, il y a entraînement progressif.

Je reviens à ma communication :

« Lorsque, par suite de la position où l'on place le cône, la soupape est ouverte, le liquide, qui en l'espèce est de l'huile à cylindre, circule librement et n'exerce sur les parois du corps de pompe qu'une pression pratiquement nulle. L'appareil reste alors immobile, il y a débrayage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Si, au contraire, la soupape est amenée dans la position de fermeture, le « liquide interposé entre les dents des pignons ne pouvant s'échapper, lie rigide- « ment en quelque sorte toutes les parties de l'appareil et il y a embrayage total.

« Mais si la soupape est amenée à occuper une position intermédiaire une « portion du liquide peut s'écouler et la poulie de renvoi prend alors une vitesse « angulaire plus faible que celle de l'arbre moteur.

« Il est donc aisé, avec cet appareil, d'obtenir un démarrage très doux et « sans à-coups possibles et réalisant une série continue de vitesses croissantes « par la manœuvre d'un seul levier.

« Tous les organes sont d'une grande simplicité et d'une grande robustesse ; « ils sont constamment baignés dans l'huile et ne peuvent dans ces conditions « s'user sensiblement.

« Le rendement de ce changement de vitesse est de 100 % lorsque l'embrayage « est complet il se maintient encore à 72 % pour une réduction de moitié de la « vitesse angulaire de la poulie réceptrice par rapport à celle de l'arbre moteur.

« En raison de son faible volume et de son poids réduit (18 kg pour une trans- « mission de 6 chevaux à 1.000 tours) l'application aux automobiles de ce système « de changement de vitesse était tout indiqué. Cette adaptation a été faite et a « permis de constater que le rendement pratique de l'appareil était équivalent « à celui des autres systèmes à courroies ou à engrenages mais qu'au point de « vue de la douceur du démarrage, de la simplicité de la commande et du prix « d'établissement, il leur est notablement supérieur. »

On a insisté beaucoup sur ce fait que, quand l'embrayage était partiel, il y avait perte d'énergie considérable. Il ne faut pas cependant s'en effrayer. Dans une voiture ordinaire, on a des changements par courroies ou par engrenages ; mais on peut passer de 10 à 20 puis à 30 : si vous êtes dans une rampe qui vous permet d'aller à 25, vous ne pouvez pas aller à 30 et vous êtes forcé d'aller à 20, parce que vous n'avez pas une série continue de vitesses. Pratiquement, il n'existe pas de bon appareil pour les efforts un peu grands. Sur certaines voitures, il y a jusqu'à 300 kgs d'engrenages.

Par conséquent, un embrayage par glissement a une perte d'énergie par échauffement, mais il est bien plus simple qu'un embrayage ordinaire. En somme, à la fin de la route, je crois que deux voitures munies, l'une d'un embrayage ordinaire, l'autre d'un embrayage hydraulique, arriveront ensemble.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Je crois que l'appareil de M. Létang est très intéressant, mais je n'y vois, à vrai dire, qu'un embrayage très graduel et non pas un changement de vitesse. Nous avons des embrayages graduels de toutes sortes. Même avec le cône: quand il est bien appliqué, quand il est pris entre deux res-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sorts, par exemple, on arrive à avoir ainsi un entraînement très graduel; la courroie donne également un entraînement très graduel, soit que vous employiez un tendeur, soit que vous vous serviez d'une poulie fixe ou d'une poulie folle.

Mais cela remplace-t-il un changement de vitesse ? Quant à moi, je ne le crois pas.

M. LÉTANG. — Je crois que vous n'avez pas très bien saisi ce que j'ai voulu dire. Pratiquement, il est impossible, selon moi, de faire patiner une courroie pendant toute la durée d'une côte, tandis qu'un liquide pourra frotter indéfiniment contre les parois de la pompe.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Pas sans l'échauffer.

M. LÉTANG. — J'ai dit tout à l'heure que la loi de Joule était applicable, mais ce frottement se produit dans un appareil qui tourne à grande vitesse, comme un ventilateur, et qui se refroidit et je puis vous certifier que nous irons de Paris à Versailles avec un échauffement ne dépassant pas 20°.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Mais vous ne répondez pas à l'objection suivante : l'excès de puissance de votre moteur se trouve ainsi dissipé sans avarie pour le mécanisme, d'accord, mais n'empêche que cette puissance est dissipée. Vous disiez tout à l'heure qu'avec des engrenages donnant 10, 20, 30, vous monteriez une côte à 20 à l'heure seulement ; d'abord, je ferai remarquer que la plupart des moteurs à explosion ont une vitesse assez variable et qu'avec certains types que je connais, l'effort moteur de chaque explosion est à peu près constant entre 850 et 1.100 tours à la minute. Cela veut dire que vous n'avez qu'à accélérer un peu votre moteur à ce moment-là et qu'alors, au lieu d'aller à 20 à l'heure, vous monterez à 25 ou à 26 : votre moteur, comme on dit, s'emballe et, s'il ne s'emballe pas, c'est parce que le régulateur l'arrête, tandis que si vous avez un régulateur qui permette au moteur de s'emballer un peu, au lieu de monter à 20, vous monterez, je le répète, à 25. C'est ce qu'on appelle « l'accélérateur » sur les voitures à pétrole. J'ajoute que votre moteur sera pleinement utilisé et que vous n'aurez pas de perte d'énergie dans votre transmission.

M. LÉTANG. — A combien estimez-vous la perte par engrenages.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Mais vous ne supprimez pas grand'chose comme engrenages en réalité, car, en mettant votre appareil à la suite du moteur, vous serez néanmoins obligé d'avoir des engrenages pour arriver aux roues ; donc, vous ne supprimerez qu'un train d'engrenages, or avec des engrenages bien taillés tournant dans l'huile, je crois que la perte ne dépasse pas 5 %.

M. LÉTANG. — Et le poids des engrenages ?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Je ne crois pas le moins du monde qu'il atteigne 100 kilogr. même pour une voiture d'une douzaine de chevaux.

UN MEMBRE. — Il atteint 40 ou 50 kilogr. seulement.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Je crois que c'est là tout ce que vous supprimerez, car vous ne supprimerez pas les chaînes qui relient les roues au châssis ; si le moteur a un arbre longitudinal, vous ne supprimerez pas les pignons d'angle et si le moteur est à l'avant, il faudra toujours un système de transmission pour aller jusqu'aux roues. Vous ne supprimez, en somme, que le changement de vitesse proprement dit et je crois être dans la vérité en évaluant le poids de ce changement de vitesse à 40 kilogr. seulement.

M. LÉTANG. — Vous parliez de l'élasticité des moteurs à pétrole ; il est certain qu'ils peuvent varier, mais le rendement du moteur baisse lorsque vous l'accélérez, si donc vous évitez de perdre de l'énergie par échauffement de l'embrayage, c'est pour en perdre dans le moteur qui ne travaille plus au maximum de rendement. Il faut tenir compte de cette perte.

L'embrayage hydraulique fait volant lui-même et vous pouvez enlever sur vos volants ce que vous ajoutez sur l'embrayage hydraulique.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Dans l'embrayage cône le volant lui-même sert de cuvette et la partie qui rentre dedans est souvent une pièce en aluminium dont le poids est insignifiant.

M. LÉTANG. — Ce que j'ai voudu dire, c'est qu'un embrayage ordinaire, quand il frotte, s'échauffe et se détériore tandis que seuls, les embrayages hydrauliques, s'ils s'échauffent, présentent l'avantage de ne pas s'user par le frottement.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Cela est bien certain.

M. BOLLÉE. — Vous pourriez, je crois, dans cet ordre d'idées, remplacer le différentiel à engrenages actuellement employé, par un différentiel hydraulique.

UN MEMBRE. — Il pèserait bien lourd.

M. BOLLÉE. — Je ne le pense pas.

M. LÉTANG. — Je vous remercie de vos conseils.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Crouan.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT DE M. CROUAN

SUR

la Transmission pneumatique

Les transmissions des voitures automobiles ou organes destinés à transmettre aux roues du véhicule le travail du moteur peuvent se diviser en deux classes :

Les transmissions par courroies ;

Les transmissions par engrenages.

Dans les unes comme dans les autres, les variations de vitesses s'obtiennent en mettant en prise au moment voulu, soit le jeu de poulies, soit le couple d'engrenages correspondant à la vitesse à réaliser.

Cette mise en prise assez facile dans les voitures à courroies est plus délicate dans les voitures à engrenages.

Dans les premières, à cause du glissement possible, la mise en prise est moins brutale et on ne risque pas de produire de rupture. Par contre le système est plus volumineux, plus encombrant, moins sûr comme prise et expose à un certain nombre de mécomptes de route.

Dans les secondes, la mise en prise est bien assurée, mais elle est brutale ; elle demande une certaine habileté de mains du conducteur ; de plus elle exige que le moteur soit bien complètement débrayé au moment où l'on met en prise le nouveau couple d'engrenages et que le réembrayage ne soit fait qu'après cette mise en prise complète et cela sous peine, d'abord, de manquer complètement la manœuvre et ensuite de détériorer plus ou moins gravement le jeu d'engrenages, parfois même de le mettre hors de service.

C'est cependant cette dernière combinaison qui est généralement préférée à cause de la sûreté de son fonctionnement entre les mains de qui sait bien s'en servir.

Il était intéressant de rechercher s'il n'était pas possible de combiner un mécanisme au besoin un peu plus complexe, mais en tout cas manœuvrable par n'importe qui et réunissant à la fois les avantages et la sûreté de prise du mécanisme à engrenages avec la douceur et l'impossibilité de rupture du mécanisme à courroie.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce résultat serait certainement obtenu en :

1° Laissant constamment en prise les couples d'engrenages correspondant aux diverses vitesses, et dont l'une des roues dentées est folle ;

2° Calant par l'intermédiaire d'une friction la roue folle du couple correspondant à la vitesse que l'on désire.

C'est ce mécanisme que je viens, sinon dans tous ses détails, au moins dans son principe et dans son ensemble, exposer ici.

Nous supposerons quatre vitesses possibles de la transmission, ce qui est le cas ordinaire. Sur deux arbres opposés sont disposées quatre roues dentées engrenant avec quatre pignons établis dans les rapports voulus pour les quatre vitesses. Chaque arbre porte deux roues et deux pignons. Les deux pignons sont calés sur l'arbre, tandis que les deux roues sont folles. Chaque roue folle est placée entre un plateau fixe calé sur l'arbre et un disque mobile pouvant se déplacer longitudinalement, mais ne pouvant tourner.

L'autre face de ce disque est appuyée contre un cuir embouti circulaire, logé dans l'épaisseur d'un second plateau fixe sur l'arbre.

Si par le centre de l'arbre on envoie une pression de gaz comprimés derrière le cuir embouti, ce dernier tend à sortir de son logement et à pousser devant lui le disque mobile longitudinalement qui vient presser contre le premier plateau, fixe la roue folle d'autant plus énergiquement que la pression du gaz envoyé est plus considérable. Si celle-ci est suffisante la roue est pour ainsi dire instantanément calée.

Le déplacement nécessaire des plateaux et du cuir n'atteint pas 1/2 millimètre.

Répétons cette disposition quatre fois pour les quatre roues folles et le résultat est acquis. Suivant que nous ferons arriver la pression derrière l'un ou autre des cuirs emboutis, la vitesse correspondante se trouvera en prise sans secousses et sans chocs.

Le gaz arrive par le centre de l'arbre et un petit cuir embouti empêche les déperditions entre le tuyau d'amenée et les parois du trou de l'arbre où il est engagé.

Il y a autant de tuyaux d'amenée que de vitesses, chacun aboutissant par son autre extrémité à un robinet à six voies, les deux voies supplémentaires de ce robinet communiquant constamment l'une avec l'air libre, l'autre avec le gaz sous pression.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce robinet est disposé de telle façon que l'orifice amenant le gaz sous pression étant mis en communication avec une quelconque des vitesses, les voies des trois autres vitesses se trouvent par ce seul fait en communication avec l'air libre.

Le débrayage d'une vitesse quelconque est donc automatiquement produit, quand on veut en embrayer une autre, par la seule manœuvre de ce robinet amené au repère correspondant à la nouvelle vitesse que l'on désire.

Le gaz sous pression est automatiquement fourni de la façon suivante :

Sur la chambre d'explosion d'un des cylindres du moteur se trouve une petite boîte à clapets prolongée par un tuyau de faible diamètre en communication avec un petit récipient métallique.

A la mise en route du moteur, une petite partie des gaz passera à chaque explosion dans ce récipient tant que la pression intérieure de ce récipient n'aura pas atteint la pression d'explosion dans le cylindre. Cela demande une à deux secondes. A ce moment le cylindre ne donnera plus rien.

Si nous relions ce récipient avec le robinet à plusieurs voies dont nous avons parlé ci-dessus, nous ferons par la manœuvre de ce robinet embrayer par la pression du gaz la vitesse avec laquelle nous mettrons le récipient en communication.

Or, comme cette pression peut atteindre quinze kilos par centimètre carré, on voit de quelle puissance extrême d'embrayage on dispose.

Cela permet de faire tourner dans l'huile tout le mécanisme et de n'avoir jamais à craindre aucun grippage au moment des embrayages.

Lorsque la pression du récipient vient à baisser soit par suite de l'emprunt de gaz qui lui a été faite pour embrayer une vitesse, soit même par une fuite toujours possible, le moteur remonte immédiatement cette pression en fournissant automatiquement le supplément de gaz nécessaire jusqu'à ce que la pression au récipient soit égale à celle d'explosion.

On n'a donc jamais à s'occuper de ce point

En résumé, les avantages de ce système sont les suivants :

Embrayage sans chocs et très doux, quelque rapide qu'il soit, d'une vitesse quelconque ;

Impossibilité de mettre en prise en même temps deux vitesses différentes ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Impossibilité de rupture de dents d'engrenages, ou de détérioration du mécanisme;

Facilité extrême de manœuvre pour le conducteur qui ne peut plus se tromper;

Conservation parfaite des organes qui tournent dans l'huile et qui sont admirablement lubrifiés au moment de l'action de la friction;

Sûreté absolue de l'embrayage, l'entraînement étant produit par une pression dont l'intensité d'action peut atteindre plusieurs milliers de kilos, si on le désire.

Vous pourrez voir à l'Exposition, Messieurs, un appareil de démonstration — c'est d'ailleurs le mécanisme réel — sur lequel, au moyen d'une pompe à air, on peut faire des embrayages et des débrayages absolument instantanés. Au plus léger coup de pompe, la roue qui était folle se trouve immédiatement calée ; en tournant en sens inverse, la roue est rendue libre. Le déplacement est de 4 millimètres seulement. L'appareil qui est exposé est identique à celui que l'on place réellement dans la voiture.

M. Bollée. — J'ai fait un appareil de ce genre.

M. Crouan. — Je n'ai pas dit que je n'aie pas eu de prédécesseur.

M. Bollée. — Je l'avais monté sur une machine de 100 chevaux et j'en ai été très satisfait.

M. Crouan. — Je suis très satisfait également du système dont je viens de vous parler, car j'ai déjà fait plus de 30.00 kilomètres avec cette voiture et je n'ai absolument rien eu à toucher.

Cet embrayage est très rapide, il n'est pas instantané ; l'appareil tourne dans l'huile tant que l'huile n'est pas expulsée par la pression, il y a glissement et c'est seulement quand l'huile est expulsée que l'embrayage est complet.

Il y a d'abord pression ; quand l'huile est complètement expulsée, l'embrayage est terminé.

Je suis d'ailleurs à la disposition des membres pour leur montrer le fonctionnement de l'appareil.

Un membre. — Je demanderai à M. Crouan si le cuir se détériore rapidement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. CROUAN. — Du tout ; il ne fait que se gonfler. Il est logé dans un petit cylindre très plat et se gonfle légèrement, mais il ne frotte pas, en sorte que la détérioration est nulle. J'ai fait avec la voiture dont je vous parlais le voyage de Paris à Berlin et retour ; en revenant j'ai voulu voir ce que cela avait produit et j'ai tout démonté : or, j'ai tout trouvé absolument intact.

LE MÊME MEMBRE. — Le modèle que vous avez exposé tourne un peu trop vite.

M. CROUAN. — Je ne puis pas le faire tourner dans l'huile.

UN AUTRE MEMBRE. — Il n'y a pas de chocs ?

M. CROUAN. — Non, Monsieur, d'autant plus que l'on peut régler la pression à volonté et il n'est pas nécessaire d'utiliser toute la pression de 15 kilogrammes.

M. LOHNER. — J'ai l'intention de l'utiliser pour d'autres machines en Allemagne et ces explications m'intéressent vivement.

M. CROUAN. — Je puis, Messieurs, vous signaler en outre un point intéressant qui n'est pas touché dans la note imprimée que je viens de lire et que vous avez sous les yeux.

La machine est réglée de façon à donner une pression proportionnelle à l'effort qu'on lui demande, il en résulte que, lorsqu'on fait tourner le moteur à blanc, la quantité de gaz qu'il prend donne une explosion de 3 kg. 5 ; la pression qui entre dans l'appareil n'est donc que de 3 kilogr. environ ; dès que l'on embraye, le moteur prend plus de gaz, l'explosion est plus forte et aussitôt le manomètre augmente ; si l'on augmente la vitesse, l'aiguille monte à 5 ; si vous gravissez une côte, elle monte jusqu'à 12 ou 15 et si vous redescendez, l'aiguille redescend. Il est donc possible de suivre sur le manomètre la résistance même de la route que l'on parcourt.

C'est une application assez originale de cet appareil et, dans certains cas, elle peut être, je crois, intéressante.

(Vifs applaudissements.)

M. LE PRÉSIDENT. — Je vous remercie de cette intéressante communication.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Barisien, secrétaire, pour la lecture du rapport de M. Bourlet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT DE M. CARLO BOURLET

SUR

les Directions et les Roues directrices et motrices

INTRODUCTION

On emploie actuellement, pour les voitures automobiles, deux modes de direction : la direction *à cheville ouvrière,* et la direction *à deux pivots* dite aussi direction *par essieu brisé.*

Dans le premier dispositif, les deux roues directrices sont placées aux extrémités d'un essieu rigide sur lequel est fixée une couronne. La caisse de la voiture porte une seconde couronne qui glisse, à frottement lisse, sur la première et une cheville ouvrière placée au centre commun des deux couronnes assure la liaison du châssis et de l'avant-train directeur, tout en permettant les déplacements relatifs du second par rapport au premier.

Cette direction présente, pour les voitures automobiles, de multiples inconvénients.

En premier lieu, le moment du couple de résistance qu'elle offre à la rotation est assez considérable; ce qui nécessite une commande démultipliée qui rend l'action du conducteur assez lente.

En second lieu, il est difficile d'empêcher les déplacements relatifs des deux couronnes.

Enfin, et c'est peut-être là l'inconvénient le plus grave, elle rend la voiture assez instable dans les virages courts, par suite de la déformation du quadrilatère formé par les quatre points d'appui des roues.

Pour ces diverses raisons, on a presque complètement abandonné cette direction dans les véhicules automobiles pour lui substituer la direction à deux pivots, adaptée pour la première fois, à une voiture automobile, par M. Jeantaud, en 1878.

Nous ne nous occuperons donc plus, dans ce qui va suivre, que de la direction par essieu brisé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Elle se compose de deux parties nettement distinctes que nous examinerons séparément.

1° **Le mécanisme de liaison des deux roues**, grâce auquel les deux roues sont rendues solidaires l'une de l'autre, de telle sorte que leurs angles de rotation soient liés par une relation que nous donnerons plus loin ;

2° **Le mécanisme de commande**, par l'intermédiaire duquel le conducteur de la voiture agit sur le mécanisme précédent et fait tourner les roues directrices.

La direction à deux pivots comprend (*fig.* 1) un essieu fixe AB terminé pa deux pivots A et B. Les fusées AA' et BB' des deux roues directrices tournen autour de ces deux pivots et sont reliées par un mécanisme qui doit remp certaines conditions théoriques que nous allons d'abord exposer.

Lorsque la voiture effectue un virage, les points de contact des quatre roues avec le sol décrivent quatre cercles concentriques ou, plus généralement, quatre courbes dont les normales sont, à chaque instant, concourantes. Pour qu'aucune des roues ne *ripe*, c'est-à-dire pour que chaque roue roule effectivement sur la trajectoire de son point de contact, sans glissement latéral, il faut que chacune d'elles soit tangente, à chaque instant, à cette trajectoire. Ceci nécessite alors, que *la liaison entre les deux fusées directrices soit telle, que si on prend les droites d'intersection des plans des roues avec le plan du sol, les perpendiculaires à ces droites élevées aux points de contact, soient concourantes, dans toute position des roues directrices.*

I

MÉCANISME DE LIAISONS DES ROUES

Indications théoriques.

Lorsque les plans des roues directrices restent toujours *verticaux*, ceci peut s'exprimer autrement.

Soient CD (*fig.* 1) l'essieu d'arrière, AB l'essieu d'avant, AA' et BB' les fusées des roues directrices qui pivotent autour de A et B, en restant verticales. Pour qu'aucune des roues ne ripe, *il faut que la liaison entre les fusées* AA' *et* BB' *soit telle que, dans toute position du système, les trois lignes de fusées* CD, AA' *et* BB' *soient concourantes.*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il est clair que le point O de concours sera variable sur CD.

Si on désigne par φ et φ' les angles que font les fusées AA' et BB' avec AB, par α la distance AB et par β la distance des deux essieux, c'est-à-dire l'empattement, on doit avoir, entre les deux angles φ et φ', la relation :

$$\text{(1)} \qquad \cotg \varphi - \cotg \varphi' = \frac{\alpha}{\beta},$$

qui traduit analytiquement la condition précédente.

Cette relation est susceptible d'une transformation simple qui peut rendre beaucoup de services.

Imaginons que les deux fusées AA' et BB' soient munies de deux bras A*a* et B*b* de façon que A'A*a* et B'B*b* soient deux sortes de leviers coudés. Lorsque le point O (*fig.* 1) décrit la droite CD, le point d'intersection M de A*a* et B' décrit, en général, une conique ; mais il y a un cas particulier où ce lieu est une droite. Il est facile de voir, en effet, que *lorsque, dans la position normale* (*les quatre roues parallèles*), *le point* M *est le symétrique du milieu de* CD *par rapport à* AB, *le lieu géométrique de ce point est une droite parallèle à* AB, *symétrique de* CD *par rapport à* AB.

En somme, il résulte de ce qui précède que, lorsque les roues directrices restent verticales, le problème à résoudre consiste à imaginer un mécanisme de liaison entre deux droites pivotant autour de deux pivots A et B tel que le point d'intersection de ces deux droites décrive une droite fixe.

Les deux droites pivotantes sont soit les deux fusées elles-mêmes, soit les deux bras A*a* et B*b* reliés à ces deux fusées et choisis comme nous l'avons dit plus haut.

Nous insisterons, en passant, sur ce fait que les dernières conclusions ne s'appliquent strictement que dans l'hypothèse où les lignes des fusées mobiles passent exactement par les pivots et où les roues directrices restent verticales. S'il n'en est pas ainsi et si, comme l'ont proposé récemment MM. Marot-Gardon et C°, les roues directrices s'inclinent, le lieu du point d'intersection des lignes de fusées n'est plus une droite. Il faut alors recourir à la première forme générale de la condition et exécuter le mécanisme de liaison de façon que les perpendiculaires aux traces des places des quatre roues sur le sol soient toujours concourantes.

Liaisons par bielles.

Les liaisons les plus faciles à exécuter, les plus rustiques et les moins sujettes à prendre du jeu sont celles qui sont formées uniquement de tiges rigides articulées.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Théoriquement, il est possible d'imaginer une telle liaison qui remplisse exactement la condition énoncée plus haut, mais les solutions théoriques les plus simples connues jusqu'à ce jour comprennent un nombre si considérable de bielles (*dix-huit*) qu'elles sont pratiquement irréalisables.

On est donc amené à chercher, dans cette voie, des solutions approchées.

La première solution, celle de M. Jeantaud, dérivée de la liaison Lankeus-perger-Akerman, consiste à relier simplement (*fig.* 2) les deux bras A*a* et B*b*, faisant corps avec les fusées directrices AA' et BB', par une tige rigide *ab* articulée en *a* et *b*.

Parmi les diverses formes que peut affecter le quadrilatère articulé A*ab*B, il reste encore à choisir celle qui donne le résultat le meilleur.

M. Jeantaud avait autrefois proposé de tracer le quadrilatère de façon que les bras A*a* et B*b* (*fig.* 2) se coupent, dans la position de la marche en ligne droite, au milieu O de l'essieu d'arrière. La direction ainsi obtenue est suffisante jusqu'à un angle de braquage de 30° environ.

Théoriquement, si on recherche parmi tous les dispositifs quels sont ceux qui sont les meilleurs pour de *petits* angles de rotation, on parvient aux conclusions que voici :

Le quadrilatère articulé peut occuper deux positions. Être *intérieur* (*fig.* 3) ou *extérieur* (*fig.* 4). Dans les deux cas (*fig.* 3 et 4), *le quadrilatère doit être tel que, dans la position normale, la position* EF *de la droite* Aa *prolongée interceptée par les côtés du rectangle de châssis* ABGD *soit double du bras* Aa.

$$EF = 2 : Aa.$$

Les figures 3 et 4 montrent en outre comment doit se faire le tracé dans les deux cas.

Des deux dispositifs, le meilleur est celui du quadrilatère extérieur (*fig.* 4) dans lequel un choc R sur une roue directrice se traduit par une *traction* sur la tige *ab*.

Tous les deux ne sont pratiquement acceptables que pour des voitures longues et étroites, c'est-à-dire pour celles où le rapport de l'empattement à la largeur de voie est sensiblement plus grand que I.

La solution théorique précédente pour le quadrilatère est celle qui convient le mieux pour de petits angles de braquage. En pratique, on recherche fréquem-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment une solution qui, au contraire, est bonne pour les grands angles, sans trop se préoccuper des petits. Une étude analytique de cette question paraît difficile à entreprendre et est encore à faire. En pratique, il sera plus simple de faire une étude graphique pour chaque cas.

On peut cependant remarquer que la solution théorique précédente contient une indéterminée, la longueur A*a* du bras. Il est, alors, naturel de choisir cette longueur de façon que la direction, qui est bonne pour les petits angles, soit la meilleure possible pour les grands angles. Si on cherche, par exemple, à la choisir de façon que la direction soit rigoureusement exacte, pour le braquage à fond on est conduit à résoudre une équation du troisième degré qui, malheureusement, ne donne pas toujours des solutions pratiquement acceptables.

En somme, la liaison à quadrilatère simple est insuffisante, car elle ne peut être bonne que pour les petits angles de braquage ou pour les grands, mais pas pour les deux à la fois.

On est ainsi conduit, si l'on veut absolument n'employer que des bielles, à augmenter leur nombre pour améliorer la direction.

De nombreux essais ont été tentés dans cette voie, les uns franchement mauvais, d'autres acceptables. Nous ne pouvons les citer tous ici.

En premier lieu, il y a les liaisons à *double quadrilatère* obtenues en accouplant (*fig.* 5) deux quadrilatères A*a* E, I et B C F I, commandés par le secteur rigide EIF. De tous ces dispositifs, le meilleur est celui qu'on obtient (*fig.* 6) en construisant par la règle théorique donnée plus haut, par le quadrilatère simple, deux trapèzes extérieurs tels que

$$OH = OK = 2 : Aa,$$

et en les accouplant comme le montre la figure.

A côté du quadrilatère double et de tous les analogues et dérivés, il n'y a guère lieu de citer que les systèmes à *pentagone articulé.*

De ce type est la direction Lavenir, qui est, sans contredit, la direction à bielles qui approche le plus de la solution rigoureuse de la question. Dans ce système, les deux bras A*a* et B*b* (*fig.* 7) sont orientés de la façon indiquée plus haut, de telle sorte qu'il suffit que leur point d'intersection décrive la droite HH' symétrique de l'essieu d'arrière par rapport à l'essieu d'avant AB pour que la liaison soit parfaite. En *a* et *b* s'articulent deux bielles *a*P et *b*P, dont la longueur commune est égale à la moitié de AB et articulées elles-mêmes entre elles en P. Le point P est relié à un point fixe O du châssis par une manivelle

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de commande OP. Un choix convenable du rayon OP permet d'obtenir une direction qui est rigoureusement bonne jusqu'à un angle de braquage de 60° et qui ne donne qu'une faible erreur au delà. C'est dire que cette direction donne toute l'exactitude pratiquement désirable.

Liaisons à glissières et à cames.

Les mécanismes de liaison qui ne comprennent que des bielles, ne pouvant donner de solution théoriquement rigoureuse et exécutable, les constructeurs ont essayé de résoudre le problème par l'emploi de cames et de glissières.

Plusieurs solutions *absolument exactes* ont été trouvées dans cette voie.

La plus simple est la solution DAVIN-BOURLET. Dans ce système, les fusées directrices AA' et BB' portent deux bras A*a* et B*b*, forment glissières, orientés de façon que leur point d'intersection M décrive la droite HH' symétrique de l'essieu d'arrière par rapport à AB. Une tige T glissant dans deux manchons U et U' porte à ses deux extrémités des galets *g* et *a* qui roulent dans les glissières.

Dans ces conditions, quand on déplace la tige T, le point M décrit exactement la droite HH'.

Comme exemples de cames, nous citerons encore la direction Sydenham et Walkinson (*fig.* 9). Ici, les deux pivots A et B portent des pignons dentés engrenant avec deux tiges à crémaillère EF et DC maintenues par les colliers G à distance invariable de AB. Les extrémités D et E des tiges portent des galets roulant dans un cœur I qui les commande. Il est clair que la forme du cœur peut être déterminée de façon que la liaison soit parfaite.

Liaisons diverses.

En dehors des deux types généraux de mécanismes de liaison que nous venons d'examiner on pourrait citer de nombreuses liaisons en usage, ou abandonnées, ou simplement projetées, formées par des combinaisons de bielles, de glissières, de chaînes et de pignons dentés, des plus variées.

En ce qui concerne les liaisons à chaînes, très en faveur au début de l'automobilisme, on peut presque affirmer qu'elles ont disparu pour ne pas renaître. Toutes prennent très rapidement beaucoup de jeu et une direction qui a du jeu est non seulement mauvaise mais même dangereuse.

Les liaisons à engrenages sont bien délicates et un choc violent sur une roue directrice occasionne souvent la rupture ou l'ébréchage de dents, ce qui met la direction hors d'usage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Résumé.

Les recherches des inventeurs et constructeurs dans les perfectionnements à apporter au mécanisme de liaison devront donc être surtout dirigées vers l'étude de types ne comprenant que des bielles et des glissières, les seuls assez durables, assez rustiques et susceptibles de ne pas prendre trop de jeu.

Dans l'état actuel deux liaisons : le système Lavenir, à bielles, et le système Davis-Bourlet, à glissières, remplissent d'une façon aussi satisfaisante que possible la condition *théorique* fondamentale énoncée plus haut.

L'un et l'autre n'ont pas la simplicité et la rusticité du quadrilatère Akerman qui est moins précis.

La liaison idéale serait celle qui à l'exactitude des premières joindrait la simplicité de la deuxième; mais nos études théoriques personnelles nous portent beaucoup à penser que, malheureusement, cet idéal n'est pas réalisable.

Pivots.

Dans tout ce qui précède nous ne nous sommes aucunement préoccupés des détails d'exécution des divers mécanismes.

En fait, un seul détail a quelque importance, c'est celui des *pivots*.

L'ensemble formé par une roue et sa fusée, dans une direction par essieu brisé, est soumis à deux forces; la portion du poids de la voiture portée par le pivot et la réaction du sol sur la roue au point du contact. Ces deux forces donnent naissance à un couple dont le bras de levier est la distance du pivot au centre de la roue et ce couple tend à tordre le pivot d'autant plus énergiquement que son bras de levier est plus long.

L'exécution du pivot demande donc un soin tout spécial pour qu'il soit capable de résister à cette torsion.

Actuellement on emploie trois sortes de pivots : à *fourche*, à *cheville verticale* et à *cheville renversée*.

Les *pivots à fourche* se font de deux manières.

Dans un premier type (*fig.* 10), c'est l'essieu E qui porte la fourche GC entre les mâchoires de laquelle tourne une douille H venue de forge avec la fusée F. Un axe traverse à la fois la douille et la fourche.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le second type (*fig.* 11), c'est, au contraire, la fusée F qui porte la fourche C et la douille H fait corps avec l'essieu.

Récemment, d'ingénieuses modifications de ces types, malheureusement un peu compliquées, ayant pour but de placer l'axe du pivot au centre de la roue, ont été construites. Tels sont les pivots Riker, Southey, etc.

Dans le *Pivot à cheville verticale* (*fig.* 12), la fusée F est venue de forge avec la cheville verticale C. D'autre part, l'essieu E est terminé par une douille D qui vient emboîter la cheville C. A sa partie supérieure cette douille porte un petit axe A qui s'engage dans un logement pratiqué au haut de la cheville, en laissant au dessous un espace vide V. Le pivotement se fait sur un roulement à billes R. En cas de rupture des billes, on place dans l'espace V un grain d'acier sur lequel se fera le pivotement.

Le même pivot se fait aussi sans billes et, à vrai dire, pas plus dans ce pivot que dans le suivant, les billes ne sont indispensables.

Le *pivot à cheville renversée* est l'inverse du précédent. La cheville C, dirigée vers le bas, fait corps avec l'essieu E (*fig.* 13). La douille D est reliée à la fusée F et porte l'essieu par un grain C sur lequel pivote la cheville. Parfois, l'essieu repose encore supérieurement sur la douille par un roulement à billes.

Ce pivot présente surtout l'avantage de conserver admirablement l'huile qui ne peut s'écouler de la douille comme dans le précédent.

Les pivots à fourche ordinaires ont été surtout employés dans les voiturettes; mais aussi, plus récemment, dans les véhicules de poids lourd. Les autres, et particulièrement le pivot à cheville verticale, ont été adoptés pour les voitures automobiles de course et de tourisme.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

II

MÉCANISMES DE COMMANDE

Indications générales.

La commande d'une direction doit se faire au moyen d'un mécanisme qui doit, *avant tout,* remplir les deux conditions suivantes :

1° Comme la manette ou le volant que le conducteur tient à la main est fixé à la caisse de la voiture et que cette caisse est séparée du train directeur par des ressorts, le système de commande doit avoir une certaine élasticité ou déformabilité pour se prêter aux déplacements relatifs de la caisse et de l'essieu directeur ;

2° Pour que la direction soit sûre et ne présente aucun flottement, ce mécanisme doit avoir le moins de jeu possible.

Ces deux conditions sont, en quelque sorte, contradictoires ; ce qui est la source de sérieuses difficultés.

D'autre part, et spécialement pour les voitures de course, on demande souvent à la commande deux qualités qui sont la *progressivité* et l'*irréversibilité.*

Lorsqu'une voiture marche en ligne droite à grande vitesse, la moindre erreur de direction peut être fatale ; il est donc nécessaire qu'un léger déplacement de la main du conducteur n'ait pas d'influence sensible sur la direction. Ceci peut s'obtenir en construisant une commande très démultipliée ; mais, alors, l'action du conducteur est lente et il lui faut plusieurs tours de volant pour braquer les roues à fond. Les commandes *progressives* ont pour but de concilier ces deux choses : la rapidité d'action avec la sécurité. Elles sont munies d'une multiplication croissante avec l'angle de braquage, de telle sorte qu'en ligne droite elles se comportent comme une commande très démultipliée et que cependant un petit déplacement de la main suffit pour faire le plus petit virage.

L'*irréversibilité* de la commande est destinée, à la fois, à augmenter la sécurité et à permettre au conducteur de lâcher la manette de direction sans risquer de rouler dans le fossé voisin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans une commande ordinaire, tout choc sur l'une des roues directrices fait tourner les roues et modifie la direction si le conducteur ne tient pas la manette d'une main très ferme. Dans la commande irréversible, ceci ne peut avoir lieu. Un choc quelconque sur les roues ne peut modifier leur situation et la direction n'obéit qu'au conducteur.

Il est bon, cependant, de remarquer que l'irréversibilité *absolue* serait une mauvaise chose en soi. Il faut bien que la percussion produite par un choc se dissipe quelque part et une direction totalement irréversible serait bientôt démolie. L'irréversibilité ne doit donc être que *relative*. La direction doit céder au choc, mais très peu.

Commandes à sonnette.

Le plus simple des mécanismes de commande est celui dit *à sonnette* qui se compose uniquement de tiges articulées. La figure 14 donne le schéma d'une commande de ce type adaptée à une liaison à quadrilatère simple. Au levier A*a* est fixé le bras AF auquel est articulé le tirant FH commandé par la manivelle IH.

La figure 15 donne un autre dispositif de même type qui met en outre en évidence comment on a réalisé la déformabilité nécessaire du mécanisme. Le tirant FH se termine par deux articulations à chacune de ses extrémités. Ainsi en H se trouvent les deux articulations H et H' à axes perpendiculaires Les articulations H' et P permettent au point H de suivre les mouvements de la caisse de la voiture, de monter ou de descendre.

Dans certains dispositifs à sonnettes, mixtes, le tirant FH, au lieu d'être actionné par une manivelle, forme une crémaillère qui vient s'engrener sur un pignon de commande (*fig.* 16).

Dans d'autres, le tirant FH n'est pas déformable et la manivelle de commande, au lieu d'être reliée directement à la manette, est actionnée par l'intermédiaire d'une transmission à chaîne dont la flexibilité assure la déformabilité nécessaire au mécanisme. Ce dernier mode est, malheureusement, susceptible de prendre un jeu assez considérable.

Commandes à chaînes et engrenages.

Plusieurs constructeurs ont adopté un système de commande par chaîne sans tirant à sonnette, en actionnant directement le mécanisme de liaison.

C'est un dispositif surtout employé avec les liaisons à double quadrilatère. Sur l'axe I du secteur de commande EIF (*fig.* 17) des deux quadrilatères A*a*EI

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

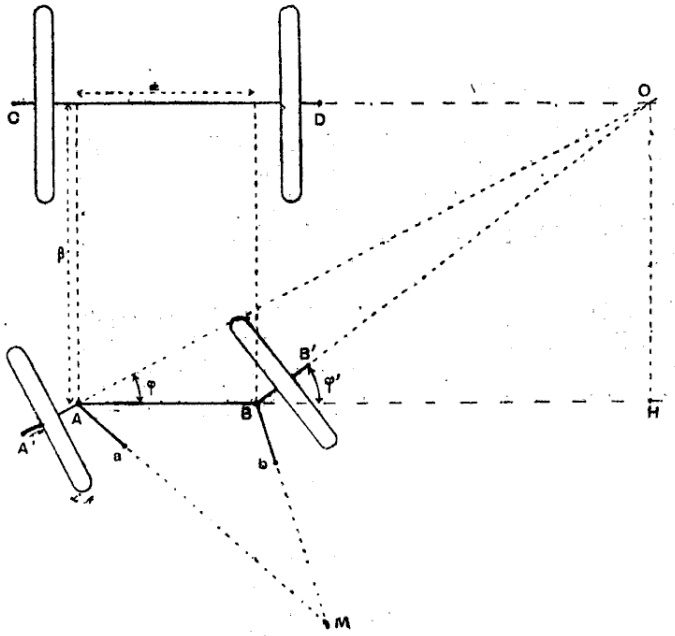


Fig. 1.

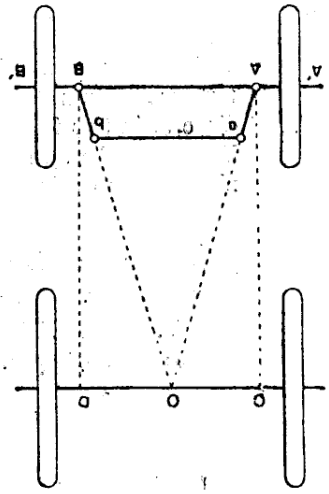


Fig. 2.

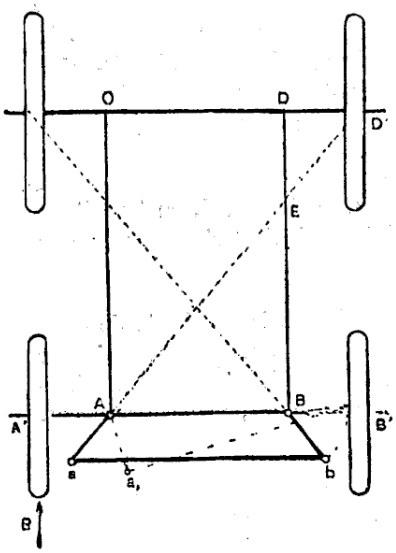


Fig. 3.

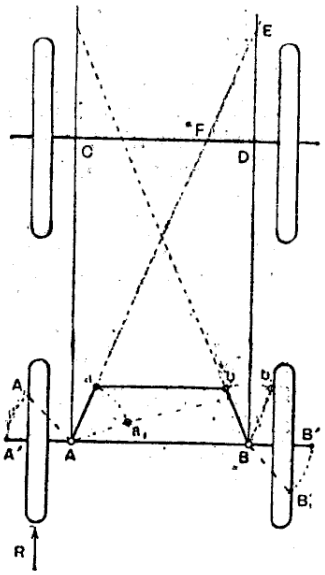


Fig. 4.

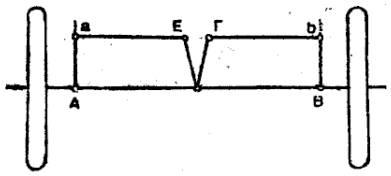


Fig. 5.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

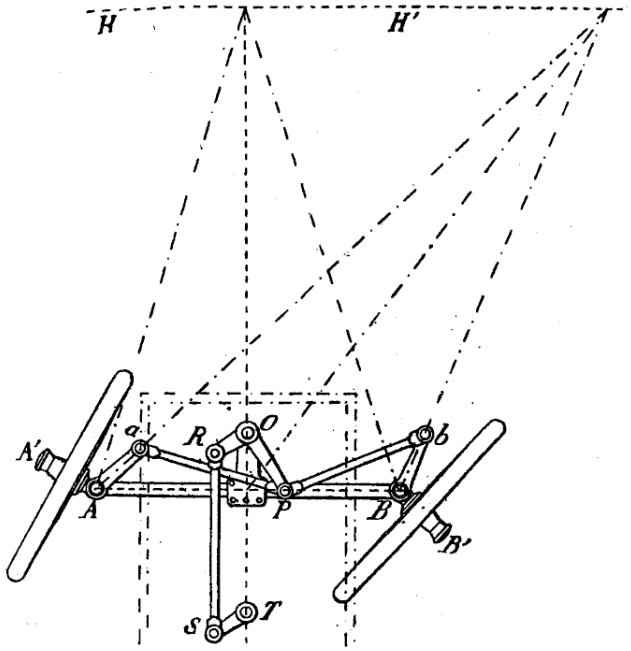


Fig. 7.

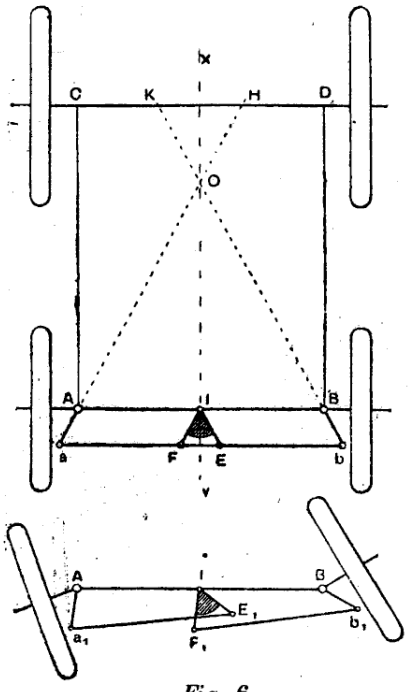


Fig. 6.

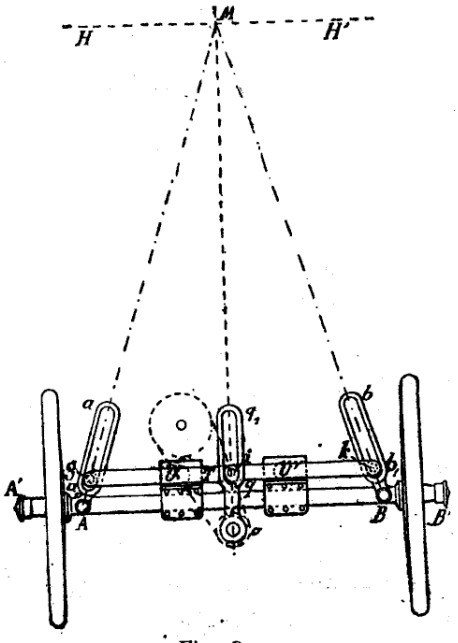


Fig. 8.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

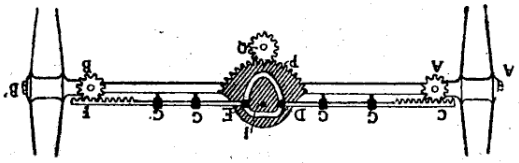


Fig. 9.

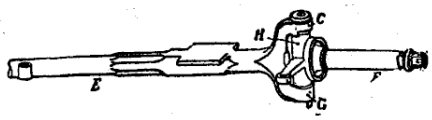


Fig. 10.

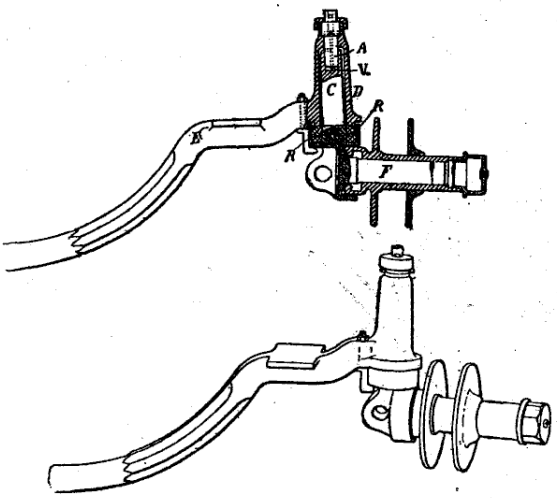


Fig. 12.

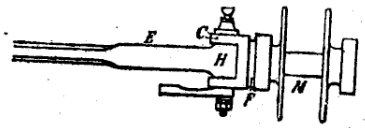


Fig. 11.

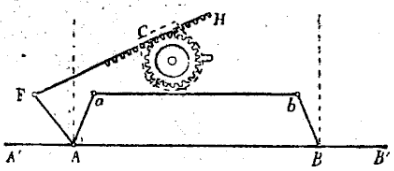


Fig. 16.

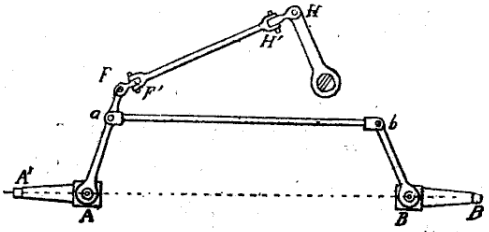


Fig. 15.

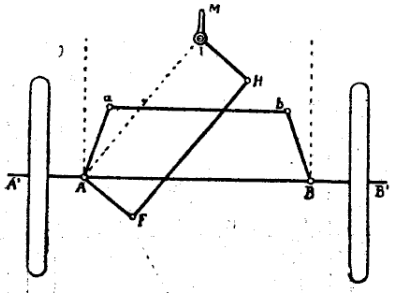


Fig. 14.

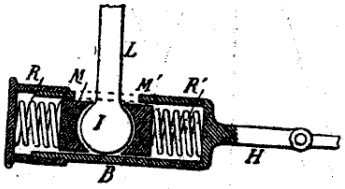


Fig. 21.

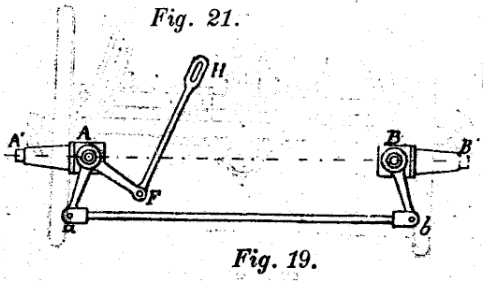


Fig. 19.

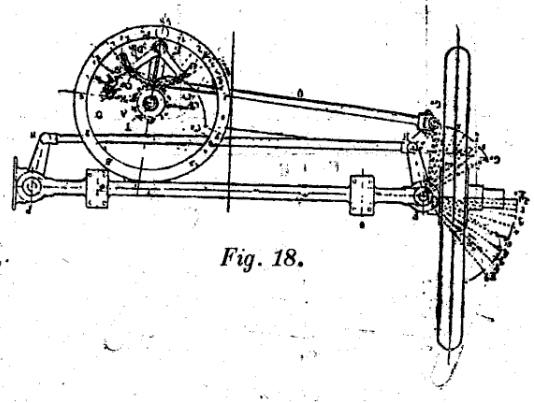


Fig. 18.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

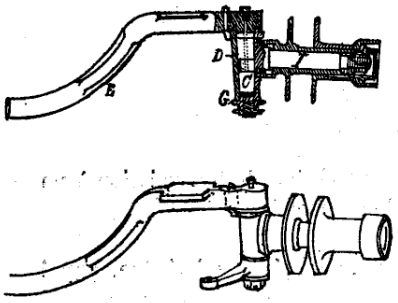


Fig. 13.

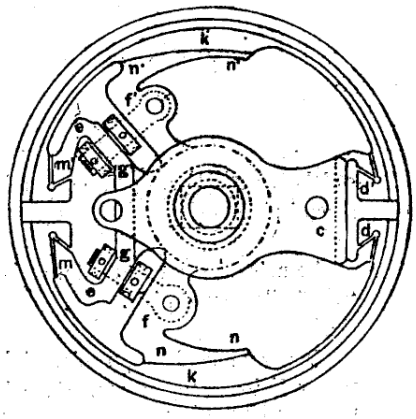


Fig. 22.

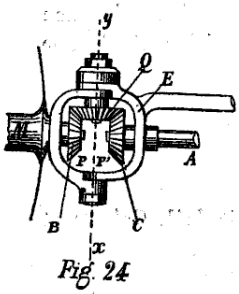


Fig. 24

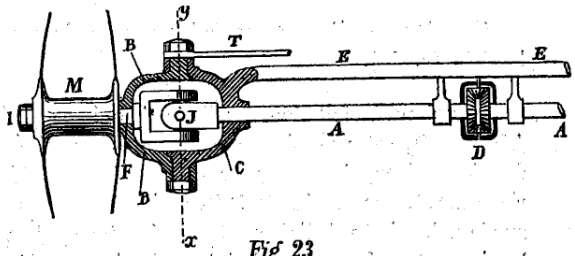


Fig. 23

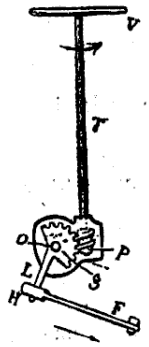
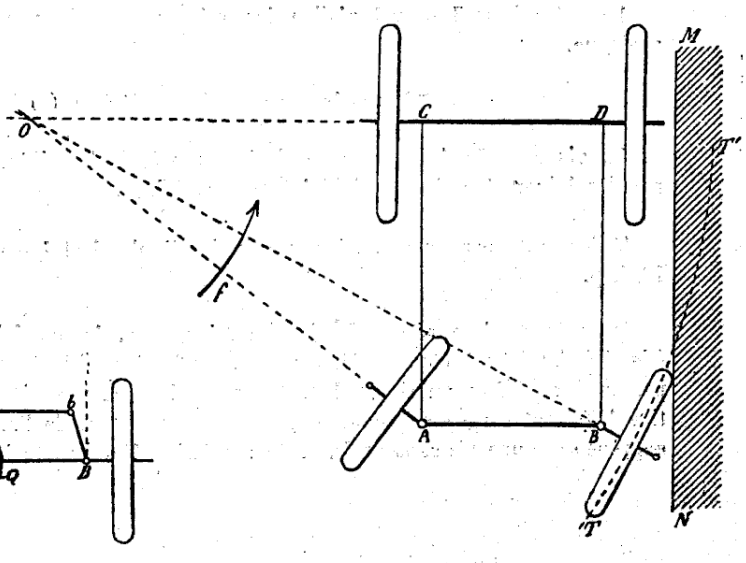


Fig. 20.



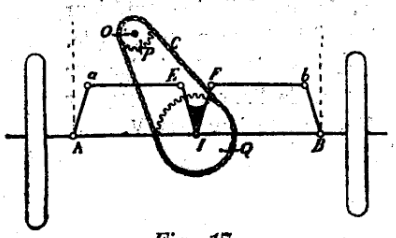


Fig. 17.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et BbFI, est calé un pignon denté Q relié par une chaîne de transmission à un second pignon P dont l'axe O porte le volant de commande.

Le mécanisme est simple, mais comme tous ses congénères à chaîne, prend trop facilement du jeu.

Les commandes qui n'emploient que des engrenages comme organes de transmission sont rares. En général, elle s'adaptent à des mécanismes de liaison également à engrenages. Telle est, par exemple, la direction Prietsman et Wright. Ce sont des mécanismes compliqués, délicats et qui jouent dès que les engrenages sont un peu usés.

Commandes progressives.

Une des premières commandes *progressives* a été celle de MM. Gobron et Brillié (*fig.* 18).

Le volant V fait tourner l'axe A qui porte inférieurement une manivelle AD_0. En D_0 cette manivelle porte un axe vertical sur lequel est calé un secteur denté S qui engrène avec un pignon K *fixe*. L'axe D_0 porte lui-même, inférieurement, une manivelle D_0C_0 articulée en C_0 au tirant à sonnette Q qui agit sur le mécanisme de liaison. Lorsqu'on tourne le volant, le secteur S roule sur le pignon fixe K, et l'extrémité C_0 du tirant Q décrit une épicycloïde C_0C_9.

Ce mouvement épicycloïdal réalise, comme il est facile de le voir, la *progressivité* de la commande.

Le mécanisme Raouval réalise les mêmes conditions par un dispositif analogue.

Mécanismes irréversibles

La vis sans fin étant un appareil à peu près irréversible, plusieurs commandes doivent leur irréversibilité à son emploi.

Telles sont, par exemple, les commandes Panhard et Levassor et Canello-Dürkop.

Dans le système récent Panhard et Levassor, le quadrilatère extérieur (*fig* 19) Aa bB est commandé, comme dans le dispositif à sonnette simple, par un bras AF et un tirant FH. Au point H (*fig.* 20) vient s'articuler une tige L faisant corps avec un secteur S tournant autour de l'axe O. Ce secteur engrène avec une vis sans fin P, calée sur l'arbre T qui porte le volant V.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une telle direction, construite sans précautions, serait rapidement démolie, car les percussions produites par les chocs sur les roues, transmises intégralement à la vis P, la mettraient bientôt hors d'usage. Pour protéger la vis il est donc nécessaire d'amortir les chocs. A cet effet, on place d'ordinaire, dans les joints qui forment les deux bouts du tirant FH, des ressorts amortisseurs. La figure 21 donne la coupe du double joint en H. La tige L (*fig.* 20 et 21) se termine par un genou I engagé entre les deux mâchoires M et M'. Ces mâchoires mobiles dans la boîte B qui termine la tige H, sont maintenues par deux ressorts à boudin d'une force de 120 kilog. R et R'. Ce sont ces ressorts qui amortissent les chocs et protègent la vis.

Les dispositifs du type de celui que nous venons de décrire doivent leur irréversibilité à l'emploi de la vis sans fin comme organe de transmission et, par suite, nécessitent l'emploi d'une commande dont le tracé tout entier concourt à ce but.

M. Jeantaud, au contraire, a imaginé un petit mécanisme pouvant s'adapter à n'importe quelle commande sur l'arbre qui porte le volant de direction.

L'arbre de commande est coupé en deux tronçons qui se relient dans un tambour *i* fixe (*fig.* 22). Le tronçon supérieur qui porte le volant fait corps avec la pièce *c* munie de deux ergots *d* et *d'*. Le tronçon inférieur porte les pièces *e*, *e'*, *f*, *f'* munies des ergots *m*, *m'* et des rampes *n*, *n'*. Un ressort demi-circulaire *k* relie les ergots *d* et *m*; de même un ressort *k'* relie les ergots *d'* et *m'*.

Lorsqu'on tourne le volant, par exemple dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre, il entraîne la pièce *c* qui, par l'ergot *d'*, tire le ressort *k'*, lequel, à son tour, tire sur l'ergot *m'*. La partie inférieure de l'arbre est donc entraînée et tout se passe comme si l'arbre n'était pas coupé.

Au contraire, si, par suite d'un choc, la partie inférieure de l'arbre tend à tourner, par exemple dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre, l'ergot *m* tire bien sur le ressort *K* et tend à entraîner le volant; mais l'ergot *m'*, au contraire, s'éloigne du cran dans lequel il est logé et la rampe *n'n'* appuie sur le ressort K'. Ce ressort s'épanouit, frotte énergiquement sur la face interne du tambour fixe *i* et *fait frein*. L'appareil fonctionne donc à la manière des freins à tambour usités pour les roues libres en bicyclette.

Le système de M. F. de Coninck, quoique fondé sur un principe tout différent, peut, comme celui de M. Jeantaud, s'adapter à l'arbre de toute commande.

Comme lui, il ne fournit qu'une irréversibilité relative, ce qui est tout à fait nécessaire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous ne pouvons terminer ces indications sommaires sans rappeler que l'utilité de l'irréversibilité est très discutée et contestée par plus d'un conducteur. Cette utilité paraît réelle pour les voitures de course, elle est moins évidente pour les voitures de tourisme, pour lesquelles une commande démultipliée ordinaire paraît suffisante.

III

POSITION DE L'ESSIEU DIRECTEUR

Indications générales.

Nous avons, dans ce qui précède, examiné la direction en elle-même, indépendamment de la place qu'elle occupe dans la voiture. S'il nous est arrivé souvent de la considérer comme placée à l'avant, tout ce que nous avons dit s'applique cependant, sans modification, au cas où elle est à l'arrière. Rien, au point de vue de la forme, ne distingue une direction placée à l'arrière d'une direction placée à l'avant.

Dans les véhicules automobiles qui n'ont que deux roues motrices, ce qui est le cas le plus fréquent, les positions relatives de l'essieu moteur et de l'essieu directeur peuvent donner lieu aux quatre combinaisons suivantes :

1° Direction à l'avant, roues motrices à l'arrière;

2° Roues motrices et directrices à l'avant;

3° Roues motrices à l'avant, direction à l'arrière;

4° Roues motrices et directrices, à l'arrière.

Les trois premières combinaisons, à notre connaissance du moins, sont les seules qui ont été exécutées. Le quatrième type, que l'on réalise d'ailleurs par la marche arrière du second, serait très désavantageux, car il réunirait aux difficultés de construction du second tous les désavantages du premier et du troisième.

Quelques rares essais de voitures à quatre roues motrices ont été faits. Ce cas peut donner lieu à deux nouveaux types :

5° Quatre roues motrices, direction à l'avant;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

6° Quatre roues motrices, direction à l'arrière.

Le sixième type n'a pas plus été exécuté que le quatrième dont il aurait tous les inconvénients.

1° Direction à l'avant, roues motrices à l'arrière.

Nous allons, sommairement, passer en revue ces diverses combinaisons.

C'est le type le plus fréquent. Il présente un assez gros inconvénient : c'est de se prêter mal aux virages.

L'expérience montre que dans une telle voiture on ne peut pas, en général, braquer la roue directrice intérieure sous un angle supérieur à 40° sans risquer un accident.

Lorsqu'on braque, en effet, les roues sous un angle supérieur à 40°, en moyenne, le virage ne s'effectue pas. L'arrière-train moteur pousse, tout d'un bloc, l'avant-train qui, au lieu de tourner, tend à glisser sur le sol.

De deux choses l'une : ou l'adhérence des roues directrices est faible et la voiture avance presque en ligne droite, l'avant-train glissant ; ou bien cette adhérence est forte, l'avant-train ne glisse pas et, alors, généralement, il est enfoncé par l'arrière, à moins que les roues motrices ne patinent sur place.

En fait, il y a peu de voitures sur lesquelles on puisse tenter cet essai, car dans toutes celles (et elles sont nombreuses) qui sont munies d'une direction à quadrilatère simple, l'angle de braquage maximum de la roue intérieure n'atteint jamais 40°. Si on se reporte, en effet, aux figures 3 et 4 (voir plus haut) on voit que la direction ne peut pas être employée au delà de la position A*a* *b*B pour laquelle l'un des bras A*a* ou B*b* est en ligne droite avec la bielle *ab*. Il est même prudent de ne jamais atteindre cette position limite, aussi les constructeurs limitent-ils toujours la course de la commande de façon à ne pas aller jusqu'à cette position extrême.

C'est d'ailleurs ce défaut des voitures du premier type qui nous explique pourquoi les constructeurs, même les meilleurs, ont conservé la direction à quadrilatère simple, malgré sa défectuosité manifeste. Puisque leurs voitures ne peuvent virer convenablement que sous un angle de braquage maximum de 30°, une direction qui est à peu près bonne jusque-là leur suffit.

Il est probable qu'avec les progrès de l'automobilisme on trouvera, sous peu, un dispositif *pratique* (par exemple un avant-train moteur et directeur) qui permettra de virer sous tous les angles de braquage. Ce jour-là, la liaison

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Akennan-Jeantaud aura vécue et il faudra bien se résoudre à adopter une solution plus exacte et plus complète de la liaison des roues directrices.

A quoi tient cet inconvénient du premier type ?

Probablement à deux causes.

D'une part, à la défectuosité de la direction ; mais plutôt à ce que le différentiel ne fonctionne pas.

Lorsqu'on veut faire un virage très court, avec une voiture de ce genre, la roue motrice intérieure doit presque rester immobile et virer sur place. Pour que cela put avoir lieu, il faudrait que le différentiel fonctionnât *à fond*, tout le mouvement étant transmis à *une seule* roue. Les adhérences des roues motrices au sol ne sont probablement pas assez fortes et le frottement dans le différentiel est trop grand pour que cela ait lieu.

Il y aurait peut-être là un essai à faire. On pourrait munir la voiture de deux freins indépendants et immobiliser, dans un virage, la roue motrice intérieure. On forcerait ainsi le différentiel à fonctionner, *s'il en est capable*.

2° Roues motrices et directrices.

Au point de vue *de la conduite*, la voiture à avant-train moteur et directeur est la voiture idéale, car elle permet d'user de tous les angles de braquage. Ici, en effet, même lorsqu'on braque la roue directrice intérieure à 90°, le chemin décrit par cette roue est sensible et dans aucun cas, comme plus haut, une roue motrice n'est astreinte à pivoter sur place.

Dans une telle voiture ce serait un véritable non-sens que d'employer une direction à quadrilatère, à course limitée. Il faut, évidemment, pour en obtenir toute la mobilité dont elle est susceptible, adopter une direction aussi exacte que possible et permettant tous les angles de braquage.

Quant le moteur est électrique, l'exécution de la voiture ne présente aucune difficulté spéciale. Il suffit, comme cela a lieu dans les voitures Kriéger, d'actionner chacune des deux roues par une dynamo située sur sa fusée et entraînée avec elle dans sa rotation. Les deux dynamos sont placées dans le même circuit et, dans les virages, les variations de résistance éprouvées par les deux roues règlent, automatiquement, leurs vitesses.

Il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit d'un moteur à explosion ou à vapeur. Dans ce cas, l'essieu moteur et directeur présente de sérieuses

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

difficultés de construction. C'est ce qui explique le nombre très restreint des essais.

Parmi les dispositifs les plus simples, nous citerons celui de MM. Sydenham et Walkinson.

L'essieu directeur E (*fig.* 23) porte, à chaque extrémité, une sorte de fourche C sur laquelle s'articule une seconde fourche B mobile autour de l'axe xy. Cette fourche B se prolonge à l'intérieur du moyeu M et joue le rôle d'une fusée creuse traversée par un arbre F qui est relié par son extrémité I au moyeu M.

L'arbre de transmission A, commandé par le différentiel D, placé au-dessous de l'essieu E traverse, à ses deux extrémités, les fourches C.

Les deux arbres A et F sont reliés par un joint universel J logé dans l'espace libre entre les deux fourches B et C. Par l'intermédiaire du joint universel, l'arbre A transmet son mouvement de rotation à l'arbre F et par suite au moyeu M, quelle que soit la position de la roue autour de xy.

On peut évidemment employer pour J tel joint universel que l'on veut.

On peut aussi remplacer J par un train d'engrenages.

La figure 24 représente la variante obtenue en remplaçant le joint J par les deux couples de pignons coniques P et P' reliés par le pignon Q dont l'axe de rotation est xy. Une voiture d'essai de ce type avait été construite autrefois par M. Jeantaud.

3° Direction à l'arrière.

Pour bénéficier des avantages que peut présenter, au point de vue de la traction, un avant-train moteur et pour éviter la complication de construction qu'entraîne l'avant-train moteur et directeur, quelques constructeurs ont essayé de placer la direction à l'arrière.

Tels furent l'omnibus Weidknecht et la voiture Gauthier-Wehrlé.

A priori, rien n'empêche de placer la direction à l'arrière; mais, en fait, une voiture munie d'une telle direction est difficile à conduire.

Par exemple, une telle voiture rangée le long d'un trottoir ou d'un mur, ne peut s'en écarter qu'en faisant une manœuvre préliminaire avec marche-arrière. Il suffit, en effet, de jeter un coup d'œil sur la fig. 25 pour voir que la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

trajectoire TT' de la roue directrice B pénètre dans le mur MN. La voiture, pour s'écarter du mur, ne peut donc pas *avancer* dans le sens *f;* il faut d'abord qu'elle recule.

Pour la même raison, un conducteur, en essayant d'éviter un obstacle, jettera fatalemeut son arrière-train dans cet obstacle s'il n'a pas soin d'en passer très loin.

Pour conduire sans accident une telle voiture, il faut être habile et avoir de la place. Le petit avantage qu'il peut y avoir au train d'avant moteur, ne compense certes pas, croyons-nous, les difficultés sérieuses de la conduite inhérentes à ce type.

5° Les quatre roues motrices.

On a souvent affirmé que lorsque dans une voiture les quatre roues étaient motrices, la résistance au roulement est moindre, cela n'est pas évident et aurait besoin d'être prouvé ou vérifié.

Ce qui paraît probable, c'est qu'une telle voiture démarrera plus aisément et patinera peut-être moins facilement, mais sont-ce là des avantages qui puissent justifier la complication de la construction? Outre la difficulté d'actionner simultanément les quatre roues, on aura à réaliser un essieu moteur et directeur; c'est beaucoup et il est fort à craindre que l'avantage, s'il y en a un, au point de vue du roulement, ne soit compensé et au delà par tout ce qu'on perdra dans l'écheveau des transmissions superposées.

Nous ne connaissons, sur ce sujet, que des projets sans réalisation et, à vrai dire, nous n'oserions conseiller à aucun des auteurs de ces projets de passer les plans à l'exécution.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Quelqu'un demande-t-il la parole sur le rapport de M. Bourlet ?

M. JEANTAUD. — Je demande la parole.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Jeantaud.

M. JEANTAUD. — Messieurs, on m'a attribué la paternité de la direction à pivots, mais ce n'est pas exact. Dans ma prime jeunesse, j'avais vu vendre au Tattersal, à la démolition, une voiture qui portait un système d'avant-train à charnière : c'était le système Ackermann. Mais Ackermann, de Londres, était un plagiaire, car il avait copié son avant-train sur un dispositif imaginé par Lackensberger, carrossier de Munich, qui avait pris un brevet au siècle dernier. Il avait essayé de l'appliquer, mais il n'avait pas très bien réussi ; en effet, à ce moment, les voitures se faisaient toutes à flèche, montées sur châssis ; les roues ne pouvaient pas tourner, elles n'étaient pas montées comme elles le sont actuellement, sur des ressorts pincettes ou droits, il y avait toujours des flèches qui limitaient l'angle de braquement. Lackensberger avait imaginé un dispositif à pivot pour pouvoir mettre la roue de devant perpendiculairement à l'axe du châssis, de manière à faire pivoter la voiture sur la roue de derrière. Mais il ne s'était pas préoccupé des ripements sur le sol. Vous savez tous, Messieurs, que, avec le système de l'essieu à pivot, les roues doivent avoir dans leur braquement des angles différents de manière que leurs fusées prolongées viennent concourir en un même point de l'essieu arrière, de façon à ce que les quatre roues aient un centre commun, or, il s'agissait d'établir un dispositif réalisant à peu près ce désideratum.

A l'aide de la petite figure que M. Bourlet a reproduite dans sa brochure (fig. 2) vous voyez qu'il s'agit simplement d'établir un triangle isocèle ayant pour base l'essieu d'avant entre les deux pivots et dont le sommet se trouve placé sur le milieu de l'essieu de derrière. Les angles ainsi formés donnent l'inclinaison que les bielles doivent avoir.

A l'aide de ce dispositif, on arrive, avec un angle de braquement allant de 30° à 40°, à une approximation suffisante. Ce n'est pas absolument rigoureux, nous avons eu de longues discussions avec M. Bourlet à ce sujet, mais enfin, c'est suffisamment exact, surtout avec les bandages élastiques, pour que la direction soit très sûre. J'ajoute que bien des accidents arrivés à des voitures automobiles dans des virages pris un peu vivement sont dus à ce que l'on n'a pas tenu compte de cette loi; c'est que la bielle qui réunit les deux pivots n'avait pas été faite suivant la figure n° 2.

Je désirerais donner quelques explications sur ce point parce qu'il a donné lieu à de grandes polémiques et parce qu'à mon avis il est absolument nécessaire

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'avoir une direction dans laquelle les fusées des roues de devant prolongées, viennent toujours concourir en un même point sur l'axe des roues de derrière dans les divers cercles que ces roues décrivent.

M. Bollée. — Messieurs, permettez-moi non pas d'expliquer moi-même, mais de laisser M. Tresca, ancien directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, vous entretenir d'une voiture dans laquelle la direction à deux pivots était appliquée.

Cette voiture, construite en 1873, figure à l'exposition rétrospective du Champ-de-Mars.

Voici ce que disait M. Tresca :

Brevet N° 99,574 du 28 avril 1873 ; addition du 11 décembre 1875 ; addition du 7 novembre 1878.

Extrait des comptes rendus de l'Académie des Sciences, 2 novembre 1875.

Note sur la voiture à vapeur de M. Bollée, du Mans

par M. Tresca

La circulation, sur plusieurs points de la ville de Paris, d'une nouvelle voiture à vapeur, ayant attiré l'attention publique dans ces derniers jours, nous avons pensé que l'Académie connaîtrait volontiers les données certaines que nous avons recueillies sur cette machine, qui a été construite dans des conditions toutes particulières et pour satisfaire à une vue personnelle, par M. Amédée Bollée, constructeur au Mans.

Dans cette voiture, les deux roues motrices sont folles sur l'essieu d'arrière ; les deux roues d'avant sont plus indépendantes encore l'une de l'autre, et l'appareil de manœuvre est ainsi disposé que ces deux roues prennent chacune, lorsqu'il s'agit de tourner très court, une direction perpendiculaire à la ligne qui joindrait son point de contact avec le sol au centre, autour duquel le conducteur voudrait opérer la rotation de tout le véhicule.

Cette indépendance des quatre roues, et surtout cette propriété de l'avant-train assurent au véhicule une sûreté et une facilité d'évolutions qui n'avaient pas encore été atteintes. »

. . . . . .

... « Nous ne pouvons terminer sans décrire le mécanisme d'avant-train qui a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

permis d'obtenir ces résultats et qui est d'ailleurs très simple. L'arbre vertical qui porte le volant du gouvernail est muni, à la partie inférieure, de deux cames elliptiques, dont les grands axes sont dans le prolongement l'un de l'autre et dans la direction commune des deux petits essieux d'avant-train, lorsque le cheminement doit avoir lieu en ligne droite.

« Une chaîne fixée aux deux ellipses embrasse un pignon denté de même diamètre que le petit diamètre de ces ellipses, qui tourne avec la cheville ouvrière de la roue de droite, par exemple. En faisant agir le volant, cette roue tourne autour de la verticale de son point de contact avec le sol, en raison de la longueur de l'arc d'ellipse développé, c'est-à-dire d'un plus grand angle si l'on tourne à droite, d'un angle plus petit si l'on manœuvre à gauche. La disposition qui vient d'être décrite étant double et s'appliquant de même à la roue de gauche, on voit facilement comment, en pivotant seulement sur elles-mêmes et sans glisser, les roues directrices viennent nécessairement se placer sous l'inclinaison convenable pour rester toutes deux tangentes aux deux circonférences qu'elles doivent décrire autour du centre de rotation.

« Nous ne doutons pas que cette combinaison marquera un progrès sérieux, sinon décisif, dans l'histoire de la locomotion à vapeur. »

C'est là, Messieurs, la première voiture automobile qui ait circulé avec des roues d'avant-train tangentielles.

M. NICODÈME. — A la page 6 de la brochure, on donne la formule :

$$EF = 2\,Aa$$

Je demanderai à ces Messieurs, si cette formule a été vérifiée pratiquement ; quant à moi, je l'ai fait vérifier et j'ai constaté que presque jamais elle n'est exacte.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — La plupart des voitures ont des directions qui sont théoriquement mauvaises et la plupart des voitures ripent dans les virages.

M. NICODÈME. — Si vous vérifiez, pour différents angles, le point où se rencontrent les axes des roues de devant, vous trouverez que presque jamais ce point ne se trouve sur la ligne ou le prolongement de l'essieu arrière. C'est exact pour 10° et pour 40°, par exemple, mais cela n'est plus juste pour les angles intermédiaires. Je demande à ces Messieurs de bien vouloir me dire si je me suis trompé.

M. JEANTAUD. — Non, c'est absolument vrai, il n'y a pas de direction théori-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

quement tout à fait exacte; mais dans la pratique, on arrive très bien, avec des bandages en caoutchouc, pour lesquels le contact avec le sol est assez large, à n'avoir que des ripements assez faibles. Cependant, il y a des directions dans lesquelles les roues marchent parallèlement et qui, mauvaises en théorie sont également mauvaises en pratique. Ce sont ces directions qui ont été la cause de la plupart des accidents qui sont arrivés. Il suffit que la formule soit à peu près exacte, car il y a toujours assez de jeu dans les articulations, pour compenser les petites différences qui peuvent se produire.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Du reste, M. Bourlet dit lui-même que le quadrilatère simple est suffisant et il cite cette formule comme donnant des résultats suffisamment approchés en pratique.

D'ailleurs, il y a beaucoup de voitures sur lesquelles cette formule approchée n'est même pas appliquée.

M. JEANTAUD. — Depuis que je fais des voitures automobiles, j'ai toujours appliqué le système du triangle et jamais je n'ai eu de ripements dangereux : je crois donc que c'est ce système qu'il faut préférer. Je ne pense pas que le système ingénieux appliqué par M. Bollée à sa voiture construite en 1873, soit sanctionné par la pratique.

M. NICODÈME. — Il y a quelque chose qui influe énormément sur la direction, c'est la manière dont les tringles attaquent les petites biellettes, si elles sont plus ou moins tangentes à la direction.

M. JEANTAUD. — Il n'y a pas deux façons de construire les bielles, leur angle est déterminé rigoureusement ; vous pouvez mettre à l'avant ou à l'arrière le palonier qui les rejoint, c'est toujours la même chose.

La voiture électrique qui est allée à Bordeaux était faite comme cela : une chaîne à l'avant et une bielle derrière — les deux pièces travaillant à la traction.

UN MEMBRE. — La chaîne doit prendre du mou.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Elles sont parfaitement tendues toutes les deux ; la chaîne prend un peu de lâche dans les virages.

M. LE PRÉSIDENT. — Personne ne demande plus la parole sur la direction ?

Alors je donne la parole à M. Bochet pour la lecture de son rapport sur les freins.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT DE M. BOCHET

SUR

les Freins

Le ralentissement et l'arrêt des voitures automobiles peuvent s'obtenir soit en employant le moteur à produire une résistance à la marche ou un travail de sens contraire au travail de propulsion, soit en détruisant la force vive par une action extérieure, qui est toujours en pratique un frottement, c'est-à-dire en faisant agir des freins.

Les conditions les plus efficaces d'emploi du moteur consistent dans l'inversion du sens de la propulsion, c'est-à-dire dans la mise en action de la marche arrière.

Dans les automobiles à vapeur, c'est l'emploi de la contre-vapeur, trop connu pour exiger ici aucun développement. Au point de vue qui nous occupe, les voitures qu'on a tenté d'établir à air comprimé, acide carbonique liquide et autres fluides emmagasinés sous pression, y sont assimilables.

Dans les voitures électriques, le procédé est d'une simplicité extrême puisqu'il suffit d'inverser le sens du courant moteur ; mais la pratique courante ne l'admet guère, en raison de sa brutalité extrême et des avaries mécaniques et électriques qui peuvent résulter de sa mise en œuvre ; il est donc réservé aux cas d'extrême urgence.

Les moteurs à pétrole ou autres moteurs à explosions ne comportent pas de changement de sens de marche ; mais les appareils de transmission qui réalisent la marche arrière du véhicule peuvent être employés dans le même but, à condition toutefois que leur mise en œuvre ne comporte pas la mise en prise d'engrenages, car la manœuvre, difficile à réussir d'ailleurs, entraînerait presque fatalement des ruptures de dents ou autres organes. Mais dans les machines où la marche arrière est obtenue par un appareil à friction, tel que courroies, colliers de serrage, galet, etc., ce dispositif fournit un moyen d'arrêt d'autant plus puissant que la marche arrière correspond généralement à une grande réduction de vitesse dans la transmission.

A défaut d'arrêt complet du véhicule, le moteur peut être utilisé pour produire un ralentissement plus ou moins prononcé, d'abord par la suppression de l'action motrice, qui ne laisse subsister que les résistances passives de la machine, puis par l'introduction de résistances anormales provenant de modifications dans le fonctionnement du moteur.

Ainsi, si dans un moteur à vapeur on se contente de fermer la valve de prise de vapeur, il ne se produit plus de poussée motrice, mais le piston a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

toujours à vaincre sur sa face résistante la pression atmosphérique. Si au lieu, ou en plus de cela, on place le tiroir ou, d'une manière générale, l'organe de distribution au point mort, le ralentissement est beaucoup plus rapide et nous avons même vu l'arrêt obtenu ainsi sur pente assez forte. Cela tient sans doute à ce qu'une cylindrée ou fraction de cylindrée de vapeur vive se trouve emprisonnée dans le cylindre et résiste à la compression que tend à lui faire subir le piston revenant en arrière. On peut penser qu'avec un grand volant et une chemise calorifuge parfaite, cette résistance serait compensée par l'effet de détente de la vapeur dans la course suivante; mais ces deux conditions sont loin d'être remplies sur les automobiles.

Les voitures électriques se prêtent tout particulièrement à l'emploi du moteur comme ralentisseur; c'est le procédé connu sous le nom de freinage électrique. Il consiste à couper le circuit moteur, puis à le rétablir en laissant la batterie d'accumulateurs, ou plus généralement la source d'électricité, en dehors; c'est ce qu'on appelle mettre le moteur en court circuit. L'effort retardateur qui en résulte est d'autant plus grand que la vitesse est elle-même plus considérable au moment de la manœuvre; aussi, pour éviter les avaries qui pourraient résulter d'une action trop brutale, intercale-t-on dans le court circuit les mêmes résistances que pour le démarrage de la voiture; généralement le combinateur est disposé de manière qu'en poussant plus loin la manœuvre on supprime progressivement lesdites résistances, de manière à augmenter soit dans une mesure plus ou moins forte, soit jusqu'au maximum possible, l'importance du ralentissement.

L'action des moteurs à pétrole, pour ralentir la marche des voitures, offre des distinctions intéressantes, au sujet desquelles nous demandons la permission d'entrer dans quelques détails.

En marche normale, les résistances passives du moteur, provenant notamment de l'inertie des pièces en mouvement alternatif et du laminage des gaz dans les orifices d'admission et d'échappement, augmentant très rapidement avec la vitesse, tandis que l'effort moteur par tour diminue progressivement, notamment par suite de la diminution de la quantité de mélange tonnant aspirée, il en résulte, même en l'absence de régulateur, une limitation naturelle à une certaine valeur de la vitesse de rotation du moteur même tournant à blanc, et la production d'une résistance lorsque cette vitesse tend à être dépassée. Par suite, même lorsque le moteur continue à fonctionner dans les conditions normales de marche, la vitesse sur une pente où l'action de la pesanteur tend à entraîner la voiture, ne s'accélère pas indéfiniment et tend à prendre un régime qui peut n'être pas beaucoup supérieur à celui correspondant à la marche en palier. En embrayant dans ces conditions à la petite vitesse, il est possible de descendre les côtes à des allures ne dépassant pas celles des autres crans de transmission en terrain plat.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La vitesse de régime dont il vient d'être question, peut d'ailleurs être modifiée, et notamment ralentie à volonté, par un étranglement de l'admission ou par une diminution de la levée des soupapes d'échappement, ce qui augmente les résistances passives de laminage et en même temps diminue la cylindrée motrice. Si l'on arrive à la fermeture complète de l'admission ou à la suppression totale du jeu des soupapes, la vitesse normale du moteur débrayé devient nulle et celle à laquelle il peut être entraîné par la gravité agissant sur la voiture est d'autant plus réduite. Dans ce cas, il n'y a plus de laminage de gaz dans les orifices de distribution, mais des phénomènes de compression et détente successives, auxquels sont applicables des considérations analogues à celles exposées plus haut pour la marche des moteurs à vapeur avec tiroir fermé.

Lorsque le moteur possède un régulateur automatique, les opérations d'étranglement ou de modification du jeu des soupapes se produisent d'elles-mêmes quand la vitesse normale tend à être dépassée, et dès lors le moteur se met de lui-même à fonctionner comme machine résistante ; sur forte pente, la voiture prendra donc la plus grande des vitesses correspondant au régime du moteur fonctionnant comme propulseur ou comme retardateur ; ce sera l'une ou l'autre suivant l'intensité de la pente.

Un autre procédé pour transformer le moteur en machine résistante consiste à interrompre l'inflammation du mélange détonant ; il n'est guère pratique et n'est en réalité employé qu'avec les systèmes à inflammation électrique ; il est d'ailleurs peu efficace, puisqu'il ne fait intervenir que les résistances passives normales du moteur, en les diminuant même, car le volume de gaz à évacuer, l'explosion n'ayant pas eu lieu, est moindre ; il a, en outre, l'inconvénient de laisser échapper dans l'atmosphère des vapeurs de pétrole non brûlées. Aussi ne convient-il que pour les ralentissements très momentanés et semblerait-il ne devoir être utilisé qu'exceptionnellement, en raison de la facilité et de l'instantanéité de sa mise en œuvre, et lorsque ces avantages sont réellement primordiaux.

Signalons enfin un procédé qui est intermédiaire entre l'emploi du moteur comme machine résistante et celui de freins proprement dits ; nous voulons parler de l'embrayage simultané de deux vitesses différentes. Il ne peut s'employer avec les appareils de changement de vitesse comportant la mise en prise d'engrenages : en admettant que la manœuvre fût dans ce cas pratiquement possible, il ne pourrait en résulter qu'un arrêt extrêmement brusque et il y aurait presque forcément rupture de dents. Au contraire, avec les systèmes où la mise en action de chaque transmission est progressive et obtenue par frictions, la manœuvre est possible et efficace ; certains constructeurs, redoutant sa trop grande brutalité, la rendent, par des dispositifs spéciaux, matériellement irréalisable ; d'autres, au contraire, la recommandent comme un excellent moyen de ralentissement et prétendent même qu'elle constitue un énergique moyen d'arrêt.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Notre expérience personnelle nous porte à croire que la crainte des premiers et la confiance des seconds sont l'une et l'autre très exagérées, les effets de la manœuvre en question nous ayant généralement paru peu accentués, sans doute en raison de la faible vitesse relative des organes dont elle provoque le frottement réciproque.

Les freins proprement dits forment deux grandes familles, les freins à sabots et les freins à enroulement, qu'on peut caractériser par ce fait que l'effort de serrage directement appliqué est, dans les premiers normal et dans les seconds tangent à la surface de frottement.

En ce qui concerne les freins à sabots, la question la plus intéressante est celle de la substance à employer pour constituer les sabots; la solution dépend de la nature de l'organe sur lequel ils doivent frotter.

Si ce dernier présente une surface métallique, bandage de fer ou tambour spécial, il n'y a guère à hésiter qu'entre la fonte et le bois; deux considérations peuvent intervenir: d'une part l'usure est plus rapide avec le bois; d'autre part le coefficient de frottement est sensiblement double, au moins lorsque les surfaces sont sèches; mais tandis que le frottement de fer sur fer est à peine influencé par la présence de l'eau, celui de bois sur fer en est très diminué, jusqu'à devenir un peu inférieur à celui de fer sur fer; c'est du moins ce qu'ont montré les nombreuses expériences faites vers 1860 sur le chemin de fer de l'Ouest par le père de l'auteur du présent rapport, sans qu'aucune nouvelle série d'expériences ne soit venue depuis, croyons-nous, les infirmer.

La question est plus délicate lorsqu'il s'agit de sabots frottant sur des surfaces de caoutchouc comme les bandages dont sont munies les roues de la plupart des automobiles. Les sabots de fer, concaves pour les caoutchoucs pleins, convexes pour les bandages pneumatiques, ne donnent généralement que d'assez faibles résultats, à moins que le profil n'en soit disposé de manière à ce que le sabot tende à s'enfoncer comme un coin dans la substance du bandage, ce qui est évidemment très peu favorable à sa conservation. Le sabot de caoutchouc paraît n'avoir qu'une action bien restreinte, surtout lorsque les surfaces sont mouillées; il semble cependant qu'on arrive à une énergie convenable avec cette substance en remplaçant le sabot proprement dit par deux rouleaux cylindriques dont les axes sont parallèles au plan de la roue, et qui viennent s'appliquer en des points de la circonférence de section droite du bandage situés à 90° environ l'un de l'autre.

Les sabots de bois donnent aussi, semble-t-il, d'assez bons résultats.

Au lieu des sabots homogènes dont il a été jusqu'ici question, on emploie le plus souvent, et avec assez de succès, des sabots complexes, de contexture

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

variée, dans la composition desquels entre une forte proportion de caoutchouc. C'est peut-être dans cet ordre d'idées que la solution définitive apparaîtra.

Un troisième cas est celui où le sabot a à frotter sur le sol lui-même ; l'emploi du fer est alors tout indiqué. Mais ce système, qui semble pourtant intéressant à bien des points de vue, notamment à celui de la conservation des bandages, ne paraît guère encore être entré dans la pratique. On en a proposé deux variantes principales : un sabot-cale se coinçant sous les roues à la manière de ceux des affûts d'artillerie, et un sabot servant de point d'appui à un système de leviers articulés permettant de soulever directement le châssis même de la voiture.

Si nous passons maintenant à l'installation même des sabots, nous trouvons très généralement un sabot unique sur une même roue ou un même tambour : la disposition employée dans les chemins de fer de deux sabots agissant aux extrémités d'un même diamètre pour annuler l'effort sur l'axe, est peu usitée sur les automobiles ; nous n'en connaissons guère qu'un exemple, que son inventeur a désigné sous le nom de freins à blocs : les deux sabots y sont aux extrémités non d'un diamètre, mais d'une corde voisine d'un diamètre ; l'effort de serrage est perpendiculaire à cette corde et se trouve fortement multiplié dans le sens radial par un effet de plan incliné.

Les freins à enroulement ont, sur les freins à sabots proprement dits, l'avantage d'une beaucoup plus grande puissance, à égalité d'effort de serrage, et aussi celui d'une mise en action très rapide qui leur fait appliquer souvent l'épithète d'instantanés.

Les plus usités sont à enroulement extérieur d'un collier flexible sur la surface convexe d'un tambour ; d'autres sont formés d'une bague extensible agissant à l'intérieur d'un tambour creux ; les conditions théoriques d'action des uns et des autres sont très analogues. Il serait intéressant que la discussion précisât leurs avantages relatifs.

Les tambours sur lesquels ils agissent sont toujours métalliques : on emploie souvent le bronze pour faciliter la déperdition de la chaleur produite par le frottement ; on a parfois, dans le même but, adopté un dispositif accessoire permettant au conducteur de faire couler de l'eau goutte à goutte sur les tambours, dans les longues descentes.

Quant aux colliers, qui ont besoin d'une assez grande résistance, surtout dans la partie voisine du point fixe, ils sont généralement formés d'une bande d'acier, qui parfois frotte directement sur le tambour, mais qu'on garnit le plus souvent soit de cuir, soit de feutre dit poil de chameau, pour augmenter le coefficient de frottement tout en diminuant les chances de grippage.

On a employé aussi avec succès le frottement de lames ou pastilles de cuivre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rouge, isolées du support d'acier, au point de vue calorifique, par une bande d'amiante : le frottement dans ces conditions paraît être assez énergique. On obtient aussi de bons résultats au moyen d'une couronne de sabots de bois presque jointifs fixés à un câble d'acier sur lequel s'exerce le tirage.

Le choix entre ces divers dispositifs gagnerait sans doute à être appuyé sur des expériences comparatives précises, qui semblent jusqu'ici n'avoir pas été spécialement faites.

L'extrémité fixe du collier prend presque toujours son point d'appui sur une pièce ou armature fixe du châssis : ce n'est que pour les automobiles de grand poids que des dispositifs dérivés de celui connu sous le nom de Lemoine et caractérisés par ce fait que le point d'appui est pris sur des sabots frottants sur les bandages des roues, sont quelquefois employés.

Nous n'avons pas besoin de rappeler l'influence considérable de l'angle d'enroulement sur la puissance d'action d'un frein à colliers; il est rare, cependant en pratique, que l'on dépasse la valeur de 1 tour; la crainte d'une action trop facilement brutale et d'un desserrage incertain semble arrêter dans cette voie la plupart des constructeurs, bien que des solutions satisfaisantes aient été réalisées.

Les organes usités pour la commande des freins sont : la pédale, le levier et la manivelle à vis.

La première a le grand avantage de laisser au conducteur ses deux mains libres pour d'autres manœuvres, ce qui est généralement précieux au moment où on a besoin de serrer les freins; mais elle ne s'applique guère qu'à la commande des freins à enroulement, à cause de la faiblesse relative de l'énergie et de l'amplitude de mouvement dont dispose le pied.

La manivelle à vis au contraire se prête à une multiplication considérable de l'effort; mais sa lenteur d'action ferait perdre aux freins à enroulement leur principal avantage; aussi est-elle réservée aux freins à sabots.

Les leviers à main se prêtent à la commande de tous systèmes de freins ; ils permettent d'exercer de grands efforts, avec mouvements de grande amplitude, pouvant être aisément gradués et d'autre part multipliés par les transmissions dans de fortes proportions.

Les vis manœuvrées par les manivelles étant toujours irréversibles, les freins ainsi commandés ont l'avantage de rester serrés quand on les abandonne; la même qualité peut être donnée aux freins à leviers et même aux freins à pédale par l'adjonction de verrous à crémaillères dont l'emploi paraît se généraliser, au moins pour les premiers, la moindre habileté du pied à produire deux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mouvements simultanés étant un obstacle à l'application du même perfectionnement aux pédales.

L'installation de la timonerie reliant l'organe de commande au frein proprement dit soulève deux questions intéressantes : celle de l'égalité d'action sur les deux roues et celle de la suppression automatique de l'action motrice.

La première semblerait devoir être presque capitale au point de vue de la sécurité et nous avons peine à croire qu'elle n'ait pas du moins une grande importance, un serrage inégal devant provoquer une tendance à la déviation de la voiture.

Certains constructeurs réalisent cette égalisation au moyen de palonniers ou de poulies agissant sur le milieu d'un câble dont les extrémités sont fixées aux tringles de tirage. Il serait désirable que cette égalisation fût réalisée par *tous* les constructeurs.

La suppression automatique de l'action motrice est le plus souvent réalisée dans les moteurs à pétrole, par l'action donnée à la timonerie de freinage sur l'organe d'embrayage ; l'action n'est naturellement pas réciproque, de telle sorte qu'il soit toujours possible de débrayer sans freiner. Les procédés employés dans ce but sont variés ; soit que le même levier commande l'embrayage à une extrémité de sa course et le freinage à l'autre, soit qu'un organe solidaire de la timonerie de frein entraîne celle de débrayage en comprimant le ressort qui tend normalement à produire l'embrayage, ou dégage un verrou rendant libre le ressort tendant normalement à débrayer.

Des données plus complètes sur le détail de ces dispositifs sortiraient du cadre du présent rapport ; mais il est intéressant de discuter le principe même du débrayage automatique. Ses adversaires font valoir, pour ne pas l'établir, l'avantage de pouvoir superposer l'action retardatrice du moteur éteint ou étranglé ou de la marche arrière à celle des freins proprement dits ; ses partisans ont surtout en vue la simplicité du mouvement à faire par le conducteur pour provoquer l'arrêt du véhicule, d'où résultent deux avantages principaux : le moteur n'est pas arrêté lorsque le conducteur arrête la voiture au moyen des freins sans prendre la précaution de débrayer ; la manœuvre d'arrêt est plus simple et, par suite, plus rapide, ce qui peut être un avantage primordial en cas de nécessité urgente d'arrêt par suite d'événement inattendu troublant un peu le conducteur.

C'est à cette dernière préoccupation surtout qu'a obéi le règlement français en imposant aux freins, qui ne suppriment pas automatiquement l'action motrice, l'obligation d'avoir une puissance suffisante pour la maîtriser.

Nous devons signaler, bien qu'il soit peu employé encore, un dispositif intéressant qui paraît réunir les avantages des deux systèmes : c'est celui qui

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

consiste à faire agir la timonerie de freinage sur l'organe d'étranglement de l'admission, avec, d'ailleurs, une butée limitant cette action à un point tel que, si le conducteur a débrayé, le moteur continue à tourner à allure réduite et que, dans le cas contraire, il soit facilement maîtrisé, ou puisse être employé comme retardateur par étranglement complet ou extinction.

Avec les moteurs à vapeur, la suppression automatique de l'action motrice, assez facile à réaliser, est très peu usitée, parce que la contre-vapeur est le frein le plus couramment employé et que l'avantage de pouvoir y ajouter, le cas échéant, le frein mécanique, semble primordial.

Enfin, dans les voitures électriques, l'interruption automatique du courant moteur est facile à réaliser et l'est, en réalité, presque toujours par les constructeurs français; elle ne s'oppose pas à ce que le freinage électrique se superpose au freinage mécanique.

Les freins, quelle que soit leur nature, peuvent agir sur l'un ou l'autre des axes du mécanisme ou sur celui des roues elles-mêmes.

De deux freins semblablement constitués, celui qui agit sur l'axe tournant le plus vite aura naturellement le plus d'action; il y a donc avantage, au point de vue de l'énergie du freinage, à monter les freins sur l'axe moteur ou sur un axe intermédiaire; mais, d'un autre côté, plus il y a d'intermédiaires mécaniques entre le frein et les roues, plus il y a de chances que, par suite de rupture ou de dérangement, l'effet de freinage ne se transmette pas à la voiture.

C'est pour parer à cette grave éventualité que le règlement français a exigé formellement que l'un des freins agisse directement sur les roues ou sur des couronnes immédiatement solidaires des roues. Certains constructeurs, notamment de tricycles, pour satisfaire à cette prescription, ont eu l'idée de placer l'un des freins sur l'axe de la roue directrice; on obtient ainsi l'avantage de pouvoir par l'action simultanée des deux freins, enrayer la totalité des roues, mais ce n'est qu'au prix d'un grave inconvénient, car l'action d'un tel frein immobilisant la roue directrice, la rend impropre à ses fonctions essentielles et nuit grandement à la sûreté de direction du véhicule.

Les freins à sabots agissent avec une énergie égale ou à peu près égale dans les deux sens de marche et ont par suite, pour conjurer les dérives en arrière, dans les rampes la même efficacité que pour arrêter la voiture en marche avant sur une descente.

Il n'en va pas de même des freins à enroulement dont l'efficacité, dans ce cas, est réduite par rapport à celle de leur fonctionnement normal, dans le rapport $\frac{1}{E^{fa}}$ E étant l'angle d'enroulement et a le cœfficient de frottement,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

c'est-à-dire d'autant plus que le coefficient de frottement et l'angle d'enroulement sont plus considérables. Un même frein à collier, établi dans les conditions ordinaires, ne peut ainsi servir avec une puissance suffisante dans les deux sens de marche que sur des voitures assez légères.

Divers dispositifs ont été imaginés pour transformer les freins à collier en appareils d'arrêt pour les deux sens de marche, qu'on a appelés frein avant-arrière. Nous pouvons citer parmi eux: ces colliers sans point fixe et à tirage équilibré qui sont mis en action par une traction simultanée sur les deux extrémités au moyen de jeux de leviers diversement combinés; les colliers à double enroulement de sens inverse et point fixe central, qui constituent en réalité deux freins distincts dont l'un, dans chaque sens de marche, agit avec efficacité complète et l'autre avec efficacité restreinte; enfin les colliers dont chaque extrémité peut servir indifféremment de brin tirant ou de brin résistant, étant reliée d'une part par une chaîne à un point fixe et d'autre part par un organe de traction à l'une des extrémités d'un balancier sur le centre duquel s'exerce l'effort de tirage.

L'emploi des freins, de quelque nature qu'ils soient, pour éviter ou arrêter une dérive en arrière, a l'avantage d'une action progressive sans choc violent; mais il rend assez difficile le démarrage ultérieur, le desserrage préalable qui est nécessaire permettant la production d'un commencement de recul de la voiture.

Aussi préfère-t-on le plus souvent l'emploi d'appareils contre-recul spéciaux, ce qui n'exclut pas les freins avant-arrière, utiles pour l'arrêt de la marche volontaire en arrière.

Le plus répandu des appareils contre-recul est la béquille, dont l'extrémité est en forme de pointe ou plus généralement de biseau recourbé, sans excès, vers le sol. On considère généralement qu'il convient que la béquille lâchée prenne une inclinaison de 1 à 2 de base pour 1 de hauteur; plus voisine de l'horizontale, elle risquerait de ne pas bien prendre; plus voisine de la verticale, elle aurait chance d'être inefficace, en se renversant en arrière, grâce à un léger soulèvement de la partie de la voiture où elle est fixée. On risque d'ailleurs toujours plus ou moins, suivant les circonstances, de tomber dans l'un ou l'autre de ces deux inconvénients : de plus, si la voiture a déjà acquis une certaine vitesse de recul au moment où la béquille est lâchée, cet organe, dont l'action est forcément brutale, court grand risque d'être faussé ou brisé.

Le rochet prenant point d'appui sur une denture de scie solidaire soit des roues, soit des pignons de chaînes, présente à un moindre degré ces inconvénients, car, en raison de sa très faible longueur, il peut facilement être très solide, et d'ailleurs il n'agit pas aussi brutalement, ne provoquant l'arrêt de la voiture que par glissement des roues sur le sol.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Mais il résulte de cette action une usure et une chance d'avarie des bandages, particulièrement lorsqu'ils sont en caoutchouc; des sabots d'enrayage, tout en présentant les mêmes avantages, n'auraient pas cet inconvénient; ils sont cependant à peine employés, sans doute pour des raisons d'esthétique.

Ajoutons que les divers appareils contre-recul ne sont guère appliqués aux voitures à vapeur, qui peuvent avoir besoin, pour démarrer, de donner d'abord un petit coup de marche arrière, ce que béquille, rochet ou sabot d'enrayage les empêcheraient de faire. L'exigence du règlement français relativement à la possibilité de dérive alors est satisfaite par l'existence d'un frein à sabots ou d'un frein avant-arrière.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Je demande la parole.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. de Chasseloup-Laubat.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — J'ai eu occasion de remarquer que les machines à vapeur dans lesquelles la distribution se fait au moyen d'un tiroir plat ne se comportent pas du tout de la même façon, au moment de la contre-vapeur, que celles dont le tiroir est cylindrique.

Avec les machines à tiroir plat, on obtient des résultats assez doux, tandis qu'avec les machines à tiroir cylindrique, l'action est extrêmement brutale.

Je ne connais pas très bien la question, mais je crois que l'on a fait des constatations de cette nature sur les chemins de fer. En effet, quand on fait la contre-vapeur, dans les machines à tiroir plat, le tiroir est soulevé et déplacé tandis qu'il n'en est pas de même dans les autres. Au reste, M. Bollée pourrait vous renseigner mieux que moi sur cette question.

M. BOLLÉE. — On est même obligé quelquefois de mettre des soupapes de sûreté sur le fond du cylindre ; c'est un point qui n'a d'intérêt, du reste, que pour les grosses voitures à vapeur, mais il y a là, je crois, quelque chose à signaler.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Quand, sur un moteur électrique, on donne un coup de marche arrière, pour l'arrêter, il peut arriver des accidents assez sérieux au moteur ou aux accumulateurs. Si, à ce moment-là, la voiture est libre, ou bien les roues patinent, ou bien la voiture s'arrête avec une brutalité extrême et repart en arrière et l'intensité tombe à ce moment-là. Mais je me demande ce qui arriverait si, dans une voiture, avec le dispositif dont vous nous parliez tout à l'heure, dans laquelle on produit le serrage mécanique, on produisait en même temps un mouvement arrière, car à ce moment, le moteur est arrêté.

M. BOCHET. — On ne doit employer la marche arrière que dans le cas où le frein mécanique n'est pas suffisant pour arrêter la voiture.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Mais, si le conducteur avait fait cette fausse manœuvre ,il aurait ses roues serrées par le frein mécanique et il ferait la marche arrière avec le frein électrique ; vous auriez une intensité quelconque dans le moteur.

M. BOCHET. — C'est comme s'il faisait marche avant avec son frein serré.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Je crois donc indispensable d'avoir des dispositifs empêchant la marche arrière ou avant quand le frein mécanique est appliqué, car cette interruption de courant n'empêche en rien le freinage électrique. Vous pouvez très bien avoir des dispositifs permettant le freinage électrique et le freinage mécanique simultanément, sans que la marche avant ou arrière soit possible; ces dispositifs ont été appliqués d'ailleurs par nombre de construc teurs.

M. BOCHET. — Parfaitement, c'est ce que j'ai dit dans mon rapport.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Cependant, je crois qu'en court-circuit,on arrive à un freinage très brutal, et je pense qu'un dispositif pemettant de faire marcher en avant ou en arrière sans que le frein soit desserré, peut amener la destruction de la voiture.

M. HOWARD. — Il en est ainsi pour presque toutes les voitures qui sont actuellement en service à New-York et dans lesquelles on coupe le courant en même temps que l'on fait agir le frein mécanique.

Cette mesure est d'autant plus nécessaire, que les conducteurs des voitures publiques, dans les grandes villes, ne sont pas des ingénieurs : c'est ainsi que l'on peut arriver à conserver le matériel. Presque toutes les voitures sont construites de même ici, également.

M. RICHARD. — Je trouve qu'il y a un peu d'exagération au point de vue du cliquet, lorsque M. le rapporteur dit que, quand la voiture recule et que le cliquet tombe, cela pourrait abîmer le caoutchouc. Le cliquet agit immédiatement d'ordinaire, quand on monte une côte, on laisse tomber son cliquet. Si la voiture tend à s'arrêter, elle n'a pas de vitesse.

M. BOCHET. — Oui, si le cliquet est lâché d'avance.

M. RICHARD. — Si vous mettez le cliquet quand la voiture commence à reculer, vous casserez tout.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Vous partirez en arrière malgré le cliquet ; je vous citerai toutes les anciennes voitures.

M. RICHARD. — Je voudrais, Messieurs, faire une observation sur la partie du rapport dans laquelle M. Bochet parle des freins à sabot, il dit qu'ils ne sont pas employés à sa connaissance, mais il en existe cependant une application au

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moins qui est assez intéressante et qui est due à M. Cuénot, le vice-président de l'Automobile Club suisse.

M. BOCHET. — J'y ai fait allusion dans mon rapport.

M. RICHARD. — Je ne sais si nos collègues ont vu ce petit véhicule exposé l'an dernier aux Tuileries. L'appareil consiste en deux sabots qui viennent frotter sur le sol. L'idée n'a pas été appliquée encore en France, mais une maison suisse en a fait usage pour la voiture de Henriot frères. Depuis trois mois environ qu'il fonctionne sur cette voiture, le frein à sabot a donné les meilleurs résultats. Cette voiture va arriver d'ici quelques jours à Paris et je serais très heureux que Messieurs les membres du Congrès la vissent. En tout cas, on peut dire que l'idée d'employer deux sabots qui frottent sur le sol et qui transforment la voiture, non pas en traîneau, car on n'arriverait pas dans une descente, à supprimer complètement le roulement sur le sol, mais qui permet de dépenser sur le sol une grande partie de l'énergie fournie par la pente, on peut dire que cette idée a déjà été mise en pratique et il est intéressant, je crois, que le Congrès en ait connaissance.

M. NICODÈME. — Lorsque l'on a arrêté une voiture dans une côte et que l'on veut démarrer, on est bien obligé de lâcher le frein ; à ce moment, la voiture part aussitôt en arrière. Il faut un dispositif qui, comme le cliquet, permette de démarrer rapidement, tandis que l'on ne sait pas au juste à quel moment il faut laisser tomber le freinage à sabots.

M. LE PRÉSIDENT. — Le frein doit être à peu de distance du sol.

M. NICODÈME. — C'est difficile à établir pratiquement.

M. LOHNER. — J'ai également appliqué ce système de freinage par frottement sur le sol, non pas pour le freinage proprement dit, mais pour le dérapage.

Cette question me paraît très intéressante et je demanderai à M. Richard de bien vouloir indiquer au Congrès quelle matière il emploie pour son sabot.

Nous avons fait des brosses métalliques en lames d'acier, parce que nous nous sommes dit que c'était peut-être le moyen d'appliquer ce sabot sur un terrain inégal, et surtout dans une ville. Je ne prétends pas que cette invention soit extraordinaire, mais nous l'avons essayée et je crois qu'il y aurait peut-être intérêt à travailler dans ce sens. C'est M. Léon Bollée qui m'a dit, il y a deux ans : l'automobilisme ne pourra exister dans les villes que s'il n'y a pas de dérapage or, je pense que ce frein agissant sur le sol sera peut-être un moyen d'y arriver.

Je vous demande pardon si cette question ne rentre pas tout à fait dans le sujet, mais elle est très intéressante et je serais reconnaissant à M. Richard, s'il voulait bien nous donner quelques indications.

M. RICHARD. — Lorsque M. Cuénot a eu la première idée de son frein à sabot, nous avons précisément pensé au dérapage. Le sabot était en métal et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

on l'avait placé longitudinalement dans le sens de la voiture, de façon à empêcher la translation rapide de cette voiture sur le sol gras. Nous n'avons pas obtenu de bons résultats parce que la manœuvre du frein n'étant pas automatique et dépendant de la main du conducteur, nous n'arrivions jamais à faire coïncider le mouvement du frein avec le dérapage.

En réalité, M. Cuénot, dans ses brevets, avait revendiqué l'application de son système au dérapage proprement dit.

En réalité, l'emploi le plus pratique que nous ayons trouvé du frein à sabot, c'était, lorsque la voiture était arrêtée, d'en faire un moyen de « levage de la voiture ». Cela permettait de faire fonctionner la voiture à vide, dans la remise même du propriétaire, en soulevant les roues de chaque côté et en faisant travailler le moteur à vide sur les roues. Mais je répète qu'au point de vue du dérapage, nous n'avons pas obtenu de résultats absolument parfaits.

M. LE PRÉSIDENT. — Personne ne demande plus la parole sur cette question ?

Nous passons alors à la question suivante.

M. le Capitaine BARISIEN, l'un des Secrétaires, donne lecture du rapport de M. A. Bollée père.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT DE M. A. BOLLÉE PÈRE

SUR

les Détails de Construction

Le rapport que j'ai l'honneur de présenter au Congrès est écrit sans aucune prétention, uniquement pour servir de thème à la discussion de mes savants collègues, sur un sujet à la fois simple et compliqué.

Mon rapport porte sur trois points principaux :

1° Les tuyaux et leurs joints ;

2° Le desserrage des écrous ;

3° L'emploi de l'aluminium et de ses alliages.

Pour chacun de ces trois sujets, il est difficile, sinon impossible, de dégager des nombreuses expériences déjà faites, des théories précises, comme celles que l'on peut émettre, par exemple, sur les dimensions des organes d'une machine à vapeur ou d'un moteur à pétrole.

Dans une voiture automobile, le tuyautage est une des choses les plus variables, car il doit se prêter à la fois, non seulement aux exigences de la mécanique, mais encore à celles d'une carrosserie que l'on fait chaque jour de plus en plus luxueuse.

Rarement dans l'étude d'une voiture automobile, le constructeur se préoccupe du tuyautage ; ce n'est qu'une fois la voiture finie, ou à peu près, qu'il songe à cette partie importante, qu'il ne peut alors résoudre qu'en faisant prendre aux tuyaux des formes très sinueuses, donnant dans la plupart des cas à un appareil automobile simple en lui-même, un aspect compliqué qui effraie les débutants.

Je suis persuadé que non seulement une voiture doit être simple, mais qu'encore elle doit en avoir l'apparence. Pour cette raison donc, je pense que par la suite, l'étude du tuyautage prendra chez beaucoup de constructeurs une importance plus grande, et que l'on cherchera de plus en plus la simplification.

Déjà, dans cet ordre d'idées, beaucoup de constructeurs ont cherché à rapprocher le plus possible les uns des autres les organes devant être reliés par des tuyaux qui, primitivement, passaient dans toute la longueur de la voiture. Certains même sont parvenus à la suppression totale de quelques tuyaux, en attachant directement, par exemple, le carburateur d'un moteur à pétrole après la tubulure d'admission venue de fonte avec le cylindre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Malheureusement, il n'est pas possible de conclure à la suppression totale du tuyautage, et il convient d'étudier les moyens de parvenir à empêcher les ruptures des tuyaux et éviter ainsi une cause assez commune d'arrêt des voitures automobiles.

Les causes de rupture les plus générales sont :

1° La vibration des tuyaux ;

2° Les déformations importantes qu'ils doivent subir, soit par dilatation, soit par déplacements relatifs des organes qu'ils relient.

Il est incontestable que les voitures automobiles dont les roues sont munies de caoutchoucs pleins ou pneumatiques sont moins sujettes que les autres aux ruptures du tuyautage dues aux vibrations résultant du roulement de la voiture. Sur certaines voitures bien suspendues, même, on peut considérer cette cause de rupture comme totalement supprimée, surtout si on a soin de ne pas donner aux tuyaux des portées trop grandes.

Pour les voitures non convenablement suspendues, le seul remède est d'attacher les tuyaux de place en place, à des endroits bien rigides les uns par rapport aux autres, et en les entourant d'une attache garnie d'un corps souple, de cuir, par exemple.

Quant aux vibrations des tuyaux qui proviennent de la marche du moteur, il y a lieu de les éviter avec d'autant plus de soin qu'elles se produisent avec un rythme sensiblement régulier et qu'elles peuvent s'accentuer et s'amplifier, produisant sur les tuyaux des nœuds et des ventres, à la facon d'une corde sonore. Il faut donc observer l'emplacement où les tuyaux sont soumis aux plus grandes amplitudes de vibrations et les attacher à ces endroits, comme il vient d'être dit.

D'une façon générale, il faut attacher les tuyaux de manière à ne pas leur permettre de vibrer, surtout dans le sens des vibrations données à la voiture par le moteur ; ces vibrations ont un sens qui dépend du type du moteur employé, de son équilibrage et de la disposition de son axe de rotation dans la voiture.

Je ne parle que pour mémoire, des vibrations dues aux coups de bélier, dans les canalisations d'eau des pompes alimentaires. Chacun sait que la cloche à air ou que le réservoir élastique est le seul remède possible.

Quant aux déformations du tuyautage, provenant du changement relatif de position des organes reliés, il n'y a pas d'autre remède que de faire des tuyaux présentant par leur forme et leur longueur une élasticité suffisante pour compenser ce déplacement relatif. Mais il faut avoir bien soin de veiller en les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

établissant dans ces conditions, d'éviter les zones de vibrations maximum dont je viens de parler.

Dans bien des cas, il n'est possible de résoudre le problème qu'en mettant soit à un bout, soit aux deux, une portion de tuyau flexible (caoutchouc ou tuyaux métalliques flexibles), ou bien encore un joint analogue aux presse-étoupes des machines à vapeur. Dans quelques cas, même, le joint n'est pas utile, par exemple, pour les tuyaux d'échappement des moteurs à pétrole ou d'amenée d'air au carburateur, ces deux canalisations n'exigeant pas une étanchéité parfaite. Pour les tuyaux d'échappement des moteurs à pétrole, il n'y a pas à hésiter a leur laisser une dilatation libre, car ils sont soumis à de grandes différences de température. Bien souvent, cette dilatation libre est obtenue par le manque de rigidité des attaches du pot d'échappement.

Ce dont il faut bien s'inspirer, c'est que lorsqu'on relie deux organes pouvant changer de positions relatives, il faut ou les relier par un tuyau suffisamment solide pour résister en sécurité à l'effort qui cherche à faire varier ces positions et s'opposer à ce changement, ou bien, au contraire, employer un tuyautage suffisamment souple ou élastique pour n'offrir aucune résistance à ce changement de position. Toute solution mixte peut être considérée comme défectueuse et sera une source d'ennuis.

La nature des métaux a une grande importance sur les chances plus ou moins grandes de rupture. Pour les calanisations d'eau et de pétrole, le cuivre et ses alliages et dans certains cas l'aluminium, donnent satisfaction ; mais pour les températures trop élevées, pour le tuyautage d'échappement, par exemple, il faut absolument employer des tuyaux en fer ou en acier.

Pour terminer cette question de tuyautage, il me reste à étudier les différents systèmes de joints.

Pour les petits tuyaux servant soit à l'amenée de pétrole, soit à la circulation d'eau, le joint qui semble donner le plus de satisfaction, est le simple joint à emboîtage conique, dans lequel les deux surfaces rodées sont mises fortement en contact par un écrou. Dans bien des cas, on peut se contenter de surfaces plates non rodées, entre lesquelles on presse par un écrou un joint souple ou élastique. Quelquefois, une des deux surfaces plates ou coniques est simplement constituée par un cône ou une collerette obtenue en façonnant convenablement le bout même du tuyau. Pour les tuyaux jonctionnés par des brides brasées, il ne faut pas hésiter à leur faire une longue emmanchure dans les brides, de façon à éviter toute chance de débrasement. Il est bon de faire les brides à emboîtement pour avoir plus de sécurité dans la solidité du joint et éviter son déplacement, soit intérieurement, soit extérieurement.

Il y a une tendance marquée dans la locomotion automobile à délaisser de plus en plus les joints au minium, les joints en cuir, en feutre, en amiante, pour

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

les remplacer par des joints constitués par une enveloppe extérieure en cuivre mince, renfermant soit de l'amiante, soit une matière malléable laissant bien prendre au joint, sous l'écrasement, la forme des deux surfaces entre lesquelles il est enfermé. Cette préférence de la part du public est très justifiée, non seulement par la qualité du joint obtenu, mais encore par la commodité et la propreté de l'opération de réfection d'un joint. Il semble même que dans les voitures de luxe on cherche à n'employer que des joints de cette nature ou des joints rodés, à l'exclusion presque complète de tous les autres. Les joints en fibres, pour la canalisation d'eau, ont cependant leurs chauds partisans.

Desserrage des écrous. — Il est indiscutable qu'il faut prendre le plus grand soin dans une voiture automobile pour obvier au desserrage des écrous. La perte d'un écrou peut être souvent la cause d'un accident grave, surtout quand elle se produit dans les appareils de freinage ou de direction. Un écrou perdu peut encore entraîner la rupture d'organes principaux, tels que des engrenages, lorsqu'il tombe dans ces organes pendant la marche. Il faut donc tout faire pour empêcher les écrous de se desserrer, ensuite de se perdre. Je sépare avec intention ces deux phrases, le desserrage et la perte de l'écrou, parce que leurs causes et leurs remèdes sont bien différents.

Lorsque l'écrou d'un boulon ou d'un goujon appelé communément prisonnier, se desserre après un serrage convenablement fait, et sans qu'il soit sollicité à tourner par un mouvement angulaire des pièces serrées par lui, il faut en attribuer la cause à un effort trop considérable, supporté par le boulon et l'écrou, effort qui a eu comme résultat, soit d'allonger la tige taraudée jusqu'à dépasser sa limite d'élasticité, soit d'écraser et mater les surfaces d'appui du boulon et de l'écrou, soit d'écraser et mater le filetage de l'écrou, en un mot produire une déformation dans le boulon éloignant l'écrou de le tête, ou encore une déformation dans les pièces serrées rendant ces pièces moins épaisses. Dans les deux cas, le desserrage premier est produit, et la vibration intervenant ensuite, l'écrou tourne et finalement arrive à se perdre.

Il faut donc avant tout empêcher le desserrage premier.

D'après ce que je viens de dire, il faut éviter que la limite d'élasticité de la matière, soit du boulon et de son écrou, soit des surfaces serrées, puisse être dépassée, et, pour cela, il faut mettre des sections de boulons et des surfaces d'appui de filets, de têtes de boulons et d'écrous suffisantes pour pouvoir résister sans déformations anormales aux plus grands efforts que ces boulons peuvent avoir à subir. Cette constatation nous conduit aussitôt à l'obligation de mettre des rondelles en métal dur, ayant un diamètre très supérieur aux têtes de boulons et écrous, entre ces têtes et écrous et les surfaces serrées, lorsque ces dernières sont faites d'une matière relativement malléable, comme l'aluminium, par exemple ; ceci dit, bien entendu, lorsqu'il est impossible pour des raisons de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

poids, d'économie, etc., de mettre des têtes et des écrous présentant par eux-mêmes des surfaces aussi grandes que les rondelles dont je viens de parler.

Il arrive cependant, surtout dans les voitures automobiles que des efforts tout à fait anormaux fassent dépasser la limite d'élasticité. L'écrou se trouve ainsi desserré. Le seul moyen de remédier à cet état de choses est d'intercaler entre l'écrou et la surface serrée, un corps présentant une réelle élasticité. On emploie avec succès, dans ce cas, des rondelles élastiques, le plus généralement constituées, soit par un simple disque embouti, soit par des sortes de ressorts à boudin, que le serrage de l'écrou fait dans ce cas comme dans l'autre, aplatir. Ces rondelles compensent par leur propre élasticité le petit allongement qui a pu se produire dans la tige du boulon et le matage des filets et des surfaces serrées. Les rondelles faites avec des portions de ressorts à boudin, généralement employées, sont roulées comme les filets d'une vis ayant le pas à gauche, lorsqu'il s'agit de maintenir un écrou ayant le pas à droite, et réciproquement, car les deux bouts du ressort formant rondelle, coupés à angles vifs, constituent un véritable encliquetage en s'incrustant dans la surface serrée et dans l'écrou et le desserrage de l'écrou, même à la clé, devient difficile, à tel point qu'on voit souvent dans cette dernière opération, la rondelle élastique se briser.

Dans certains cas, au lieu de rondelles élastiques, on emploie, avec succès, un morceau de cuir, de caoutchouc ou de bois, que l'on met entre les surfaces serrées. Le morceau de bois est communément employé pour les ressorts des voitures.

Il est à noter qu'un boulon long a beaucoup moins de tendance à se desserrer qu'un court, sa longueur lui permettant justement une certaine élasticité.

De ce qui précède, il faut conclure qu'il n'y a pas à hésiter pour éviter le matage des têtes de boulons, des écrous, des filets et des surfaces serrées, à ce que tous les appuis se fassent bien normalement et que, par conséquent, les têtes et les écrous soient bien perpendiculaires à l'axe du boulon et qu'ils viennent s'appuyer sur des surfaces également bien perpendiculaires à l'axe des trous percés.

Dans les voitures automobiles, généralement les boulons qui travaillent au cisaillement se desserrent beaucoup plus que ceux qui travaillent à la traction. Cela tient à ce que le moindre déplacement de la pièce par rapport à l'écrou peut chercher à entraîner dans un mouvement angulaire, soit le boulon, soit l'écrou. Si ce déplacement se répète, il y a une usure qui devient encore plus rapide que le matage, sans compter que la position oblique que prend le boulon lorsqu'il travaille au cisaillement ne peut être obtenue que par un allongement du boulon lui-même.

Il faut donc, dans la mesure du possible, éviter les boulons travaillant au cisaillement, et, lorsqu'on y est malgré tout obligé, il faut avoir bien soin de les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

employer assez gros et en nombre suffisant pour que par simple pression des surfaces serrées, tout déplacement de celles-ci devienne impossible. Il faut aussi mettre des trous très longs avec des boulons bien à plein, pour empêcher les boulons de prendre une position oblique.

Il faut avoir soin d'employer des écrous bien plats à l'exclusion de ceux présentant des surfaces bombées. En effet, non seulement ces surfaces bombées diminuent les surfaces d'appui, facilitant ainsi le matage, mais encore elles facilitent le desserrage par le fait que l'appui se faisant sur un diamètre moins grand, les écrous tournent plus facilement.

Pour qu'un écrou soit bien serré, il est bon de bien huiler le corps du boulon, les filets et la partie de l'écrou qui presse les surfaces serrées, de façon à ce qu'il ne puisse pas se produire, pendant le serrage, une sorte de grippement dans lequel s'annulerait l'effort angulaire produit avec la clé, au lieu qu'il se transforme en un effort suivant l'axe du boulon. Ce grippement empêcherait ainsi le boulon d'être serré complètement, et il pourrait par conséquent se desserrer facilement. Il est bon également de frapper à petits coups sur la tête du boulon ; les vibrations qui en résultent permettent de serrer plus fortement l'écrou.

Je viens de passer en revue les causes du desserrage premier ; il me reste à indiquer les moyens d'empêcher les écrous de se perdre au cas où, malgré les précautions prises, le fait se produirait.

Le moyen le plus commun consiste à mettre tout simplement une goupille dans le bout du boulon. Il faut avoir bien soin, dans ce cas, de mettre cette goupille bien à plein le trou et de l'ouvrir convenablement pour l'empêcher de se couper par les vibrations répétées. Assez souvent, ces goupilles sont mises dans des entailles faites dans le bout de l'écrou, de façon à arrêter le dévissage immédiat de l'écrou, sans cependant empêcher son desserrement qui, comme je l'ai expliqué, peut se produire sans que l'écrou tourne.

Dans d'autres cas, dans ce même ordre d'idées, on emprisonne l'écrou dans une plaquette à encoches que l'on immobilise par d'autres encoches ou par un moyen convenable, soit sur le corps du boulon, soit sur un organe fixe.

Un moyen également très commun, est d'empêcher un écrou de se dévisser après le desserrage premier, en faisant offrir à son filetage, une résistance plus ou moins grande au mouvement angulaire, par rapport au boulon. C'est le cas d'un écrou sur lequel on presse fortement un contre-écrou. L'effort exercé entre les deux écrous prend son point d'appui sur le filetage du boulon, et on a d'autant plus de mal à faire tourner ces deux écrous ensemble qu'ils sont pressés plus fortement l'un sur l'autre.

Quelquefois, on intercale entre l'écrou et le contre-écrou, une rondelle portant intérieurement une saillie pouvant coulisser dans une rainure faite dans le corps du boulon.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On a bien encore proposé des écrous fendus, faisant ressort, soit sur leur diamètre, soit sur leur longueur, mais je n'ai pas été à même d'apprécier les résultats obtenus.

Lorsqu'il s'agit de vis placées, je suppose, en couronne, pour fixer des engrenages sur des embases, on peut percer les têtes et passer dans les trous un seul fil de fer qui les empêche de tourner et de se perdre.

En résumé, je crois que les constructeurs doivent surtout s'attacher à empêcher le desserrage premier, retirant ainsi une grande partie de l'importance aux moyens multiples pour empêcher les écrous de se perdre. J'ajoute, pour terminer cette question du desserrage des écrous, que les boulons à gros pas se desserrent beaucoup plus facilement que ceux à pas relativement fins.

Aluminium.—Il ne me reste plus, pour terminer ce rapport, qu'à étudier les emplois de l'aluminium et de ses alliages. Ce que je viens de dire au sujet du desserrage des écrous par le matage, restreint dans une assez large proportion, en dehors même du prix de revient, les emplois de l'aluminium, ce corps étant en effet peu résistant au matage. Cependant, sa légèreté et la facilité de le travailler, compensant souvent en main-d'œuvre le surcroît du prix d'achat, font que l'aluminium est très recherché.

On peut l'employer d'une façon générale, à peu près dans les mêmes cas que la fonte, chaque fois qu'il n'a pas à subir de frottements ou de températures élevées. Il résiste bien moins que la fonte au matage, et il y a lieu de ménager de larges appuis aux parties supportant des efforts répétés.

Les taraudages se comportent d'une façon satisfaisante, lorsque les filets ne sont pas trop fins et que les vis ne doivent pas être démontées trop souvent. Je crois qu'en général il n'y a pas lieu d'hésiter à substituer aux vis mobiles des boulons et des prisonniers.

Les emplois les plus communs de l'aluminium, dans les voitures automobiles, sont les carters de moteurs et d'engrenages, les poulies qui donnent une très bonne adhérence et les organes ne subissant pas de fatigue, comme les carburateurs, les graisseurs, certains tuyaux, enfin la carrosserie.

Dans ces différents cas, l'aluminium donne généralement satisfaction, lorsque les modèles sont bien étudiés et, je le répète, lorsque ces organes ne sont soumis à aucune température élevée.

Je ne parle, bien entendu, que des emplois courants et non des emplois que l'on peut en faire sur les voitures de course, dans lesquelles le souci de la légèreté domine de beaucoup celui de la longue durée.

Il est très regrettable que l'on ne puisse pratiquement fabriquer des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

réservoirs en aluminium, faute des moyens d'en opérer une durable étanchéité, car il y aurait là un emploi qui serait assez commun.

Je ne m'étends pas dans ce rapport, sur les emplois de l'aluminium dans la carrosserie, pour la fabrication des caisses de voitures, des garde-crottes, de l'enveloppe des organes de moteur, etc..., pensant que mon distingué collègue M. Jeantaud, chargé du rapport sur la carrosserie, traitera cette question avec plus de compétence que je ne pourrais le faire.

Je n'ai avec intention parlé dans ce rapport, forcément court (car il n'y a rien dedans que personne ne sache) que de l'aluminium pur ou sensiblement pur, car il n'y a guère que ce métal qui, jusqu'à ce jour, a été employé sous des noms différents dans la construction des automobiles.

Les alliages, tels que le bronze-aluminium, ne semblent pas être recherchés, car, si d'un côté les inconvénients de la malléabilité de l'aluminium cessent en partie avec le bronze-aluminium, d'autre part, l'avantage de la légèreté disparaît en même temps. Les progrès de la fonderie d'acier coulé, permettant de faire des pièces extrêmement minces et résistantes, font que l'on préfère, dans la majeure partie des cas, une pièce en acier coulé, à celle faite avec un alliage d'aluminium de densité relativement élevée, la différence de poids entre les deux pièces ne compensant pas au profit de l'alliage d'aluminium les autres avantages de l'acier.

Pour cette question de l'aluminium, je suis obligé de répéter ce que je disais au début de mon rapport, à savoir qu'il est impossible d'émettre une opinion précise. Nos plus grands constructeurs, eux-mêmes, sont en effet encore à la période de tâtonnement sur les emplois que l'on peut faire de l'aluminium lorsqu'on le soumet à un travail de quelque importance.

Je pense donc que si les emplois de l'aluminium, si séduisant par sa légèreté, sont tranchés en sa faveur, dans bien des cas, il y a place pour les autres, à une large discussion d'où sortira, je l'espère, un résultat pratique, comme du reste pour tous les autres sujets soumis au Congrès.

(Applaudissements.)

M. LE PRÉSIDENT. — Quelqu'un demande-t-il la parole sur le rapport de M. A. Bollée ?

M. RICHARD. — Je demande la parole.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Richard.

M. RICHARD. — Je désirerais simplement demander un renseignement à M. Bollée.

Depuis que nous nous occupons de voitures automobiles, nous avons eu l'occa-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sion d'employer pour la canalisation d'eau destinée à réfrigérer le moteur, soit du cuivre, soit des tuyaux flexibles.

Il semblerait que ces derniers avaient une application des plus marquées pour s'opposer aux évaporations ; malheureusement, ils sont généralement formés par une hélice formée elle-même d'une petite bande de cuivre et on loge dans une petite rainure un fil de caoutchouc ou d'une autre matière pour rendre le tuyau absolument étanche. Quand on emploie le tuyau flexible, on a l'avantage de moins casser, mais le tuyau fuit au bout de quelque temps, par suite de la rupture des fils qui empêchent l'eau de filtrer au dehors.

Je serais très heureux si, parmi nos collègues, quelqu'un pouvait nous dire s'il existe des tuyaux flexibles qui donnent des résultats pendant longtemps et sur lesquels la température de l'eau chaude sur les petites bandes qui permettent d'obtenir l'étanchéité n'influe pas.

M. Bollée. — Je répondrai que je n'en emploie pas et que je n'en connais pas, même de mauvais.

M. Richard. — La question est intéressante; nous avons dû abandonner complètement l'emploi des tuyaux flexibles.

M. Bollée. — Il m'était venu à la pensée d'écrire dans le rapport que le meilleur moyen d'avoir une bonne canalisation dans une voiture, c'était de la faire sans se préoccuper de quoi que ce soit et, au bout de 8 ou 10 jours de service, quand la canalisation est crevée de tous côtés, de faire des raccommodages : vous pouvez être certain alors de ne rien casser: vous marcherez divinement ! (*Hilarité générale.*)

M. le Secrétaire général. — Au sujet de ce que M. Richard vient de nous exposer sur les tuyaux souples, je dirai qu'il y en a qui sont un peu souples et que l'on se sert de ces tuyaux pour faire des refroidisseurs. Ce sont des tuyaux emboutis en spirale et ils ont une certaine souplesse qui n'est pas comparable à celle des tuyaux dont parlait M. Richard tout à l'heure, mais qui est, cependant, assez grande. Ne finissent-ils pas, dans la pratique par se briser, parce qu'il y a des trépidations, parce qu'étant emboutis, le métal est devenu très cassant, je n'en sais rien, mais enfin, il y a des tuyaux souples. J'ignore également si l'on s'en est servi pour réunir des parties fixes aux parties mobiles.

D'autre part, les tuyaux entoilés ont une durée assez grande, même dans l'eau très chaude qui sort des moteurs. Comme très souvent, pour empêcher la rupture d'un tuyau en cuivre il suffit de mettre une section très courte de tuyau souple — quelquefois 10 centimètres suffisent, c'est un procédé qui consiste à mettre des tuyaux de caoutchouc.

M. Bollée. — C'est le raccommodage des tuyaux !

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. RICHARD. — Lorsqu'on a des tuyaux qui cassent facilement dans un endroit, si on a le soin de les chausser sur une longueur de 10 ou 15 centimètres, d'un tube de caoutchouc bien installé, tube qui n'est pas extensible par lui-même, mais qui doit être d'un diamètre presque égal à celui du tuyau sur lequel il doit glisser, les tuyaux ne cassent pas.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Parce qu'on empêche les vibrations.

M. RICHARD. — Parce que vous venez de produire une vibration dont les ondes sont de longueur différente de celle que le cuivre aurait pour casser et vous obtenez ainsi un excellent résultat.

Je signale ce point à mes confrères parce qu'il semble très intéressant.

M. BOCHET. — Je voudrais faire une très courte remarque sur le serrage des écrous en huilant les surfaces à serrer. Cela permet un serrage plus complet, mais il y a lieu d'appeler l'attention sur la grande multiplication d'efforts longitudinaux produits sur le boulon. Il est nécessaire, par suite, que l'homme qui serre agisse avec une grande douceur sur la surface huilée, car la multiplication peut augmenter l'effort dans le rapport de 10 ou de 20.

En somme, il s'agit ici d'une question d'adhérence ; cette adhérence est proportionnelle à l'angle du filet et à l'angle de frottement. Or, quand l'angle du filet est petit, ainsi que cela arrive souvent, l'angle de frottement prédomine beaucoup ; si l'angle de frottement est réduit dans la proportion de 3 à 1, par exemple, l'effort longitudinal augmente dans des proportions considérables.

M. BOLLÉE. — A mon avis, tout se résume en ce qu'il faut mettre le boulon assez gros et toujours proportionné à l'effort qu'il a à vaincre.

UN MEMBRE. — Quand il casse, on en met un plus gros.

M. BOLLÉE. — C'est cela. Quant à établir des données exactes sur tout cela, ce n'est pas encore possible.

M. BOCHET. — Il faut agir alors (je tenais à attirer l'attention sur ce point), avec une très grande douceur de main, quand on se sert d'un boulon huilé.

M. BOLLÉE. — Cela est certain, mais, serrez un boulon deux ou trois fois sur une culasse de moteur à pétrole, si vous n'avez pas soin de graisser l'écrou, sa surface intérieure sera altérée presque tout de suite et vous ne pourrez plus le serrer.

M. BOCHET. — Je ne conteste pas vos conclusions, j'y ajoute simplement une recommandation.

M. LE PRÉSIDENT. — Personne ne demande plus la parole ?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La parole est à M. Jobard, pour donner lecture de son rapport sur les joints.

M. JOBARD. — Messieurs, je suis un peu confus de vous apporter si tardivement le rapport que vous trouverez peut-être un peu long, étant donné le peu d'importance de la question.

C'est un peu notre faute si vous n'avez pu avoir connaissance de ce travail, ce qui vous aurait évité l'ennui de l'entendre lire; je m'en excuse et vous remercie de bien vouloir m'accorder quelques instants de votre bienveillante attention.

Nous nous sommes étendus, peut-être, un peu trop longuement sur les joints déjà existants et nous avons insisté sur les plus pratiques; j'ajoute que je suis heureux de me rencontrer ici avec M. Bollée qui a préconisé l'emploi de joints en amiante recouverte de cuivre.

RAPPORT DE M. JOBARD

SUR

les Joints d'obturation en général, et particulièrement, ceux employés pour les moteurs appliqués en automobilisme.

Messieurs,

Permettez-nous de réclamer pour la cause très aride que nous allons développer devant vous, toute l'indulgence que vous pourrez lui accorder. D'ailleurs, notre prétention est de vous faire simplement une communication, écourtée autant que possible, afin de ne pas fatiguer et retenir votre attention sur une question aussi abstraite que l'est celle des joints.

Si dans l'industrie courante et dans toute usine, on recherche avec soin le joint faisant non seulement la meilleure obturation mais donnant le plus long usage, à plus forte raison, ces deux résultats sont-ils souhaités par tous ceux qui à un titre quelconque touchent à l'automobilisme. Nous croyons pouvoir dire que, plus encore que pour les tuyautages d'usine, les joints des moteurs et de la tuyauterie affectés aux automobiles, doivent être rendus parfaitement étanches et pouvoir être réemployés un certain nombre de fois, les démontages étant fréquents et parfois effectués en cours de route.

Nous avons pensé être utile à tous ceux s'occupant d'automobiles en recherchant les différents systèmes de joints employés pour arriver ensuite à conclure à l'adoption de tel type plutôt que tel autre, en signalant les avantages et les inconvénients de chacun d'eux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bien que cette causerie soit plutôt préparée pour les fervents de l'automobilisme, elle intéresse à un égal titre tous ceux qui emploient la vapeur et principalement les industriels travaillant avec les chaudières à fortes pressions, dont l'emploi tend de plus en plus à se généraliser au fur et à mesure des progrès accomplis dans la construction des générateurs.

Nous ne vous apprendrons pas une chose nouvelle en vous disant que nombreuses ont été les difficultés d'obturation produites par les fortes tensions de gaz ou de vapeur.

L'expérience a démontré que les effets destructifs sur un joint se font sentir à partir de 160°; il faut donc admettre qu'à plus forte raison, les mêmes effets se produiront aux températures considérables obtenues par l'explosion du gaz dans les moteurs thermiques, ces températures étant voisines de 1.200 degrès.

Bien que les générateurs employés dans l'industrie n'atteignent jamais une température aussi élevée, ce que nous disons pour les moteurs d'automobiles, trouvera parfaitement son application pour les chaudières à vapeur des usines.

Nous sommes certainement d'accord pour reconnaître que les joints doivent se comporter de la même façon pour les moteurs thermiques que pour ceux à hautes tensions employés couramment dans l'industrie. Ceci dit, recherchons donc ensemble, Messieurs, quels sont les meilleurs matériaux d'obturation.

D'abord, les difficultés principales que comporte une bonne obturation sont au nombre de deux.

1° — Il paraît évident qu'il est d'autant plus difficile d'établir une obturation efficace et durable, que la force avec laquelle la vapeur sous tension cherche à s'échapper est plus grande.

2° — Avec la tension s'élève la température de la vapeur saturée, mais non surchauffée.

Nous savons que pour une pression de 1 kilog la température est de 120 degrés centigrades, tandis que pour une pression de 10 kilogs la température est de 183° c. à 15 kilogs nous avons 200° c.

L'expérience a montré que des matériaux d'obturation en matières organiques, très utilisables à 120 ou 150° refusent tout service à une température de 180 et 200 degrés.

En outre de cette question de résistance aux hautes températures, les meilleurs obturateurs seront ceux qui, réunissant la modicité du prix à la longue durée, pourront encore être utilisés à nouveau et plusieurs fois après avoir été détachés de leur jonction.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous croyons pouvoir dire que la durée d'une obturation, c'est-à-dire d'un joint, dépend essentiellement et en dehors de sa supériorité première :

1° — De la nature des surfaces à obturer et de l'état de ces surfaces l'une par rapport à l'autre.

2° — De la manipulation et des soins apportés lors de la mise en place.

Examinons d'abord les différents matériaux employés pour obturation, nous reviendrons ensuite sur la nature et l'état des surfaces ainsi que sur la pose des joints.

Joints composés de matières plastiques

Le ciment. — Le joint en ciment ordinaire ou en ciment de fer, s'emploie surtout sur des surfaces brutes et inégales. Ce joint est à peu près abandonné aujourd'hui, on en faisait principalement usage pour les trous d'homme présentant une surface bien rigide et n'étant pas sujette à vibration, condition essentielle de la réussite d'application et de durée.

Le minium. — Cette matière s'emploie, soit seule, soit entremêlée de filasse, ou avec interposition de toile de laiton. C'est un des plus anciens joints connus, il peut parfaitement se maintenir, mais, à la condition expresse de lui laisser 24 heures, pour le consolider avant la mise en marche. Il est également nécessaire d'effectuer un serrage modéré afin d'éviter la fuite du minium à l'extérieur, et surtout à l'intérieur, ce qui obstrurait le tuyau et si le minium venait à se détacher et à être entraîné il pourrait provoquer le rodage des cylindres ou empêcher le fonctionnement de certains organes.

En plus des inconvénients ci-dessus, le minium, sous l'influence de la chaleur se craquèle, se fendille et demande à être remplacé ; il faut alors nettoyer les portées, travail nécessitant une main-d'œuvre coûteuse sur des surfaces rugueuses.

Dans la plupart des compagnies de chemin de fer, l'obturation se fait encore au minium avec toile de laiton.

Somme toute, cette obturation ne doit pas disparaître entièrement, pas plus que la tresse de chanvre; tout chauffeur devant être à même de faire un joint au minium quand ce ne serait que pour parer aux cas urgents.

Packings. — Les packings, usudirian et autres produits similaires sont composés en général de débris d'amiante, minium, de caoutchouc, baryte, plombagine, huile de lin, quelquefois de sciure de bois, le tout mélangé.

Les joints faits avec ces différentes matières deviennent durs et cassants

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au bout de peu de temps, de même que les matières premières, caoutchouc et minium qui entrent pour la plus grande partie dans le mélange les composant. Nous ne parlerons que pour mémoire de ce mode d'obturation qui, à notre avis, doit être mis de côté.

Caoutchouc. — Le joint en caoutchouc est au début de sa mise en place, l'idéal du genre: souple, flexible, plastique et élastique, il s'adapte partout; malheureusement, sous l'influence de la chaleur, même modérée il se dessèche, se transforme en une matière dure, cassante et fissurée ; à cet état, le joint doit être remplacé.

La plasticité trop grande du joint en caoutchouc pour certains usages, a suggéré l'idée de le recouvrir de toile afin de le maintenir.

On a fait aussi le joint en toile caoutchoutée qui constitue une amélioration appréciable. Puis la plaque de caoutchouc avec toile de laiton intercalée.

Ces différentes recherches avaient pour but de fixer le caoutchouc et d'augmenter la durée des joints; néanmoins, elles n'ont jamais supprimé ou même remédié aux inconvénients du caoutchouc qui résident dans la dessiccation de cette matière.

Joints en métal. — Ce mode d'obturation se compose d'un bloc ou plaque métallique sans interposition de matière plastique. Parmi les différents systèmes employés, nous signalons :

1° — Les obturations lenticulaires en cuivre rouge; ce joint ne peut être efficace que sur des surfaces bien dressées et de portées très rigides, de façon à ce que les dilatations et torsions dues à l'élévation de la température ne fassent pas disjoindre l'obturateur. Nous ferons les mêmes objections en ce qui concerne le joint tourné et dressé composé d'une bague en acier. La pose de ce joint exige une régularité méthodique et égale dans le serrage, afin d'éviter le bâillement des brides qui ne manquerait pas de se produire avec un serrage inégal des boulons.

2° — Il existe également un joint de cuivre rouge dont nous avons un modèle sous la main; ce joint est très employé en Alsace; il est pris dans une barre de cuivre rouge en forme d'X; on coupe une certaine longueur puis après avoir biseauté les deux extrémités on les réunit en les brasant pour former l'anneau; enfin dans les deux parties opposées de l'X, on colle une tresse d'amiante, ou bien l'on place du minium; à l'usage, l'X s'écrase et l'amiante seul fait joint; on retombe alors dans les inconvénients de ce dernier; si on a employé le minium, celui-ci se dessèche rapidement et n'obture pas.

3° — Le joint en cuivre profilé; lequel est composé de fils en cuivre rouge ayant la forme d'un losange, ces fils sont enroulés en spirale, les uns à côté des autres; puis ils sont maintenus entre eux par une brasure. Dans le but d'éviter que les gaz ou vapeurs s'échappent en suivant la spirale que forme

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'enroulement, on brase dans le sens du rayon, une ou plusieurs bandes métalliques qui font l'office de barrage.

4° — Le même joint s'établit en plomb, coulé dans un moule; ce dernier système est défectueux, d'abord parce que le plomb offre des inconvénients que nous signalerons plus loin, et ensuite les gorges formées par la juxtaposition des losanges constituent en quelque sorte des points de rupture préparés à l'avance.

5° — En Allemagne, on emploie comme obturateur, du fil de cuivre rouge, posé en écheveau, ce mode nous semble peu intéressant et nous ne faisons que le signaler.

Plomb. — Le plomb en feuilles est utilisé couramment pour les joints placés directement sur les chaudières à vapeur et dans les tuyauteries de quelques usines de produits chimiques.

Nous considérons ce joint comme dangereux à la suite d'une mise en place un peu prolongée. Il est très plastique mais manque d'élasticité, il se ramollit sous l'influence des températures élevées et sous l'effort d'une pression constante déterminée par le serrage des boulons d'assemblage, il s'écrase continuellement, d'où, une surveillance incessante afin d'obtenir l'étanchéité certaine.

Le plomb déjà ramolli par la chaleur et en outre pressé par les boulons, tend à fuir extérieurement ou même intérieurement, ce qui présente le danger d'obstruer le tuyau, surtout si celui-ci est de petit diamètre; il y a là un grave inconvénient principalement quand il s'agit d'une tuyauterie d'alimentation de chaudières.

Enfin, même en admettant, que ni la chaleur, ni le serrage, n'aient altéré les bons résultats d'un joint de plomb, il est certain, qu'à un moment donné, l'obturation ne se fait plus ou se fait mal, car l'action de la vapeur a recouvert le plomb d'une couche de carbonate de plomb qui nuit à l'étanchéité.

Amiante. — A vrai dire le joint en amiante ne peut intéresser que l'industriel, et n'est employé efficacement que dans les usines, nous en parlerons cependant ici et nous nous étendrons même à son sujet assez longuement, car nous estimons que le joint d'amiante, celui-ci recouvert de métal, constitue l'obturation qui doit être préférée en automobilisme.

De suite, nous proscrirons pour les hautes pressions, l'amiante allié au caoutchouc; dans ce genre de joints, ou le caoutchouc domine l'amiante, et seul alors, communique ses qualités au joint (pour petite pression bien entendu) ou bien l'amiante est en plus grande quantité, et ce sont ses propres qualités qui doivent dominer dans le joint, le caoutchouc empêchant simplement l'eau de pénétrer à travers l'amiante; mais alors que devient le caoutchouc pour les hautes pressions !

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A vrai dire, le joint idéal, serait l'amiante, sans le secours d'aucune autre matière; ce serait celui qui aurait le plus de durée, le plus de plasticité et reviendrait le meilleur marché. Malheureusement on ne peut songer sérieusement à utiliser cette matière seule.

L'amiante vous le savez, Messieurs, est un silicate de la forme générale (R) S 10^3 R représentant un ou plusieurs métaux, c'est-à-dire un silicate complet renfermant en proportions variables de la chaux, de la magnésie, un peu d'alumine et du fer.

Comme masse générale, l'amiante peut résister à une chaleur incandescente, sans être décomposé et surtout sans être modifié chimiquement ou physiquement. Considérant ces propriétés, on serait donc en droit de dire, que par exemple à une température quelconque, atteinte par les différents moteurs, la durée d'un joint d'amiante ne devrait pas avoir de limite. La pratique a démontré qu'on aurait tort de s'arrêter à cette idée. Des expériences ont permis de reconnaître dans quelle condition l'amiante fournit une obturation durable et dans quelles proportions et sous quelles influences, l'amiante peut perdre ses propriétés obturatrices.

Voici :

Qu'on fasse rougir complètement l'amiante à longues fibres en laine, soit à la flamme libre d'un Bunsen, soit sur une plaque de fer incandescente, on ne constatera aucun changement. Il en sera de même si l'amiante était enfermé et porté à la même température.

D'autre part, on a constaté que l'eau, à haute température et sous forte pression exerçait une action inattendue, très décomposante et très dissolvante, capable de décomposer plus d'un alliage chimique réputé comme étant inattaquable par l'eau.

A la suite d'essais, on a reconnu, notamment que les verres de niveau d'eau ont été rapidement rongés. L'amiante ayant quelque analogie avec le verre, on pourrait presque conclure que l'eau, par une haute température et une forte pression aurait la même action sur l'amiante que sur le verre d'autant plus que l'amiante étant très divisé offre plus de surfaces d'attaques que le verre.

Le verre ordinaire est un alliage d'acide silicique, de chaux et de métal alcalin; dans l'amiante, l'acide silicique est mélangé avec la magnésie et une quantité variable de chaux.

L'attaque du verre par l'eau à une haute pression, nous amène à conclure, qu'il ne faut pas rejeter qu'un silicate ou silicate double considéré comme indissoluble à l'eau dans les conditions ordinaires ne puisse être attaqué par celle-ci dans des cas particuliers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En outre, on a constaté à la suite d'expériences sur les verres de niveau d'eau, que l'eau pure avait le moins d'influence, mais que l'action devenait sensible lorsque l'eau, par suite d'addition de soude était devenue alcaline.

Afin d'être bien fixé on s'est livré aux essais suivants : première expérience : on chauffait pendant 4 heures, 5 grammes de laine d'amiante sec à longues fibres dans une petite chaudière, la pression étant amenée et maintenue à 8, ou 8,5 atmosphères et la température de 176 à 178° centigrades. Après cette épreuve, l'amiante était mis dans une boîte en cuivre laminé, fermée et suspendue librement dans la chaudière, à une hauteur telle, que l'eau ne puisse y pénétrer; au préalable ladite boîte était remplie de 100 centimètres cubes d'eau distillée. 2e expérience : on introduisait 1 % de dissolution de carbonate de soude. 3e expérience : Et ensuite on ajoutait 1 % de dissolution de soude caustique.

Après les 4 heures de chauffage, on recueillait le contenu liquide de la boîte, on retirait l'amiante qu'on rinçait soigneusement, on le séchait et on le pesait. Dans le liquide transvasé on recherchait l'acide silicique et la magnésie; les résultats ont été ceux ci-après :

L'épreuve d'amiante cuit dans l'eau distillée accusait une diminution de poids de 0,4 %; dans l'eau recueillie, il ne se trouvait que des traces d'acide silicique; la magnésie n'était pas définissable.

L'épreuve résultant de la cuisson dans la solution de carbonate de soude à 1 %, avait perdu 2 % en poids, le liquide contenait des mélanges sensibles d'acide silicique et de magnésie.

Enfin l'épreuve cuite dans la solution contenant 1 % de soude caustique, avait perdu 5 % comme poids et le liquide contenait des mélanges d'acide silicique et de magnésie analogues.

Ces résultats démontrent clairement que l'eau pure n'agit que faiblement sur l'amiante, même sous l'influence de températures ou pressions élevées. Par contre, l'eau devient un agent destructeur énergique, par l'addition de soude caustique.

Ces différentes épreuves nous montrent d'où proviennent les destructions rapides occasionnées aux joints d'amiante employés dans les conduites de vapeur ou boîte à étoupes de cylindre à vapeur. Ces joints, sont toujours en contact permanent avec de la vapeur saturée qui produit de l'eau de condensation. De plus, la plupart des eaux d'alimentation, sous prétexte d'épuration, sont chargées de soude, cette dernière, est entraînée par la vapeur dans la tuyauterie et vient hâter la destruction des joints.

Afin d'obvier à ce grave inconvénient de la détérioration rapide de l'amiante, on a cherché à le protéger du contact de la vapeur d'eau. Ces recherches ont

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

eu pour premier résultat la confection du joint d'amiante recouvert de tôle de cuivre sertie.

Ce joint constitue assurément une très grande amélioration, il a des qualités indéniables; cependant on peut lui reprocher la fragilité de la sertissure et surtout l'emploi presque impossible d'un joint serti appliqué sur les brides dont les diamètres intérieurs seraient différents. Dans ce cas, la sertissure s'ouvrirait forcément et mettrait ainsi l'amiante à nu.

Enfin les précautions minutieuses qu'on doit prendre pour bien centrer le joint serti, lors de sa pose, amènent souvent de mauvais résultats. Aussi tout en reconnaissant la supériorité sur tous les autres systèmes d'obturation, du joint d'amiante recouvert de cuivre, nous ne saurions trop insister sur l'importance qu'il y a à utiliser un joint dont la couche de cuivre serait aussi mince que possible, sans sertissure, par conséquent sans couture et enveloppant l'amiante de toutes parts.

Nous vous avons cité, Messieurs, les principaux genres de joints employés, mais à côté de ceux dont nous vous avons parlé il y en a beaucoup d'autres, et nous croyons ne pas être au-dessous de la vérité en fixant à au moins 50 le nombre de systèmes différents. On peut se demander quelles sont les raisons qui expliquent un nombre aussi important d'obturateurs divers.

A notre avis, la première cause de cette affluence de joints, vient de la concurrence commerciale, de la nécessité pour arriver à se créer une place de faire des compositions nouvelles et des mélanges savants en affublant le tout de noms retentissants. Mais, si cette inondation reste constante et que chaque système trouve son emploi, il faut en chercher la cause principale dans les installations elles-mêmes, c'est-à-dire dans les garanties insuffisantes que présentent à l'usage la plupart des obturateurs; d'où, une incertitude très grande pour l'employeur dans le choix du joint qu'il adoptera ; et par conséquent, la facilité pour chaque innovateur d'une obturation nouvelle, de voir employer le joint qu'il présente. Tout cela bien entendu au détriment des intérêts du consommateur et de sa sécurité.

Signalons aussi, en exprimant nos regrets, la mauvaise habitude pratiquée même par les grandes usines ayant la réputation de fabriquer un matériel irréprochable. Celles-ci livrent encore aujourd'hui des brides de tuyauterie, brutes de fonte, tandis que, pour la bonne durée d'une obturation, à partir de 7 atmosphères, nous prétendons qu'on devrait employer exclusivement des brides tournées.

Avec des brides bien dressées, l'avantage des joints amiante et cuivre devient considérable en ce sens, que le prix d'achat de ces joints se trouve très abaissé étant donné qu'ils peuvent encore servir après avoir été enlevés.

Nous signalons aussi une autre lacune à nos jointures de brides, elle réside dans le nombre insuffisant des boulons.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le barème français ou série Cail relatif aux brides rondes, une bride de tuyau de 100 m/m intérieur reçoit 5 boulons de 19 m/m 5 sur le pourtour d'un cercle de 160 m/m de diamètre.

La distance entre boulons est de 94 m/m.

Dans la série de Paris on a :

Développement cercle des boulons : 100 × 156 × 185 développement extrême.
Nombre de boulons . . . . . 5 de 15 millimètres de diamètre.
Distance entre boulon . . . . . 90 millimètres.

Dans la série allemande :

Développement cercle des boulons : 100 × 180 × 230 développement extrême.
4 trous de boulons de . . . . . 19 millimètres.
Distance entre boulon . . . . . 127 —

Le nombre symétrique devrait être de 6 boulons ce qui réduirait l'espace entre chaque boulon.

à 66 m/m pour la série Cail.
à 68 m/m — — Paris.
à 67 m/m — — allemande.

Nous sommes encore bien au-dessous de l'écartement idéal recommandé par l'Union de Magdebourg qui préconise trois fois le diamètre des boulons, ce qui porterait pour l'exemple choisi l'écartement à 60 m/m c'est-à-dire 7 boulons.

Nous appelons sur cette question l'attention des fabricants d'automobiles en ce qui concerne le joint des boîtes à soupapes.

Ces joints présentent dans leur milieu des parties ouvragées qui ne subissent directement aucun serrage, et c'est de là que vient souvent à notre avis le mauvais fonctionnement de bien des moteurs.

Pose d'un joint. — Il faut d'abord bien sécher les portées, surtout dans les machines à vapeur ; car l'eau condensée forme ce qu'on appelle des torpilles qui en se vaporisant à la mise en route créent une fuite. Il faut serrer également et bien progressivement les écrous. Pour les chaudières à tuyaux multiples et où l'eau circule dans les tubes, on a placé à l'extrémité de chaque tube un petit tampon qui ne laisse que 5 m/m de bande pour le joint, avec des pressions de 18 à 20 kilogs, ce joint exige une pose minutieuse.

Lors de sa mise en place (nous parlons toujours de joints amiante et cuivre) il est indispensable avant de serrer l'écrou à fond, de frapper de petits coups de marteau sur tout le pourtour du trou, en face le joint, de façon à mater ce

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dernier et lui faire épouser progressivement toutes les inégalités des parties, il faut pour mieux dire que la surface en cuivre du joint s'identifie avec l'état des surfaces contre lesquelles s'applique ce joint.

En terminant cette étude, nous pensons bien faire en donnant les prix comparés des différents joints couramment employés pour un diamètre uniforme de 100 m/m intérieur entre boulons.

Caoutchouc enveloppé de toile	» 35
Toile caoutchoutée	» 35
Plaque caoutchouc et toile de laiton	» 45
Amiante caoutchouté	» 50
Tissus d'amiante caoutchoutés extérieurement et laiton	» 65
Caoutchouc, amiante, plombagine mélangés	» 50
— — — et toile de laiton	1 »
— — — entourés de plomb	» 80
Rondelles d'amiante hydrofuge (c'est-à-dire enduit de paraffine)	» 30
Rondelles d'amiante pur	» 20
Joint serti fermé d'un seul côté	» 85
— — entièrement fermé	» 95
— en amiante galvanisé	» 55

Nous préconisons l'emploi du joint entre boulons, d'abord parce que à peu près dans tous les cas il assure une étanchéité absolue; d'autre part, le joint couvrant la surface totale des brides, coûte généralement un prix triple du joint placé entre boulons.

Conclusions

Afin qu'il reste quelque chose de pratique du rapport que nous venons de vous soumettre, nous serions heureux de voir MM. les Membres de la 3e section du Congrès international de l'Automobilisme, exprimer les trois vœux suivants :

1° Prier MM. les Constructeurs d'Automobiles de n'employer que des brides dont les faces seront parfaitement dressées.

2° Augmenter le nombre des boulons des brides, en se rapprochant de l'écartement recommandé par l'Union de Magdebourg, laquelle préconise, pour l'écartement entre boulons, trois fois le diamètre de ces derniers.

3° Enfin de préférence à tout autre procédé d'obturation, employer le joint en amiante recouvert de toute part, d'une couche de cuivre aussi mince que possible.

(*Applaudissements.*)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Je voudrais demander à M. Jobard s'il ne s'est pas occupé d'une sorte de joint que l'on rencontre très souvent : je veux parler du dressage avec de toutes petites rainures ? — Généralement, on met de l'huile de lin cuite.

M. JOBARD. — Je ne pourrais vous décrire ce joint.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Qu'en pensez-vous ?

M. JOBARD. — Je ne considère pas qu'il puisse donner de bons résultats, en ce sens qu'au bout de très peu de temps, l'huile de lin se dessèche et que l'obturation n'est plus parfaite et j'estime que le dressage parfait des surfaces vaut autant sans mettre d'huile de lin.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — J'ai posé la question parce que c'est un joint employé perpétuellement, notamment aux culasses des moteurs.

M. JOBARD. — A proprement parler, ce n'est pas un joint.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — C'est un point intéressant pour nous, parce que ce modèle est employé très souvent.

M. JOBARD. — Eh bien, j'estime qu'il faut s'en écarter.

M. RICHARD. — Les constructeurs emploient volontiers un joint au papier huilé qui donne des résultats assez satisfaisants. Ce joint trouve principalement son emploi lorsque la distance entre les deux pièces à joindre ne permet pas l'introduction d'un joint en amiante recouvert de cuivre. Il est certain que, dans la plupart des cas, on emploie l'amiante recouvert de cuivre et que c'est ce qu'il y a de meilleur, mais, lorsque, par exemple, on joint la boîte de culasse des moteurs sur le cylindre même, on ne peut, le plus souvent, employer ce procédé-là,

Il y a plusieurs maisons qui n'emploient pas de joints du tout et qui appliquent simplement l'une sur l'autre, par contact, les deux pièces à joindre ; mais souvent on n'obtient pas un résultat suffisant parce que les dilatations qui se produisent au moment du fonctionnement du moteur font que cette absence de joint n'est pas élastique : c'est fatal.

On arrive alors à suppléer à ce défaut d'élasticité au moyen d'une très faible pellicule en papier qui suffit dans le plus grand nombre des cas.

Je crois intéressant d'appeler l'attention des automobilistes sur les avantages que présente l'emploi du papier dans ces conditions. Il y a des papiers qui se prêtent plus ou moins bien à cette application ; on en a fait beaucoup, mais on n'a pas encore obtenu de papier excellent. Nous pourrions peut-être soumettre la question aux fabricants de papier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. JOBARD. — Ce joint est employé, non seulement dans l'automobilisme, mais même dans l'industrie ; cependant, on ne peut l'employer que lorsqu'on a des surfaces tout à fait parfaites.

Je connais un joint d'amiante recouvert de cuivre par galvanisation qui pourrait peut-être, c'est une expérience à faire, arriver à remplacer cette feuille de papier. On peut en effet, par l'emploi de ce procédé, arriver à recouvrir une feuille de papier. On peut, en effet, galvaniser de l'amiante sur une épaisseur aussi faible qu'on le désire. On peut arriver à galvaniser deux feuilles ayant chacune 2/10 de millimètre d'épaisseur. Je crois donc qu'il y aurait là, tout au moins un essai à faire et qui pourrait donner des résultats.

M. RICHARD. — C'est encore beaucoup, parce que les papiers n'ont même pas 1/10 de millimètre d'épaisseur.

M. BOLLÉE. — Je répondrai à M. Richard que, lorsque je n'ai pas de papier, je mets de la toile de coton ; c'est tout aussi bon et cela tient longtemps avec de l'huile et de petites couches de minium ou de céruse.

M. RICHARD. — Généralement, ces joints se placent entre le cylindre et la culasse à explosion.

M. LE PRÉSIDENT. — Personne ne demande plus la parole ? La discussion est close sur cette question. Je donne alors la parole à M. Jeantaud pour la lecture de son rapport.

RAPPORT DE M. JEANTAUD

SUR

les Châssis et les Suspensions

M. JEANTAUD. — Je ne donnerai lecture que des chapitres suivants de mon rapport sur *les châssis et les suspensions :*

Par suite de la décision du bureau du Congrès qui a reporté à la 4e section la question des « suspensions ».

Châssis

Châssis en fer et bois. — Les châssis mixtes se font généralement en cornière acier doublée de bois; ce sont ceux qu'emploie la SOCIÉTÉ PANHARD ET LEVASSOR.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La maison DE DION pratique également pour les châssis de ses grands omnibus à vapeur, le système fer et bois. Ce sont deux hautes lames d'acier de 120 à 150 millimètres de hauteur sur 5 à 6 millimètres d'épaisseur avec une fourrure en bois de frêne de 50 à 60 millimètres d'épaisseur le tout fortement boulonné.

On peut varier à l'infini les dispositions des châssis mixtes en fer et bois, ils offrent de grands avantages. On peut facilement y appliquer toutes les pièces d'attache. Sous une grande légèreré, ils offrent des garanties de solidité. Leur rigidité suffisante pour supporter le bâti du moteur et porter la caisse, n'exclut pas une certaine élasticité sans laquelle un châssis ne saurait résister.

Châssis en fer profilés. — Les châssis en acier profilé permettent de donner toutes les formes et les inflexions qu'exigent certaines formes de caisses; ils se font généralement en acier à U travaillant sur champ. Ces châssis à l'aide de leurs cintres permettent de recevoir plusieurs caisses, soit un coupé, une victoria, un landaulet, etc., etc., ressource précieuse pour les voitures automobiles qui, à cause de leur prix élevé, peuvent sur le même châssis être à volonté voitures d'hiver ou voitures d'été.

Châssis en tubes. — Le châssis en tubes est élégant, mais il est coûteux, et quand la voiture dépasse un certain poids, 500 à 600 kilogrammes par exemple, son application n'est pas recommandable. Il n'a pas d'élasticité et il est très difficile de l'obtenir droit à cause des brasures. Pour empêcher la rouille d'attaquer l'intérieur des tubes, certains constructeurs l'émaillent. Enfin les points d'attache des diverses pièces sont assez difficiles à faire.

Carrosserie

Caisses. — Les caisses de voitures attelées se font généralement en bois avec des membrures en acier. Cette construction permet de donner des formes élégantes aux voitures, mais elle est un peu lourde.

Avec la voiture automobile il fallait arriver à une grande légèreté; on a été amené pour cette raison à changer complètement les modes de fabrication.

Actuellement les caisses de voitures automobiles se font avec des tôles en aluminium assemblées, soit sur des montants en bois, soit avec des cornières en aluminium; les caisses avec cette construction arrivent à des légèretés idéales.

L'emploi de l'aluminium nécessite quelques précautions telles qu'un polissage au papier de verre avant de donner la première couche de peinture qui doit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

être à base de plomb et broyée à l'huile de lin. Avoir soin de bien enduire de céruse toutes les parties d'aluminium en contact avec le bois.

Formes des caisses. — Dans les voitures automobiles comme dans les voitures attelées il faut toujours s'asseoir, il ne peut donc pas exister une grande différence dans les formes.

Dès le début de l'automobilisme, des rêveurs s'étaient imaginé que les formes allaient totalement changer et dans un concours organisé par le *Figaro,* on avait présenté les formes les plus extraordinaires, les styles les plus étranges qu'on puisse rêver. On voyait des formes de traîneau, des proues et des rostres, des chimères, des sirènes, des cygnes, etc., etc.

Toutes ces formes bizarres ont été reléguées au magasin d'accessoires de l'Opéra d'où elles n'auraient dû jamais sortir.

Le style voiture qui est un style à part, très étudié, est le seul qui convienne aussi bien aux voitures attelées qu'aux voitures automobiles avec les dispositions spéciales nécessitées par ces deux genres.

Les moteurs qu'on applique aux voitures influent sur le genre de caisses. Pour les moteurs à vapeur qui sont un peu encombrants à cause du générateur, de l'approvisionnement d'eau et du combustible, on est amené à avoir des voitures plus volumineuses que pour les moteurs à pétrole qui sont excessivement réduits.

Là lecture de ce rapport est suivie de vifs applaudissements.

M. LE PRÉSIDENT. — Quelqu'un demande-t-il la parole sur ce qui vient d'être lu ?

M. HOWARD. — Je demande la parole.

M. HOWARD. — Messieurs, je voudrais remercier personnellement M. Jeantaud du rapport qu'il vient de nous lire et qui est un de ceux qui m'ont le plus intéressé depuis l'ouverture de ce Congrès.

J'ai été chargé par quelques amis, en Amérique, d'étudier spécialement les voitures électriques et de lire, à mon retour dans un club, un rapport sur cette question.

Je dois reconnaître qu'en général, vos voitures françaises sont bien meilleures que celles que nous avons en Amérique ; je ne connais pas encore les voitures allemandes, suisses, ou d'autres pays.

En Amérique, les batteries d'accumulateurs forment généralement un seul

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bloc excessivement lourd, vous les avez divisés en deux parties et je crois que c'est une excellente idée.

Ce matin, j'ai reçu une lettre du Commissaire général des Etats-Unis me disant qu'une voiture américaine était arrivée avec des accumulateurs divisés en très petits groupes que l'on peut porter à la main, comme cela se fait ici. Cette voiture, qui est arrivée au Havre il y a quelques jours, est construite tout à fait sur les principes qui sont considérés ici comme les meilleurs et je suis très curieux de l'examiner.

La lettre me priait de voir si le jury pourrait encore examiner cette voiture, mais j'ai répondu que, si l'administration de l'Exposition pouvait encore l'admettre à figurer à Vincennes, il était impossible de la faire examiner en vue d'une récompense quelconque.

Je pense, Messieurs, que les Américains vous suivront dans la voie que vous avez ouverte à cet égard, de même qu'ils vous ont suivis pour la construction des bicyclettes, il y a quelques années. Nous copions toujours ce qui est bon. *(Rires et applaudissements.)*

M. LE PRÉSIDENT. — Personne autre ne demande la parole sur le rapport de M. Jeantaud ?

Je donne alors la parole à un des secrétaires pour la lecture du rapport de M. Arsandaux sur l'emploi du vernis dans la peinture des automobiles.

RAPPORT DE M. ARSANDAUX

SUR

la Peinture des Voitures automobiles

La question de la peinture des voitures automobiles est souvent considérée comme très accessoire ; elle n'a en effet, aucune action sur le fonctionnement de ces véhicules qui a atteint un si haut degré de perfectionnement ; mais elle est de la plus grande importance pour l'entretien et la propreté des voitures.

Je veux donc simplement m'occuper de la question de faire conserver aux voitures et voiturettes leur beauté et leur brillant malgré les fatigues qu'elles ont à supporter par tous les temps et dans toutes les saisons.

L'idéal, si toutes les parties des automobiles étaient toujours en métal, serait de les faire passer au four, comme le cadre des bicyclettes, mais cela est souvent impossible à cause des parties en bois ; les caisses, formant la partie de la voiture la plus éloignée du sol, peuvent supporter les vernis à carrosserie sans inconvénients, mais tous les cadres, toutes les parties en métal ont beaucoup plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à souffrir et demandent à être recouverts d'un produit des plus résistants qui permette au voyageur de faire rapidement nettoyer son automobile, sans crainte de lui faire rien perdre de son éclat primitif.

Ce problème a été résolu et il existe à présent des émaux noirs et de couleur, au four et à froid permettant d'obtenir un résultat aussi enviable et j'en ai fait faire personnellement des applications fréquentes avec le plus grand succès.

L'emploi des émaux au four est préférable à celui des émaux à froid ; il permet d'obtenir un plus grand fini.

Les voitures automobiles peuvent jusqu'à présent être rangées en deux classes.

1° Les voitures de luxe accessibles seulement à la classe riche en raison de leur prix élevé ;

2° Celles destinées uniquement à la traction industrielle.

Dans un cas comme dans l'autre, elles nécessitent l'emploi d'émaux et de vernis solides ainsi que résistants permettant, malgré des nettoyages rapides et répétés, de conserver presque indéfiniment le cachet et le brillant des premières et au propriétaire des secondes, de les conserver longtemps propres, celui-ci étant souvent dans l'impossibilité absolue d'immobiliser son appareil pour le faire repeindre.

Je ne parlerai ici que sommairement du vernissage par le procédé que toutes les personnes de la partie connaissent ; je me bornerai à donner seulement quelques indications nécessaires pour obtenir une grande solidité en faisant conserver aussi longtemps que possible aux vernis employés le brillant du neuf.

Je traiterai plus en détail la partie de l'émaillage et la manière de procéder pour obtenir un bon travail par des méthodes qui sont encore peu employées et que je considère comme étant du plus haut intérêt pour l'automobilisme.

Du Vernissage

En passant devant les différents stands de la Classe 30 aussi bien au Champ-de-Mars qu'à Vincennes il est facile de constater qu'il n'y a presque rien à dire sur ce chapitre-là, un certain nombre de peintres en voitures ont même prouvé qu'ils sont de véritables artistes et qu'ils n'ont rien à apprendre sur l'usage des vernis qu'ils emploient ; mais, quel que soit leur talent il a fallu qu'ils soient admirablement outillés pour obtenir un résultat semblable.

Il faut donc ne rien négliger pour fournir au peintre tout ce qui peut lui être nécessaire et nous allons nous occuper seulement de la question de le mettre à même d'améliorer son travail en lui permettant d'en assurer la durée.

Il lui faudra un atelier bien disposé, bien clos, bien parqueté et qu'il lui soit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

possible de le maintenir dans un état de propreté absolue ; les portes des ateliers seront munies de loquets intérieurs afin d'empêcher toute personne étrangère au service d'y pénétrer sans motif.

Les fenêtres seront exposées de préférence au nord et à l'est ; la lumière du nord est la meilleure et celle de l'est est accompagnée du soleil du matin qui chasse le peu d'humidité qui aurait pu quelquefois s'introduire dans les ateliers pendant la nuit.

Les salles de peinture sont généralement maintenues à une température constante de 18 à 20° ; pour obtenir une plus grande solidité et un plus beau brillant, il est du plus haut intérêt d'avoir une étuve dont on puisse pousser la température jusqu'à 40° ; toute caisse en bois peut parfaitement supporter une température de 40°.

Il a été remarqué que des voitures vernies et séchées à l'étuve à 40° ont résisté parfaitement aux hautes températures de l'été, tandis que d'autres voitures vernies avec les mêmes vernis à 18 ou 20° ont été altérées et ont perdu leur brillant en absorbant la poussière du dehors.

Il y a un principe généralement établi dans les vernis, c'est que tout vernis qui résiste au moment de son application à une chaleur donnée, résistera dans la suite à une température semblable sans rien perdre de ses qualités si les couches de fond ont été bien préparées ; au-dessus de cette température initiale, le vernis devient poisseux, absorbe la poussière, sèche à nouveau, il est vrai, mais conserve alors cette poussière, ce qui est déplorable.

Cette propriété des vernis, de mollir lorsqu'ils sont exposés à une température supérieure à celle à laquelle ils ont été séchés, a une application pratique pour toutes pièces à émailler dont les soudures sont en étain telles que lanternes de voitures, carters, etc.

Après application d'une première couche de mat, je fais appliquer une couche d'un vernis noir brillant à finir, lequel, séché pendant 4 à 5 heures à une basse température de 70° ne pouvant supporter un fort polissage en raison de son mode d'emploi, redonne son brillant après ponçage ; ce résultat est obtenu précisément en remettant les objets émaillés au four à une température de 10° supérieure à celle précédemment employée.

Seulement si l'action de surchauffer le vernis est intéressante dans ce cas, il n'en est pas de même pour les voitures qui sont exposées au dehors ; cette action de la chaleur n'aurait de l'intérêt pour elles que dans une chambre bien close.

Si le peintre ne peut supporter une chaleur d'étuve de 40°, il n'aura qu'à effectuer son travail dans une première étuve à 18-20° et à conduire ensuite les voitures dans une salle chauffée à 40° ; de cette façon, le vernis sèche plus vite, devient plus brillant et résiste davantage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il serait intéressant que l'étuve à 40° soit maintenue dans l'obscurité ; il a, en effet, été constaté que les voitures dont les vernis ont été séchés dans ces conditions, sont plus brillantes, avec des teintes plus fraîches que celles dont les vernis ont été séchés à la lumière.

Je ne saurais trop recommander de ne jamais presser un peintre en voitures ; pour obtenir un bon travail, il est nécessaire que chaque couche soit admirablement étendue, qu'aucune couche ne soit appliquée sur une autre si la précédente n'est pas absolument sèche à fond.

L'étuve à 40° seule permet de faire un travail plus rapide, mais en ayant bien soin d'observer toutes les précautions indiquées ci-dessus si l'on veut obtenir de la solidité.

De l'Émaillage

L'émaillage demande non seulement du soin, de l'intelligence, mais aussi, et c'est là le point le plus important, un homme expérimenté, capable d'obtenir un fini suffisant pour attirer l'œil de l'acheteur et du grand public ; un bon peintre en voitures pourra toujours faire un excellent émailleur.

D'autres raisons influent également d'une façon directe ou non sur le résultat final.

Loin de vouloir donner ici des explications détaillées sur le meilleur procédé d'émaillage, je me bornerai à indiquer sommairement les principes les plus importants qui doivent être appliqués dans tous les cas, principes qui sont rarement observés, ainsi que je l'ai souvent constaté.

Que doit-il être fait pour assurer un bon émaillage, soit à froid, soit au four ?

D'abord avoir un atelier bien disposé ; la poussière étant le plus grand ennemi de l'émailleur et du vernisseur, il faut l'éviter par tous les moyens possibles.

Les murs d'un atelier d'émaillage doivent être recouverts d'émail ou d'une peinture lavable, le sol, de béton ou de toute autre matière permettant d'y faire circuler l'eau continuellement sur une épaisseur de 2 centimètres environ; toute communication avec les autres parties de l'établissement sera supprimée pendant l'émaillage par la fermeture des portes. Les objets à émailler, il ne faut pas l'oublier, seront préparés au dehors et apportés dans l'atelier par une entrée ne pouvant occasionner de courants d'air.

Les émailleurs, pour ne pas se trouver les pieds dans l'eau, travailleront toujours sur des planches lavées et éviteront que leurs vêtements soient poussiéreux.

Les fenêtres seront toujours construites de façon à ce que la poussière ne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

puisse s'introduire dans l'atelier, dans la mesure du possible, quand on les ouvre, ce que l'on doit, du reste, éviter, et jamais du côté du vent.

Avant d'appliquer aucun émail sur les objets à émailler, enlever soigneusement toute graisse et rouille et polir avec du papier émeri ; les soudures laissant toujours de l'humidité et de l'acide sur le métal, pour les enlever, les placer dans un four environ 20 minutes à 90° centigrades minimum pour faire évaporer ladite humidité et sécher en essuyant.

Pour l'émaillage à froid, on procédera au décapage des pièces à émailler par un nettoyage sérieux et au moyen de matières dissolvantes telles que benzine, essence, etc. ; avoir toujours bien soin de sécher d'une façon absolument parfaite.

On pourra alors appliquer la première couche d'émail. Pour les noirs, bien que cela ne soit pas absolument indispensable, il est préférable d'employer au four, deux sortes de vernis : l'un mat, l'autre brillant.

Pour obtenir un ouvrage des plus soignés, il faudra appliquer deux couches de vernis mat (et toujours au pinceau) en ayant bien soin de ne pas mettre de seconde couche si la première n'est pas absolument dure, ce qui a lieu lorsqu'il y a manque de cuisson avec les vernis supérieurs. Poncer après chaque couche, nettoyer et sécher parfaitement.

On pourra alors appliquer le vernis émail noir brillant à finir.

Une couche de cet émail (lorsque ce vernis est bien fabriqué) sur une surface bien préparée avec l'émail de première couche est tout à fait suffisante pour obtenir un excellent résultat ; cependant avec deux ou plusieurs couches de cet émail on obtiendra un résultat encore plus parfait.

Sauf nécessité absolue, il ne faut pas être tenté d'employer des émaux au four à basse température, ces derniers n'ayant pas autant de résistance que les autres ; il faut compter de 150 à 180° pendant 1 heure à 1 h. 1/2 pour la première couche ainsi que pour la finition ; en laissant les objets au four plus longtemps, on peut arriver à sécher l'émail à une plus basse température mais l'opération du polissage ne se fera pas aussi facilement dans ce dernier cas.

Pour les températures inférieures ainsi que pour les pièces soudées à l'étain, il faut employer des émaux fabriqués d'une façon spéciale.

Pour l'émaillage en couleur, le même émail sert pour la premiere couche et la finition.

Afin d'employer ces émaux avec succès, il faut avoir bien soin de mélanger la couleur d'une façon parfaite et d'appliquer des couches d'émail aussi fines que possible, bien que couvrantes ; au four il faudra sécher de façon à obtenir une grande dureté.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les nuances claires ne devront être chauffées à plus de 100°, le blanc, à 70° seulement pendant 2 heures ; les nuances foncées, telles que marron, rouge indien, noyer, acajou, chamois, olive, terre cuite, brun, etc., résistent bien à 180° si cela est nécessaire ; il est cependant préférable de ne pas dépasser 150° en 2 à 3 heures ; en chauffant à 100° 3 heures, on est certain de conserver toute la fraîcheur des teintes. A 180°, ne pas chauffer plus de 45 minutes.

Pour le fini, bien polir et appliquer une couche de vernis spécial ou copal incolore au four qui se polisse bien, ce vernis doit être très clair afin de ne pas altérer les teintes, pouvoir se polir de telle sorte qu'après cette opération il devienne absolument brillant ; il sert à augmenter la solidité de l'émail en le préservant ainsi que les décorations, filets, etc.

Pour rendre moins corsés les émaux noirs au four, si cela est nécessaire, employer indifféremment l'essence de térébenthine, le pétrole ou la benzine ; pour les couleurs au four et les noirs et couleurs à froid, l'essence de térébenthine seulement.

Dans un cas comme dans l'autre, toujours faire le mélange d'une façon parfaite avant de se servir de l'émail.

Les vernis transparents en rouge, vert, bleu clair et bleu foncé ainsi que orange et bronze ne doivent être employés que sur des surfaces brillantes, sinon ils seraient de peu d'effet ; le bleu acier est souvent employé pour rayons.

Pour l'aluminium, le partinium, etc., en recouvrant le métal d'un émail à haute température en première couche, on pourra appliquer en finition tous les émaux possibles en toutes couleurs ; il suffira d'être outillé et d'avoir un four suffisamment grand pour y introduire des voitures ; l'adhérence dans ce cas est fort grande.

Pour polir les émaux noirs et de couleur, il faut d'abord s'assurer que l'émail est absolument dur ; si l'émail n'est pas de qualité supérieure, il ne pourra pas résister à l'opération du polissage qui ne pourrait que l'altérer.

Je recommande d'une façon toute particulière le polissage à la chaux de Vienne pour les émaux au four en opérant de la façon suivante :

Exposer de la chaux de Vienne si elle est en morceaux à l'air humide, jusqu'à ce qu'elle soit décomposée et réduite en poudre ; afin de faire disparaître les graviers, la faire passer, au moyen du battage, à travers un tamis recouvert de canevas. Seule, la chaux de Vienne tamisée pourra être employée pour polir.

Pour obtenir un beau fini, il ne faudra pas employer moins de trois couches d'émail.

Ne frotter ou poncer la dernière couche que légèrement, juste assez pour enlever la poussière et les grains, avec de la terre pourrie tamisée ou avec de la pierre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ponce aussi fine que possible ; il est à remarquer que la pierre ponce en poudre aussi fine qu'elle soit, raye toujours l'émail.

Un tampon de feutre dur est ce qu'il y a de mieux à employer pour faire ce travail. Polir ensuite avec de la chaux de Vienne préparée ainsi qu'il est dit ci-dessus, très fine, tamisée et mélangée de mi-partie ou deux parties d'eau et une d'alcool ; opérer comme d'habitude avec la paume de la main ou un tampon de laine peignée jusqu'à ce qu'un lustre absolu soit obtenu ; durant l'opération du polissage, imbiber la main d'eau claire sur une éponge mouillée. Pour finir, toute trace de chaux de Vienne doit être éliminée avec de l'eau pure et le travail nettoyé avec une peau de chamois.

Ce procédé de polissage donne aux beaux émaux ainsi qu'au vernis copal incolore au four le plus beau lustre, la clarté et le brillant d'une glace, la chaux de Vienne, en raison de sa finesse impalpable étant préférable à la terre pourrie, au tripoli ou à toute autre poudre d'os.

Observations générales

Il est de la plus grande importance de n'appliquer aucune couche d'émail sur une autre que si la précédente est absolument résistante ; pour les émaux au four, il faudra chauffer jusqu'à ce que l'on ait obtenu ce résultat. Il arrive que certains fours, soit à cause de leur construction défectueuse ou soit parce que les thermomètres sont mal fixés que ces derniers n'indiquent pas suffisamment la température du four, en conséquence les degrés de chauffe que j'indique plus haut ne pourront être considérés que comme une simple indication.

En ce qui concerne les fours, il faut veiller à ce qu'ils soient construits de façon à n'y laisser entrer aucune impureté à l'intérieur, ne pas travailler sans thermomètre et avoir soin d'avoir une bonne ventilation.

Il se fabrique des vernis isolateurs résistant de 5 à 7.000 volts, des vernis résistant à de hautes températures et pouvant répondre aux besoins de l'automobilisme.

M. LE PRÉSIDENT. — Quelqu'un demande-t-il la parole ?

M. JEANTAUD. — Je vous demande, Messieurs, la permission de vous présenter quelques observations sur le rapport dont il vient de vous être donné lecture.

M. Arsandaux propose d'émailler, même des parties peintes des automobiles et des voitures.

Or, l'émaillage à froid ne vaut pas mieux que la peinture que nous appliquons

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'ordinaire et l'émaillage à chaud, préconisé par l'auteur du rapport, détruirait tous les organes de la voiture ; car le bois ne peut pas supporter plus de 40° et il serait absolument perdu.

D'ailleurs, les voitures n'ont à supporter de hautes températures que dans les pays tropicaux : il paraît donc inutile d'émailler à chaud dans ces conditions.

M. LE PRÉSIDENT. — Personne ne demande plus la parole sur le rapport de M. Arsandaux ?

L'ordre du jour est épuisé.

La séance est levée.

La séance est levée à 5 heures 58 minutes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONGRÈS INTERNATIONAL D'AUTOMOBILISME

Quatrième Section

EFFORTS DE TRACTION, ROUES BANDAGES

Président	FORESTIER.
Vice-Présidents.	COTTENET. MULHBACHER. POPP. CHAUCHART. HOLMÈS.
Secrétaire général	LE COMTE DE CHASSELOUP-LAUBAT.
Secrétaire de séance	LE CAPITAINE FERRUS.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MERCREDI 11 JUILLET 1900

SÉANCE DU MATIN

QUATRIÈME SECTION

EFFORTS DE TRACTION, ROUES, BANDAGES

PRÉSIDENCE DE M. FORESTIER

La séance est ouverte à dix heures.

Prennent place au bureau : MM. CHAUCHART, HOLMÈS, le Capitaine FERRUS.

M. LE PRÉSIDENT avant de donner la parole à M. Ferrus, pour la lecture du rapport sur l'effort de traction, tient à dire que dans sa pensée il est surtout destiné à servir d'introduction à ceux de MM. Michelin sur les bandages élastiques, Jeantaud sur la suspension, le capitaine Ferrus sur les roues et les essieux.

M. FERRUS lit le rapport de M. Forestier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT DE M. FORESTIER

SUR

l'Effort de Traction

Le travail résistant total résulte des facteurs suivants :

1° Le frottement de glissement des fusées d'essieu sur leurs boîtes de moyeu ;

2° L'effort de translation sur la chaussée ;

3° Les pertes de force vive résultant des trépidations des diverses parties du véhicule, occasionnées par la chaussée ou les mouvements du moteur et transmises au sol ou à l'air ;

4° La pression de l air.

Les deux premiers facteurs sont proportionnels au poids du véhicule et leurs coefficients numériques sont sensiblement constants dans les limites de vitesse des voitures considérées.

Le troisième est fonction de la vitesse, de la flexibilité des ressorts et de l'élasticité de certains accessoires comme les garde-crottes, les marchepieds, les lanternes, etc.

Le quatrième est proportionnel au carré de la vitesse (1), à la surface de la projection de toutes les parties du véhicule sur un plan normal à la direction du mouvement ; mais son coefficient numérique varie avec la forme et le recouvrement plus ou moins partiel des diverses parties du véhicule.

Le calcul du travail résistant total d'une voiture automobile présente une incertitude assez grande, car on n'a pas encore effectué les diverses expériences nécessaires pour déterminer les coefficients numériques de ces quatre facteurs.

Ceci dit, nous allons successivement indiquer comment on peut exprimer les valeurs des quatre facteurs ci-dessus pour une voiture automobile :

1° *Frottement de glissement des fusées dans les boîtes des moyeux.* — Il est donné par la formule :

$$Tf = \varphi \frac{F}{D} p$$

dans laquelle F est le diamètre moyen de la fusée,
D le diamètre extérieur de la roue,
p la charge supportée par les fusées, en tonne,
φ un coefficient exprimé en kilogr., variable avec le mode de graissage de la fusée et la nature des surfaces frottantes.

(1) Ceci est classique ; cependant, il semble que depuis quelque temps certains praticiens de chemins de fer inclinent à adopter des formules où la pression de l'air est simplement proportionnelle à la vitesse au delà d'une certaine valeur de celle-ci.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° *Effort de translation.* — S'il se composait uniquement du frottement de roulement, il serait donné par la formule classique :

$$T = (f \pm i)\frac{P}{D}\ (1)$$

dans laquelle P est le poids total du véhicule en tonne,

i la déclivité exprimée en millièmes,

f un coefficient exprimé en kilogr., variable avec la nature de la chaussée et la largeur des roues.

Ce facteur est plus compliqué. Il comprend, en outre :

a) L'effort à faire pour franchir les aspérités de la route qui a pour valeur :

$$P\sqrt{\frac{h}{D}},$$

dans laquelle h est à la hauteur de l'aspérité.

Le travail par mètre correspondant sera donc :

$$1_{kg} = \frac{nP}{l}\sqrt{\frac{h}{D}},$$

où n est le nombre des aspérités de hauteur h que la roue présente sur une longueur l.

b) L'effort qui provient des flaches.

La surface de la chaussée n'est pas régulière ; elle présente une série d'ondulations concaves et convexes.

Dans les *Annales* de 1842, 1er semestre, Dupuit a démontré que le tirage θ' d'une charrette à deux roues sur les parties concaves et θ'' sur les parties convexes était respectivement donné par les relations :

$$\theta' = \theta\sqrt{\frac{1}{1-\frac{R}{R_1}}},$$

$$\theta'' = \theta\sqrt{\frac{1}{1+\frac{R}{R_1}}},$$

où θ représente le tirage en palier sur la même chaussée unie ;

(1) Les expérimentateurs ne sont pas d'accord en ce qui concerne l'influence du rayon de la roue sur l'effort tangentiel qui s'oppose à leur roulement. D'après Dupuit, cet effort serait inversement proportionnel à la racine carrée du rayon. Au contraire, Morin prétend qu'il est inversement proportionnel au rayon. D'autres, comme le baron Mauni, pensent qu'indépendant du rayon pour un certain degré de poli des surfaces en contact, cet effort est conforme à ce que dit Dupuit, jusqu'à une certaine importance relative des aspérités, pour satisfaire à la relation de Morin lorsque les aspérités dépassent cette limite.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

R le rayon de la roue ;

R_1 le rayon de courbure de l'ondulation.

Pour une voiture automobile, il faut considérer trois cas :

Les roues motrices et les roues directrices sont placées sur des ondulations de même nature : concaves ou convexes ;

Les roues motrices montent sur une convexité pendant que les roues directrices descendent dans une concavité ;

Inversement, les roues motrices descendent dans une concavité pendant que les roues directrices montent sur une convexité.

Dans le premier cas, les relations 0′ et 0″ sont applicables à ensemble. Dans le second et dans le troisième, comme la charge n'est pas la même sur les roues motrices et sur les roues directrices, pour avoir le tirage total résultant des flaches, il faudra multiplier 0′ et 0″ par un coefficient proportionnel à la charge avant d'en prendre la différence.

c) L'effort qui résulte de la déformation du sous-sol et de la chaussée sous la charge des roues.

Depuis Coriolis (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1832), on admet la formule :

$$T_{r''} = \frac{3}{8}\sqrt[3]{\frac{12}{mb}\frac{P^4}{D^2}},$$

dans laquelle m est un coefficient numérique, variable avec la dureté de la chaussée, b la largeur des bandages.

Quand on suit les raisonnements qui ont conduit Coriolis à cette formule, on s'aperçoit qu'il a eu surtout en vue le travail consommé dans l'enfoncement des matériaux de la chaussée plutôt que le travail imposé à l'attelage par la déformation du sous-sol dans le cas d'une chaussée trop mince.

d) L'effort qui résulte des coubes.

Dans la circulation sur les chaussées ordinaires, comme sur les rails, le véhicule éprouve un surcroît de résistance dans les pistes sinueuses.

Il est facile de s'en rendre compte. Tout élément de courbe décrit par les roues peut être remplacé par un élément parcouru par roulement suivant la tangente et par un autre parcouru par glissement parallèlement à la normale. Un pivotement autour de la verticale passant par le point d'appui place la roue dans la direction de la tangente à suivre.

Faute d'expériences méthodiques, on ne peut donner une valeur même approchée du travail résistant provenant du mouvement courbe en fonction du rayon. Tout ce que nous pouvons dire, c'est que, dans des expériences faites avec le pendule dynamométrique Desdouits, sur l'effort de translation totale, on en constatait l'accroissement subit dès qu'on agissait sur la direction pour modifier la piste parcourue.

De plus, lorsque la vitesse dépasse une certaine limite, la force centrifuge intervient d'une manière appréciable. Si l'on regarde une chaussée sur laquelle un véhicule a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

décrit une courbe à une allure un peu vive, pour peu qu'elle soit poussiéreuse ou que les matériaux en soient mobiles, on observe que le frayé des roues présente du côté extérieur de la trajectoire un bourrelet très saillant, indice certain des réactions latérales du bandage sur la chaussée.

3° *Pertes de force vive dues aux vibrations du véhicule.* — La perte de force vive due aux vibrations du véhicule qui, occasionnées par la trépidation des roues sur la chaussée, sont transmises et absorbées par les vibrations du sol et de l'air, est fonction de la vitesse, de la flexibilité des ressorts et de l'élasticité des autres parties vibrantes du véhicule (1).

Le coefficient dont ce facteur est affecté est tel qu'il est bien difficile d'en tenir un compte exact dans les calculs.

Deux cas sont à examiner suivant que les voitures dont nous avons à nous occuper sont ou non pourvues de bandages pneumatiques.

Dans le cas de ces bandages, nous pouvons, comme M. Bourlet pour la bicyclette, faire abstraction du terme fonction de la vitesse.

Si les bandages sont rigides, il conviendra d'augmenter le coefficient du terme précédent d'environ un dixième (2).

En nous basant sur les expériences de traction faites par la Compagnie générale des Omnibus, citées dans l'ouvrage *le Cheval*, de M. Lavalard, et sur les expériences qu'avec le concours de M. l'Ingénieur Desdouits, nous avons faites sur une voiture à essence Panhard et Levassor, à bandages élastiques pleins, appartenant à M. le baron Thénard, nous admettrons que pour une voiture à quatre roues pesant de 800 kilogr. à 1200 kilogr. :

$f = 15$ kilogr. par tonne sur un bon macadam convenablement sec ou un pavage bien dressé.

$f = 18$ — — sur un macadam un peu défectueux convenablement sec.

$f = 20$ — — sur un bon macadam amolli par la pluie.

$f = 22$ — — sur un macadam un peu défectueux amolli par la pluie ou pavage irrégulier.

$f = 25$ — — sur un macadam détrempé.

---

(1) Telle est la cause pour laquelle, dans leurs expériences classiques, Dupuit et Morin ont trouvé que les coefficients du frottement du roulement sur les pavages afférents aux voitures suspendues étaient supérieurs à ceux des charrettes et que cette majoration était encore plus forte pour les voitures de luxe que pour les diligences.

(2) Dans le cas de la bicyclette, M. Bourlet a déduit, de quelques expériences faites en Angleterre, que cette augmentation devait être de 1/6.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans ces conditions, la valeur de l'ensemble des 2e et 3e termes de l'effort résistant en palier prendra les valeurs suivantes pour une tonne du véhicule.

	BANDAGES	
	ÉLASTIQUES	RIGIDES
	kilogr.	kilogr.
Bon macadam, convenablement sec.	15	16,5
Macadam un peu défectueux, convenablement sec	18	20
Bon macadam amolli.	20	22
Macadam un peu défectueux, amolli.	22	24,5
Macadam détrempé	25	27,5

Effort supplémentaire dû à la déclivité :

± 0 pour $i = 0$ millièmes.	± 40 pour $i = 40$ millièmes.
± 5 — $i = 5$ —	± 50 — $i = 50$ —
± 10 — $i = 10$ —	± 60 — $i = 60$ —
± 15 — $i = 15$ —	± 70 — $i = 70$ —
± 20 — $i = 20$ —	± 80 — $i = 80$ —
± 25 — $i = 25$ —	± 90 — $i = 90$ —
± 30 — $i = 30$ —	

4° *Pression de l'air.* — On admet pour la pression, contre une surface en mouvement, de l'air (fluide élastique), la même formule que pour la pression de l'eau (fluide incompressible) :

$$T^a = KSV^2$$

dans laquelle S est la surface, exprimée en mètres carrés, de la projection de toutes les parties du véhicule sur un plan normal à la directon du déplacement, c'est-à-dire ici sur un plan vertical parallèle aux essieux,

V^2, le carré de la vitesse exprimé en mètres à la seconde,

K, un coefficient numérique variable dans de très grandes limites avec la forme et le degré de recouvrement ou la distance des parties projetées.

Faute d'expériences spéciales aux voitures automobiles, nous admettrons pour K le coefficient 0,0288.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le terme T_a prend alors, d'après les vitesses du véhicule, les valeurs suivantes, pour S = 1 mètre carré :

Vitesses									
en kilom à l'heure . . .	6	8	10	12	15	20	25	30	36
en mètres à la seconde. .	1,66	2,22	2,77	3,33	4,16	5,55	6,94	8,33	10
Carrés des vitesses exprimées en mètres à la seconde. . .	2,75	4,93	7,67	11	17,30	30,80	48,02	69,39	100
Coefficient	0,0288	0,0288	0,0288	0,0288	0,0288	0,0288	0,0288	0,0288	0,0288
Pression de l'air exprimée en kilos.	0,079	0,142	0,221	0,3168	0,498	0,887	1,387	1,998	2,88

5° *Accélération.* — Si on veut tenir compte de l'effort supplémentaire à demander au moteur pendant le démarrage jusqu'à ce que la vitesse du véhicule soit devenu constante, il faut, aux termes précédents, ajouter le terme :

$$\frac{P}{g}\frac{dV}{dt}$$

qui fait ressortir et l'avantage d'un démarrage lent quand les exigences de la circulation le permettent et la nécessité de maintenir l'uniformité du mouvement.

Fusées

Du moment que le travail résistant dû au glissement de la fusée de l'essieu sur la paroi de la boîte des moyeux a pour expression :

$$T_f = \varphi \frac{F}{D} p,$$

il faut tout à la fois chercher à diminuer le rapport $\frac{F}{D}$ et le coefficient φ.

Le diamètre moyen F de la fusée dépend de la charge et de la qualité du métal employé pour la fusée ; cette quantité est donc à peu près fixe pour un véhicule d'un poids donné.

Au contraire, nous verrons plus loin que D (diamètre de la roue) peut considérablement varier avec les dispositions adoptées pour le véhicule.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pour le moment nous n'envisagerons que la diminution possible du coefficient φ.

Jadis, les charrettes de roulage, même alors que leurs essieux étaient en fer, avaient des fusées assez fortement coniques, d'un diamètre notablement inférieur à celui des boîtes de moyeux. Cet intervalle était nécessaire pour contenir l'enduit lubrifiant dont on entourait la fusée.

Comme celle-ci laissait en avant et en arrière de la boîte un espace ouvert, cet enduit devait être solide pour ne pas se perdre. On employait de la graisse plus ou moins impure.

A cette époque, le coefficient de frottement de glissement de la fusée sur sa boîte était évalué à 100 kilogrammes par tonne (1).

Depuis longtemps, pour les diligences, et à plus forte raison pour les voitures de maître on a reconnu la nécessité, pour diminuer φ, de remplacer l'enduit solide par un lubrifiant limpide.

Pour réaliser ce desideratum, il a fallu placer la fusée dans un espace aussi bien clos que possible.

Ce dispositif est aujourd'hui employé même pour les plus lourds chariots.

Les fourgons employés à la Raffinerie Say pour transporter 10,000 kilogrammes de sacs de sucre, sont en effet pourvus de fusées « demi-patent ».

Le coefficient de frottement a été ainsi ramené à 10 kilogrammes par tonne.

Cette valeur correspond au cas de la fusée « patent » d'une roue tournant bien régulièrement dans un plan sans secousses latérales.

Dans le cas de roues circulant notamment sur un pavage assez irrégulier; nous sommes porté à penser que le coefficient du travail absorbé par le frottement de la fusée sur sa boîte est notablement plus élevé.

Il suffit de suivre pendant quelque temps une voiture à bras sans fusées « patent », montée sur ressorts plats, pour en être convaincu, car on voit l'extrémité de l'essieu apparaître et disparaître sans cesse, ce qui implique des déplacements latéraux relatifs de la roue et de l'ensemble de l'essieu et de la caisse.

---

(1) Dupuit, à la page 8 de son ouvrage (*Essais et expériences sur le tirage des voitures, 1837*), admet même 120 kilogrammes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les roulements à billes, comme les bandages élastiques, sont passés de la bicyclette dans la pratique des voitures légères.

Le coefficient φ tombe alors à 5 kilogrammes par tonne.

Il descend, paraît-il, à 2 kg. 500 par tonne si, entre les billes supportant l'essieu, on en interpose d'autres petites, comme dans le roulement *Philippe* Non seulement on fait disparaître tout frottement de glissement entre les premières, mais surtout on obtient une répartition plus exacte de la pression, sur toutes les billes, qui se chassent les unes les autres.

Pour les voitures lourdement chargées, le roulement à billes, qui exigerait plusieurs rangs de celles-ci, n'est pas pratique; on a cherché à obtenir des avantages analogues, en substituant aux billes des rouleaux.

Plusieurs essais faits notamment sur les tramways électriques semblent avoir donné des résultats économiques.

Les roulements à billes ou à rouleaux semblent avoir de l'intérêt pour les voitures automobiles, surtout au moment du démarrage.

Chacun sait qu'à ce moment, surtout si l'arrêt a été un peu prolongé, le coefficient du frottement de glissement des fusées est relativement très élevé par suite de l'absence de lubrifiant entre les surfaces de contact de fusées et de leurs boîtes de moyeu.

D'un autre côté, dans l'huilage des fusées, il faut éviter un excès d'huile, car alors le coefficient de frottement, au lieu de tendre à diminuer avec la vitesse de déplacement relatif, tend, au contraire, à croître en fonction du carré de cette vitesse. C'est pour obvier à cet inconvénient que, dans les chemins de fer, on a renoncé aux boîtes à graisse ou aux huiliers largement approvisionnés de liquide lubrifiant, pour adopter les graisseurs où des mèches de coton déposent sur les fusées juste la quantité de lubrifiant nécessaire pour empêcher le grippage.

Bien des chauffeurs à grande allure, auxquels nous avons fait part de nos craintes sur les inconvénients d'un excès de lubrifiant, en ont reconnu le bien fondé; mais ils nous ont déclaré préférer de beaucoup l'inconvénient de consommer plus de combustible au risque de gripper.

Pour se mettre à l'abri de ce danger évidemment capital ils auraient peut-être intérêt à adopter, à défaut des graisseurs à mèches, des roulements à billes ou à rouleaux où l'excès d'huilage n'a pas le même inconvénient puisqu'ils font intervenir le frottement de roulement au lieu du frottement de glissement.

Ce que nous venons de dire pour les fusées s'applique également à tous les tourillons des divers organes animés d'une grande vitesse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Bandages

Nous avons vu plus haut que la relation qui donne la traction T à exercer pour faire passer une roue de poids P et de rayon R par dessus un obstacle d'une haateur h, est :

$$T = P\sqrt{\frac{h}{D}}$$

L'heureuse influence d'une roue de grand diamètre ressort de cette relation où entre $\frac{h}{D}$; mais elle est encore plus efficace, s'il s'agit, pour sortir d'une flache, de surmonter, non pas un simple caillou de hauteur h, mais un pavé à surface arrondie.

Déjà en 1813, de Gerstner, dans le mémoire sur la traction des voitures, disait (page 21 de la traduction française) :

« Le tirage augmente d'autant plus que le rapport de la distance entre les sommets des pavés au rayon de la roue est plus grand. On passe plus aisément sur les pavés avec de grandes roues qu'avec de petites roues. »

Quelques incidents des concours de poids lourds nous portent à insister sur un autre inconvénient de petites roues pour la circulation des automobiles sur les pavages défectueux.

Si la tangente commune à la roue et au pavé fait avec l'horizontale un angle égal ou supérieur à l'angle de frottement de glissement, la roue motrice, quelle que soit la puissance qu'on lui appliquera, patinera sans pouvoir se déplacer si on ne projette pas du sable augmentant le coefficient de frottement de glissement.

Or, ce cas se présentera d'autant plus fréquemment que le rayon de la roue sera plus petit.

En effet, si on suppose que la charge sur les roues motrices ou le poids adhérent est les deux tiers du poids total, R doit satisfaire à la relation :

$$R > -r + 2nl\sqrt{(i^2+1)\frac{4f^2+9\varphi^2}{(2f-3\varphi i)^2}}$$

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

dans laquelle R représente le rayon de la roue motrice,

r le rayon de courbure des pavés,

n le nombre de pavés formant flache,

l la largeur d'un pavé,

i l'inclinaison de la rampe,

f le coefficient de frottement de glissement sur le pavé,

φ le coefficient de frottement de roulement sur le pavé.

Bien des incidents des coucours d'automobiles l'ont démontré pratiquement.

Quant aux déformations du sol, elles opposent au déplacement du bandage une résistance que Coriolis a démontré être :

$$F = \frac{3}{8}\sqrt[3]{\frac{3}{mb} \times \frac{P^4}{R^2}},$$

relation dans laquelle m est un coefficient numérique variable, et b la largeur du bandage.

L'obstacle au mouvement provenant de la déformation occasionnée à la chaussée par la charge trop lourde imposée à la roue, diminue donc à mesure que la largeur du bandage augmente.

Par suite, il y a intérêt à avoir un bandage assez large pour ramener la pression spécifique, c'est-à-dire par unité de surface, sur les matériaux de la chaussée, à un taux qui n'y occasionne aucun déplacement sensible. Malheureusement, les bandages trop larges, avec les contours sinueux de la piste suivie, entraînent des glissements relatifs des bords du bandage et de la chaussée, absorbant au moins autant, sinon plus, de force vive que les enfoncements des matériaux causés par un bandage moins large.

L'usure des bords de bandages trop larges en est la preuve manifeste.

Il y a donc une limite à déterminer.

Cette limite varie avec l'état de la chaussée.

Lorsque des pluies continues ou des dégels ont considérablement ramolli la chaussée et rendu les matériaux mobiles, il faut employer de larges jantes pour obtenir le minimum de résistance. Il en serait de même sur un sol déformable comme le sable ou la terre labourée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lorsque la chaussée est durcie par la gelée, ou raffermie par un temps convenable, il faut employer des bandages juste assez larges pour ne pas couper la chaussée, afin d'éviter, dans les courbes, l'usure de leurs bords qui se traduit par une déperdition de l'énergie motrice.

La Compagnie Générale des Omnibus partage cette manière de voir.

Non seulement, en effet, elle donne au bandage une largeur moindre que celle que les nécessités de l'assemblage des rais et de la jante forcent de donner à celle-ci ; mais encore, pour l'omnibus de 30 places, pesant en charge 3,600 kilogrammes, elle adopte un bandage de 57 millimètres de largeur, tandis que les anciennes diligences de ce poids avaient un bandage de 110 millimètres.

De même, pour les lourds charrois, les roues du fourgon de la Raffinerie Say, qui, en charge, pèse 14,500 kilogrammes, ont des bandages de 140 millimètres, alors que pour les chariots de l'ancien roulage, pesant 5,700 kilogrammes, les bandages avaient réglementairement 170 millimètres.

Comme on pourrait nous objecter que ce fourgon est suspendu, nous ajouterons que, dans le camion non suspendu du gros roulage Delannoy, pesant, en charge, 12,000 kilogrammes, les roues ont des bandages de 130 millimètres à l'avant et 160 millimètres à l'arrière.

On peut, jusqu'à un certain point, remplacer la mobilité du terrain par la souplesse des bords du bandage.

Cette souplesse peut, en effet, obvier aux glissements relatifs en permettant au bandage de céder à la compression qui se fait sur le bord intérieur et à l'extension qui a lieu sur le bord extérieur.

En outre, un bandage déformable peut se mouler sur les petits obstacles accidentels et diminuer l'influence retardatrice des chocs qu'ils occasionnent.

Ainsi s'explique la réduction de 20 à 30 % de la résistance à la traction que les expériences sur les bandages pneumatiques ont permis de constater.

D'un autre côté, la souplesse des bandages, en diminuant les trépidations transmises aux essieux, rend plus faibles les déplacements relatifs des essieux et du châssis auquel est fixé le moteur ; partant, les relations entre le moteur et les roues motrices sont de longueurs moins variables et la force mieux utilisée.

La flexibilité du bandage offrirait, de son côté, un autre avantage : celui de pouvoir s'appuyer à la fois sur plusieurs petites aspérités au lieu de les choquer successivement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette flexibilité ne peut être mise en œuvre qu'en modifiant la constitution de la roue.

Au lieu de relier le moyeu à la jante par des rais travaillant à la compression, comme dans les roues en bois, on doit faire travailler à la traction les liaisons de la jante et du moyeu, en suspendant ce dernier à la première, par des pièces métalliques, comme dans les bicyclettes.

Ici, quel que soit le poids portant sur le moyeu, on peut toujours adopter des tendeurs suffisamment résistants qui, travaillant à la traction, n'ont besoin que de la section strictement nécessaire, tandis qu'avec les rais en bois, travaillant à la compression, ceux-ci doivent avoir une section telle qu'ils ne soient pas exposés à flamber.

Un autre avantage de ce mode de liaison, c'est que la déformabilité élastique de la partie de la jante qui porte sur le sol adoucit les secousses résultant des cailloux et cahots.

Les rayons formant, comme dans des bicyclettes, deux troncs de cône ayant leurs grandes bases aux bandages et leurs petites bases aux moyeux, un choc latéral sur les bandages, comme il en arrive dans les tournants trop brusques contre les bordures de trottoirs, ou contre les rails saillants d'un tramway, n'aura pas plus d'effet désastreux que sur les roues présentant de l'écuage, tandis qu'il ébranle les roues à rais dans un plan vertical.

Aujourd'hui que sur bien des chaussées empierrées, par mesure d'économie, on n'emploie pas de zones pavées contre les rails des tramways, les roues en bois à simple cours de rais écués ne suffisent peut-être plus. La roue à double cours de rais métalliques à écuage symétrique doit offrir de l'avantage comme pouvant résister aux chocs dans tous les sens.

Les tendeurs des roues métalliques doivent être tangents au moyeu, pour mieux résister au moment de flexion qui tend à se produire du moyeu à la jante, quand le bandage d'une roue calée sur l'essieu ou entraînée par une couronne fixée à son moyeu est brusquement arrêté ou entravé dans son mouvement par un caillou ou tout autre obstacle. Les tendeurs, devant être symétriquement disposés par rapport aux rayons pour que le système soit en équilibre, résisteront aussi bien dans la marche arrière.

Le mode de fixation du bandage élastique à la jante et des tendeurs au moyeu, ainsi que leur mode d'attache à la jante avec réglage, ne laissent pas que de constituer des questions, qui, pour être de détail, n'en sont pas moins d'une importance majeure, car la fréquence des avaries et la facilité de leur réparation en dépendent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les roues dont le moyeu est suspendu par des tendeurs métalliques à la partie supérieure du bandage, se prêtent merveilleusement à l'adoption d'un bandage assez flexible pour s'appliquer sur la chaussée sur une longueur appréciable.

Ces bandages flexibles peuvent être disposés de deux manières: soit à l'intérieur, soit à l'extérieur d'un tube en caoutchouc fixé à la jante.

Le premier système, qui a été tenté pour les bicyclettes, consistait en un fil de fer. Il ne semble pas avoir réussi sous cette forme. Théoriquement, il présente tant d'avantages qu'il est à désirer que des essais soient repris, en remplaçant le fil de fer des bicyclettes par une bande d'acier pour les voitures automobiles.

M. Jeantaud a fait breveter un bandage en métal relié à la jante par un tube en caoutchouc. Il espère ainsi, sans encourir les charges pécuniaires de l'usure rapide du caoutchouc frottant sur la chaussée, obtenir quelques-uns des avantages du bandage élastique et principalement la possibilité des petits déplacements latéraux dont nous avons signalé plus haut les conséquences. Il est vrai que son bandage métallique n'est pas flexible, mais rien ne l'empêcherait de réaliser cette amélioration qui entraînerait la substitution des tendeurs métalliques aux rais en bois.

Suspension

L'utilité de la suspension, c'est-à-dire de l'interposition d'organes élastiques entre les roues soumises directement aux chocs résultant des aspérités de la chaussée et le châssis du véhicule, ne saurait être douteuse, en ce qui concerne le confort des voyageurs ou la conservation du moteur, fixé au châssis. Il nous faut démontrer qu'il en est de même au point de vue de la résistance totale à vaincre, car les coefficients suivants de traction d'une tonne donnés à la page 103 des *Essais et expériences sur le tirage des voitures,* par Dupuit:

	CHAUSSÉES EMPIERRÉES	CHAUSSÉES PAVÉES
Charrettes non suspendues.	30 kilogr.	17 kilogr.
Diligences suspendues	30 kilogr.	20 kilogr.
Voitures particulières suspendues	36 kilogr.	34 à 37 kilogr.

pourraient porter à croire le contraire.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans le résumé de ses expériences, cet Ingénieur déclare que si sur les surfaces unies, molles ou dures, la résistance au roulement est indépendante de la vitesse et de la suspension, sur les surfaces uniformément raboteuses, cette résistance croît avec la vitesse pour les voitures non suspendues, mais que cette augmentation est diminuée par la suspension d'autant plus que la vitesse est plus considérable.

Cette assertion de Dupuit est de la plus haute importance pour les voitures automobiles qui ont pour but de satisfaire au besoin d'aller vite. Elle découle des expériences citées aux pages 46 et suivantes, de l'ouvrage en question.

Ces expériences ont fait ressortir qu'au fur et à mesure que la charge placée sur la partie suspendue de la voiture augmentait, la valeur numérique de l'effort moyen de tirage diminuait (1). Comme la partie du véhicule non suspendu, roues et essieu, conservait un poids constant, Dupuit s'est cru fondé à conclure que l'interposition de la suspension diminuait notablement le tirage.

Vu l'importance de la question, nous croyons utile de bien faire ressortir l'influence de la suspension.

Si on admet que, dans la diligence des expériences 15 et 16 de Dupuit, les roues, leurs ferrures et leurs essieux pesaient 700 kilogrammes, on a, pour la voiture vide *au pas*, sur bon pavage humide :

$$0{,}7 \times a + 1{,}6 \times b = 18{,}5 \times 2{,}3$$
$$0{,}7 \times a + 2{,}8 \times b = 15{,}8 \times 3{,}5$$

d'où l'on tire :

Pour la partie de la charge non suspendue . . . $a = 31^{kg}, 7$ par tonne.
Pour la partie de la charge suspendue . . . . . $b = 12$ kil. —

Pour la même diligence *au trot*, sur le même pavage, bon, mais humide, on a :

$$a \times 0{,}7 + b \times 1{,}6 = 23 \times 2{,}3$$
$$a \times 0{,}7 + b \times 2{,}8 = 20{,}7 \times 3{,}5$$

d'où l'on tire :

Pour la partie de la charge non suspendue. . . $a = 40^{kg}, 02$ par tonne.
Pour la partie de la charge suspendue. . . . . $b = 15^{kg}, 45$ —

---

(1) Ainsi s'expliquent les efforts de traction de 33 et 31 kilogrammes d'un coupé de la Compagnie générale, des voitures à vide et à charge donnés à la page 3.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le trot faisait donc passer le tirage :

de 37^{kg}, 7 par tonne à 40 kilogr., pour la partie non suspendue,
et de 12 kilogr. par tonne à 15^{kg}, 45, pour la partie suspendue.

On comprend que Dupuit pouvait dire, à la page 48 : « On voit que l'influence des ressorts sur le tirage peut être telle qu'elle fasse disparaître celle de la vitesse. »

L'augmentation du coefficient de tirage des voitures suspendues résultant des chiffres insérés dans le tableau ci-dessus tient donc, non pas à la suspension, mais aux trépidations des parties accessoires des diligences et des voitures de luxe qui se transmettent à l'air en produisant des ondes sonores et qui augmentent avec la vitesse de translation, c'est-à-dire avec le nombre des chocs dans l'unité du temps.

C'est encore là un des motifs pour lesquels les bandages pneumatiques, anti-vibrateurs par excellence, produisent une diminution dans le tirage en même temps que dans le bruit.

Les praticiens n'avaient pas eu besoin d'attendre les expériences de Dupuit pour s'apercevoir que la suspension diminuait la partie de la force motrice consommée par les chocs sur les aspérités de la chaussée. Dès 1832 (1), Schwilgué disait : « Il est inutile d'insister sur les avantages que présente l'emploi des ressorts dans les voitures. Ils sont aujourd'hui complètement démontrés. On sait qu'ils ne consistent pas seulement à rendre le mouvement des voitures plus doux, mais encore à *diminuer la dégradation des routes* et à *économiser une partie notable de la force motrice.* »

Le roulage moderne comprend toute l'importance de cette économie, puisqu'il munit de ressorts même des camions portant 10,000 kilogrammes de charge utile.

(1) Mémoire sur les routes et le roulage. — *Annales des Ponts et Chaussées*, 1832, 2e semestre, p. 231.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Michelin pour la lecture de son rapport.

RAPPORT DE M. MICHELIN

SUR

les Bandages de Roues

Historique. — La roue est, de tous les organes constituant une voiture automobile, l'un des plus importants, sinon le plus important. Aucun automobiliste ne consentira à utiliser une voiture dont les roues craquent et ne donnent pas toutes les garanties d'une sécurité absolue.

L'élément le plus important de la roue est sans conteste le bandage.

Si nous ne remontons pas trop loin dans l'histoire, nous trouvons que les premiers bandages pratiqués appliqués aux roues sont métalliques.

Avant l'apparition des chemins de fer, tout le trafic se faisait par les routes. Celles-ci, de construction insuffisante s'abîmaient très vite et le service des ponts et chaussées n'arrivait pas à en assurer l'entretien, c'est à peine s'il suffisait à combler les ornières que laissaient par place les énormes véhicules, très lourdement chargés, qui circulaient alors. A plusieurs reprises, le Gouvernement nomma des commissions à l'effet d'étudier les moyens de remédier à cet état de choses. C'est par ordre du Ministre de la guerre, puis du Ministre des travaux publics que Morin effectua, de 1837 à 1838, puis de 1839 à 1841, ses remarquables expériences, devenues classiques, sur le tirage des voitures et sur les effets destructeurs du roulage sur les routes.

Les études du général Morin sont suivies d'un long silence. Le chemin de fer tue les longs camions et les lourdes diligences. Aujourd'hui, les voitures qui circulent sur les routes, en dehors des villes et de leur banlieue, sont presque exclusivement des voitures légères; l'entretien des routes devient moins difficile, s'effectue mieux et, par suite, on s'intéresse moins aux bandages des roues, du moins au point de vue économie dans la traction.

Mais, par contre, on commence à s'en occuper au point de vue confortable, au point de vue vitesse, et on cherche la roue à bandage élastique.

La seule matière employée avec succès pour la fabrication de ces bandages élastiques, qu'ils soient pleins, creux ou pneumatiques, est le caoutchouc, matière éminemment élastique, qui résiste dans des conditions suffisantes au frottement de la route.

Bien que l'emploi de la roue élastique soit relativement récent, son invention est déjà ancienne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dès l'invention de la vulcanisation, en 1840, il est fait des essais de bandages en caoutchouc plein.

L'article du *Mecanic's magazine*, qui signale les « roues aériennes » c'est-à-dire les premiers pneumatiques imaginés par Thomson, date de 1846 (22 août).

Dès qu'il eût imaginé ses « roues aériennes », Thomson les appliqua à des voitures dont il supprimait les ressorts, comptant utiliser uniquement l'élasticité du bandage pour assurer le confortable du véhicule; c'était là une erreur nous le verrons plus loin et c'est certainement là une des causes principales de son insuccès, car l'industrie produisait déjà à cette époque du caoutchouc vulcanisé dans d'excellentes conditions.

Nous avons retrouvé dans les archives de notre usine, vers 1842, la trace d'essais faits par nos fondateurs, en 1842, pour la fabrication des bandages en caoutchouc plein. Sans aller jusqu'à dire qu'aucun progrès n'ait été réalisé depuis cette époque, nous avons constaté que les mélanges prévus étaient fort bien appropriés à l'emploi et avaient fait un excellent service.

Le caoutchouc plein a été employé en grand beaucoup avant le pneumatique, aussi bien sur les vélocipèdes que sur les voitures, l'étude et la mise au point de sa fabrication ayant été beaucoup moins longues.

Nous ne nous livrerons pas à la description fastidieuse de tous les modèles de caoutchoucs pleins ou creux, disons seulement qu'ils se classent en quatre grandes catégories, suivant la façon dont s'opère leur fixation sur la jante.

Les pleins montés sur leur jante par forçage;

Les pleins collés, ou plutôt cuits sur leur jante;

Les pleins fixés par rubans ou cordes circulaires;

Les pleins fixés par boulons.

Les caoutchoucs creux, longtemps employés pour garnir les roues de vélocipèdes ont été rarement adaptés aux voitures.

Cependant il faut en signaler deux formes spéciales : le caoutchouc en forme d'arche creuse dont les deux extrémités prennent appui sur la jante, et le creux dont le vide central est rempli d'une matière spongieuse ou plus élastique.

Le pneumatique, descendant des roues aériennes de Thomson, est aujourd'hui universellement employé pour les vélocipèdes et les voitures automobiles.

Tous les pneus de voiture sont construits à peu près sur le même type. L'enveloppe toilée qui contient la chambre à air est garnie sur la partie en contact avec le sol d'une forte surépaisseur en caoutchouc et toile qui constitue semelle; elle est maintenue à la jante par deux bourrelets qui viennent s'accrocher dans les deux gorges qui terminent la jante à droite et à gauche de son axe.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Après la lecture de ce chapitre, M. Michelin ajoute : « Messieurs, j'ai cru inutile d'insister en détail sur l'historique du bandage élastique, je me contenterai de montrer que les caoutchoucs pleins sont été fabriqués depuis longtemps, Thompson, en 1846, a inventé le pneumatique sans en tirer tout le parti possible, parce qu'il a pensé pouvoir s'en servir pour supprimer les ressorts et qu'il a fait ses expériences sur des voitures non suspendues. »

M. MICHELIN reprend la lecture de son rapport sur les propriétés des bandages élastiques

Confortable. — Les ressorts suspendent la caisse de la voiture, mais en dehors des ressorts, il y a avantage à donner à l'ensemble et aux essieux même une bonne suspension; donc l'emploi de la roue élastique s'impose. Nous rappellerons pour mémoire les essais infructueux de cadres anti-vibrateurs que l'on fit pour les bicyclettes.

D'ailleurs, l'élasticité du bandage n'est pas du même ordre que celle que procure le ressort. Le pneumatique (c'est lui que nous prenons pour type), évite à la voiture toutes les petites vibrations que le ressort lui transmettait intégralement; il « boit les obstacles » en se moulant sur eux sans que la hauteur de l'axe de la roue en soit sensiblement modifiée. Il absorbe instantanément les petits chocs.

Le pneu qui vient en contact avec le rail de tramway, faisant saillie d'environ un centimètre sur le sol, ne transmet à la voiture aucune secousse, qu'il arrive sur le rail en biais ou normalement.

C'est un cas fréquent, dans lequel il est facile de constater l'impuissance du ressort.

Le ressort transmettra de même intégralement les toutes petites vibrations dues, par exemple, au roulement sur le gravier.

Au contraire, les ressorts sont seuls aptes à modérer l'effet sur la caisse des vibrations de grande amplitude telles que celles que produit la traversée d'une ornière ou le pasage d'un caniveau.

Le fléchissement d'un ressort atteint facilement 10 centimètres, celui d'un pneu ne dépasse pas 3 centimètres. Ce n'est pas dans une course aussi courte que l'on peut atténuer suffisamment pour le confortable le choc violent qui peut résulter d'une différence de niveau importante.

Ce n'est que depuis l'application des pneus aux vélocipèdes que la vélocipédie est devenue vraiment pratique. De même, l'emploi des pneus permet seul de monter sur des voitures automobiles les moteurs légers, à organes fragiles que sont les moteurs à pétrole les plus perfectionnés d'aujourd'hui. En évitant au cadre les trépidations constantes de la route, il diminue les chances de rupture

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'organes du mécanisme, et ainsi réduit considérablement le nombre des pannes ce qui, avons-nous besoin de le dire devant le public informé qui nous lit, est un point capital.

Qu'il nous soit permis de rappeler l'impression que produisit sur les principaux constructeurs d'automobiles de l'époque l'introduction par nous des premiers pneus.

M. Levassor, qui élevait à la hauteur d'une habitude le beau précepte de Pascal: « Ne rien admettre qui ne soit préalablement démontré », était justement en train de se battre contre les roues et ne cachait pas son mécontentement absolu de la roue ferrée, sa méfiance scientifique habituelle était augmentée par cette circonstance. Il ne put croire que nous eussions l'audace de monter sur de l'air comprimé, ces véhicules que le bois et le fer étaient impuissants à supporter. Il crut que les pneus que nous lui montrions étaient garnis intérieurement de coton ou de quelque bourrage et il nous fit dégonfler et regonfler à fond, devant lui, recevant le souffle de l'air sur sa main tendue avec un étonnement non dissimulé.

M. Peugeot, après une promenade dans une automobile à pneus, caressa de la main le bon pneumatique en disant: « Comme mon moteur va être bien là-dessus ! »

M. de Dion en voyant à Nice, en 1898, sa voiture à vapeur, pesant 2.510 kilos, montée sur nos pneus, faire du 61 kilomètres à l'heure sur la promenade des Anglais et monter à la Turbie en 31 minutes 50" (c'étaient des records pour l'époque), dit ce mot qui est toute une définition: « Nous avons fait la locomotive, et c'est Michelin qui a fourni les rails. »

Le lecteur trouvera, croyons-nous, intéressantes ces premières opinions sur un organe, nouveau alors, classique et indispensable maintenant, données par les trois pionniers de la course Paris-Bordeaux, par les hommes dont le nom est déjà entré dans l'histoire comme les créateurs de l'automobile dans le monde.

Eh bien! il faut le dire aussi, l'humble opinion de Michelin sur la même question, son opinion de derrière la tête, était alors la même que celle de M. Levassor. Nous avions toutes les peines du monde à croire au pneu. Quand nous réfléchissions au travail effrayant qu'on demande à un pneumatique, nous avions une peur horrible d'être engagés dans un de ces problèmes insolubles qui peuvent ruiner les maisons les plus solides. Et maintenant encore, quand nous pensons à tout ce que ce malheureux bandage rencontre dans ces randonnées de Paris à Marseille, de Paris à Bordeaux, de Paris à Amsterdam, du tour de France, nous nous demandons comment ce sont des voitures à pneus Michelin qui arrivent les premières.

Comme exemple de l'influence des bandages élastiques sur les vibrations de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la voiture, suivant la nature du bandage et sa pression de gonflement je citerai un ménage de ma connaissance qui usait de deux voitures différentes ; la femme a une maladie de vessie, elle roule sur des pneus très petits ; le mari a une maladie d'estomac et ne peut digérer que lorsqu'il est secoué formidablement ; il roule sur des pneus gonflés à 12 kilos de manière à faire des bonds... *(Rires.)*

M. Bollée. — Il faut les mettre dans la même voiture, le mari à droite et la femme à gauche !

M. Michelin. — Non, ils ne peuvent pas aller ensemble.

M. le Président. — Voulez-vous nous lire, Monsieur Michelin, ce qui concerne l'économie de traction ?

M. Michelin. — *Economie de traction.* — Outre qu'ils augmentent le confortable des voitures, par là même, les pneus diminuent le tirage sur les routes, mais non pas le tirage absolu, car ceci est évidemment tout à fait relatif.

Supposez une roue d'acier trempé roulant sur un sol d'acier trempé, vous augmenterez certainement la traction en montant cette roue sur pneumatiques. Dans l'effort de traction, le gros coefficient est fourni par le sol. La vitesse, la suspension de la voiture ont aussi leur grande influence. Il est impossible de généraliser et nous devons dire: sur telle route, avec telle voiture, et telle vitesse, nous avons obtenu tels résultats. Quant à tirer des formules de nos expériences, rien ne serait plus imprudent.

Nous avons fait à Clermont, en 1895 et 1896, toute une série d'essais sur un break à quatre roues tiré par un cheval. Ces essais ont été publiés en juin 1896 dans les mémoires de la Société des Ingénieurs civils. En voici la conclusion :

Le bandage en caoutchouc plein est meilleur que la roue ferrée dans certains cas, spécialement au trot, si le sol est mou, très irrégulier ou couvert de neige ; mais il devient inférieur au fer si le sol est dur et lisse ; d'ailleurs il ne s'écarte jamais beaucoup de la roue ferrée et reste toujours très inférieur au pneumatique.

Le pneumatique, au contraire, est supérieur de moitié à la roue ferrée.

Nous avons fait, depuis lors, des expériences qui montrent que cette quantité de moitié est certainement exagérée.

En ce qui concerne le sol boueux, il ne faut pas le confondre avec le sol très mou. Le pneumatique est avantageux dans les sols mous, dans la neige et même lorsqu'il a beaucoup plu. Mais s'il est tombé une pluie assez courte, si le temps est très sec, le pneumatique devient plus tirant que le caoutchouc plein et que la roue ferrée.

Sur la demande de la Compagnie générale des Petites Voitures, nous avons repris ces essais à Paris, en 1897. Une voiture à quatre roues de la Compagnie

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

était tirée par un tracteur à vapeur de Dion et Bouton, entre les deux se trouvait la voiture abritant le dynamomètre et les observateurs.

Voici les résultats de ces essais :

N° DE L'ESSAI	PARCOURS EFFECTUÉS	VITESSE MOYENNE	PROFIL en LONG	NATURE et ÉTAT DU SOL	BANDAGE	POIDS TOTAL TIRÉ P	Effort moyen (P.)	Coefficient, soit $\frac{P}{P} \times 1.000$	Comparé au Fer	OBSERVATIONS
I. Boulevard de la Seine. — PUTEAUX										
1	1.000m	11k700	Palier	Bon macadam	Fer	900k	24k500	27.2	»	Vent debout.
2	»	»	»	Dur, sec	Pleins	»	22 060	24.5	Gagne 10 °/o	»
3	»	»	»	Poussiéreux	Pneus	»	20 100	22.3	— 18	»
4	»	»	»	»	Fer	»	22 800	25.3	»	Vent arrière.
5	»	»	»	»	Pleins	»	20 550	22.8	— 9.8	»
6	»	»	»	»	Pneus	»	18 710	20.8	— 18	»
7	1 000	19 700	»	»	Fer	»	30 980	34.4	»	Vent debout.
8	»	»	»	»	Pleins	»	26 900	29.9	— 13	— —
9	»	»	»	»	Pneus	»	22 300	24.8	— 28	Vent un peu m. fort.
10	»	»	»	»	Fer	»	24 870	27.6	»	Vent arrière.
11	»	»	»	»	Pleins	»	22 700	25.2	— 8.8	»
12	»	»	»	»	Pneus	»	21 410	23.8	— 13.9	»
13	1.000	11 000	»	Le même légèrement boueux	Fer	900	24 690	27.4	»	»
14	»	»	»	»	Pleins	»	23 850	26.5	— 3.4	»
15	»	»	»	»	Pneus	»	21 600	24.0	— 12.5	»
16	1.000	20 000	»	»	Fer	»	35 970	39.9	»	»
17	»	»	»	»	Pleins	»	32 570	35.6	— 10.8	»
18	»	»	»	»	Pneus	»	28 600	31.8	— 20.5	»
19	1.000	21 000	»	Le même fortement détrempé	Fer	950	43 380	45.6	»	»
20	»	»	»	»	Pleins	»	40 500	42.6	— 6.6	Arrêt au milieu
21	»	»	»	»	Pneus	»	33 220	35.0	— 23.5	non planimétré.
II. Boulevard de Versailles. — SURESNES										
22	750m	11k »	Rampe 4 °/o	Bon macadam	Fer	550k	34 200	62.1	»	»
23	»	»	»	dur, sec	Pleins	»	33 680	61.1	Gag. 1.7 °/o	»
24	»	»	»	et poussiéreux.	Pneus	»	31 500	57.2	— 7.8	»
25	750	19 »	»	»	Fer	»	40 200	73.0	»	»
26	»	»	»	»	Pleins	»	35 250	64.1	— 12.4	»
27	»	»	»	»	Pneus	»	32 800	59.6	— 18.4	»
III. Route de Saint-Germain. — COURBEVOIE										
28	1.000m	11k »	Rampe 5 °/o	Pavé ordinaire	Fer	900k	38k »	42.2	»	Arrêt milieu, n. plan.
29	»	»	»	un peu gras, sec	Pleins	»	36 100	40.1	Gagne 5 °/o	Allure un p. m. rapide
30	»	»	»	»	Pneus	»	32 500	36.1	— 14.5	»
31	1.000	18 »	»	Le même pavé	Fer	900	49 450	54.9	»	»
32	»	»	»	avec boue collte	Pleins	»	51 860	57.6	Perd 47	»
33	»	»	»	»	Pneus	»	39 640	44.0	Gagne 19.1	»
34	1.000	12 500	»	Le même pavé	Fer	900	40 070	44.5	»	Ralent. non planim.
35	»	»	»	boue demi-sèche	Pleins	»	37 450	41.6	— 6.5	»
36	»	»	»	»	Pneus	»	32 510	36.1	— 18.8	»
37	1.000	20 »	»	»	Fer	»	46 950	52.2	»	»
38	»	»	»	»	Pleins	»	50 400	56.0	Perd 7.5	Allure un p. pl. rapide
39	»	»	»	»	Pneus	»	36 600	40.7	Gagne 22	»

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A L'ESSAI	PARCOURS EFFECTUÉS	VITESSE MOYENNE	PROFIL en LONG	NATURE et ÉTAT DU SOL	BANDAGE	POIDS TOTAL tiré P	Effort moyen (P.)	Coefficient, suivt $\frac{P}{P} \times 1.000$	Comparé au Fer	OBSERVATIONS
IV. Quai Président-Carnot. — SURESNES										
40	1.800m	22k	Palier	Macadam vieux	Fer	950k	32k120	33.8	»	»
41	»	»	»	un peu défoncé	Pleins	»	26 500	28.0	Gag 17.5 %	»
42	»	»	»	»	Pneus	»	20 350	22.5	» 33.5 »	»

Tous ces essais ayant été faits sur des voitures tirées, nous avons trouvé intéressant de les reprendre dans l'application à une voiture automobile.

M. Jeantaud a bien voulu nous communiquer les chiffres d'un essai qu'il a fait lui-même sur un fiacre électrique pesant, avec 3 personnes, 1.620 kilos.

Ayant 4 roues garnies de caoutchouc plein, le fiacre a parcouru 1.000 mètres, à l'aller en 3'48" débitant 27 ampères à 80 volts, à la vitesse de 4 m. 40 par seconde. L'effort par tonne était de 30 kg 30. Au retour, pour parcourir ces 1.000 mètres, il a mis 3'55", débitant 29 ampères à 80 volts. Vitesse 4 m. 25, effort par tonne, 33 kg 70. Dépense pour l'aller et le retour en watts : 1.037.680 watts.

Sur le même fiacre ayant placé 4 roues munies de pneus, le même jour et sur de même parcours de 1.000 mètres a donné :

Aller 3'23" 24 A 80 V, vitesse 5 mètres, effort par tonne 23 kg 70 ; retour 3'25'., 25 A 80 V, vitesse 4 m. 65, effort par tonne 26 kg 50. Dépense en watts pour l'aller et le retour: 817.840 watts.

M. Jeantaud m'a dit que cette expérience donnée comme type avait été recommencée par lui sur un grand nombre de terrains et qu'il avait toujours trouvé une économie considérable.

Nous avons fait dans le courant de cette année, à Clermont, une série d'essais sur une voiture électrique. Cette voiture, construite par M. Jeantaud, pèse, compris ses accumulateurs et ses deux voyageurs, 2.180 kilos dont 890 kilos sur l'avant et 1.290 kilos sur le train arrière. Elle porte 80 accumulateurs Fulmen B 17. Nous devons ajouter que les ressorts de cette voiture lui assurent une suspension aussi parfaite que possible.

N'ayant pu trouver de compteur d'énergie, ni d'appareils enregistreurs suffisamment précis et pouvant supporter les cahots de la voiture, dans chaque essai,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous avons noté, au bout de chaque période de 10 secondes, le débit en ampères fourni par la batterie.

Pendant toute la durée d'un essai, le courant était fourni au moteur sous un voltage constant. Le débit était lu sur un grand ampèremètre Chauvin et Arnoux, absolument apériodique.

Tous nos essais ont été faits sur une bonne route nationale, ces résultats, qui représentent les conditions moyennes de marche d'une automobile, étant les plus intéressantes à recueillir.

Voici les chiffres relevés au cours d'un essai qui représente assez bien la moyenne d'un grand nombre d'essais auxquels nous nous sommes livrés.

1° La voiture est montée sur quatre roues garnies de caoutchouc plein.

TEMPS EN SECONDES	DÉBIT EN AMPÈRES	TEMPS EN SECONDES	DÉBIT EN AMPÈRES
0′	77	20″	88
10″	87	30	85
20	83	40	86
30	79	50	95
40	80	3′	102
50	78	10	103
1′	81	20	101
10	89	30	91
20	86	40	83
30	84	50	81
40	86	4′	81
50	90	10	79
2′	94	20	85
10	88	30	86
		42	arrêt

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° La voiture est montée sur quatre roues garnies de pneumatiques Michelin, diamètre 1m,070, grosseur de boudin 90 millimètres.

TEMPS EN SECONDES	DÉBIT EN AMPÈRES	TEMPS EN SECONDES	DÉBIT EN AMPÈRES
0′	69	20″	74
10″	68	30	76
20	68	40	90
30	70	50	99
40	65	3′	94
50	66	10	93
1′	69	20	84
10	72	30	74
20	70	40	68
30	67	50	65
40	71	4′	70
50	79	10	72
2′	80	20	79
10	78	27	arrêt

Il faut remarquer toutefois que nous avons fait les essais à la vitesse de 33 kilomètres à l'heure et que, plus on augmente la vitesse pendant l'essai, plus l'économie obtenue est grande.

Non seulement l'emploi du pneumatique procure une économie de dépense dans la voiture en service, mais encore il réduit considérablement l'effort nécessaire *au démarrage* de la voiture. Le fait est très facile à vérifier en poussant avec l'épaule deux fiacres de construction identique dont l'un est pourvu de pneus et l'autre de pleins ou de bandages métalliques.

C'est de cette façon qu'il y a cinq ans, nous avions décidé un certain nombre de cochers à mettre des pneus ; ils étaient tout étonnés de voir leur voiture s'en aller très facilement, alors qu'ils avaient cru devoir faire un effort considérable pour la faire démarrer.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous avons pu nous rendre compte de l'importance de cette différence de la façon suivante :

Deux poulies de renvoi A et B sur lesquelles passe une corde. A l'une des extrémités de la corde, en C, la voiture est accrochée par son essieu avant et peut rouler sur un sol en ciment lissé, parfaitement horizontal. A l'autre extrémité, en D, nous avions accroché une benne dans laquelle on pouvait placer des poids.

La voiture a été pourvue successivement de roues à pneus et de roues à pleins et, devant chacune des roues avant, nous avons placé un petit obstacle formé d'une règle en bois dur ayant pour section un carré de 20 m/m de côté.

Il a fallu suspendre en D pour provoquer le démarrage

avec les pneus.....	199 kilos.
et avec les pleins.....	231 —

Le premier chiffre est de 14 % inférieur au second.

$$\frac{232 - 199}{232} = 0.142$$

M. Auscher, de la maison Rothschild, avait fait, il y a quatre ou cinq ans, des essais analogues qui lui ont donné des résultats remarquables ; il avait rédigé à cette époque, des articles qui ont paru dans un organe de carrosserie.

Cet avantage des pneumatiques est très important, surtout pour les fiacres qui sont obligés d'opérer à chaque instant des démarrages souvent très brusques.

Nous avons répété les essais cités plus haut sur notre voiture électrique, de façon à nous rendre compte de l'importance relative de l'adoption des pneus soit exclusivement aux roues avant, soit exclusivement aux roues arrière.

La moyenne d'un grand nombre d'essais nous a indiqué que le train arrière de notre électrique étant pourvu de pneus, si nous mettons à l'avant tantôt des pleins, tantôt des pneus, l'emploi des pneus donne sur les pleins une économie de dépense de 8 % en moyenne et un avantage de vitesse de 2 %. Si, au contraire, l'avant étant pourvu de pneus, nous mettons à l'arrière tantôt des pleins, tantôt des pneus, l'emploi des pneus procure un gain de dépense de 13 % et un avantage de vitesse de 4 %.

M. LE PRÉSIDENT. — Le moteur est-il à l'avant ou à l'arrière ?

M. MICHELIN. — Le moteur est au milieu, il actionne la roue arrière.

Il était intéressant de noter ces chiffres.

Le pneu fournit, en principe au moins, la jante élastique parfaite, car il utilise un matelas parfaitement élastique formé par l'air comprimé qu'il renferme. La

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rigidité relative de l'enveloppe elle-même est cependant loin d'être négligeable. Nous trouvons dans le *Sibley*, journal de l'Université d'Ithaca (Amérique), une étude très complète du professeur Carpenter sur la résistance des bicyclettes. Il y est dit, en particulier, que l'effet utile des différents bandages, simples tubes qu'il a essayés, variait de 42 % à 70 %.

Il y a là quelque chose dont nous ne soupçonnions pas l'importance qui nous a été révélée par un fait très simple. Nous avions sur une voiture à vapeur des pneus de deux fabrications différentes, les uns, à droite, fabriqués avec une toile croisée très souple, les autres, à gauche, extrêmement durs. En conduisant, je me suis aperçu que j'allais dans le fossé du côté des pneus durs ; nous les avons changés de côté, nous sommes sortis de nouveau et nous nous sommes aperçus qu'au lieu d'aller dans le fossé du côté gauche nous y allions du côté droit, c'est ce qui nous a donné l'idée de faire des expériences qui ont été confirmées par cet article du *Sibley*.

M. LE PRÉSIDENT. — N'auriez-vous pas obtenu le même résultat en gonflant plus dur d'un côté que de l'autre.

M. MICHELIN. — Certainement, mais les résultats étaient moins complets. Du reste, les coureurs de pistes vélocipédiques connaissent bien les résultats variables que l'on obtient avec les différents tissus. J'ajoute que des expériences ont été faites, il y a peu de temps, et n'ont pas été poussées très loin.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous allons, si vous le voulez bien, arrêter un instant la lecture de votre rapport pour discuter ce point particulier, car les fabricants de pneus pleins contestent les résultats que vous avez obtenus. J'ai reçu de notre camarade Falconnet la lettre suivante.

« Monsieur le Président,

« J'ai l'honneur de vous remettre une note que m'a suggérée la lecture du rapport sur « les bandages élastiques » distribué hier au soir aux membre du « Congrès.

« Je vous serais reconnaissant de vouloir bien en faire donner lecture car « il ne m'est pas possible d'être à Paris demain.

« Le rapport de notre excellent collègue est très complet, en ce qui concerne « le pneumatique de sa fabrication, mais il est insuffisant lorsqu'il traite d'autres « systèmes qui, pour être plus nouveaux, n'en sont pas moins intéressants.

« Nous remettrons au Congrès une étude sur ces systèmes dont quelques-uns « ont résolu le problème du bandage pratique dans des cas déterminés, tels que : « poids lourds, voitures de famille, de livraison, de médecin, de voyageur de « commerce, fiacres, automobiles militaires, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« Cette note contiendra en outre, des tableaux relatifs aux efforts de traction résultant de l'emploi de différents systèmes de bandages en caoutchouc pleins, creux, pneumatiques. Nos chiffres ne concordent pas avec ceux du rapport qui vient d'être lu ici, cette discordance étant certainement due à ce que les bandages perfectionnés que nous avons pris comme termes de comparaison avec les pneumatiques ne sont pas du même système que les bandages pleins auxquels le rapport sur les « Bandages élastiques » fait allusion.

« Ces tableaux seront insérés dans l'étude que je remettrai au Bureau du Congrès ; je n'ai pas eu le temps matériel depuis hier matin, de la mettre au point, et je n'aurais d'ailleurs pas osé en imposer la lecture aride à MM. les membres du Congrès dont les moments sont précieux, et dont je n'ai déjà que trop abusé.

« Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'assurance de ma parfaite considération. »

M. FALCONNET.

M. Falconnet avait cru pouvoir assister à la séance où on discuterait ce sujet; mais par suite du changement qui s'est produit dans la répartition du travail entre les sections, il en a été empêché.

Il me semble qu'il nous manque un renseignement au sujet du degré de gonflement, de la pression à laquelle ces bandages étaient comprimés. M. Michelin nous a fait observer que, suivant la raideur plus ou moins grande des enveloppes, il y avait des résultats un peu différents. Nous pouvons nous demander si le gonflement ne joue pas un rôle analogue. Ce renseignement serait intéressant, car j'ai entendu dire que les coureurs sur piste ou sur route gonflent d'une manière différente suivant les circonstances ; quand ils sont sur une piste parfaitement lisse, ils cherchent à obtenir une dureté telle qu'elle soit comparable à celle d'un bandage en acier ; au contraire, ils le gonflent moins dur lorsqu'ils sont sur une chaussée offrant des aspérités afin d'éviter les chocs, et pour permettre au pneu de boire l'obstacle en se déformant facilement.

M. Michelin pourrait peut-être nous donner quelques renseignements à cet égard.

M. MICHELIN. — Le gonflement du pneu joue évidemment un rôle important.

Moins il est gonflé, plus il est tirant ; d'un autre côté, moins il est gonflé, mieux il absorbe les aspérités des routes qui ne sont pas bonnes.

Nous avons fait des expériences à Clermont-Ferrand, où les routes sont, en général, mauvaises, mais nous avons choisi des parties de routes nouvellement rechargées et cylindrées. On peut gonfler un pneu à 3 kilogr. sur une piste — certains coureurs vont jusqu'à 6, — ce qui me paraît inutile. Sur le pavé, il faut

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gonfler à 1/2 kilogr. Nous avons répété souvent l'expérience qui consiste à faire arriver un coureur de second ordre avant un coureur de premier ordre, uniquement par la différence de gonflement du pneu. On arrive, comme on veut, à ce résultat.

En ce qui concerne les automobiles, si les routes sont excellentes, il faut gonfler dur ; plus on gonfle dur, moins on active l'échauffement des pneumatiques qu'il faut éviter, parce que l'enveloppe est détruite rapidement et que la nature du caoutchouc est transformée ; au bout d'un mois, la chambre à air ne vaut plus rien, le caoutchouc est très vulcanisé. Nous ne connaissons pas de mélange de caoutchouc qui résiste à une température très élevée.

Je voudrais dire un mot au sujet de la lettre de notre camarade Falconnet, qui annonce avoir obtenu des résultats différents des nôtres, — je crois que cela tient uniquement à ce qu'il a employé des appareils à mesure peut-être impropres. Nous avons travaillé cette question pendant un mois sans trouver un appareil qui nous permette de mesurer quoi que ce soit. S'il existait quelque chose à cet égard, nous serions heureux de le connaître.

M. LE PRÉSIDENT. — La 2e commission a constaté comme vous cette lacune et elle a émis le vœu, que les constructeurs voulussent bien nous doter d'appareils de mesure et surtout d'un enregistreur d'énergie.

M. MICHELIN. — J'estime que les résultats obtenus viennent de ce qu'on a mal mesuré. Un constructeur m'a dit: « J'ai toujours trouvé que, sur une descente, je vais plus loin avec des pleins qu'avec des pneus ». Je crois, au contraire, que lorsqu'on a des pneus, on descend les côtes bien plus facilement.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous proposerons au Congrès d'émettre le vœu que des études comparatives soient entreprises sur les pneus de différentes natures.

Un MEMBRE. — J'ai fait des expériences comparatives avec les pneus et les pleins qui confirment les expériences de M. Michelin ; car j'ai trouvé des chiffres absolument analogues.

M. MICHELIN. — Voici encore un autre fait très curieux au sujet du caoutchouc plein. Lorsque nous avons fait nos premières expériences avec M. Bixio et M. de Chasseloup-Laubat, nous avons trouvé des chiffres plus avantageux pour le caoutchouc plein que pour les pneumatiques. Nous étions navrés. Les expériences se faisaient avec des bandages neufs, entre le pont de Puteaux et Courbevoie ; le sol était très dur et très bon. Il m'est venu à l'idée de faire dans le caoutchouc plein, des plats tellement peu visibles que personne ne s'en est aperçu. De la sorte, je transformais un caoutchouc plein absolument neuf, en un caoutchouc ayant huit à neuf jours de roulage. Les résultats ont été tout autres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Nous tiendrons compte de ces observations dans les expériences que nous entreprendrons.

Nous allons passer au prix de revient des bandages.

M. MICHELIN. — C'est une autre affaire. *(Rires.)*

Durée des bandages. — Beaucoup de personnes croient encore que les bandages pneumatiques durent moins longtemps que les caoutchoucs pleins ou les bandages métalliques. C'est là une grave erreur.

UN MEMBRE. — C'est votre sentiment personnel.

M. MICHELIN. — C'est mon sentiment personnel parce que j'ai vu beaucoup de personnes qui avaient des pleins et qui n'en ont plus.

Pour les bandages métalliques, le martelage continuel auquel ils sont soumis, principalement sur le pavé, les détruit très vite, surtout quand les roues sont très chargées. Les bandages métalliques, dont MM. de Dion et Bouton garnissent encore les roues de leurs gros tracteurs se détruisent très vite. Au bout de très peu de temps, ces bandages sont laminés et leur section a pris la forme d'un trapèze dont la grande base serait celle qui prend contact avec le sol.

M. de Mauny indique (*Les Bandages pneumatiques, chez Dunod, 1899*) qu'« en 1837, le transport de 1.000 kilos de charge utile par le roulage ordinaire emporte par chaque kilomètre parcouru, environ 4 grammes de fer de chacune des deux énormes roues qui supportent le véhicule. Pour aller de Paris à Marseille et en revenir, la voiture de roulage en question laisse 100 kilos de métal dans les ornières. »

Chiffre colossal.

La durée des bandages pneumatiques dépend d'un certain nombre de causes ayant trait à la construction même de la voiture.

Lorsque la direction d'une voiture a du jeu, l'oscillation perpétuelle des roues avant active très sensiblement l'usure des bandages. Il est donc très important de ne jamais laisser prendre de jeu à la direction.

Ceci est très important : nous avons vu des bandages détruits après 150 kilomètres parce que les deux fusées n'étaient pas parallèles et qu'une des roues frottait sur le sol au lieu de rouler.

Le freinage de la voiture a aussi une très grande influence.

Si, lorsqu'une voiture lourde est lancée à grande vitesse, on bloque brusquement les freins, l'adhérence des bandages sur la route étant insuffisante pour permettre d'absorber aussi brusquement la force vive de la voiture, il se produit un glissement des bandages sur le sol et, par suite, une usure très sensible de ces derniers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une autre cause d'usure très importante, d'autant plus que son action est constante, c'est l'excès d'écuanteur que l'on est souvent tenté de donner aux roues.

L'écuanteur des routes, complété par le carrossage des essieux, a pour but, les roues étant bombées, de permettre au train des roues d'épouser la forme de la route, le plan moyen de chaque roue restant néanmoins à très peu près normal au chemin de roulement.

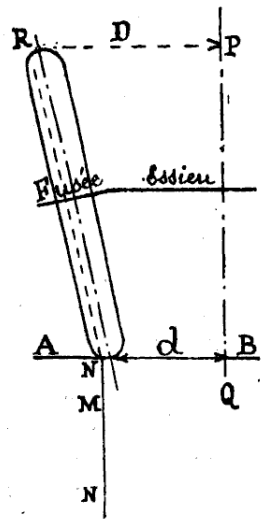
Il est essentiel que le carrossage soit proportionné au bombement du profil des routes ; si l'inclinaison des fusées est trop forte, la jante ne peut plus être normale à la route. On retrouve alors, quelquefois même exagérés, les mêmes inconvénients que l'on a cherché à éviter en créant le carrossage.

Lorsqu'un pneumatique ne roule pas normalement au sol, ou dans une position très voisine de la normale, il s'use très rapidement. Le profil des routes étant peu bombé, il faut adopter un carrossage très peu prononcé lorsque les roues doivent recevoir des pneumatiques.

Nous connaissons une maison fabriquant d'excellentes automobiles, dans lesquelles les pneus avant faisaient deux fois moins d'usage que les pneus arrière.

Nous avons vu des bandages mis hors d'usage avant d'avoir fait 500 kilomètres. Nous avons relevé sur ces bandages des traces d'usure du même ordre que celles relevées sur un bandage roulant dans un manège, c'est-à-dire dans un virage perpétuel.

Il est facile de se rendre compte du genre de travail qui produit l'usure spéciale des bandages montés sur des essieux à fort carrossage.

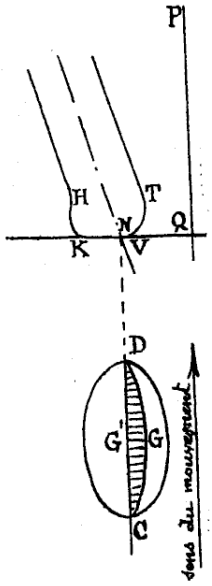


Figurons en AB le chemin de roulement que nous supposerons horizontal pour simplifier ; en PQ, le plan d'axe de la voiture.

Si le bandage était gonflé à bloc et s'il ne portait aucune charge, il aurait avec le sol un seul point de contact N et tracerait sur le sol une ligne droie MN, dirigée dans le sens du mouvement. Le lieu des points de contact sur le sol est la ligne droite MN, le lieu des points de contact sur le bandage est le cercle NR, cercle qui n'est pas dans le plan axial de la roue.

Le plan NR de ce cercle étant oblique à PQ, il s'ensuit que tous les points du bandage, tels que R, se rapprochant de l'axe de la voiture en même temps qu'ils se rapprochent du sol, et inversant, la distance D étant supérieure à *d*, par le fait même de l'inclinaison de la fusée sur le plan AN.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires



Si nous supposons maintenant que l'on a donné au pneu un gonflement normal, proportionné à la charge qu'il porte, il va s'écraser au contact du sol, la surface de contact affectant à peu près la forme d'une ellipse.

Comme nous l'avons fait remarquer tout à l'heure, tous les points du bandage se rapprochent de l'axe de la voiture en même temps que du sol et inversement ; il s'ensuit que la paroi du bandage va être tendue, au voisinage du sol, dans la partie HK. La résistance du sol au glissement de la paroi du pneu étant limitée, il s'en suit que le point R, au lieu de décrire comme tout à l'heure une droite MN sur le sol, va décrire pendant la durée de son contact un arc de courbe GG, glissant ainsi forcément sur le sol, de la quantité GG, puis G'G.

C'est ce glissement continuel qui use le bandage.

Remarquez que notre démonstration ne dépendant que de l'inclinaison relative du sol et de la fusée, s'applique aussi bien à un carrossage exagéré qu'à un carrossage trop faible.

Quelle est la meilleure écuanteur à donner aux roues (le carrossage s'en déduit) ?

Voici une question à résoudre :

Nous avons pu relever les chiffres suivants sur des roues existantes :

Sur une roue avant Darracq	.....	6 %	environ.
— arrière —	.....	3 %	—
— avant Peugeot	.....	2 %	—
— arrière —	.....	4,7 %	—
— avant Dietrich	.....	3 %	—
— arrière —	.....	6 %	—
— arrière Panhard et Levassor	.....	4 %	—

J'ai donné quelques chiffres qui n'ont rien d'officiel, parce qu'il se peut très bien que les fusées que nous avons examinées ne soient pas tout à fait dans le type que fait le constructeur ; mais je les ai indiqués pour attirer l'attention des fabricants sur ce point et leur en montrer l'importance au point de vue de la durée du pneumatique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. le capitaine FERRUS. — Au sujet de l'usure des bandages, l'opinion de M. Michelin se trouve confirmée par la façon dont s'usent les bandages en fer qui ne s'usent pas suivant un plan parallèle, mais oblique, ce qui prouve bien qu'il y a glissement entre le bandage et le sol.

M. LE PRÉSIDENT. — Cette observation se vérifie facilement quand on regarde les bandages des roues des omnibus et des fiacres de Paris. Autrefois l'usure se faisait suivant un arc de cercle, parce que les règlements exigeaient des bandages très larges ; maintenant qu'on a, au contraire, des bandages relativement plus étroits, ils s'usent suivant un plan oblique ce qui donne au bandage usagé une forme trapézoïdale.

Si on rapporte l'usure des roues d'omnibus à bandages métalliques au nombre de kilomètres parcourus, on constate que les bandages des roues avant s'usent plus vite que les bandages des roues arrière. — Ceci tient à ce que les roues avant, d'un plus faible diamètre, tournent plus vite.

M. MICHELIN. — Il en est de même pour les bandages élastiques des fiacres, il est certain que le pneu avant s'use plus vite que le pneu arrière ; cela tient à ce que le diamètre en est plus petit et surtout à ce que les voitures ne sont pas toujours chargées à l'arrière, alors que les cochers passent une grande partie de la journée sur leur siège.

Protection des bandages. — L'usure des bandages en caoutchouc, qu'ils soient pleins ou pneumatiques, est due souvent à ce qu'on fait travailler le caoutchouc bien au-dessus de sa limite de résistance. C'est le cas de certains pleins qu'on a cru devoir faire extrêmement pointus pour en augmenter la souplesse.

Pour réduire autant que possible l'usure du bandage on a créé des bandages protégés. Pour la plupart, ces dispositifs ne répondent pas du tout au but que l'on s'est proposé, aussi sont-ils peu employés.

Le *bandage Chameroy* est en caoutchouc plein ; à la périphérie, on a creusé, dans le plan médian, une rainure qui reçoit une tringle à section en U, sur laquelle sont enfilés des segments métalliques creux.

Le *teuf-teuf* est un pneumatique protégé ; à l'intérieur d'une jante métallique se trouve la chambre à air, sur laquelle s'appuie un caoutchouc plein à base courbe, qui sort de la jante par une rainure qui en fait le tour.

Dans le *protecteur LN*, une courroie est cousue à la surface roulante du pneu et, sur elle, on enfile des lamelles métalliques à profil cintré. Entre les lamelles et le pneumatique, on interpose une bande de feutre ou de caoutchouc mince.

Aucun de ces dispositifs ne semble réellement pratique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Aujourd'hui, c'est une chose absolument démontrée, le bandage à caoutchouc plein ne se comporte bien que lorsque sa section est suffisante par rapport au poids. Ce n'est pas une économie que d'acheter des bandages très étroits ou très minces ; ils durent moins longtemps.

Nous avons fait, dans le genre du bandage Chameroy, des essais en nous servant d'un pneumatique sur l'enveloppe extérieure duquel nous avions cousu un morceau de courroie ; nous y avons appliqué des morceaux de fer de trois ou quatre centimètres de longueur ; cela ne nous a donné aucun résultat satisfaisant.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous avons vu à l'Exposition de Vincennes une toile métallique en cuivre.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Elle est loin d'être imperforable.

UN MEMBRE. — Elle se met à l'intérieur ?

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Oui, en dedans de l'enveloppe : un canif passe au travers sans éprouver de résistance.

M. MICHELIN. — Tous les increvables que nous avons pu expérimenter ont deux défauts communs.

D'abord, ils enlèvent au pneumatique la majeure partie de sa souplesse annihilant la souplesse du coussin d'air et, par conséquent, rendent inutile son emploi.

Ensuite, ils sont eux-mêmes un élément de destruction pour le pneumatique. Ils rappellent le sabre de Joseph Prudhomme : ils sont destinés à protéger et servent en même temps à détruire. En fait, ces soi-disant increvables sont des crevables à fonctionnement automatique.

Toutes ces cottes de mailles, tous ces systèmes qui ont été essayés depuis trois ou quatre ans ont donné tous les mêmes résultats. Ils sont excellents pendant un certain temps, mais sous l'influence des mouvements successifs finissent par se percer et l'on a dans l'intérieur des pneumatiques une série d'aiguilles qui viennent perforer les chambres à air. Nous n'avons jamais pu associer un métal quelconque avec le caoutchouc.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Avec les grandes vitesses, ces dispositifs augmentent considérablement la chaleur du bandage.

M. MICHELIN. — Nous avons eu les mêmes résultats avec la ramie, la toile de chanvre, la toile de lin qui résiste bien mais que nous avons dû abandonner parce qu'elle n'est pas assez souple. Nous en sommes arrivés à employer des toiles de coton ayant une résistance extrêmement faible; elles se comportent très mal dans les pneumatiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LOHNER. — Messieurs, je vous demande la permission de m'éloigner un peu du point de vue technique, dont je ne méconnais pas l'importance pour l'automobilisme. Je ne veux diminuer en rien le mérite de M. Michelin et des autres constructeurs de bandages de caoutchouc plein ou pneumatique ; je suis convaincu que ce fut une excellente idée de nous faire rouler sur l'air et que la construction des pneus prendra une importance de plus en plus grande; mais je me demande si nous ne dépensons pas trop d'argent pour MM. les constructeurs — j'en demande pardon à M. le rapporteur et aux actionnaires de sociétés qui peuvent se trouver ici, — mais je ne puis m'empêcher d'observer que la matière brute devient de jour en jour plus chère. Or, notre industrie est encore un peu une industrie de luxe, en France surtout ; votre pays est très riche et beaucoup de vos compatriotes n'hésitent pas à dépenser plusieurs billets de mille francs pour accomplir une petite tournée de quatre ou cinq mille kilomètres. Il n'en est pas de même partout et, dans bien des pays, c'est surtout aux voitures grandes et petites affectées à des services publics de transport en commun, qu'il faut songer. Si vous voulez me permettre de citer un exemple, je vous dirai que j'ai été chargé de la construction d'une voiture électrique du poids de quatre tonnes pour laquelle la dépense est limitée à 14.000 francs. Or, je dois supporter, comme constructeur, une dépense de plus de 2.000 francs rien que pour les bandages. A mon avis c'est une somme énorme. Il faut donc penser à autre chose, mais je reconnais que c'est plus facile à dire qu'à faire. Peut-être, cependant, les recherches qui se poursuivent en Amérique sur le caoutchouc nous permettent-elles d'espérer une diminution de prix; mais les inventions dont je parle sont loin d'être parfaites. Peut-être aussi arrivera-t-on à remplacer le caoutchouc par ces toiles dont on nous a cité quelques unes; on nous a dit notamment qu'il y en avait un modèle en cuivre rouge à Vincennes. Permettez-moi de vous signaler à cet égard un boudin en toile métallique d'une seule pièce, non pas en cuivre, mais en fer très doux. On nous a dit que cela avait été construit en France, mais je ne le crois pas. Ce boudin est entouré entièrement d'un tuyau en toile et ce tuyau est rembourré de crin ou de toute autre matière. Imaginez la jante double qui existe déjà dans certains pneus. La première partie de la jante est fixée sur la roue; on met le boudin de côté et de l'autre côté on visse le ressort. Mais on peut se demander et cela a été aussi ma première idée, si, sous le poids d'une certaine charge, les aspérités du sol ne contribueront pas à abîmer rapidement le bandage. Celui que j'ai vu était très imparfait pour les jantes qui n'avaient pas été faites expressément et très primitivement ; il paraît néanmoins qu'il a roulé sur un fiacre pendant cinq ou six mois.

M. LE PRÉSIDENT. — En 1835, Dietz a essayé un système de ce genre, auquel on a renoncé ; je crains bien que de nouvelles tentatives n'aboutissent au même résultat.

M. LOHNER. — Je ne savais pas que la chose fût si ancienne.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — M. Lohner a certainement commis une con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fusion. Je n'ai pas parlé de la suppression du caoutchouc. Je ne connais rien qui puisse le remplacer.

M. LE PRÉSIDENT. — Je remercie M. Michelin de son intéressant rapport, je donne la parole à M. le capitaine Ferrus, pour lire son rapport sur les roues et les essieux.

RAPPORT de M. le Capitaine FERRUS

SUR

les Roues et leurs Essieux

Messieurs, ce qui distingue les roues automobiles de celles que nous sommes habitués à voir, c'est qu'elles sont à moitié motrices, à moitié porteuses. Or, il y a une très grande différence entre ces deux genres de travail. Dans les voitures ordinaires, les roues sont porteuses et jamais motrices ; par conséquent, il ne faut pas s'attendre à les voir résister quand on les met telles quelles à des automobiles. De plus, les voitures automobiles sont plus lourdes et vont plus vite que les autres ; un cheval faisant un kilomètre en deux minutes est une exception, tandis que toutes les voitures automobiles font 30 kilomètres à l'heure.

Les roues complètement en bois ne présentent pas d'intérêt pour les automobiles ; on ne peut, pour ainsi dire, plus les employer. Il faut au moins que le moyeu soit métallique. Les roues à cercle métallique présentent toutes de l'écuanteur et du carrossage en quantité égale, bien que souvent l'écuanteur soit inférieure au carrossage à cause de la flexion des roues. Depuis quelque temps, on a une tendance à faire l'embatage à froid avec la presse hydraulique ; ce procédé a l'avantage de restreindre la roue sans détériorer le moyeu.

Les roues à moyeu métallique que l'on emploie sont dites roues à moyeu d'artillerie, parce que c'est dans l'artillerie qu'on les a employées tout d'abord. Les rais de la roue sont pris entre deux cercles. On a, depuis quelque temps, essayé de faire des roues en bois avec des moyeux métalliques, en plaçant au milieu de la roue avant un simbleau en acier sur lequel viennent appuyer les abouts des rais. D'autre parti, on fait appuyer la broche du rais sur le cercle extérieur ; la roue se disjoint un peu moins, les rais sont appuyés des deux côtés. Dans l'artillerie allemande — et l'industrie a imité ce procédé — les rais, au lieu d'être encastrés au moyen d'un tenon dans les jantes, sont engagés dans un manchon métallique placé sur les jantes. On a ainsi le grand avantage de ménager la jante. Beaucoup de roues pneumatiques sont faites de cette façon.

On a également une tendance à diminuer le nombre des jantes. Autrefois on faisait toujours un nombre de jantes égal à la moitié du nombre des rais. L'artille-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rie allemande emploie des jantes en trois morceaux; comme elle a des roues à douze rais, elle devrait avoir six jantes, elle n'en emploie que deux.

M. LE PRÉSIDENT. — A la section hongroise de l'Exposition, on voit des roues d'un seul morceau.

M. LE CAPITAINE FERRUS. — Comme le dit M. le Président, on semble revenir à la roue primitive, il y a, en effet, des roues préhistoriques d'un seul morceau de bois courbé.

Il y a trois espèces de roues entièrement métalliques, la roue entièrement métallique du type ordinaire, la roue disque et la roue métallique à rayons directs ou à rayons tangents. Cette dernière est extrêmement connue ; elle est semblable à la roue des bicyclettes. Elle présente ce grand avantage que le métal y est employé de la façon la plus favorable, sous sa forme la plus résistante.

Il existe une différence assez sensible entre les rayons directs et les rayons tangents. Les premiers présentent une certaine souplesse, ce qui est mauvais pour transmettre l'effort. D'autre part, ils travaillent à la compression, ce qui est mauvais pour le métal qui résiste mieux à la tension. Les roues à rayons tangents, au contraire, transmettent l'effort avec plus de sécurité. On a beaucoup discuté sur la valeur respective de ces deux roues. Quand on a commencé à faire des bicyclettes, certaines personnes préféraient les unes aux autres. Il semble que la roue à rayons directs était meilleure tant qu'on a employé les caoutchoucs pleins ; mais l'autre est préférable depuis qu'on emploie les pneumatiques.

Les roues entièrement métalliques du type ordinaire peuvent être d'un seul morceau, comme les roues de locomotive ; mais alors elles ne présentent aucune élasticité. Elles ont donné sous cette forme de mauvais résultats dans l'artillerie. On peut les construire aussi comme les roues en bois, les rais et le moyeu étant en métal. La roue Brunon était de ce genre. Les roues, n'ayant pas un moment d'inertie, se voilent très facilement. Il faudrait pouvoir les faire avec des tubes, ce qui est assez difficile. Il y a eu des essais faits avec les roues Bertaut et Cohu; mais il y a beaucoup d'assemblages et il faudrait les voir rouler longtemps.

Les roues disques ont été employées en Amérique ; on en trouve dans l'exposition de M. Cohu ; la roue est faite avec un embatage dans lequel on fait entrer deux surfaces légèrement coniques. Supposez une roue dont tous les rais se touchent, la fornie étant légèrement ondulée. On obtient ainsi une extrême solidité, mais ces roues ne peuvent être employées pour des voitures roulant sur des terrains difficiles.

La question de l'écuanteur et du carrossage est très discutée. On a une tendance à faire disparaître l'écuanteur, mais on aura de la peine à y arriver

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

complètement. C'est le carrossage qui fait une grande partie de l'élasticité de la roue ; elle en fait une sorte de cône qui peut fléchir sous l'effort. Si vous faites une roue absolument plate, vous lui enlevez une partie de cette élasticité. D'autre part, pour les voitures roulant sur un terrain incliné, il est mauvais d'avoir des roues planes, parce que les rais travaillent alternativement dans un sens et dans l'autre ; ils tendent à être entraînés du moyeu à l'extérieur. On a fait des roues à deux cônes de rais inclinés dans les deux sens, rais en bois ou en métal, ayant l'aspect de roues de bicyclettes ; les résultats ont été, en général, mauvais.

Au point de vue de la solidité, le carrossage empêche les roues de se débotter ; en effet, lorsque la voiture rencontre une borne ou la bordure d'un trottoir, tous les éléments travaillent à élargir le cercle, le moyeu tend à se rapprocher du plan du cercle ; il faudrait que le cercle cédât pour que la roue se déboîte. Avec les roues sans carrossage, cela n'existe pas.

M. LE PRÉSIDENT. — Si vous choquez un rail de tramway, votre roue ne se sauvera pas par son écuanteur.

M. LE CAPITAINE FERRUS. — Les chocs par l'intérieur sont mauvais, mais ils sont moins fréquents que les chocs par l'extérieur.

Le carrossage n'est pas sans présenter des inconvénients sur les routes plates. L'écuanteur et le carrossage doivent varier suivant les contrées dans lesquelles la voiture doit être employée et suivant l'emploi que l'on doit en faire. Autrefois, l'écuanteur était plus considérable en pays de montagne qu'en pays de plaine. Mais les routes s'étant améliorées, le carrossage et l'écuanteur ont diminué et ne dépassent plus 3 % ; on a soin, toutefois, de donner aux fusées une inclinaison un peu supérieure.

Si nous faisons la comparaison des différents types de roues, il semble qu'au point de vue de la solidité, les roues métalliques l'emportent à poids égal ; mais si elles se comportent très bien avec les pneumatiques, elles ne sont pas toujours aussi satisfaisantes avec les bandages pleins.

Les roues en bois semblent présenter certains avantages considérés comme très importants par des constructeurs comme M. Panhard ; avantages relatifs à la transmission et provenant de ce que la couronne dentée des roues motrices en bois est fixée vers le milieu des rais.

Je n'ai pas parlé dans mon rapport des roues élastiques ; je demande la permission d'en dire un mot ici. On en a fait beaucoup ; au premier abord, elles paraissent donner d'excellents résultats, mais elles ne tardent pas à se disloquer. M. Millet, directeur de l'usine de Persan-Beaumont, a essayé de tous les systèmes : il a fait des demi-cercles, des cercles complets. Cela a toujours cassé de la même façon et cependant il avait de bons ressorts.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. BOLLÉE. — J'ai cherché à obtenir un résultat dans cette voie pendant cinq ans, je n'ai rien trouvé. Les roues se comportent très bien dans le sens vertical ; mais elles n'ont aucune solidité transversalement.

M. LE CAPITAINE FERRUS. — Le général Peigné a également construit une roue de ce genre qui n'a pas plus de solidité.

La roue Isard est une roue simili-élastique : c'est un cercle de grand diamètre à l'intérieur duquel roule une autre roue. Cela revient à ajouter une sorte de rail devant la roue elle-même.

M. LE PRÉSIDENT. — Le système de M. Isard est excellent quand on rencontre des obstacles assez gros au milieu d'une route, quand on veut faire monter la voiture sur une bordure de trottoir. Mais jusqu'à présent nos routes n'ont pas été destinées à ce genre de sport ; il vaut mieux considérer le roulement sur une route normale. Nous avions demandé à M. Isard de procéder à des essais dynamométriques; il nous a répondu que l'administration ne lui fournissait pas d'appareils. Nous lui en avons envoyé un que j'attends toujours.

M. LE CAPITAINE FERRUS. — Le système de M. Farjas donne les mêmes résultats; sa roue est merveilleuse pour monter sur les trottoirs et très mauvaise ailleurs.

Essieux

M. LE CAPITAINE FERRUS. — Les essieux se font en fer ou en acier doux présentant un allongement de 26 à 27 %. Les dimensions ne peuvent se calculer à l'avance, car il faut tenir compte des charges de résistance qui sont très variables.

On emploie des essieux patents ou demi-patents, et des essieux à billes ou à rouleaux. Les essieux de cette dernière catégorie présentent théoriquement une certaine supériorité. M. Forestier admet avec les constructeurs que cette supériorité serait sur les autres essieux, du simple au double. Mais il faut tenir compte de tous les éléments de résistance, des chocs de la route, de la résistance au roulement et alors cet avantage devient douteux. M. le commandant Krebs prétend qu'il a fait monter en course 5 voitures dont deux étaient munies d'essieux patents et trois d'essieux à billes et qu'il n'a trouvé aucune espèce de différence. Les essieux à billes ne présenteraient d'avantages que dans les petites vitesses, ce qui est original.

M. LE PRÉSIDENT. — Je proteste vivement.

M. LE CAPITAINE FERRUS. — Cela paraît, en effet invraisemblable, mais je cite mon auteur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Le roulement à billes offre une résistance moindre au moment du démarrage ; en grande vitesse, avec une lubrification bien faite, la différence tend vers zéro.

M. LE CAPITAINE FERRUS. — Les roulements à billes sont avantageux quand ils conservent leurs formes géométriques ; mais lorsque le véhicule est lourd, les billes se déforment ou se cassent et il peut se produire des accidents très graves.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Jeantaud pour donner lecture de la partie de son rapport relative aux suspensions.

RAPPORT DE M. JEANTAUD

SUR

les Suspensions

Il faut admettre comme un principe absolu que la caisse et le moteur doivent être complètement suspendus. Autrefois, avant les roues avec bandages en caoutchouc, on pouvait également admettre que les essieux ne pouvaient supporter aucune pièce sans qu'elle ne fût suspendue.

Actuellement avec les pneumatiques, ces principes ont perdu un peu de leur rigueur ; certains constructeurs, les Américains notamment, pour supprimer la chaîne dans les voitures électriques, placent le moteur et ses engrenages directement sur l'essieu. D'autres constructeurs suspendent seulement la caisse et placent le moteur sur des longerons reliant les deux essieux. Pour certaines voiturettes enfin, la caisse et le moteur ne sont pas suspendus.

Toutes ces dispositions sont également mauvaises et peuvent, malgré l'atténuation des chocs grâce aux pneumatiques, amener la rupture des essieux.

En dehors de la question sécurité qui prime tout, il est une autre considération très importante qui impose une suspension très élastique de toute la voiture, c'est la diminution de traction. En outre, dans les voitures électriques, les accumulateurs doivent être très bien suspendus sous peine de détérioration rapide.

Cette considération a amené les constructeurs anglais à suspendre doublement les batteries à l'aide du dispositif suivant : la caisse est suspendue à la façon ordinaire et les accumulateurs sont enfermés dans une boîte qui est elle-même suspendue par des chaînes comme une civière à la caisse.

Cette double suspension peut avoir un effet utile sur les éléments, mais elle complique et alourdit la voiture, et les chocs résultant du balancement du coffre qui contient les batteries contrarient les effets de la suspension de la voiture.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ressorts. — On a essayé maintes fois les ressorts à boudin pour la suspension des voitures en les faisant travailler soit à l'extension, soit à la compression ; mais les ressorts à lames seuls peuvent assurer une grande douceur aux voitures.

Dès le début de l'automobilisme, on a appliqué à la suspension à l'avant les ressorts pincettes ; mais on a abandonné cette forme de ressort. En effet, la pincette est un ressort elliptique qui est réuni dans sa partie supérieure à la caisse et relié en bas à l'essieu. Quand on fait un effort sur la direction, le ressort cède, l'essieu recule et la direction n'est plus sûre.

La plupart des constructeurs appliquent maintenant à l'avant le ressort droit à rouleau réuni par une main à l'extrémité d'avant de la caisse ; l'autre extrémité en arrière est également réunie à la caisse par une main, mais avec interposition d'une jumelle permettant au ressort de s'allonger librement.

Pour les roues motrices à l'arrière, la pincette a également des inconvénients.

Si la traction se fait par chaînes, l'essieu se trouve sollicité en avant ou rejeté en arrière par les chocs que subissent les roues. On est obligé d'avoir recours à des bielles de tension qui relient directement l'essieu à l'arbre moteur. Avec la disposition pincette on établit sa jonction avec la caisse par une traverse à coulisse qui relie la partie supérieure des deux ressorts.

Avec le ressort droit, la disposition change. Il faut le relier à la caisse à l'aide de mains et de jumelles ; mais pour faire promener ce ressort suivant l'allongement ou le raccourcissement de la chaîne, il faut donner aux jumelles une certaine longueur et une certaine inclinaison.

M. Féraud, un ingénieur des chemins de fer de l'Ouest, a inventé la suspension à menottes en dedans. Cet ingénieur, dans une note présentée à la Société des Ingénieurs civils et à l'aide d'un appareil d'expérience, a démontré que par la simple inversion du sens de l'inclinaison des menottes (toutes les autres conditions restant les mêmes), la flexibilité utilisée d'un même ressort était considérablement augmentée, doublée même dans certains cas.

Ainsi avec le ressort droit à menottes en dedans suffisamment longues pour que leur inclinaison permette de racheter l'usure de la chaîne, l'élasticité du ressort reste complète et la douceur de suspension est augmentée et par suite la traction diminuée.

Il existe un autre genre de ressort peu usité ; c'est le ressort en spirale composé d'une lame d'acier enroulée en spirale. Ces ressorts conviennent aux véhicules de grand poids.

En résumé, le ressort à lames est seul recommandable, il doit être long, composé de larges lames d'épaisseurs décroissantes, de façon à conserver à chacune des feuilles qui sont de longueurs différentes, la même élasticité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il n'existe pas de formule simple permettant de calculer d'une façon certaine le ressort à lames.

M. LE PRÉSIDENT. — Je remercie M. Jeantaud de son intéressant rapport et je donne la parole à M. de Chasseloup-Laubat.

RAPPORT de M. le Comte de CHASSELOUP-LAUBAT

SUR

la Puissance à donner au Moteur d'une Voiture automobile

Il y a cinq ou six ans, les moteurs à mélange tonnant des voitures automobiles avaient une puissance de 2 chevaux 1/2 à 3 chevaux, alors que le poids des voitures (en ordre de marche mais sans voyageurs), variait de 7 à 800 kilos et on n'hésitait pas à les charger de 2 à 4 personnes. Le poids total arrivait ainsi à être d'environ 1.000 ou 1.200 kilos, c'est-à-dire qu'on disposait d'un cheval-vapeur pour 400 kilos.

La voiture dans laquelle le regretté Levassor fit en 1895 son inoubliable raid Paris-Bordeaux-Paris, pesait au total environ 1.000 kilos et avait un moteur de 4 chevaux, soit 1 cheval-vapeur pour 250 kilos. L'année d'après, le même constructeur conduisait dans Paris-Marseille-Paris, un véhicule de même poids, muni d'un moteur de 6 chevaux, correspondant à 1 cheval-vapeur pour 166 kilos.

Vers cette époque, les conducteurs de véhicules rapides, admettaient qu'avec un cheval-vapeur par 100 kilos de poids total, on aurait la voiture de course idéale et bornaient à cette puissance spécifique ce qu'ils osaient demander aux constructeurs.

Ce résultat est atteint en 1897 et 1898 où le poids par cheval tombe à 120 puis à 100 kilos.

L'année dernière il n'était plus que de 65 kilos et enfin, cette année, on nous annonce pour la course Paris-Toulouse-Paris, des voitures sur lesquelles on disposera d'un cheval pour 40 à 45 kilos.

Et je ne parle que des voitures construites sans tenir compte de celles qui sont en préparation pour lesquelles ce chiffre sera notablement abaissé.

Pour les motocycles et les voiturettes, l'augmentation de la puissance du moteur est encore plus considérable que pour les voitures dont nous venons de parler.

En 1895, le moteur du premier tricycle de Dion et Bouton avait une puissance de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

50 à 60 kilogrammètres. Le poids de l'appareil était avec son cavalier de 130 kilos, lorsque celui-ci était M. Bouton ou votre rapporteur à 200, voire même 250 kilos, lorsqu'il était monté par M. de Dion.

A ce moment, ces constructeurs souhaitaient que leur appareil eût une vitesse en palier de 18 à 20 kilomètres à l'heure, et se résignaient à ne monter les côtes ordinaires qu'avec le secours des pédales.

Que nous sommes loin aujourd'hui de ce vœu modeste !

Dès 1896, les voiturettes Bollée ne pesaient que 100 kilos par cheval-vapeur.

Ce poids, dans les trois dernières années diminue très rapidement, il n'est plus aujourd'hui, sur certains appareils, que de 25 à 30 kilos par cheval-vapeur.

Je ne puis vous garantir d'une façon absolue ce dernier chiffre car les moteurs en question sont soit à refroidissement total par ailettes, soit à refroidissement par ailettes pour le cylindre et à refroidissement par circulation d'eau pour la culasse. Or, dans ces conditions, on ne peut, comme pour les moteurs des voitures à refroidissement total par circulation d'eau, être sûr que leur puissance se maintienne constante. Cependant les chiffres que je vous ai indiqués paraissent suffisamment justifié par les résultats obtenus.

Qu'est-il advenu de la vitesse ? Les premiers véhicules dont je vous ai parlé montaient les côtes de 4 à 5 % à 5 ou 6 kilomètres à l'heure et les descendaient à 40 ou 50 kilomètres à l'heure.

Sur une route moyennement accidentée, leur vitesse moyenne pouvait atteindre 18 à 20 kilomètres à l'heure.

Actuellement, nous disposons de véhicules qui montent les côtes de 4 à 5 % à 40 ou 50 kilomètres à l'heure, les descendent à 100 kilomètres et peuvent faire le plat à 70 ou 80 kilomètres à l'heure.

Ces derniers chiffres ne s'appliquent évidemment qu'à des machines spéciales uniquement construites en vue des courses.

Mais les bonnes voitures de tourisme d'aujourd'hui montent les côtes à l'allure de 20 à 25 kilomètres, les descendent à 40 ou 50 kilomètres et font communément 40 kilomètres sur plat, de sorte que sur une route moyennement accidentée, leur vitesse moyenne est de 30 à 35 kilomètres à l'heure.

Ce résultat est facile à obtenir avec des voitures disposant d'un cheval-vapeur pour 140 à 150 kilos de poids total.

Cette moyenne de 30 à 35 kilomètres-heure qu'on ne parvenait à atteindre, il y a quatre ou cinq ans, qu'au prix des pires folies dans les descentes, on l'obtient facilement aujourd'hui en conservant une marche prudente sur les déclivités.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut même poser en principe que plus un conducteur de voiture rapide sera assuré de maintenir sa vitesse constante et plus il sera tenté d'être raisonnable.

La vitesse constante est donc l'idéal de la marche de la voiture automobile.

Ce vœu n'est réalisable qu'avec des moteurs d'une grande puissance spécifique — et ces moteurs, nous les devons aux courses !

On a accusé plus ou moins justement les courses de toutes espèces de méfaits — mais il faut reconnaître que c'est à ces épreuves, et à ces épreuves seules, que nous devons les moteurs que nous possédons aujourd'hui. C'est à elles aussi que nous devons la suppression de tous les dispositifs inutiles qui se trouvaient dans les premiers moteurs et dans leurs transmissions.

A de rares exceptions près, tous les constructeurs, même les plus intelligents (j'allais dire surtout les plus intelligents) ont commencé par faire des véhicules compliqués avec des transmissions complexes ; avec des moteurs munis d'un tas de mécanismes accessoires (d'ailleurs très ingénieux) le tout d'un démontage souvent quasi-impossible.

La pratique de la route et surtout de la course où les minutes de panne semblent des siècles, leur a bien vite imposé l'obligation de simplifier les dispositifs compliqués en sacrifiant tout ce qui n'était qu'utile sans être indispensable et de rendre plus faciles à démonter et à réparer les organes conservés.

Tel est le principal bienfait de la course.

Dans ce qui précède, il n'a été question que des moteurs à mélange tonnant.

Les véhicules pourvus d'un moteur à vapeur ou d'un moteur électrique, peuvent développer momentanément une puissance bien supérieure à leur puissance normale — cette puissance normale rapportée au poids total de la voiture donnerait des chiffres analogues à ceux indiqués pour les voitures de promenade avec moteur à mélange tonnant.

Les voitures électriques pourront être pourvues d'un moteur d'une puissance normale encore plus faible ; mais le moteur électrique a une telle élasticité qu'il est facile de lui faire réaliser la marche à vitesse constante qui n'a pu être obtenue sur les voitures à pétrole qu'au prix d'un énorme accroissement de la puissance du moteur à mélange tonnant.

L'élasticité de puissance des moteurs me conduit tout naturellement à parler des moteurs les plus élastiques qu'on connaisse — je veux parler du moteur à avoine.

Un sujet d'étonnement chez les néophytes de l'automobilisme est de voir nos constructeurs obligés de recourir à des moteurs de 4, 6 et même 8 chevaux-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vapeur pour faire marcher une voiture automobile à 4 places alors qu'un seul cheval-avoine suffit à cette tâche.

Pour s'expliquer cette anomalie, il faut examiner la question d'un peu plus près.

Et d'abord, si beaucoup de moteurs à mélange tonnant d'un cheval-vapeur ne développent pas cette puissance, par contre, on peut affirmer que tous les moteurs à avoine, d'un cheval développent une puissance plus grande. — Je m'explique.

Quand on a comparé la puissance du moteur animé à celle des moteurs mécaniques, on a pris comme base la puissance moyenne que le moteur animé peut développer d'une façon continue pendant une journée entière et non pas la puissance que le moteur animé peut développer pendant un travail de faible durée qui est naturellement bien plus grande.

De plus, il importe de remarquer que dans le cas du cheval de traits on ne considère que la puissance utile mesurée sur les traits, et qu'on ne tient pas compte de la puissance musculaire réellement développée.

Pour faire une comparaison équitable entre le moteur animé et le moteur mécanique, il ne faudrait considérer que la puissance disponible à la jante des automobiles.

Mais j'arrive à la véritable explication.

Le moteur animé a une élasticité de fonctionnement réellement admirable dont nos moteurs mécaniques sont malheureusement dépourvus.

Des expériences faites par la Compagnie des Omnibus, il résulte qu'au moment du démarrage, les chevaux exercent *un effort de traction* dix fois supérieur à celui qui est nécessaire pour maintenir le mouvement à la vitesse moyenne.

Au moment d'un pareil effort, le cheval prélève sur sa réserve d'énergie.

Il est dans le cas d'une chaudière à vapeur, à laquelle on fait débiter plus de vapeur que la chaleur développée dans son foyer ne peut lui permettre d'en fournir — cela est certain — mais n'importe, la résistance à vaincre est vaincue, le lourd véhicule s'est mis en marche.

A un autre point de vue, un cheval même en avarie, peut parvenir à fournir un certain travail en cas d'urgence, le fouet du conducteur est là pour l'y obliger (je pense qu'il n'est pas ici un membre de la société protectrice des animaux). Si l'avarie n'est pas trop grande, elle se répare toute seule pendant un repos de quelques jours.

Il n'en est pas de même avec le moteur mécanique. — S'il y a avarie, la marche en est de suite affectée, — la colère du conducteur n'y change rien, et

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

même pour une très courte distance à parcourir, si son moteur est malade, il ne peut le contraindre à faire avancer la voiture.

C'est pour toutes ces raisons qu'il faut mettre à la disposition du conducteur d'automobile, un moteur susceptible d'un excès de puissance par rapport aux conditions normales de son fonctionnement. A cette condition seulement on aura la certitude d'obtenir une marche régulière.

La comparaison méthodique du véhicule remorqué par un cheval avec celui qui porte son propre moteur, nous amène à nous demander si l'énergie absorbée pour le roulement d'une roue sur le sol, est la même suivant que cette roue est simplement porteuse ou porteuse et motrice.

Je ne connais pas d'expériences sur cette matière qui est cependant très intéressante au point de vue de la meilleure répartition du poids sur les essieux du véhicule automobile.

A priori, il semble que la roue motrice doit avoir un moins bon rendement que la roue porteuse. Cette opinion (qui n'est pas, du reste, définitive), repose sur l'examen des bandages des diverses roues et sur les traces laissées par elles sur les chaussées.

Dans les deux cas, on remarque toujours une action plus destructive de la part de la roue motrice. — Or qui dit matière détruite, dit énergie perdue pour la progression de la voiture.

Il y aurait donc lieu d'émettre le vœu qu'on fasse des expériences à ce sujet ou qu'on fasse connaître les résultats obtenus de celles qu'on a pu faire.

M. LE PRÉSIDENT. — Je remercie M. de Chasseloup-Laubat de son intéressante communication. Il devrait bien la compléter et nous donner des renseignements qu'il est seul à posséder sur la résistance qu'oppose l'air aux grandes vitesses. M. de Chasseloup-Laubat est, en effet, le rival de M. Jenatzy; eux seuls ont fait 90 kilomètres à l'heure.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Je puis donner à cet égard quelques indications, mais non des chiffres que je n'ai pas dans les yeux. A l'origine, la voiture électrique avait été construite par M. Jeantaud pour faire 60 kilomètres à l'heure. Sa caisse avait la forme ordinaire ; c'est un duc, une voiture à deux places à l'avant, une boîte d'accumulateurs à section rectangulaire à l'arrière; en contrebas de la partie arrière, une seconde boîte d'accumulateurs. Cette voiture est arrivée assez facilement à faire 70 et 75 kilomètres à l'heure. Pour porter la vitesse à une limite supérieure, j'ai été amené à changer la forme de la caisse qui n'avait pas été prévue pour ce genre d'exercices. Nous nous sommes alors préoccupés de la résistance de l'air ; d'expériences que j'ai faites à ce moment, il résulte que la résistance de l'air a une très grande importance, comme on pou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vait le supposer, et que, de plus, le laminage de l'air entre la voiture et le sol en a également une très grande. J'ai diminué la résistance de l'air en établissant sous la caisse une sorte de ventre de baleine avec des tringles légères en bois sur lesquelles une forte toile était tendue ; c'était sensiblement indéformable. Une preuve de l'amélioration obtenue, c'est la différence de poussière que la voiture faisait ; c'est un moyen rapide et certain, s'il n'est pas scientifique, de juger du déplacement de l'air. Des photographies que je possède montrent très bien que la poussière était moindre à ce moment que lors des premières expériences. Si la forme de l'avant a une grande influence au point de vue de la résistance de l'air, celle de l'arrière en a plus encore. Il se forme à l'arrière des tourbillons que l'on peut suivre à l'œil très aisément. Je ne sais si j'ai le droit de dire qu'il se forme une poche aérienne comme une poche liquide dans les bateaux. Quand on suit une voiture sur une route, on voit très distinctement qu'à l'avant la poussière s'écarte à droite et à gauche sans former de tourbillons d'une manière sensible, tandis qu'il s'en forme à l'arrière.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous prierons M. de Chasseloup-Laubat, de vouloir bien nous donner quelques chiffres dans la note écrite qu'il voudra sans doute nous remettre.

UN MEMBRE. — M. de Chasseloup-Laubat pourrait-il nous parler de l'impression physique produite dans les grandes vitesses.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — J'ai ressenti l'impression commune à tous ceux qui ont conduit à grande vitesse ; on est tout d'abord étonné, mais peu après il semble qu'on pourrait aller plus vite encore, surtout avec les voitures telles que les bons constructeurs les font actuellement. Il y a des routes sur lesquelles on ne rencontre rien pendant 5 ou 6 kilomètres et à ces endroits, il ne semble pas que la vitesse soit limitée aux chiffres actuels ; avec de bonnes directions, les voitures vont très droit et on ne fait pas d'embardées.

M. LE PRÉSIDENT. — Personne ne demande plus la parole ?

La séance est levée.

La séance est levée à midi un quart.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONGRÈS INTERNATIONAL D'AUTOMOBILISME

Cinquième Section

QUESTIONS HISTORIQUES, ÉCONOMIQUES ET INTERNATIONALES

Président	BALLIF.
Vice-Présidents.	SZYMANSKY. DE STERN. ROBERT LEBAUDY. KELETI. BERMEJO.
Secrétaire général	LE COMTE DE CHASSELOUP-LAUBAT.
Secrétaire de séance	GÉRARD-LAVERGNE.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

MERCREDI 11 JUILLET 1900

SÉANCE DU SOIR

CINQUIÈME SECTION

QUESTIONS HISTORIQUES, ÉCONOMIQUES ET INTERNATIONALES

PRÉSIDENCE DE M. BALLIF

La séance est ouverte à 3 heures 5 minutes.

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, nous avons environ deux heures devant nous, et nous devons y faire tenir le passé, le présent et l'avenir : le passé, c'est-à-dire les questions historiques ; le présent, c'est-à-dire les questions économiques ; l'avenir, représenté par les questions internationales. L'ampleur d'un tel programme n'a d'égale que notre bonne volonté, mais elle nous impose le devoir de restreindre le développement de nos communications au strict nécessaire et d'empêcher la discussion de s'égarer. Dans l'intérêt même des importantes questions que soulève notre programme, je fais appel au bon vouloir de tous nos collègues.

Je donne la parole à M. Périssé, pour une communication relative aux questions économiques, sur la comparaison entre les divers modes de traction automobile.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT DE M. PÉRISSÉ

SUR

la Comparaison entre les divers modes de Traction automobile

L'agent moteur des voitures automobiles est suivant les cas : la vapeur, le mélange explosif d'air carburé ou l'électricité, sans parler du mélange explosif de vapeur d'alcool, de l'acétylène ni de l'air comprimé, voire même de l'air liquide, qui sont des applications relevant encore à des degrés différents, pour le moment du moins, du domaine de la théorie.

Les trois grands agents moteurs répondent à des types de véhicules différents, parce qu'ils ont chacun des avantages et chacun des inconvénients. C'est donc en mettant en lumière avec équité les uns et les autres, qu'on montrera utilement les points qui doivent être les desiderata de l'automobilisme.

Une première comparaison qui s'impose se rapporte au poids des générateurs et des moteurs, et les relevés ci-après, puisés aux meilleures sources et condensés dans des tableaux, nous permettent de faire les observations suivantes.

Moteurs à vapeur. — Les générateurs de vapeur pèsent, à vide, suivant la surface de chauffe, de 400 à 800 kilogr., mais ce poids est notablement réduit dans les chaudières à vapeur instantanée, parce qu'on n'y emploie que la vapeur surchauffée, par exemple le générateur des voitures Serpollet pèse seulement 66 kilogr. On déduit des chiffres officiels qui ont été publiés à propos de différents concours, que le cheval-vapeur correspond environ à un poids de 18 à 25 kilogr. du générateur, 12 à 32 kilogr. du moteur, et 110 à 200 kilogr. du véhicule total à vide.

Quant aux moteurs, on ne peut rien dire de précis, parce que le poids subit une variation importante selon le mode de construction, l'emploi de carter en fonte ou en aluminium, etc., etc. De plus, l'élasticité du moteur à vapeur est telle qu'on ne peut pas toujours définir exactement sa puissance, d'autant plus que peu d'essais ont été effectués au frein.

Enfin, le poids des approvisionnements varie également selon le type de véhicule adopté, bien que, à ce point de vue, l'avantage reste nettement à l'emploi du combustible liquide. Les voitures Gardner-Serpollet avec un réservoir de 20 litres, soit 16 kilogr. de pétrole ont un approvisionnement suffisant pour un trajet de 140 kilomètres, ce qui correspond à environ 0 kg. 114 par kilomètre.

Rappelons enfin que deux hommes sont en général indispensables pour la conduite des voitures à vapeur, le mécanicien qui tient la barre de direction et le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

régulateur, le chauffeur chargé de veiller à la production de vapeur et au graissage ; de plus, la présence d'un générateur et d'un foyer sont au moins une gêne puisqu'on peut dire que le danger n'existe plus. A côté de ces inconvénients, la vapeur offre l'avantage d'une souplesse très grande, d'une grande élasticité et d'un bon marché assez appréciable quand il s'agit d'automobiles industrielles utilisant la houille ou le coke.

Moteurs à vapeur

NOMS des CONSTRUCTEURS	POIDS A VIDE de la voiture	GÉNÉRATEURS POIDS	MOTEURS POIDS	APPROVISIONNEMENTS
	kilos	kilos	kilos	
Gardner-Serpollet	»	66	34	Eau . . 44 kil. Huile . 16 »
E. Chaboche, 15 chevaux .	»	400	150	Eau . . 200 » Charbon 150 »
Scotte, 25 chevaux. . . .	4.500	425	475	Eau . . 1200 » Coke. . 300 »
De Dion, 30 chevaux. . .	5.000	560	503	Eau . . 450 » Coke. . 120 »
Serpollet	5.500	600	500	Eau . . 440 » Huile . 150 »
Werdneckt, 25 chevaux .	4.800	815	250	Eau . . 800 » Coke. . 300 »

Moteurs à explosion. — La comparaison des moteurs à mélange explosif d'air et de pétrole est plus facile que pour les précédents parce qu'on a ici à faire à des moteurs de puissance sensiblement fixe.

D'abord, le générateur est réduit à sa plus simple expression : le carburateur qui se compose d'une soupape à flotteur dite « niveau constant » d'une part et d'autre part d'un vase où le mélange s'effectue par barbotage, ou par un petit éjecteur-émulseur à pulvérisation, les carburateurs du premier type pèsent en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

moyenne 5 à 7 kilogr. selon leur mode de construction, les carburateurs du 2e type ne dépassent pas de 2 à 3 kilogr.

Le poids des moteurs à pétrole varie selon le nombre de cylindres et leur vitesse de régime, par exemple les moteurs Benz sont plus lourds proportionnellement que les moteurs de motocycles.

Le tableau ci-après nous montre que le poids par cheval indiqué des moteurs de voitures automobiles peut varier de 12 kg 65 (Delahaye 9 ch. 1/2) à 33 kilogr. (Phœnix, 10 chevaux.)

Il nous montre en outre notamment que la série Peugeot qui se rapporte à un même type de moteur à 2 cylindres, que le poids par cheval diminue proportionnellement à l'augmentation de la puissance, ce qui se conçoit aisément.

Enfin nous constatons la supériorité du moteur à ailettes à grande vitesse au point de vue du poids par cheval.

Quant aux approvisionnements, ils sont réduits au minimum, puisque le liquide moteur est de l'essence rectifiée pesant 680 gr. le litre et que sa consommation ne dépasse pas dans le moteur Phœnix, l'un des plus économiques, il est vrai, 0 kg. 45 par cheval-heure. Toutefois dans des moteurs à circulation d'eau il faut compter un supplément de poids du véhicule de 8 à 10 kilogr. par cheval, pour tenir compte du poids de l'eau qui est loin d'être négligeable. On compte que les approvisionnements ne dépassent pas, en moyenne 0 kg. 75 par cheval-heure.

Signalons enfin que les motocycles ayant pris part au concours de Vincennes (bicyclette exceptée) pesaient en moyenne, à vide, 160 kilogr., les 800 kilomètres ont été parcourus avec une dépense moyenne de 27 litres d'essence, c'est-à-dire que le poids de l'approvisionnement est véritablement négligeable.

Moteurs à pétrole

NOMS des CONSTRUCTEURS	CARBURATEURS		MOTEURS			
	SYSTÈME	POIDS	TYPE	FORCE	POIDS total	par CHEVAL
		kilos			kilos	kilos
Panhard et Levassor.	Pulvérisateur	2,5 à 3	2 cyl.	4 ch.	100	25
				6 »	140	26,66
				10 »	330	33
			4 cyl.	8 ch.	190	23,95
				12 »	250	20,83
				16 »	330	20,62
				20 »	400	20

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

NOMS des CONSTRUCTEURS	CARBURATEURS		MOTEURS		
	SYSTÈME	POIDS	TYPE FORCE	POIDS total	par CHEVAL
		kilos		kilos	kilos
Peugeot	Pulvérisateur	1,4	3 et 4 ch.	66	22
		2	5 ch.	107	21,4
		»	6 »	135	22,5
		»	7 »	143	21
		»	8 »	147	18,3
		»	12 »	182	15,17
		3	20 »	280	14
Mors	Pulvérisateur	6,5	1 cyl. 4 ch.	75	18,75
		8	4 cyl. 6 ch.	140	23,33
		7,5	4 cyl. 16 »	260	16,20
De Dietrich et Cie	Pulvérisateur	3	9 ch.	150 à 180	18,33
Gobron-Brillé	Distributeur	»	7 ch.	115	16,4
			10 »	170	17
			18 »	325	18
Bollée	Pulvérisateur	»	4 ch.	70	17,5
Delahaye et Cie	Barbottage	6,5	7 ch.	115	16,42
			9 » 1/2	120	12,60
Hurtu	Barbottage	5	4 ch. 1/2	100	22
De Dion, 2 ch. 1/4	Léchage	»	169k,5. 2 ch.	23,5	10,67
» 2 » 3/4 »		1,2	214k,0. 2 ch., 8	26	9,3
» 3 » (à évolution d'eau)	Pulvérisateur	3	263k,0. 3 ch., 4	44 (sans eau)	12,9

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le moteur à pétrole, dit le marquis de Chasseloup-Laubat (1) est robuste, relativement simple et facile à conduire, mais ses vibrations, bien que diminuées dans une large mesure dans les nouveaux moteurs équilibrés, sont cependant perceptibles. La combustion de l'essence produit une odeur désagréable si la carburation n'est pas soigneusement réglée. Le danger d'incendie peut résulter d'une imprudence. Le moteur à pétrole manque d'élasticité, et sauf dans les voitures de course, est souvent un peu faible aux démarrages et dans les rampes.

Toutefois c'est la vraie voiture permettant à la fois le service de ville et de campagne, c'est la seule qui soit actuellement pratique pour le tourisme et les voyages.

Moteurs électriques. — Le poids des véhicules électriques provient principalement de la batterie d'accumulateurs puisqu'il faut compter 33 kilogr. en moyenne d'accumulateurs par cheval-heure. Quant aux moteurs, les poids ne varient pas beaucoup et l'on compte environ 50 kilogr. pour un moteur de puissance moyenne y compris ses modes d'attache.

L'automobile électrique est confortable, propre et silencieuse, peu sujette aux avaries et les esprits paradoxaux en arrivent à trouver qu'elle est monotone et pas aussi amusante à conduire que la voiture à pétrole dont le moteur souvent capricieux fait aux débutants craindre une incartade. L'automobile électrique est essentiellement la voiture de luxe pour le service des villes.

Elle aura l'inconvénient d'être attachée à son point de rechargement tant que les postes de rechargement qui se créent dans toute la France n'auront pas encore été utilisés pour les tournées à longues distances.

Les batteries d'accumulateurs sont lourdes elles demandent un temps relativement long pour être rechargées, enfin, et surtout, elles demandent des précautions de suspension et des soins de conduite, sous peine de détérioration rapide, même dans les meilleures conditions, elles sont onéreuses d'entretien et, en attendant l'accumulateur idéal qui, selon toute probabilité, ne sera pas un accumulateur au plomb, le concours de l'Automobile-Club de France a montré que les systèmes actuellement en usage n'étaient qu'une solution imparfaite du problème de la locomotion électrique.

De cette courte étude économique qui laisse entièrement à d'autres rapports le soin de traiter les questions techniques, il ressort qu'à bien peu d'exceptions près, l'Exposition universelle de 1900 ne nous a rien révélé de bien nouveau.

Malgré la solution élégante des Gardner-Serpollet pour la voiture de luxe, la vapeur reste toujours l'agent moteur des véhicules industriels, grâce à son économie et à son élasticité. Le pétrole est le roi de la route à cause de la légèreté

(1) *The North American Review,* Septembre 1899.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de ses approvisionnements et de la perfection des véhicules de cette catégorie. Les perfectionnements successivement réalisés dans cette classe des moteurs, sont dus à la nécessité où les constructeurs ont été de trouver de nouvelles solutions pour réaliser le maximum de vitesse, de solidité et de légèreté exigé pour les courses et pour les amateurs eux-mêmes qui désirent toujours des véhicules plus vites. Dans les voitures légères à pétrole, quelques solutions heureuses ont été apportées pour les voiturettes cette année.

L'électricité reste le moteur des villes pour les véhicules de poids moyen tels que les fiacres et les voitures de livraison; mais quoi qu'en disent les Américains elle ne prendra un essor certain que le jour où l'accumulateur sera à la fois plus léger et moins fragile. *(Applaudissements.)*

M. LE PRÉSIDENT. — Personne ne demande la parole sur les conclusions du rapport de M. Périssé ?

La parole est à M. Baldini pour donner lecture d'une communication sur les conditions économiques d'exploitation des poids lourds.

RAPPORT DE M. BALDINI

SUR

les Conditions économiques d'Exploitation des Poids Lourds en Italie

Avant de prendre la parole que M. le Président a bien voulu m'accorder, permettez-moi, Messieurs, d'avoir recours à votre bienveillance et de vous demander de m'excuser, si, en m'exprimant en votre beau et noble langage, je suis peu gracieux et souvent embarrassé.

Je vois ici réunis les meilleurs talents de l'automobilisme, qui ont bien voulu répondre à l'invitation, aussi gracieuse qu'opportune, que Paris a lancée à toutes les nations civilisées pour solenniser cette fin glorieuse du plus glorieux des siècles qui va disparaître.

Avant de vous exposer mon idée, idée que je crois utile à mon pays, permettez, Messieurs, que je porte un salut d'admiration et de vif enthousiasme à la merveilleuse et enchanteresse Ville de Paris, qui a su organiser d'une manière si grandiose la grande fête du travail, de la civilisation et du progrès; à cet incomparable Paris qui a bien voulu affirmer par ce mémorable Congrès le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

triomphe de l'automobilisme, de cette nouvelle conquête de la science et de l'industrie.

Puisse le soleil de demain briller sur cette manifestation fin de siècle, qui complète l'idée entièrement moderne : substituer à la force brutale de l'homme et des animaux, la force mécanique; la force mécanique qui poussera lentement, mais sûrement, l'humanité dans le grand chemin du perfectionnement et du progrès; la force mécanique qui, découverte par Papin et perfectionnée par Watt et d'autres génies immortels, a changé la physionomie du monde civilisé, de même que les habitudes, les usages et les mœurs de la Société, en lui insinuant la fièvre du mouvement, du perfectionnement idéal, des aspirations insatiables vers la lumière et le bien absolu.

Veuillez cependant, Messieurs, me prêter votre attention pour quelques instants et me permettre de vous développer mon idée.

CHAPITRE PREMIER

Les Poids Lourds et les conditions physiques et politiques de l'Italie.

§ 1er. — Les Poids Lourds et leur but.

L'histoire de l'automobilisme montre clairement deux périodes bien distinctes dans son développement.

La première période qui se développa au commencement du siècle; la seconde qui vient de se développer à la fin.

L'espace de temps qui s'est écoulé entre la première et la seconde période fut tout occupé par la croissance des chemins de fer. Ceux-ci firent tomber dans l'oubli les premiers Poids Lourds, exploités en Angleterre vers l'an 1830 et eurent un rapide et très grand progrès dans tout le monde. Mais ce progrès qui n'était pas prévu, donna une telle impulsion à l'industrie et au commerce, qu'il fit changer radicalement les habitudes et le système de vie de tous les peuples civilisés. Ainsi, même les plus petits centres éprouvèrent bientôt le besoin de communications rapides et sûres. Ce fut alors que l'on inventa les tramways qui, avec leurs courbes très étroites et leurs fortes rampes peuvent s'insinuer entre les larges mailles des chemins de fer, et desservir les pays qui ne sont pas touchés par ceux-ci. Ensuite, on inventa les chemins de fer à crémaillère et les funiculaires, qui ont permis d'arriver jusqu'aux anciennes

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

bicoques féodales et aux sommets neigeux des montagnes, transformés en lieux agréables.

Mais tout cela ne suffit pas encore, et à la fin du siècle, nous voyons se relever l'automobilisme, non plus comme moyen exclusif de transport, ni comme concurrent sérieux aux chemins de fer, mais comme un auxiliaire très utile et précieux de ceux-ci.

La première période fut inaugurée par la France, phare de la civilisation, avec la première automobile due à Joseph Cugnot. La seconde apparaît également dans cette terre généreuse et des grandes audaces, grâce aux ingénieuses inventions de MM. de Dion, Serpollet, Scott et autres.

Mais la seconde période est plus heureuse que la première, car elle peut se servir du riche bagage des conquêtes, faites dans le champ scientifique et pratique, bagage qui constitue la gloire du siècle qui disparaît.

L'aurore du nouveau siècle salue l'automobilisme triomphant; cette nouvelle conquête de la science et de l'industrie qui déborde de la France dans toutes les nations du monde civilisé. Il va entrer même parmi les peuples barbares et les tribus sauvages, grâce à l'expansion coloniale.

L'histoire de l'automobilisme nous montre donc que le vrai but des Poids Lourds, est de fournir un service complémentaire et auxiliaire aux chemins de fer de toutes sortes. Ni plus, ni moins.

Entre ces limites, les Poids Lourds peuvent rendre des services très précieux, s'ils sont établis rationnellement. La France l'a déjà bien compris. D'autres pays pourraient de même s'en aider largement, l'Italie entre autres.

La question vaut la peine d'être traitée ici.

§ 2. — Conditions physiques et politiques de l'Italie.

Dès la chute de l'Empire romain, l'Italie resta démembrée par les invasions des barbares. Après vint le féodalisme et les luttes fratricides qui en furent la conséquence. Tous les plus petits centres, tous les châteaux, étaient devenus des états étrangers les uns aux autres, et cela pendant dix-huit siècles, jusqu'à la période épique des guerres de l'indépendance. Mais il n'est pas possible de détruire en une journée l'histoire de dix-huit siècles, et les divisions subsistent encore, en effet.

Comme conséquence de ces conditions politiques, l'Italie a plusieurs centres

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

importants, au lieu d'en avoir un seul très important. Il y a en outre quelques centres de moindre importance, mais qui ayant été une fois capitales de quelques-uns des États disparus, méritent d'être considérés. De là un fractionnement politique qui ne peut être cassé par aucune loi.

En outre, la forme topographique de l'Italie, longue et étroite comme une botte, montueuse de la cuisse au talon, concourt à former son fractionnement. Les Alpes et les Apennins avec tous leurs contreforts et leurs ramifications, fractionnent et subdivisent le territoire du royaume, que la mer contourne.

De là l'immense difficulté des communications de centre à centre, qui cependant seraient nécessaires pour relier ce grand nombre de centres épars.

Mais l'Italie manque presque entièrement de richesses minérales. Sa richesse principale, et presque exclusive, c'est le soleil et la douceur du climat. Son sol, qui s'étend par plusieurs parallèles, permet les cultures les plus variées. Par ces conditions, l'Italie est éminemment agricole; aussi les industries qui s'y développent sont pour la plupart, celles qui se rattachent à l'agriculture.

De là, le trafic au lieu d'être concentré, est épars sur une large zone.

Les betteraves sont à présent cultivées en plusieurs contrées et doivent être transportées aux raffineries de sucre. Les raisins aussi doivent être recueillis aux vignobles et envoyés aux établissements œnologiques. Il en est de même des olives et de tant d'autres produits du sol.

Toutes ces conditions topographiques, politiques et géologiques, sont causes que le trafic en Italie, est éparpillé sur une surface très grande.

§ 3. — Convenance des Poids Lourds en Italie.

Pour les raisons que je viens d'exposer brièvement, il est évident qu'en Italie la construction et l'exploitation des voies ferrées est très coûteuse.

Les chemins de fer ne répondent pas à tous les besoins du pays, parce qu'ils ne peuvent pas recueillir tout son trafic trop éparpillé.

Bien que les lignes principales et beaucoup de secondaires soient en exploitation, il y a encore de vastes régions qui n'ont pas de voies ferrées. Il y a des centres de dix, quinze et même vingt mille habitants qui ne sont reliés à aucune ligne de chemins de fer ou de tramways.

Il ne faut pas oublier qu'en Italie les chemins de fer, même ceux de seconde

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

catégorie, ont coûté dernièrement jusqu'à 640,000 francs le kilomètre. Les voies ferrées économiques, coûtent au moins de 150,000 à 200,000 francs le kilomètre. En outre, il y a fréquemment des pentes de 15, 20 et même 28 °/₀, ce qui comporte une grande dépense d'exploitation. Il n'y aurait donc pas la convenance financière de relier tous les centres secondaires par des tronçons de voies ferrées. Mais les mêmes conditions qui rendent difficile l'établissement des chemins de fer sont favorables à l'exploitation des Poids Lourds; car ceux-ci peuvent avec facilité recueillir tout le trafic en passant par les centres secondaires et les campagnes. Le trafic peut ainsi être réuni, et porté aux grands canaux du commerce, qui sont les chemins de fer.

Voilà le vrai rôle des Poids Lourds.

CHAPITRE II

Exercice et entretien des Poids Lourds.

§ 1. — Les combustibles fossiles en Italie.

L'Italie par sa conformation géologique, est assez pauvre en combustibles fossiles. Quelques gisements de tourbe, un peu de lignite, quelques puits de pétrole, forment sa seule richesse minérale. Aussi tous les combustibles fossiles sont chers; plus chers entre tous sont les pétroles, grevés par le gouvernement de forts impôts.

L'essence minérale coûte 1 franc le kilo, le pétrole lampant 80 centimes environ et les huiles brutes 24 à 40 centimes.

Le combustible qui coûte le moins, c'est le lignite. Mais il ne peut être utilisé que par les moteurs fixes.

Le charbon fossile (anthracite) et le coke, coûtent de 30 à 40 francs la tonne.

Ceci posé, voilà le prix du cheval-heure selon les combustibles employés :

Essence, 450 grammes par cheval-heure, soit 45 centimes environ, pour le seul combustible;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pétrole lampant, 500 grammes, soit 40 centimes par cheval-heure;

Avec les *huiles lourdes*, il n'y pas d'essais définitifs. Toutefois, on peut en évaluer le prix de revient à 20 ou 25 centimes le cheval-heure;

Coke, dans les moteurs à vapeur, 2 kilos, soit 8 centimes le cheval-heure.

§ 2. — Dépenses d'exercice et d'entretien

Il faut avouer qu'en Italie nous manquons d'expériences directes sur ce sujet. Mais, faute de mieux, nous pouvons les établir sur celles faites dans les nombreux concours des Poids Lourds en France, en tenant compte des conditions spéciales de l'Italie.

Les routes sont en général suffisamment en bon état d'entretien. Mais, même dans les pays de plaines on trouve des rampes qui vont jusqu'à 3 et 4 °/₀. Nous avons beaucoup de routes de première catégorie, qui ont des rampes de 6, de 7 et même de 10 °/₀, spécialement les routes nationales qui ont été construites durant les cessés gouvernements (1840 et 1850). Dans les côtes des Alpes et des Apennins, il y a des routes en montée continuelle, de 5 et de 6 °/₀, jusqu'à 10, 12 et même 20 kilomètres de longueur. Aussi, sur les routes à chevalier du littoral, et même celles du plateau des Pouilles et d'autres provinces, presqu'en plaine, on rencontre fréquemment des espaces, ayant 3, 4 et même 5 °/₀ de pente.

Comme la plupart des pays qui ont besoin d'établir les transports par Poids Lourds sont des pays montagneux, il faut avoir recours à des types avec des moteurs très puissants.

Un des types plus convenable en Italie serait un omnibus (16 à 20 places) à vapeur, avec moteur de 35 à 40 chevaux. Ce type pourrait facilement gravir les longues rampes du 6 °/₀ à la vitesse de 12 kilomètres à l'heure. On a fait des expériences avec l'omnibus De Dion-Bouton qui ont bien réussi.

Dans certains lieux où l'énergie électrique peut être fournie à bon marché, et où le parcours des Poids Lourds est limité, il y aurait peut-être la convenance d'adopter des types à accumulateurs.

Cela posé, et en absence d'expériences directes, en nous servant des très belles études faites par les éminents automobilistes MM. Forestier et de Chasseloup-Laubat, nous arrivons ainsi au programme suivant, qui est justifié par l'analyse exposée plus loin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

PRIX DE REVIENT DES TRANSPORTS

Voyageurs et Marchandises

QUALITÉ de TRANSPORTS	TYPES DES VÉHICULES CONSIDÉRÉS		UNITÉ des PRIX DE REVIENT	Charge complète	2/3 de Charge	1/2 Charge
Voyageurs.	Omnibus à vapeur, 20 places, type De Dion		Voiture-kilom..	0,425	0,414	0,400
			Place-kilomètre.	0,021	0,032	0,039
Marchandises	Grands transports au-dessus de 5 tonnes.	Remorqueur-Porteur	Train-kilomètre	0,850	0,780	0,740
		type De Dion . .	Tonne-kilom. .	0,085	0,120	0,150
	Transports moyens	Camion à vapeur	Camion-kilom..	0,510	0,490	0,470
		type De Dion.	Tonne-kilom. .	0,160	0,220	0,300
	au-dessous de 5 tonnes	Camion à pétrole	Camion-kilom.	0,540	0,490	0,450
		type Diétricht	Tonne-kilom. .	0,360	0,490	0,600

§ 3. — Tarifs et recettes.

Il est difficile d'établir auparavant les tarifs que l'on peut appliquer en Italie.

Actuellement, les transports par les vieilles diligences, coûtent environ 5 centimes par personne-kilomètre. Il y a néanmoins des services à char-à-bancs (particulièrement dans les provinces méridionales) qui ne font payer qu'à raison de 4, 3 et même 2 1/2 centimes par personne-kilomètre, mais il y a là peu de commodités, et il n'est pas difficile que les voyageurs s'y cassent le cou. Souvent ces frêles véhicules à deux roues, la plupart sans ressorts, sont chargés de 10, 12 et jusqu'à 16 personnes.

Pour les marchandises, il n'y a pas de tarifs bien établis; cela dépend des conditions de lieu et de temps, de la demande, de la concurrence, etc., etc.

Mais on peut calculer en moyenne de 30 à 50 centimes par tonne-kilomètre. Quelquefois, par l'accord des charretiers, il faut payer un franc et même plus.

Installant un service de Poids Lourds, on pourrait fixer comme tarifs d'essai, 6 centimes le kilomètre pour les voyageurs, 4 centimes par quintal-kilomètre pour les bagages et les petits colis. Pour les marchandises, on pourrait établir des tarifs variables s'appliquant à la qualité et à la quantité des marchandises à transporter, et selon l'importance du voyage, ou la fréquence des expéditions, etc., etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En tous cas, le prix pourrait varier de 25 à 35 centimes par tonne-kilomètre.

Pour payer l'intérêt du capital à employer, il suffirait que dans une exploitation de Poids Lourds, la voiture voyageur marche avec un tiers des places occupées et les camions avec moitié de la charge disponible. Et cela sans tenir compte des subventions que l'on pourrait obtenir, sans doute, des communes, des provinces desservies et même de l'État.

CHAPITRE III

Étude sommaire d'un projet d'exploitation de Poids Lourds.

§ 1er. — Idée générale.

Pour que l'exploitation des Poids Lourds donne des résultats utiles au public qui s'en sert et profitables aux financiers qui y engagent leurs capitaux, il est nécessaire que l'on fasse ces établissements avec une grande largesse d'idées.

Il faut avant tout repousser la fausse idée, que les ennemis de l'automobilisme font circuler, que les automobiles puissent faire la concurrence aux chemins de fer. Cette idée nuisible au vrai concept de l'automobilisme, ne doit pas même être discutée par nous.

Le développement des Poids Lourds, comme nous l'avons déjà dit, démontre leur vrai but. Ils doivent être tout simplement un puissant auxiliaire pour les chemins de fer.

Les Poids Lourds restent chargés d'une fonction qui est analogue à celle des veines capillaires dans les animaux. C'est-à-dire acheminer la circulation du commerce, dès ces premières sources : les villages, les fermiers, les producteurs, etc.

Ainsi limitée, cette entreprise doit être exploitée sur une vaste échelle. Il serait utile d'établir en Italie des sociétés dans chaque région ou département; mais l'idée plus grandiose d'une société unique, que nous regardons avec complaisance, serait certainement une entreprise industrielle d'une très grande utilité pratique et d'une sûre réussite financière. C'est dans ce but que nous expliquons ici un projet sommaire de ce genre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ANALYSE DES PRIX DE REVIENT DES TRANSPORTS

par Poids Lourds en Italie

Voyageurs

Omnibus, type De Dion, 20 places et 400 kilos bagages, colis et petites marchandises. Dans l'établissement nous supposons avoir une voiture de réserve, par quatre voitures en exercice (1).

Dépenses d'établissement :

1 voiture, comme ci-dessus	Lires.	23.000 »
1/4 (voiture de réserve)		6.000 »
Douane, échange en or, transport des voitures, etc.		5.000 »
Petite remise en bois, etc.		2.000 »
TOTAL	Lires.	36.000 »

Dépenses journalières d'exercice et d'entretien (360 jours par an)

Dépenses indépendantes de la charge :

Intérêts et amortissement (14 °/₀)	Lires.	14 »
Entretien et réparations		3 »
Personnel. Conducteur-mécanicien		6 »
Personnel. Chauffeur		3 »
Personnel de réserve (1/4 du précédent)		2,20
Graissage et allumage		3,80
Frais généraux, 10 °/₀ environ		3 »
TOTAL	Lires.	35,00

Dépenses variant avec la charge :

Coke, 320 grammes par tonne-kilomètre, à 4 centimes le kilo :

Charge complète : kilos 8,300, kilomètres 120	Lires.	12,80
Eau, à 2 lires le mètre cube (mètre cube 1,600)		3,20
TOTAL	Lires.	16 »

(1) Ces calculs sont basés sur l'hypothèse d'un parcours journalier de 120 kilomètres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2/3 de charge : kilos 7,600 — Coke.	Lires.	11,70
Eau.		3 »
TOTAL	Lires.	14,70
1/2 charge : kilos 7,300 — Coke		11 »
Eau.		2,50
TOTAL	Lires.	13,60

Dépenses totales par jour :

A charge complète	Lires.	51 »
A 2/3 de charge		49,70
A 1/2 charge.		48,60

Par voiture kilomètre :

Charge complète	Lires.	0,425
2/3 de charge.		0,414
1/2 charge.		0,400

Par voyageur-kilomètre et 20 kilos bagages ou marchandises :

Charge complète	Lires.	0,021
2/3 de charge.		0,032
1/2 charge.		0,039

Avec une voiture à essence, le prix de revient serait presque le double.

Marchandises

1re Catégorie. — Grands transports (5 à 10 tonnes).

Train, type De Dion, remorqueur-porteur à vapeur, 50 chevaux; charge utile, 10 tonnes.

Dépenses d'établissement :

Train comme ci-dessus, avec camion porteur	Lires.	28.000 »
Réserve (1 sur 5) 1/5		5.600 »
Douane, change en or, transport		6.400 »
Remise en bois, etc.		3.000 »
TOTAL	Lires.	43.000 »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dépenses journalières d'exercice et d'entretien :

(Parcours journalier 100 kilomètres. — 360 jours par an)

Dépenses indépendantes de la charge :

Intérêts et amortissement (14 °/₀)		Lires.	17 »
Entretien et réparations			4 »
Personnel. 1 conducteur-mécanicien	6 »		
1 chauffeur	3 »		12 »
1 freinateur	3 »		
Personnel de réserve, 1/5 du précédent			2,40
Graissage et allumage			4,60
Frais généraux, 10 °/₀ environ			4 »
TOTAL		Lires.	44 »

Dépenses variant avec la charge :

Charge complète : Consommation 420 grammes de coke par tonne-kilomètre. Poids brut, 20,500 kilos; dépense coke à 4 centimes le kilo, 870 kilos	Lires.	35 »
Eau, 4 mètres cubes à lires 1,50 le mètre.		6 »
TOTAL	Lires.	41 »

2/3 de charge (kilos 17,100) :

Coke	Lires.	28,50
Eau		5,50
TOTAL.	Lires.	34 »

1/2 charge (kilos 15,500) :

Coke	Lires.	25 »
Eau		5 »
TOTAL.	Lires.	30 »

Dépenses totales par jour :

Charge complète, lires 85 »; 2/3 de charge, 78 »; 1/2 charge, 74 ».

Prix de revient par train-kilomètre, lires 0,85, 0,78, 0,74 respectivement.
— par tonne-kilomètre utile, lires 0,085, 0,12, 0,15.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2e Catégorie. — Transports moyens (au-dessous de 5 tonnes).

Camion à vapeur, type De Dion, 30 chevaux; charge utile, kilos 3,300, poids mort, 5,500; poids total, 8,840; consommation, grammes 430 par tonne-kilomètre de coke.

Dépenses d'établissement :

Camion comme ci-dessus	Lires.	19.000 »
Réserve (1 sur 5) 1/5 environ		4.000 »
Douane, transport, échange or, etc.		4.000 »
Remise en bois		2.000 »
TOTAL	Lires.	29.000 »

Dépenses journalières d'exercice :

Dépenses indépendantes de la charge :

Intérêts et amortissement (14 %)	Lires.	11,30
Personnel. 1 conducteur-mécanicien 1 chauffeur		9 »
Réserve, 1/5 du précédent environ		1,70
Entretien et réparations		3 »
Allumage et graissage		4 »
Frais généraux, 10 % environ		3 »
TOTAL	Lires.	32 »

Dépenses variant avec la charge :

Charge complète, coke et eau	Lires.	19 »
2/3 de charge — —		17 »
1/2 charge — —		15 »

Dépenses totales journalières :

Charge complète, lires 51 »; 2/3 de charge, 49 »; 1/2 charge, 47 ».

Prix de revient par camion-kilomètre, lires 0,51, 0,49, 0,47 respectivement.

— par tonne-kil., charge utile, cent. 16, 22, 30 respectivement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Camion à pétrole, type Diétricht, 9 chevaux; vitesse, 10 kilomètres; charge utile, kilos 1,500; poids mort, 1,800; poids total, 3,300; consommation, litre 0,164 d'essence par tonne-kilomètre.

Dépenses d'établissement :

Camion comme ci-dessus	Lires.	10.000 »
Réserve, 1/5		2.000 »
Douane, transport, échange		2.000 »
Petite remise en bois		1.000 »
TOTAL	Lires.	15.000 »

Dépenses d'exploitation journalières :

Dépenses indépendantes de la charge :

Intérêts et amortissement	Lires.	6 »
Personnel conducteur-mécanicien		6 »
Allumage et graissage		1,50
Réserve (personnel, 1/5 du précédent)		1,20
Frais généraux		1,30
TOTAL	Lires.	16 »

Dépenses variant avec la charge :

Charge complète, essence (1 franc le kilo), parcours journalier moyen, 80 kilomètres	Lires.	27 »
2/3 de charge		23 »
1/2 charge		20 »

Dépenses totales journalières :

Charge complète, lires 43 »; 2/3 de charge, 39 »; 1/2 charge 36 ».

Prix de revient par camion-kilomètre, lires 0,54, 0,49, 0,45 respectivement.
— par tonne-kil., charge utile, 0,36, 0,49, 0,60 —

§ 2. — Division en zones.

Nous ne nous préoccupons pas à présent des îles, qui pourraient faire naître des Sociétés indépendantes, comme cela s'est fait pour l'exploitation des chemins de fer. L'entière Péninsule Italienne reste naturellement divisée en plusieurs régions comme il résulte du prospectus ci-après :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RÉGIONS ITALIENNES ET LEURS HABITANTS

	RÉGIONS	PROVINCES	KILOMÈTRES carrés	HABITANTS	HABITANTS par kilom. carré
1	**Piémont** . . .	Alexandrie — Cunéo — Novare — Turin . . .	29.349	3.264.388	111
2	**Ligurie**	Gênes — Porto Maurizio.	5.282	938 223	174
3	**Lombardie** . .	Bergame — Brescia — Come — Crémone — Mantoue — Milan — Pavie — Sondrio . . .	23.507	3.963.387	164
4	**Venise**	Bellune — Padoue — Rovigo — Treviso — Udine — Venise — Vérone — Vicence	23.464	3.055.441	127
5	**Émilie**	Bologne — Ferrare — Forli — Modène — Parme — Plaisance — Ravenne — Reggio Emilia	20.515	2.325.148	112
6	**Toscane** . . .	Arezzo — Florence — Grosseto — Livourne — Massa Carrara — Pise — Sienne	24.053	2.359.812	98
7	**Marques** . . .	Ancône — Ascoli — Macerata — Pésaro — Urbino.	9.704	1.009.222	103
8	**Umbre**	Pérouse	9.633	616.263	65
9	**Rome.**	Rome	11.917	969.487	80
10	**Abruzze et Molise.**	Aquila — Champbasse — Chieti — Téramo. . .	17.273	1.418.108	83
11	**Naples** (Campanie).	Avellino — Bénevent — Caserta — Naples — Salerne	17.995	3.086.812	186
12	**Pouilles** . . .	Bari — Foggia — Lecce .	22.115	1.710.364	83
13	**Basilicate.** . .	Potenza	10.676	550.409	53
14	**Calabre.**	Catanzaro — Cosenza — Reggio Calabria . . .	17.257	1.342.390	89

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ces régions politiques, peuvent être comprises dans les cinq zones suivantes :

I^re^ Zone. — *Nord-Ouest* (Piémont et Ligurie);

II^e^ Zone. — *Nord-Est* (Lombardie et Venise);

III^e^ Zone. — *Centre* (Emilie, Toscane, Marques, Umbre);

IV^e^ Zone. — *Sud-Ouest* (Rome, Abruzzes, Naples, Calabre);

V^e^ Zone. — *Sud-Est* (Pouilles, Basilicate).

I^re^ Zone. — Elle est pourvue de routes en bon état, mais pour la plupart montueuses. Il y a dans cette zone beaucoup de chemins de fer et de tramways. Mais ces provinces et spécialement la Ligurie, sont très populeuses et elles ont encore plusieurs pays importants qui ne sont pas reliés par des voies ferrées. Cette zone est riche; la campagne très bien cultivée, le commerce très actif. Il y a là les chemins de fer italiens qui rendent le maximum de bénéfices d'exploitation. Les routes qui pourraient être utilisées à l'exploitation des Poids Lourds s'étendent sur 700 kilomètres environ en Piémont et 230 en Ligurie.

II^e^ Zone. — C'est la région de plaine par excellence, d'Italie. Il y a un grand nombre de lignes de chemins de fer; mais comme elle est très peuplée, il y a là grand besoin de nombreuses communications à transports mécaniques. Cette région est agricole, mais aussi très industrielle, tout spécialement la Lombardie. Il y existe 960 kilomètres de routes où l'on pourrait initier l'exploitation des Poids Lourds.

III^e^ Zone. — Région très montagneuse. Elle est traversée dans toute sa longueur par les Apennins et possède des routes en bon état, mais avec des rampes très fortes qui arrivent jusqu'à 10 %. Cette zone est éminemment agricole. Le développement des routes sans rails est assez important où pourraient marcher les Poids Lourds. Mais à présent, à cause des difficultés du terrain, nous ne proposons que 1,400 kilomètres de routes utilisables.

IV^e^ Zone. — Ici les Apennins s'étendent et se ramifient vers les deux mers, rendant ainsi tout le territoire de la zone accidenté et tortueux par des montagnes hautes et pierreuses; sauf une petite étendue aux environs de Rome.

Pour ces raisons, quoique cette zone comprenne beaucoup de centres épars dans les campagnes, nous ne proposons que 900 kilomètres de routes à exploiter par les Poids Lourds.

V^e^ Zone. — Cette région est la plus propice pour y tenter une expérience

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sur une grande échelle. La Basilicate est vraiment très montagneuse, abrupte et peu peuplée; les routes y sont très mauvaises, le terrain pauvre et le mouvement des marchandises est pour cela très petit. Les Pouilles au contraire, qui comprennent les provinces de Foggia, Bari et Lecce, sont très riches de produits agricoles et en outre une grande partie de la province de Foggia est en plaine. Celles de Bari et de Lecce sont constituées presque entièrement par un vaste plateau. Les grands chemins sont généralement en bonnes conditions, et le trafic y est très éparpillé. En dehors des lignes principales, l'établissement de chemins de fer ou de tramways n'est pas rémunérateur.

Mais, au contraire, l'exploitation des Poids Lourds, qui donnent de grands avantages et ne demandent pas de trop gros capitaux, serait très fructueux.

Dans cette zone, il y a plus de 1,000 kilomètres de routes qui pourraient être exploités par les Poids Lourds, avec un bénéfice assuré dès à présent.

§ 3. — Exploitation.

Comme il s'agit d'initier l'entreprise des transports par Poids Lourds, nous croyons devoir limiter le nombre des voitures au strict nécessaire.

Une étude détaillée sur quelque province nous apprend qu'une voiture voyageur est nécessaire chaque 30 kilomètres. Mais pour un premier établissement nous nous bornons à une seule voiture (réserve comprise) par 40 kilom.

Les camions pourraient être en nombre supérieur, mais nous nous en tiendrons au même nombre que de voitures voyageurs.

Ceci dit et dans la pire des suppositions, c'est-à-dire qu'il faille payer les voitures au prix des catalogues de Paris, les dépenses d'établissement seraient les suivantes :

150 Poids Lourds pour voyageurs (type précédemment examiné). — Sur 6,000 kilomètres de route à 23,000 francs chacun . Francs or.	3.657.000	»
150 camions à vapeur et à pétrole de la capacité de 2 à 5 tonnes chacun, au prix moyen de 18,000 francs	2.858.000	»
Droits de douane et de transport, 12 °/₀ environ.	780.000	»
Remises par voitures, petits réservoirs d'eau, etc. (1 par 40 kilomètres).	305.000	»
TOTAL . . . . . Francs or.	7.600.000	»

Ce qui revient à 8,000,000 environ de lires italiennes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dépenses d'exploitation journalières :

Intérêts, amortissement et entretien, 15 % . . . . Lires.	3.300	»
Personnel (300 conducteurs-mécaniciens, 230 chauffeurs) .	2.500	»
Allumage et graissage	1.000	»
Frais généraux (10 % environ des précédents).	650	»
Combustibles (voiture à 1/2 charge)	4.000	»
Eau et autres dépenses secondaires.	850	»
TOTAL . . . . . Lires.	12.300	»

C'est-à-dire 11,500 francs or environ.

§ 4. — **Recettes.**

Il est difficile de pouvoir établir les recettes des routes à exploiter. Il faudrait pour cela faire des études sur chaque province ou département à desservir.

Il est probable qu'une société sérieuse pourrait obtenir un subside kilométrique soit des communes desservies, soit des provinces, des chambres de commerce et même du Gouvernement. Il suffirait d'avoir une subvention dans la mesure de celles accordées actuellement aux services postaux : c'est-à-dire environ 200 lires par kilomètre.

Alors serait suffisant un produit brut de 600 lires par kilomètre pour rendre rémunérative l'entreprise : c'est-à-dire six personnes par chaque voiture voyageur et une tonne et demie par chaque camion de marchandises. Ce qui est très peu.

A cet égard, il faut penser qu'en Italie il n'y a pas de ligne de chemin de fer où le produit kilométrique soit inférieur à 1,000 francs. Même les plus abandonnés, ceux qui promènent le matériel roulant, vide, mélancoliquement, en avant et en arrière, rendent au moins ce chiffre. Si nos grands hommes eussent été plus prévoyants, nous n'aurions pas à regretter ces lignes de chemin de fer dans de telles conditions, vraiment désastreuses. Quoi qu'il en soit, il est évident que l'entreprise projetée par nous dans ce petit travail est d'un haut intérêt pour le public, et en même temps d'une réussite assurée pour les financiers qui la mettraient en œuvre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

§ 5. — Conclusion.

De l'exposition que nous venons de faire, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° Les Poids Lourds constituent un complément utile et très important des chèmins de fer, dans les nations les plus civilisés, et ils sont leurs précurseurs dans les Colonies et dans les pays qui n'ont pas encore de chemins de fer. Ils sont pour cela destinés à jouer un rôle très important dans le Progrès de la Société ;

2° Parmi les nations européennes, l'Italie est celle qui par ses conditions physiques et politiques peut jouir du plus grand profit des Poids Lourds ;

3° L'agriculture, l'industrie et le commerce peuvent retirer la plus grande utilité, lorsque l'exploitation des Poids Lourds sera faite par une seule grande société : tandis que cela assure le maxima des bénéfices aux financiers qui y prêtent leurs capitaux.

Pour le bien de notre pays, pour chercher à le pousser dans la voie du progrès, nous avons osé parler ici en une langue qui n'est pas la nôtre.

Mais, nous avons bien voulu semer cette grande idée ici, à Paris, qui est le cerveau du monde, le berceau de l'automobilisme ; à Paris qui est la sentinelle avancée du progrès.

Nous avons cru jeter cette idée à ce premier Congrès international d'automobilisme, dans l'espérance que la semence tombe dans un champ fécond et favorable, ici représenté par la réunion de tous les plus forts champions de l'industrie automobile, la géniale manifestation de cette glorieuse fin de siècle.

Et permettez, Messieurs, que nous finissions, en renouvelant un enthousiasme qui salue Paris et en criant : Vive Paris ! Vive la France ! (*Applaudissements.*)

M. le Président. — Personne ne demande la parole sur les conclusions du rapport ? Il sera imprimé et distribué de sorte que l'on puisse en tirer le profit qu'il comporte.

La parole est à M. Périssé pour donner lecture d'un second rapport relatif au prix de revient de marche des automobiles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT DE M. PÉRISSÉ

SUR

le Prix de revient de marche des Automobiles

Motocycles

Le Concours tenu à Vincennes en Juin 1900 nous indique que les tricycles et quadricycles classés, qui pesaient une moyenne de 160 kilogrammes à vide, ont dépensé 0l,033 par kilomètre en marchant sur la piste de Vincennes en palier à une vitesse de 38 kilomètres à l'heure pendant 800 kilomètres.

Des renseignements particuliers recueillis de divers côtés, on peut conclure, en terrain varié, avec des conducteurs amateurs moins habiles que les professionnels à tirer parti des machines, à une dépense en essence et graissage de 0 fr. 045 par kilomètre pour un motocycle à deux personnes allant vite.

Les prix d'entretien du mécanisme sont très variables suivant les constructeurs et surtout suivant les conducteurs.

Voiturettes

Nous avons peu de renseignements à fournir, les voiturettes marchant convenablement n'étant pas depuis très longtemps entre les mains des amateurs. Nous avons fait une moyenne d'essais effectués avec les voitures Brierre, de Dion-Bouton, Marot-Gardon, Renault, Reyrol, G. Richard, et nous estimons qu'on consomme en moyenne, en terrain varié, 0l,08 à 0l,10 d'essence par kilomètre (1) et que le graissage correspond à une dépense de 0 fr. 004 par kilomètre. Quant au montant des réparations ou frais d'entretien, certains constructeurs prennent à forfait ce chef de dépense pour 300 à 400 francs par an. Nous pensons qu'on peut dépenser moins par une surveillance intelligente et une conduite prudente. Il y a lieu en tous cas de tenir compte de l'assurance qui sert à rembourser les réparations accidentelles.

Voitures de Course

Charron, le vainqueur de la coupe Gordon-Bennett, a dépensé, dans sa course de Paris à Lyon, 85 litres d'essence ; sa voiture de 24 chevaux a marché à 62 kilomètres à l'heure en moyenne. La dépense moyenne a été de 0l,15 par kilomètre. Les frais d'entretien ne peuvent être évalués pour cette catégorie.

(1) Le Concours de Vincennes a indiqué des consommations moyennes de 0l 145 a 0l 210 par tonne kilométrique pour les voiturettes primées pesant moins de 250 kilogr. et une consommation de 0l 110 à 0l 256 par tonne kilométrique pour les voiturettes primées pesant de 250 à 400 kilogr. Les vitesses moyennes ont varié de 21 kil. à 25,8 kil. à l'heure.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voitures de Tourisme à pétrole

Ici, les renseignements abondent, mais malheureusement ils sont parfois contradictoires.

Voici les renseignements que fournissent les constructeurs :

Panhard et Levassor.	0l64 par cheval heure (0kg·45).
Peugeot	0l75 —
Mors.	0l7 à 1l —

D'autres rapportent la dépense au kilomètre ou à l'heure de marche, ce qui est plus élastique, notamment ;

L. Bollée.	0l06 par kilomètre.
De Diétrich.	0l13 dº
Hurtu	0l07 à 0l12 dº
Delahaye	3 à 4 lit. à l'heure selon la force des moteurs.

Un essai officiel exécuté en Angleterre avec une Daimler de 6 chevaux, en Mars 1900, accuse, pour un trajet de 354 kilomètres d'une seule traite, une dépense de 0l,142 par kilomètre (1).

A propos des réparations, il faut signaler un amateur qui a fait 14,000 kilomètres avec une voiture de 4 chevaux ; il a usé deux jeux de bandages en caoutchouc plein et n'a eu, comme réparations, que des dépenses de quelques centaines de francs.

Nous signalerons également un autre amateur qui a déboursé, avec une voiture de 7 chevaux, sur une moyenne de deux ans pendant laquelle la voiture a beaucoup roulé, 1,100 francs par an tout compris, réparations du mécanisme, remplacement des pneumatiques, essence.

Nous extrayons de la presse spéciale l'exemple suivant de prix de revient d'une automobile :

Voiture légère à pétrole, deux places, parcours 6,900 kilomètres :

Essence	0 fr. 063	par kilomètre.	
Huile et graisse.	0	0045	dº
Réparation à la carrosserie.	0	074	dº
dº au mécanisme	0	132	dº
dº aux pneumatiques.	0	019	dº
Amortissement	0	112	dº
Remise et impôts	0	040	dº
Domestique.	0	144	dº
TOTAL.	0 fr. 588	par kilomètre.	

(1) Le Concours de Vincennes a donné d'intéressants résultats à ce sujet; les voitures primées ont accusé des consommations descendant jusqu'à 0l064 d'essence par tonne kilométrique de poids total.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Voitures de Tourisme à vapeur

Les voitures Gardner-Serpollet consomment environ 0l,141 à 0l,2 d'huile lourde par kilomètre ; (1) les voitures Chaboche, 600 grammes à 1 kilogramme de coke par kilomètre.

Enfin, voici un exemple d'un ancien breack à vapeur à six places, basé sur une marche de 7.700 kilomètres :

Coke, huile et graisse	0 fr. 110	par	kilomètre.
Conduite (deux hommes)	0 180		d°
Entretien et réparations	0 052		d°
Remise	0 002		d°
Amortissement	0 120		d°
TOTAL.	0 fr. 464	par	kilomètre

Fiacres électriques

On compte pour un véhicule électrique *de luxe* à deux places ne faisant pas plus de 45 kilomètres en moyenne par jour une dépense d'énergie de 9 à 10 kilowatts-heure, ce qui représente environ une dépense de charge de 4 à 5 francs. Quant au coût d'entretien des accumulateurs, du mécanisme, de la carrosserie et des pneumatiques, il est fort élevé et il varie de deux à trois fois le prix de l'énergie consommée.

Un essai officiel de voiture électrique légère aux États-Unis a donné une dépense de 13,6 kilowatts-heure pour faire 160 kilomètres à la vitesse moyenne de 21 kilomètres à l'heure, soit une dépense d'énergie (au prix ci-dessus) de 0 fr. 051 par kilomètre.

On peut admettre qu'en moyenne les fiacres parisiens consomment 1,9 ampères par voiture kilomètre ; le prix de revient journalier s'établit alors ainsi qu'il suit pour une marche moyenne de 65 kilomètres par jour :

Chargement 17 kilow. à 0 fr. 12. .	2 fr. 04	soit	0 fr. 031	par	kilom.
Entretien des accumulateurs. . . .	4 »		0 061		d°
d° du moteur, de la carrosserie	2 »		0 031		d°
d° des bandages.	4 »		0 061		d°
Conduite et lavage.	5 80		0 090		d°
Administration et frais généraux. .	3 65		0 056		d°
TOTAL.	21 fr. 49		0 fr. 330	par	kilom.

Les rapports des concours des fiacres donnent à ce sujet d'intéressants renseignements auxquels nous renvoyons le lecteur.

(1) Au Concours de Tourisme, les voitures Gardner-Serpollet ont consommé 0l22 à 0l35 d'huile lourde par tonne kilométrique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Poids légers

Le type des automobiles de poids léger est la voiture de livraison portant 200 à 500 kilogrammes de marchandises (1). Les grands magasins qui usent de ces voitures ne donnent les chiffres qu'elles recueillent qu'avec les plus grandes difficultés.

Toutefois, nous croyons savoir que c'est l'entretien des roues et des bandages des roues qui constitue l'un des chefs de dépense le plus élevé; viennent ensuite l'entretien des accumulateurs pour les voitures électriques et l'entretien du mécanisme pour les voitures à pétrole. La difficulté de trouver de très bons conducteurs influe aussi sur le prix de revient qui dépasse le prix correspondant de traction animale.

Un essai fait en Allemagne sur une voiture de livraison à pétrole portant 500 kilogrammes de charge utile, qui a fourni un parcours en un an de 16,200 kilomètres pendant 269 journées de marche. donne les résultats suivants :

Essence et graissage	0 fr.	088	par kilomètre.
Entretien.	0	082	d°
Conduite (2 hommes)	0	121	d°
Frais généraux et amortissement . . .	0	077	d°
TOTAL.	0 fr.	368	par kilomètre.

Entretien des Bandages élastiques

Cette question annexe des prix de revient proprement dits est si spéciale et si importante que nous l'avons classée dans un paragraphe spécial.

En ce qui concerne les pneumatiques, les fiacres à chevaux de Paris dépensent 1 fr. 20 c. à 1 fr. 35 c. par jour et par voiture; les voitures de la Compagnie P.-L.-M., à quatre places avec bagages, 3 fr. 60 c. par jour, étant donné leur poids plus considérable. Comme pour les fiacres à chevaux et peut-être encore plus que pour eux, la dépense des pneumatiques dans les automobiles est très variable selon le soin apporté par le conducteur du véhicule dans la conduite et la surveillance.

Sur une automobile de 6 chevaux à 4 places on peut compter que les pneumatiques sont usés après un parcours d'environ 7,500 kilomètres en moyenne, c'est-à-dire que les pneus des roues d'avant durent 9,000 kilomètres tandis que ceux des roues d'arrière motrices ne durent que 6,000 kilomètres.

(1) Le Concours de Vincennes relatif aux voiturettes de livraison est venu donner des renseignements nouveaux. Les véhicules primés portaient 200 kilogr. de charge utile, la dépense d'essence a été en moyenne de 0l161 d'essence par tonne kilométrique de charge utile. Le Concours ne portant que sur des *voiturettes de livraison*, les voitures de livraison proprement dites (500 à 750 kilogr. de charge utile) étaient classées avec les fiacres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Signalons enfin que certains industriels annoncent qu'ils prennent l'entretien à forfait des quatre pneumatiques d'une voiture pour 1,500 francs par an.

Pour les voitures de vitesse, le prix et l'usure des bandages pneumatiques, les seuls admissibles, sont très élevés, et il faut passer sous silence ce qu'ont déboursé de ce chef certains concurrents du Tour de France; en ce cas, il n'y a pas de question économique en jeu.

En ce qui concerne les bandages pleins on peut compter — quand ils sont bien appropriés à la charge portée — sur un service convenable pendant 1,200 kilomètres.

Poids lourds

C'est dans cette catégorie d'automobiles industrielles que nous trouvons le plus d'éléments d'appréciation.

I. Nous ne dirons qu'un mot des résultats des concours des poids lourds, pour rappeler les chiffres obtenus en 1899 que M. Forestier a bien voulu nous communiquer par avance (1).

		VITESSE MOYENNE	CHARGE UTILE	PRIX DE REVIENT de la tonne kilométrique à 2/3 de charge
		km. à l'heure	kgs	franc
Pétrole.	Omnibus de Diétrich.	11,3	1 200	0.420
	d° Panhard et Levassor.	14,7	1.200	0.447
	Camion de Diétrich	10,7	2.300	0.213
Vapeur.	Omnibus de Dion-Bouton . .	19,8	2.000	0.240
	Camion de Dion-Bouton . . .	14,8	4.000	0.131
	Camion Purrey.	6,7	4.000	0.189
Electricité.	Voiture de livraison Krieger	11,4	750	0.487
	d° Jenatzy	12,1	1.700	0.026

Les constructeurs donnent les chiffres suivants de consommation moyenne par temps sec :

De Dion-Bouton	2 k. 9 à 3 k. 2 de coke par kilomètre.
Scotte (trains de 2 véhicules). . . .	6 à 7 kgs par kilomètre.
Weidknecht	3 à 3,7 d°
Serpollet.	1 litre d'huile lourde pour 10 lit. 3 d'eau vaporisée.

(1) Le Concours de Vincennes en 1900 a donné comme chiffres de consommation des véhicules à essence 0l099 (camion Panhard-Levassor) à 0l115 (camion Peugeot) par tonne kilométrique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

II. — Le dernier concours de Liverpool a indiqué pour les véhicules à vapeur chauffés aux huiles lourdes, des dépenses de 1f50 et 1f84 par kilomètre, pour ceux chauffés au coke 2 k. 61 et 3 k. 35 par kilomètre.

Nous trouvons également d'intéressants renseignements chez les constructeurs anglais à propos d'un concours organisé par la ville de Chelsea, pour la construction de tombereaux de 4 tonnes de charge utile.

Il s'agit de 4 systèmes à vapeur; chacun des constructeurs ayant établi un projet de prix de revient est arrivé au résultat ci-dessous.

Nous avons fait ressortir le chiffre intéressant — et combien variable — du *quantum* des réparations rapporté au prix d'achat, les appréciations des constructeurs ont varié du simple au double, preuve qu'ils n'avaient que des éléments de comparaison bien peu probants.

	PRIX DE REVIENT de la tonne kilométrique	ENTRETIEN et RÉPARATIONS rapportés au Prix d'achat
	franc	
1° Combustible liquide. Coulthard.	0.185	16 0/0
Lancashire.	0.110	7,8
2° Coke Lancashire	0.106	11,2
— Bayley. Y compris le salaire du conducteur.	0.190	8
— Thornycrofft d°	0.127	7,3

Il est incontestable que ces chiffres émanant des constructeurs sont des minima; en pratique, le prix de revient serait certainement plus élevé.

III. — M. Thornicrofft, dans son mémoire sur : *Récents expériences with Steam on Common roads*, indique qu'un des véhicules de son système (dans l'espèce une voiture de brasserie), portant une charge utile de 3 tonnes, a donné comme dépense en y comprenant le salaire du conducteur, l'amortissement, le combustible, les réparations et toutes les fournitures, une dépense de 0 fr. 52 par tonne kilométrique.

Il y a fait connaître que l'usure et le remplacement des chaînes des transmissions forment la plus grande part des frais d'entretien, que le moteur a nécessité un démontage par trimestre et que la dépense de combustible est d'environ 10 °/₀ du prix de revient total. Il conclut qu'on doit choisir avec le plus grand soin les conducteurs, parce que la bonne marche et l'économie du transport dépendent en grande partie des soins et de l'intelligence de ceux-ci.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

IV. M. G.-A. Burls, dans le mémoire qu'il a présenté en Novembre 1899 à la Société des Ingénieurs-Mécaniciens de Londres, a fait connaître les prix de revient suivants constatés par lui, sur des véhicules après un an de service :

Dépense de coke.	0.20	par tonne kilométrique
Prix de revient total	0.52	— —

V. M. Gaston Sencier a donné, dans le *Vélo*, une étude de prix de revient relative à des trains à vapeur, de laquelle nous extrayons les chiffres suivants :

La consommation du coke est comptée à 35 francs par jour, ce qui correspond à 0 fr. 218, par kilomètre et par train, ce qui semble, *a priori*, élevé.

L'entretien est porté à 0 fr. 30 par kilomètre, l'amortissement à 10 °/₀ par an; c'est admissible.

Enfin les frais de personnel portés à 62 francs par jour, nous semblent élevés, et en tous cas, peu compatibles avec une exploitation bien comprise.

Les prix de revient indiqués sont de 1 fr. 50 par train-kilomètre (charge utile : 3 tonnes) et 0 fr. 134 par tonne kilométrique de marchandises.

VI. Un service de camionnage effectué l'hiver dernier, près de Roanne, au moyen de deux camions à vapeur de 3 tonnes de charge utile, sur une route présentant une rampe de 12 °/₀, a donné au mois de mars 1900, alors que les routes étaient entièrement défoncées, un poids moyen de 7 kil. 3 de coke consommé par kilomètre, ce qui correspond à une consommation de coke de 2 kg 3 par tonne kilométrique.

Le résultat de cette exploitation par camions automobiles pendant l'été a révélé une économie de 25 à 30 °/₀ par rapport à la traction animale; mais il faut observer que les frais de réparation ont été très peu élevés, parce qu'on était au début de l'exploitation. De plus, en hiver, l'état des routes rend plus onéreuse la traction par camions automobiles.

VII. Une société française qui construit des tracteurs à vapeur, indique que le prix de revient de la tonne kilométrique, en y comprenant l'amortissement et le personnel, varie de 0 fr. 114 à 0 fr. 171, selon les conditions d'exploitation des trains à marchandises; pour les trains à voyageurs, le prix de la tonne kilométrique varie entre 0 fr. 213 et 0 fr. 319.

VIII. Le service d'omnibus organisé d'Aix-en-Provence à Salon (39 kilom.) a donné le résultat suivant :

Vitesse moyenne générale . .	14 km 2 à l'heure;
Consommation de coke	3 kil. à 3 kg 1/2 par kilomètre;
Consommation d'eau.	15 à 18 litres par kilomètre;
Graissage.	3 fr. 75 par jour environ.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On a constaté, comme dans la plupart des services réguliers, une détérioration sensible de la chaussée résultant de la circulation des voitures.

IX. Le service de transports automobiles de Condé-sur-Noireau à (27 kilom.), Vire par Vassy a été inauguré le 1er Décembre 1898; les tarifs perçus sont de 1 à 2 francs par voyageur et par trajet de Condé à Vassy et à Vire; les transports des messageries sont taxés à 2 francs et 4 fr. 50 par 100 kilogrammes.

Le rapport de l'agent-voyer en chef constate l'importance d'une bonne conduite des voitures au point de vue économique, et il ajoute que les omnibus automobiles conduits par des mécaniciens capables sont aptes à faire un service en toutes saisons, malgré les difficultés de la ligne.

Le prix de revient de traction des omnibus de cette ligne s'établit approximativement ainsi qu'il suit :

Coke, huile et graisse.	0,17	par kilomètre.
Main-d'œuvre de conduite et autres.	0,24	—
Frais généraux et chef de traction	0,12	—
Entretien et réparations	0,17	—
TOTAL (sans amortissement)	0,70	par kilomètre.

Ce prix correspond à une dépense journalière de 80 francs et il est équilibré pour 50 francs de recettes moyennes et une subvention de 35 francs.

X. Dans son travail sur *les Automobiles dans les colonies* M. H. de La Valette admet que dans les pays neufs où le combustible et les réparations coûtent fort cher, le prix de revient de la tonne kilométrique, retour à vide, doit être compté 1 fr. 80 à 2 francs, ce qui correspond à un capital social d'environ 4 francs par tonne kilométrique transportée.

L'établissement d'un prix de revient doit se baser sur l'étude d'une série de questions partielles que nous allons passer en revue successivement.

Consommation

On peut dire d'une façon ***tout à fait approximative :***

Que pour les véhicules de poids lourds à vapeur, la consommation en coke est de 1 kilog. par tonne kilométrique de charge utile ;

Que pour les véhicules à pétrole, la consommation d'essence est de 0^{l} 7 par cheval heure ;

Que les véhicules électriques de ville consomment en énergie électrique avec une batterie en bon état, environ 0^{kw} 3 par kilomètre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Entretien et Réparations

Nous avons vu combien ce chef de dépenses donnait lieu à des évaluations différentes. Il faut d'abord définir ce qu'on appelle l'*entretien* d'une part, et les *réparations* de l'autre.

L'entretien comprend les dépenses journalières qui résultent du conducteur lui-même: refaire un joint, resserrer un écrou, réajuster des pièces présentant un peu d'usure, nettoyer les mécanismes, piquer et ramoner les chaudières, etc.

Les réparations sont celles qui résultent de l'usure normale du véhicule (en excluant les accidents, bien entendu). Changer un coussinet, un tiroir, des segments usés, châtrer des roues, changer un collier de frein ou un sabot, remplacer des éléments désagrégés d'accumulateurs, changer une courroie ou un pignon, sont des dépenses de réparations.

Le taux de ce chef de dépenses dépend essentiellement:

1° Du type de véhicule adopté, de sa conception plus ou moins heureuse, de sa construction plus ou moins soignée.
A ce point de vue les véhicules automobiles doivent être de construction de tout premier ordre pour diminuer ces dépenses;

2° Du travail qu'on demande au véhicule et de la façon plus ou moins habile dont il est conduit, surveillé et entretenu. En tous cas, les dépenses sont fonction du nombre de kilomètres parcourus; elles sont influencées également par le profil et l'état d'entretien de la route suivie;

3 Des conditions extérieures de trafic. Il est évident que des réparations coûteront plus cher aux colonies qu'à Paris, que certains pays sont particulièrement favorables à la production de l'électricité à bas prix, etc., etc.

On ne peut donc donner pour l'entretien et les réparations des véhicules automobiles que des chiffres approchés.

Nous estimons qu'il faut compter sur une dépense de 0 fr. 25 à 0 fr. 40 par kilomètre selon les circonstances énoncées ci-dessus.

Amortissement du Matériel et Intérêt du Capital

Nous croyons que tout le monde est d'accord pour dire que 15 % du prix d'achat est un minimum; l'amortissement devrait même être compté à plus de 10 %, car au bout de 5 à 6 ans, il est possible que le véhicule n'aura que la valeur de la ferraille, rien de plus.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Main-d'œuvre et Frais généraux

Le prix de la main-d'œuvre est très variable selon la qualité des ouvriers et selon la région ; on ne peut guère donner des indications précises. De plus, les véhicules électriques ou à essence ne nécessitent que l'emploi d'un seul conducteur, tandis que les véhicules à vapeur demandent deux hommes en général. Enfin, il est utile, selon nous, quelle que soit la route, de prévoir une dépense annuelle de réparations de la chaussée sur laquelle doit circuler le véhicule quand il s'agit de poids lourds en service régulier. Il ne faut pas omettre non plus, dans ce chapitre, les impôts, taxes, assurances qui atteignent souvent un taux élevé.

On devra donc résoudre la question pour chaque cas particulier.

Il faut éviter, quand il s'agit de prix de revient, de passer du particulier au général, sous peine de fausser gravement les résultats ; mais cependant il faut essayer de tirer quelques conclusions pratiques des résultats de l'expérience applicables à chaque cas particulier.

Ne nous dissimulons pas qu'en l'état actuel de l'industrie automobile les prix de revient sont élevés.

Cependant pour les poids ourds et principalement les omnibus, l'avantage reste à la traction mécanique par rapport à la traction animale quand il s'agit de parcours sur bonnes routes avec trajets un peu longs ou très accidentés. Dans ce cas, il faut avoir soin de ne pas exagérer la capacité des véhicules pour éviter d'abaisser le rendement, comme on a eu tendance à le faire depuis deux ans.

Tout véhicule mécanique n'a sa raison d'être en tous cas que si la vitesse, la régularité de sa marche, son confortable sont supérieurs au véhicule à traction animale de même catégorie.

Nous pensons donc qu'il convient d'appeler l'attention du Congrès sur les faits suivants qui sont, selon nous, ceux qui influent le plus sur l'élévation des prix de revient :

1° Montant de l'entretien et des réparations pour les mécanismes, les batteries, les roues et les bandages élastiques, quand il y en a ;

2° Détérioration des routes produite par les véhicules lourds ;

3° Utilité d'avoir de bons conducteurs et des surveillants expérimentés.

(*Applaudissements.*)

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, vous venez d'entendre la lecture d'un rapport très documenté sur la question qui, pour l'automobilisme, surtout l'automobilisme industriel, est des plus intéressante, la question des prix de revient. Mal-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

heureusement notre collègue n'a pas pu nous remettre son travail pour que nous le fassions imprimer, après avoir contrôlé certains chiffres — non pas que nous mettions en doute ses paroles, mais, comme il le dit lui-même, ces chiffres qu'il vient de vous faire connaître ne sont pas donnés sous une forme comparable — et par conséquent nous devrons reviser ces chiffres avant de donner le rapport à l'imprimeur. Nous soumettrons ces chiffres à l'auteur, nous n'apporterons aucune modification à son travail sans son assentiment et, si quelques conclusions paraissent devoir être formulées, nous les lui communiquerons afin de connaître les réserves qu'il pourrait y apporter.

Je me permets seulement de dire que, en ce qui concerne les transports sur route en petite vitesse, le transport par automobile, même sur une bonne route ne sera jamais plus économique que le transport par cheval ; sur cette question, je vous renvoie à ce qu'a dit M. de Chasseloup-Laubat. Au reste c'est là une opinion toute personnelle.

En petite vitesse, un cheval fait un travail journalier égal à 5.000 fois son poids ; le cheval de luxe, le cheval d'omnibus donne un travail équivalent à 1.500 ou 1.600 fois son poids. On comprend que l'automobilisme qui a besoin de vitesse et peut la payer donne satisfaction quand il faut aller vite, mais au point de vue du roulage, je serai moins affirmatif que notre rapporteur.

M. Périssé. — Je me base sur des résultats d'une expérience qui, dans les mois d'été, a procuré une économie de 40 % à l'industriel qui faisait lui-même son transport par automobile au lieu de le confier à un entrepreneur de transports.

M. le Président. — Avez-vous tenu compte de l'amortissement ?

M. Périssé. — Oui, cet amortissement a été compté à 12 % ; ce sont ces calculs qui m'ont servi de base.

M. le Président. — Je me borne simplement à faire des réserves au sujet de vos conclusions un peu trop optimistes en ce qui concerne la traction mécanique à petite vitesse.

M. Bollée père. — De toutes les locomotives routières que j'ai connues, au bout de quatre ans d'usage, il n'y en avait pas une qui ne coûtât en réparations exactement son prix d'achat ; une machine achetée 16.000 francs coûtait au bout de ce temps 16.000 francs de réparations, et, au bout de cinq ans, il ne restait plus une pièce de la machine primitive.

C'est là une opinion basée sur vingt années de travail industriel.

M. le Président. — Personne ne demande plus la parole.

M. le Président. — La parole est à M. Pasqueau pour lire son rapport sur le transport des automobiles par voie ferrée.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT DE M. PASQUEAU

SUR

le Transport des Automobiles par Chemins de fer

M. Forestier, notre sympathique Président, m'a demandé avant-hier de vous présenter aujourd'hui un rapport sur la question du transport des automobiles par chemin de fer.

Le délai très limité dont je disposais ne m'a pas permis de vous apporter, comme je l'aurais désiré, une étude comparative des tarifs appliqués à ces transports sur les réseaux des diverses nations représentées dans ce Congrès. Je me bornerai donc à vous exposer l'état de la question en France et à signaler les améliorations qu'il paraît nécessaire d'apporter à cette tarification sur nos chemins de fer, pour répondre aux desiderata des adeptes toujours plus nombreux de l'Automobilisme.

J'écarterai tout d'abord de cette étude sommaire tout ce qui peut concerner le transport des voitures de service, affectées soit aux marchandises, soit aux voyageurs. Ces véhicules, porteurs ou tracteurs, ont en effet rarement besoin d'être déplacés rapidement à de grandes distances et ils ont en général avantage à se rendre par leurs propres moyens sur les lieux où ils doivent être employés pendant un temps souvent considérable. Ils peuvent obtenir du reste sur les voies ferrées les tarifs relativement modérés concédés au matériel des tramways.

Il n'en est pas de même des voitures particulières et plus spécialement de ces voiturettes très légères à deux ou trois places dont les types se multiplient avec une extraordinaire rapidité, comme on peut s'en convaincre en visitant les stands de l'Automobilisme à l'Exposition.

Ces voitures moyennes ou très légères sont avant tout des instruments de sport et de tourisme. On veut pouvoir les emmener avec soi, par chemin de fer, pendant les courts séjours qu'on peut faire à la campagne, aux bains de mer, aux stations thermales. On veut pouvoir les employer pour explorer en touriste les plus belles régions de notre beau pays, sans perdre la majeure partie des quelques jours dont on dispose à franchir de longues distances déjà maintes fois parcourues.

Il faut donc qu'on puisse emporter sa machine par chemin de fer pour les longs parcours, sans être arrêté par des prix absolument prohibitifs ou par des conditions d'emballage entièrement incompatibles avec le but qu'on se propose. Il faut enfin pouvoir recourir au chemin de fer dans les cas d'avaries graves nécessitant un retour à l'atelier.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il convient qu'il en soit ainsi, non seulement dans l'intérêt du public, mais dans l'intérêt des Compagnies de chemins de fer elles-mêmes, car cet élément de trafic tout nouveau leur échappera si elles persistent à rendre ces voyages impossibles en maintenant les prix et les conditions inadmissibles de la tarification actuelle du transport des automobiles.

Ceci posé, je considérerai successivement :

1° Les transports en petite vitesse (P. V.) ;

2° Les transports en grande vitesse (G. V.) ;

3° Les transports comme bagages, par les trains de voyageurs.

Transports en petite vitesse. — Dans l'état actuel des choses et d'après le *Recueil général des tarifs de chemins de fer* en petite vitesse, les véhicules à propulsion mécanique sont portés à la « Classification Générale » sous les dénominations et avec les références ci-après :

DÉSIGNATION des MARCHANDISES	TARIF général		NUMÉROS DES TARIFS SPÉCIAUX à consulter POUR LA TAXATION DES MARCHANDISES								
	CLASSE	SÉRIE	NORD	EST	P.-L.-M.	ORLÉANS	ÉTAT	MIDI	OUEST	GRANDE CEINTURE	PETITE CEINTURE
Motocycles (3).	1	1	(a)	»	»	»	»	»	»	»	»
Motocycles en caisse dont le poids, emballage compris, ne dépasse pas 300 kilog. par motocycle. .	1	1*	(a)	»	»	»	»	»	»	»	»
Tracteurs automobiles (3). . . .	1	1	28	»	»	»	»	»	»	»	»
Tricycles automobiles (3)	1	1	(a)	»	»	»	»	»	»	»	»
Tricycles automobiles en caisse dont le poids, emballage compris, ne dépasse pas 200 kilogrammes par tricycle.	1	1*	(a)	»	»	»	»	»	»	»	»
Voitures automobiles (3)	1	1	28 30	28	28	28	»	»	28 30	»	»
Voitures automotrices (3). . . .	1	1	28 30	28	28	28	»	»	28 30	»	»

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les « tarifs spéciaux » afférents à ces « dénominations » sont tous des tarifs par wagons complets. Ils ne peuvent intéresser que les constructeurs ou les revendeurs. Je les mentionne uniquement pour constater qu'il n'existe pas de « tarif spécial » applicable aux automobiles voyageant isolément.

Il ne reste donc pour ces voitures que le tarif général défini pratiquement par la colonne (3) du tableau qui précède et qui applique à toutes les « dénominations » mentionnées ci-dessus la première série de ce tarif général, sous certaines réserves.

En fait, les prix de cette première série sur les sept grands réseaux sont ceux de la première classe du cahier des charges, soit 0 fr. 16 c. par tonne et par kilomètre, sauf quelques différences que je néglige à dessein pour simplifier cet exposé et qui résultent de barèmes à bases légèrement décroissantes, applicables aux divers réseaux.

Si ces prix de la première série étaient affectés aux automobiles dans des conditions normales, satisfaction nous serait donnée et la présente communication serait sans objet.

Mais en fait, il n'en est rien, et divers renvois, qui peuvent passer inaperçus pour le public, viennent renverser de fond en comble cette tarification si simple et la transformer en tarifs draconiens contre lesquels tous les intéressés protestent.

En premier lieu, le renvoi (*) signifie que les prix de la première série doivent être majorés de 50 %, quand les objets transportés pèsent moins de 200 kilog. par mètre cube, ce qui est le cas pour tous les automobiles, sauf peut-être pour quelques tracteurs électriques à mécanismes très condensés. Cette majoration, connue sous le nom de « majoration d'encombrement », est d'ordre général. Elle est applicable à toutes les marchandises. Nous devons donc la subir sans observation.

Il n'en est pas de même du renvoi (3) sur lequel roule toute la discussion et qui fait l'objet principal de la présente communication.

Ce renvoi (3) est libellé comme il suit :

« Sans que la taxe par motocycle, tracteur, trycicle ou voiture puisse être « inférieure à celles prévues à l'article 18 pour les voitures à un ou deux « fonds. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Or, cet article 18 des « Conditions d'application », qui reproduit une disposition du cahier des charges est ainsi conçu :

« Art. 18. — Les prix maxima à percevoir pour le transport des voitures à petite vitesse sont ainsi fixés :

« Voitures à deux ou quatre roues, à un fond et à une « seule banquette dans l'intérieur	Fr. 0 52	par voiture et par kilomètre
« Voitures à quatre roues, à deux fonds et à deux ban- « quettes dans l'intérieur (omnibus, diligences, etc.)	Fr. 0 32	

Ces maxima sont appliqués sur tous les réseaux, sauf sur le réseau de l'État où ils sont un peu réduits par des barèmes à bases décroissantes.

Telles sont, dans leurs lignes générales, les prix et les conditions imposées actuellement aux automobiles transportés en petite vitesse par les chemins de fer.

Quelques exemples numériques suffiront pour mettre en évidence l'exagération manifeste et l'incohérence de cette tarification.

a. — Vous connaissez tous ces petits sièges roulants qu'on appelle des « avant-trains » ou des « remorques » et qu'on attelle soit à l'avant, soit à l'arrière d'un tricycle à pétrole. Ils pèsent en moyenne 30 kilogrammes et ils valent de 200 à 300 francs.

Ces sièges sont clairement visés, sous le nom de « voiturette destinée à être attelée à un tracteur mécanique » par un des derniers tableaux d'assimilation qui les soumet à l'article 18.

Un de ses petits sièges doit donc payer 250 francs pour 1,000 kilomètres, soit environ 272 francs de Paris à Nice à l'aller et autant au retour.

Quant au tricycle qui le pousse ou qui le traîne, il doit payer le même prix, ce qui fait environ 544 francs de Paris à Nice, pour l'ensemble de ces deux véhicules combinés, qu'on voit circuler en si grand nombre dans tous les coins de la France.

A ces prix invraisemblables, on peut espérer avoir sa machine dans un délai de quinze jours, qui peut être porté à plus d'un mois si elle traverse plusieurs réseaux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

b. — Les « tracteurs automobiles » font l'objet, comme nous l'avons vu, d'une « dénomination » spéciale dans la classification générale. Il s'en suit que tout véhicule automobile dont le mécanisme tracteur peut être séparé du siège porteur doit payer comme deux voitures, soit 500 francs pour 1,000 kilomètres, alors qu'il paierait comme une seule voiture, soit 250 francs pour le même parcours, si le mécanisme était invariablement lié aux sièges.

C'est ainsi que la voiturette « de Riancey » non emballée, qui pèse 180 kilogrammes avec son tracteur, paiera 500 francs au lieu de 250 francs pour 1,000 kilomètres, par le seul fait qu'elle est pourvue d'un tracteur indépendant et sans siège, qui permet de la décomposer en deux pièces et de la charger plus facilement dans les fourgons des voies ferrées.

c. — Un véhicule à propulsion mécanique pesant, avec son emballage, moins de 300 kilogrammes est admis, comme motocycle emballé, à bénéficier de la première série avec la majoration d'encombrement quand il y a lieu, mais sans référence à l'article 18.

Il paiera donc proportionnellement à son poids sur la base de 0 fr. 24 c., par tonne et par kilomètre, soit pour 1,000 kilomètres, 24 francs s'il pèse 100 kilogrammes et 72 francs, s'il pèse 300 kilogrammes, avec son emballage.

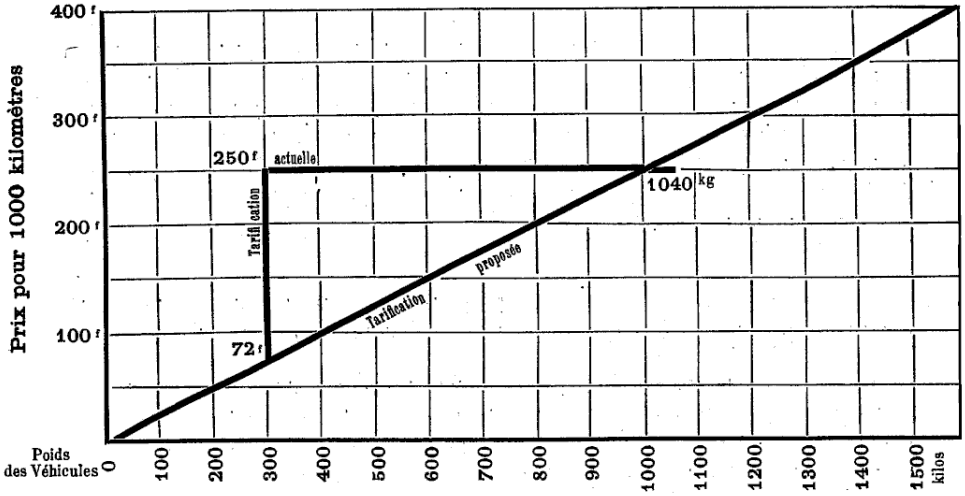
S'il pèse au contraire 301 kilogrammes emballé ou non, il retombera sous l'application de l'article 18 et il paiera 250 francs au lieu de 72 francs pour ce même parcours de 1,000 kilomètres. Il paiera ce même prix de 250 francs quel que soit son poids tant qu'il n'atteindra pas 1.040 kilogrammes.

A partir de ce poids de 1,040 kilogrammes, la tarification au poids redevient plus avantageuse pour les Compagnies et les automobiles recommencent à payer proportionnellement à leurs poids respectifs.

La tarification actuelle des véhicules à propulseur mécanique peut donc être représentée par le gros trait plein du graphique ci-contre, dont les abscisses expriment les poids des véhicules et dont les ordonnées figurent les prix à payer en principal pour un même parcours de 1,000 kilomètres, sauf les différences signalées ci-dessus et négligées à dessein pour simplifie cet exposé.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Graphique de Tarification



d. — Cette tarification conduit dans la pratique à des conséquences singulières. Les expéditeurs sont, en effet, obligés dans la plupart des cas, de réduire l'emballage des petits véhicules dans des proportions exagérées et d'emballer à part tout ce qu'ils peuvent détacher de la voiturette pour maintenir le colis principal dans la limite de 300 kilogrammes, arbitrairement imposée par les tarifs aux transports de cette nature. Si l'on plaçait la petite caisse dans la grande pour diminuer l'encombrement dans le wagon ; si l'on renforçait le cadre d'emballage pour diminuer les risques d'avaries qui incombent à la Compagnie ; si on laissait la voiture dans son état naturel pour éviter un remontage laborieux à l'arrivée ; on serait condamné, pour l'un quelconque de ces faits, à payer 250 francs au lieu de 72 francs par tonne pour 1,000 kilomètres.

e. — Une pareille tarification est aussi étrange qu'anormale, car le cahier des charges n'admet, dans aucun cas, qu'une marchandise soit taxée à la pièce ou au poids suivant l'intérêt des Compagnies exploitantes.

Il paraît donc nécessaire, indispensable, que l'ensemble des prix et des conditions qui régissent actuellement les transports des automobiles par les voies ferrées soit revisé à bref délai suivant des bases plus équitables et plus rationnelles.

La solution qui s'impose pour atteindre ce but est d'ailleurs des plus

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

simples. Elle se dégage spontanément de l'exposé qui précède. Elle a été depuis longtemps réclamée par toutes les Associations qui ont pour but de défendre les intérêts des constructeurs et des possesseurs d'automobiles.

Elle consiste simplement à réunir tous les véhicules à propulsion mécanique et leurs accessoires sous une seule « dénomination » et à leur appliquer les prix de la première série avec la majoration d'encombrement, quand il y a lieu, mais sans aucune référence à l'article 18 des conditions générales d'application, qui les assimile arbitrairement et dans certains cas seulement aux voitures à chevaux, seules visées par le cahier des charges, qui est antérieur à l'invention des véhicules dont il s'agit.

Transport en grande vitesse. — La majeure partie des observations qui précèdent s'appliquent aux transports des automobiles en grande vitesse.

Pour ce mode de transport, peu usité, les automobiles sont toujours assimilés à des voitures, quels que soient leurs poids respectifs, et ils sont taxés suivant l'article 29 des conditions d'application des tarifs généraux de la G. V. qui est libellé comme il suit :

« Art. 29. — Les prix à percevoir pour le transport des voitures à la vitesse « des trains de voyageurs sont ainsi fixés :

« Voitures à deux ou quatre roues, à un fond et à une « seule banquette à l'intérieur. . . . . Fr. 0 40	par voiture et par kilomètre
« Voitures à quatre roues, à deux fonds et à deux ban- « quettes dans l'intérieur (omnibus, diligences, etc. Fr. 0 50	

« Deux personnes peuvent, sans supplément de prix, voyager dans les voitures à une banquette et trois dans les voitures à deux banquettes, etc.....

Je reproduis à dessein l'observation finale de cet article pour montrer combien cette tarification est surannée et à quel point il importe de la mettre en rapport avec les progrès du siècle.

Au point de vue pratique, je me borne à faire remarquer que les landaus, les vis-à-vis, etc....., sont taxés comme voitures à deux fonds, malgré l'observation inscrite entre parenthèse dans le tarif reproduit ci-dessus : le mot « fond » devant s'entendre, paraît-il, non pas du nombre d'étages de la voiture, mais du nombre de dossiers correspondant aux banquettes.

J'ajoute qu'il ne faut pas confondre les transports en grande vitesse, avec les transports des bagages accompagnant les voyageurs. Les marchandises à trans-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

porter en G. V. doivent être présentées aux bureaux de la messagerie. Elles sont expédiées sur les petites lignes et pour les colis moyens par les trains omnibus ou mixtes ; mais, sur les grandes lignes, elles sont envoyées par des trains spéciaux de messageries, uniquement affectés à ces transports, les transports en G. V. exigent donc des délais inférieurs à ceux de la P. V., mais très supérieurs à ceux des bagages accompagnés.

Pour la G. V. comme pour la P. V. et pour les mêmes motifs nous devons demander que les automobiles de toute nature et leurs accessoires soient transportés au tarif général et au poids sans référence à l'article 29 des conditions générales d'application des tarifs de la grande vitesse.

Ce tarif est déterminé pour tous les réseaux par un barème à base décroissante variant de 0 fr. 30 c. à 0 fr. 14 c. par tonne et par kilomètre.

Transports comme bagages. — Il est enfin un mode de transport qui serait hautement apprécié par les intéressés, malgré son prix élevé, s'il pouvait être généralisé sous certaines réserves.

Il consisterait à admettre comme bagages, dans les fourgons des trains de voyageurs, tous les véhicules automobiles dont les poids et les dimensions sont compatibles avec ce mode de transport. Le prix serait alors de 0 fr. 40 par tonne et par kilomètre sans majoration ni minimum.

Dans ce cas, la machine arriverait à la gare par ses propres moyens, une heure au plus avant le départ du train. Elle suivrait les voyageurs qui en surveilleraient l'embarquement. Et, à l'arrivée, elle repartirait par ses moyens de bord pour se rendre à sa remise ou pour continuer l'excursion projetée. Il en serait de même au retour. Ce serait l'idéal rêvé pour le touriste, pour le baigneur, ou même pour le simple chauffeur qui se propose uniquement de faire la route sur de nouveaux parcours.

Quelques essais récents ont montré que ce mode de transport pouvait être appliqué sans difficulté à des voiturettes ne pesant pas plus de 250 kilogrammes avec leurs accessoires. Ils ont été subordonnés aux conditions suivantes :

1° Les réservoirs et les carburateurs devront être vidés avant l'embarquement ;

2° Les véhicules ne devront pas peser plus de 300 kilogrammes et ils devront pouvoir passer par les portes des fourgons entrant dans la composition du train ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° Les stations d'expédition et de destination devront être assez importantes pour permettre au personnel dont elles disposent d'effectuer la manutention du véhicule sans retarder le train.

La première condition oblige le voyageur à emporter dans son compartiment les quelques litres d'essence qu'il a dû retirer de sa machine et qui lui sont indispensables pour pouvoir gagner le dépôt le plus voisin de la station de débarquement. Il serait à désirer qu'elle pût être abandonnée. Les deux autres conditions ne peuvent donner lieu à aucune objection.

La généralisation de ces mesures augmenterait certainement dans de très notables proportions le nombre des voyages par chemin de fer, au grand avantage du public et des Compagnies de chemins de fer elles-mêmes.

Nous ne pouvons qu'en souhaiter l'application dans le plus bref délai possible.

Nota. — Les observations qui précèdent sont arrivées par des voies diverses à la connaissance des Compagnies. Elles ont reconnu en principe la nécessité de la revision de ces tarifs sur des bases plus logiques et plus équitables; mais il ne faut pas perdre de vue que la « Classification générale » ne peut être modifiée qu'avec l'assentiment des sept grands réseaux et que l'opposition d'une seule Compagnie suffit pour paralyser l'initiative de toutes les autres.

Les vœux concordants de toutes les grandes associations qui s'intéressent aux progrès de l'Automobilisme seraient d'un grand poids pour mettre un terme aux hésitations actuelles, pour activer la réalisation des mesures que nous réclamons.

C'est dans ce but que je propose au Congrès d'appuyer de sa haute autorité les conclusions suivantes.

Conclusions. — Je propose donc au Congrès d'émettre un vœu tendant à obtenir :

1° Que les automobiles de toute nature et leurs accessoires soient exclusivement taxés, en petite vitesse, suivant leurs poids respectifs aux prix de la première série du tarif général, avec la majoration d'encombrement quand il y a lieu, mais sans aucune référence à l'article 18 des conditions générales d'application, qui les assimile actuellement dans la plupart des cas aux voitures à traction animale, qui sont seules visées par le cahier des charges ;

2° Que le transport de ces véhicules en grande vitesse soit effectué au prix

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

du tarif général de la grande vitesse, dans les mêmes conditions, c'est-à-dire avec tarification au poids, sans référence à l'article 29 des conditions générales d'application des tarifs de grande vitesse, qui vise uniquement les voitures à traction animale ;

3° Que l'attention des Compagnies de chemins de fer soit appelée sur l'utilité qu'il y aurait à étendre le transport des automobiles comme bagages par les trains de voyageurs, en déterminant le poids et les dimensions maxima de ces véhicules ;

4° Que les tarifs spéciaux concernant le transport des automobiles P. V. par **wagons complets** soient maintenus et qu'ils soient abaissés quand il sera possible de le faire.

M. FORESTIER. — Messieurs, je vous demanderai la permission de répondre quelques mots à mon camarade Pasqueau, parce que j'ai un peu participé à la réglementation des transports des matières dangereuses. Je voudrais donc défendre un peu l'Administration contre le coup de patte qui lui a été allongé, tout en me défendant moi-même, car j'en prends ma part.

Le rapporteur vient de vous dire qu'un article prescrit que la voiture automobile, pour être admise, doit être complètement purgée de son liquide combustible.

Il a fait remarquer, avec beaucoup de raison, que ce liquide semblait être beaucoup plus en sûreté dans le réservoir, construit *ad hoc*, qui se trouve sur la voiture que partout ailleurs. C'est vrai, mais, au moment où nous avons fait le règlement sur le transport des matières dangereuses, la Compagnie P.-L.-M. nous a apporté le récit d'un incendie qui venait d'avoir lieu, non pas parce que le réservoir avait fait explosion, mais parce que le robinet de vidange du carburateur avait été ouvert par inadvertance. Le pétrole s'était répandu dans le wagon clos, le soir ; lorsqu'un employé s'est approché avec une lumière pour la visite, l'explosion s'était produite ; le feu avait pris et le wagon avait brûlé tout entier.

La Compagnie disait : Puisque nous ne pouvons pas vérifier tous les robinets, nous ne pouvons même pas dire que ce n'est pas un de nos employés qui, par inadvertance a ouvert ce robinet, nous n'accepterons que les voitures dépourvues d'essence.

Nous reconnaissons que l'essence est peut-être plus dangereuse dans un bidon quand celui qui l'a apporté l'introduit avec lui dans un compartiment de voyageurs, mais voilà la raison pour laquelle nous avons introduit cette condition qui peut être critiquée, je le reconnais.

M. LE PRÉSIDENT. — La parole est à M. Pasquet.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. PASQUET. — Je ne suis pas préparé, Messieurs, à vous parler de la question du transport des automobiles ; comme mon prédécesseur, j'ai été prévenu à midi seulement que je pourrais être appelé à vous présenter quelques observations.

Néanmoins, je dois dire, tout d'abord, que je m'associe de la façon la plus absolue aux conclusions qui viennent de vous être lues, c'est-à-dire au vœu que les voitures automobiles doivent être taxées au poids, qu'elles soient transportées en petite ou en grande vitesse, et, relativement au 3° de mon honorable prédécesseur, je m'associe également à son vœu tendant à ce que les automobiles transportées comme bagages soient taxées au poids, je désire également qu'elles soient transportées, comme bagage lorsqu'elles peuvent être chargées par les portes latérales des fourgons qui accompagnent les trains de vitesse.

En ce qui concerne la tarification actuellement appliquée par les compagnies de chemins de fer et qui est pour les automobiles la taxe des voitures, c'est-à-dire la taxe à la pièce et au kilomètre, que le transport ait lieu en grande ou en petite vitesse, j'ai à faire observer que les compagnies n'ont jamais eu le droit de taxer ainsi les voitures automobiles.

M. Pasqueau faisait remarquer tout à l'heure que l'art. 45 du cahier des charges le leur interdisait complètement et formellement; les automobiles n'étaient pas une marchandise dénommée lorsque les concessions des grandes compagnies ont été accordées et il est prévu que les objets qui ne sont pas dénommés dans les quatre classes du cahier des charges doivent être assimilés à l'une de ces quatre classes, mais non pas assujettis à la tarification exceptionnelle qui est prévue pour les voitures.

En ce qui concerne les poids lourds, quelques compagnies ont une tarification spéciale, c'est-à-dire une tarification visée par les tarifs spéciaux. Ainsi, la Compagnie du Nord leur applique le barême 1 de ses tarifs spéciaux : c'est un barême à 10 centimes pour un palier de 100 kilomètres, 8 centimes pour le palier suivant et 6 centimes pour le troisième palier. La Compagnie de l'Est leur applique une taxe uniforme de 8 centimes par kilomètre et par tonne, les chemins de fer de l'Etat, la troisième série ; la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, la quatrième série avec une décroissance légère aux longues distances; mais la Compagnie d'Orléans, la Compagnie P.-L.-M. et la Compagnie des chemins de fer du Midi continuent à appliquer aux automobiles la première série du tarif général.

Je crois, Messieurs, que pour des voitures qui peuvent peser jusqu'à 12 ou 15.000 kilogr., cette tarification est exagérée. *(Marques d'assentiment.)*

Je crois, en conséquence, qu'il y aurait lieu d'émettre un vœu tendant à ce que la tarification spéciale qui est prévue par quatre de nos compagnies soit

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

étendue aux autres, ou plutôt qu'elle soit appliquée par les compagnies qui n'ont pas encore adopté ces tarifs spéciaux.

Je crois, d'ailleurs, que l'idéal de la tarification pour les automobiles serait la tarification allemande ou, plus exactement, la tarification des pays allemands; c'est une tarification qui est appliquée par les chemins de fer de la Suisse, par les chemins de fer: allemands, austro-hongrois, belges, néerlandais et qui consiste à appliquer la première série avec majoration si la marchandise ne pèse pas 200 kilogr. La première série, c'est-à-dire la classe générale dans ces pays; elle commence à la base au tarif de 13 centimes 5 et elle est à déroissance de 1 centime par 100 kilomètres et à partir de 100 kilomètres ; il y a ensuite une tarification appropriée aux voitures automobiles d'un poids lourd, 5.000, 6.000, 8.000, 10.000 kilogr.

La tarification des voitures de 10.000 kilogr. sur les réseaux allemands, suisses, belges, est de 6 centimes par tonne et par kilomètre environ. Je donne ce prix de 6 centimes, mais c'est le sommet de l'échelle, car c'est un tarif à base décroissante.

La Compagnie du Nord a donné l'exemple de cette tarification et je crois qu'il serait bon que le Congrès émît le vœu qu'elle fût appliquée par toutes les autres compagnies de chemins de fer.

C'est la seule observation que j'avais à faire. *(Applaudissements.)*

M. JEANTAUD. — Je ferai observer que la chambre syndicale des constructeurs d'automobiles, s'inspirant des travaux de M. Pasquet, a prié le contrôleur des chemins de fer de venir pour lui demander l'application du tarif même que M. Pasquet vient d'indiquer.

M. FORESTIER. — Qui appelez-vous le contrôleur des chemins de fer ?

M. JEANTAUD. — C'est un inspecteur.

M. PASQUET. — M. Jeantaud veut parler de l'inspecteur du contrôle des chemins de fer de l'Etat qui a fait une démarche auprès de la chambre syndicale de l'automobilisme ; c'est M. Halluin.

M. FORESTIER. — Il est inspecteur du contrôle de l'exploitation commerciale.

M. JEANTAUD. — Il est venu sur la demande de la chambre syndicale. Nous lui avions écrit pour le prier de bien vouloir venir recueillir nos demandes ; il nous a bien fait de bonnes promesses, mais depuis nous n'avons jamais eu de ses nouvelles. *(Sourires.)*

M. FORESTIER. — Messieurs, permettez-moi de défendre encore l'Administration. *(Rires et protestations.)*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. JEANTAUD. — Non ! Non !

M. FORESTIER. — Il est entendu qu'ici l'Administration ne répond jamais, mais vous me permettrez de vous dire que c'est généralement, parce qu'on frappe à une mauvaise porte.

Eh bien, M. Halluin, inspecteur du contrôle de l'exploitation commerciale du réseau de l'Etat n'avait aucune qualité pour prendre une décision et il fallait s'adresser au chef de l'exploitation des chemins de fer de l'Etat ou au Directeur des chemins de fer de l'Etat pour obtenir quelque chose ; vous avez frappé inutilement à une porte qui est restée close, mais parce que vous deviez vous adresser à la porte à côté.

M. JEANTAUD. — Je ferai observer à mon tour à M. l'inspecteur général des Ponts et Chaussées, qui défend l'Administration, que nous avons écrit d'abord aux chefs d'exploitation de toutes les compagnies en leur soumettant le tarif de M. Pasquet, car il nous en avait donné obligeamment tous les chiffres.

M. PASQUET. — Lorsque M. Halluin a fait cette démarche, Monsieur le Président, il se proposait tout simplement d'examiner la question qui avait été étudiée ailleurs, mais il n'avait pas l'intention d'imposer ses vues personnelles.

M. FORESTIER. — Il ne le peut pas ; il n'avait aucune décision à prendre.

M. PASQUET. — C'était à titre d'informations, simplement.

M. JEANTAUD. — J'ajouterai qu'à la suite de la visite de M. Halluin, et sur son conseil nous avons écrit non seulement aux directeurs et aux chefs d'exploitation de toutes les compagnies, mais encore au ministre des travaux publics, nous n'avons reçu aucune réponse. *(Rires.)*

M. FORESTIER. — Voulez-vous me permettre de vous donner un conseil ? Dans ces conditions, il faut vous adresser au chef d'exploitation d'une compagnie en particulier et celui-ci se chargera de faire transmettre votre demande à tous les autres.

M. JEANTAUD. — Il y a trente ans que j'écris à toutes les compagnies pour obtenir des réductions sur le transport des voitures en France et jamais on ne m'a répondu.

M. PASQUET. — C'est à la suite d'une étude que j'ai publiée dans la *Revue des transports* que les compagnies de chemins de fer ont proposé une tarification que vous avez pu voir au *Journal Officiel* du 19 janvier et qui consiste à tarifier les véhicules automobiles ne pesant pas 200 kilogr. et qui sont expédiés à découvert à un barême décroissant, inférieur au prix de 25 centimes qui est prévu pour la petite vitesse et au prix de 40 centimes pour la grande vitesse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le sommet du barême serait représenté par ces deux taxes et l'on ferait un autre barême inférieur au précédent, pour les véhicules expédiés en caisses dont le poids ne dépasserait pas 500 kilogr. mais la tarification ne serait pas modifiée quant aux véhicules qui dépasseraient ce poids.

UN MEMBRE. — Est-ce homologué ?

M. PASQUET. — C'est soumis à l'approbation du ministre.

M. LE PRÉSIDENT. — Mais c'est toujours le principe du transport à la pièce, que vous combattez.

M. FORESTIER. — Nous avons fini par faire homologuer le tarif au poids pour les véhicules emballés pesant moins de 300 kilogr. je connais l'auteur du rapport qui a, j'en suis sûr, conclu à l'homologation.

M. DE DIÉTRICH. — Vous faites partie, Monsieur le Président, du Conseil supérieur des chemins de fer, si je ne me trompe. (*M. Forestier fait un geste d'assentiment.*) Toutes ces questions doivent donc vous être soumises et vous pouvez beaucoup pour leur solution. Ne serait-il donc pas plus court de vous soumettre nos revendications ?

M. FORESTIER. — J'ai été saisi d'une étude de cette question et j'ai demandé des renseignements sur les limites de poids à M. le Président du Touring-Club ainsi qu'à M. le Président de l'Automobile-Club. C'est à la suite de ces démarches que l'on a obtenu l'application du tarif que vous connaissez pour les véhicules non emballés : la demande émanait de la maison Bollée.

Nous n'avons jamais été saisis officiellement d'une autre proposition que celle-là. Si d'autres propositions ont été faites, elles ne sont pas parvenues jusqu'à nous.

M. Armand PEUGEOT. — Messieurs, je tiens à m'associer aux conclusions qui ont été présentées tout à l'heure et à insister pour que, par tous les moyens possibles, on cherche à influer sur l'Administration afin d'obtenir d'elle quelques concessions.

Malgré le très profond respect que nous devons avoir pour l'Administration qui est ici représentée par un homme si autorisé, nous sommes forcés de reconnaître que nous avons souvent de grandes difficultés pour obtenir satisfaction quand nous nous adressons à elle.

Vous disiez tout à l'heure, Monsieur le Président, qu'il n'y a qu'à écrire au chef d'exploitation ; nous l'avons tous fait et, pour ma part, j'ai écrit je ne sais combien de fois au chef d'exploitation de la Compagnie P.-L.-M. ; j'ai reçu la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

visite d'inspecteurs chargés, par l'exploitation, de venir prendre des renseignements.

J'ai voulu, par exemple, avoir la définition exacte de la voiture à un fond, à deux fonds, mais je ne sais pourquoi je n'ai jamais pu l'obtenir.

M. FORESTIER. — On vous l'a donnée tout à l'heure.

M. A. PEUGEOT. — C'est la première fois que j'entends donner cette définition; dans tous les cas, je n'ai pu l'obtenir de la Compagnie P.-L.-M. et la preuve en est que les mêmes voitures ont été taxées à deux fonds dans une gare et à un fond dans l'autre. Ainsi à Audincourt, on taxait à un fond et à Paris, on taxait à deux fonds. J'ai demandé pourquoi et jamais je n'ai obtenu de réponse, malgré des réclamations huit ou dix fois réitérées : jamais la Compagnie P.-L.-M. n'a voulu m'écrire ce qu'était une voiture à deux fonds ou à un fond !

Etant donné que l'on se heurte à de si grandes difficultés toutes les fois que l'on veut obtenir des résultats, je crois que, si la réunion d'aujourd'hui pouvait avoir pour conséquence de faire faire un pas à cette question si importante pour les constructeurs et pour les touristes, elle aurait rendu un très grand service à l'automobilisme. *(Marques d'approbation.)*

J'ai donc demandé la parole pour appuyer de toutes mes forces les conclusions du rapport si intéressant dont il nous a été donné lecture il y a quelques instants. *(Très bien ! très bien !)*

M. PASQUET. — M. Pasqueau a donné tout à l'heure une définition de la voiture à un fond et de la voiture à deux fonds qui doit être celle sur laquelle s'appuient les compagnies pour appliquer les taxes de 25 et de 32 centimes, mais je ne suis pas du tout de l'avis de M. Pasqueau.

M. PASQUEAU. — Je n'ai pas donné cette définition comme étant une définition légale.

M. PASQUET. — Je vous présente alors mes excuses, mais la façon dont sont rédigés les articles 18 et 29 ne permettent pas de douter à cet égard: une voiture à deux fonds et à deux banquettes, d'après l'art. 18, qui les énumère est une voiture « ... comme les omnibus, diligences. » Par conséquent, tout ce qui n'est pas omnibus ou diligence n'est ni une voiture à deux fonds ni une voiture à deux banquettes.

M. FORESTIER. — Il ne faut pas confondre définition et limitation ; les expressions « omnibus et diligences », sont des termes interprétatifs, mais ils ne sont pas limitatifs.

M. PASQUET. — Ils sont donnés comme exemples, mais on exige pour la taxe

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

32 centimes, que la voiture soit à deux fonds et à deux banquettes ; si elle n'a qu'un fond.

M. FORESTIER. — Voulez-vous me permettre de faire mon petit ministre... *(Rires.)* et de vous dire ce que souvent le mien dit à la Chambre des Députés ? L'Administration n'a aucune initiative en ces matières, elle ne peut qu'homologuer ou repousser les propositions des Compagnies. C'est pour cela que j'engage beaucoup ceux d'entre vous qui ont des relations avec les chefs d'exploitation (car toute lettre générale est de nul effet), à aller les trouver ou du moins, à aller trouver l'un d'eux et lui faire comprendre que l'intérêt des compagnies est en réalité de transporter beaucoup d'automobiles. Vous obtiendrez ainsi que ce chef d'exploitation se fasse l'interprète de vos désirs auprès du syndicat qui se réunit tous les mercredis matin. Si vous pouvez arriver là, la question viendra jusqu'au contrôle et je vous promets d'agir autant qu'il sera en mon pouvoir pour qu'elle soit tranchée d'une manière aussi favorable que possible aux intérêts de l'automobilisme. *(Très bien ! très bien !)*

Si, avec l'autorité qui appartient à une réunion comme la vôtre, vous émettez un vœu formel, je vous promets, en qualité de Président, de le transmettre à M. le Ministre des Travaux Publics et si l'on me consulte à ce sujet, d'apporter mon concours personnel à la réalisation de vos desiderata. *(Applaudissements.)*

M. PASQUET. — Dans la proposition dont je parlais tout à l'heure et qui est soumise en ce moment à l'examen du comité consultatif des chemins de fer, on prévoit la taxation des automobiles encaissées et non encaissées, c'est-à-dire, expédiées à découvert, et l'on prévoit jusqu'à des poids qui sont, pour les automobiles à découvert, 200 kilogr. et 500 kilogr. pour les automobiles en caisse je trouve que cette limitation n'est pas acceptable.

M. FORESTIER. — Mais, Monsieur, si la proposition arrive jusqu'à nous, je serai probablement chargé du rapport et je vous promets de ne pas donner mon avis avant de vous avoir consulté ainsi que M. Baillif et le Président de la chambre syndicale.

M. LOHNER. — En demandant la parole Messieurs, je m'excuse d'avoir à vous présenter une observation, mais il me semble, et vous me permettrez de vous le faire remarquer que cette question a peut-être un intérêt un peu trop national pour un Congrès international. Je crois donc que nous pourrions passer outre...

M. LE PRÉSIDENT. — La question est des plus importantes et c'est pour cela qu'il est bon de l'examiner sérieusement dans ce Congrès.

M. JEANTAUD. — Je me permettrai de répondre à l'honorable M. Lohner que, puisque nous cherchons à faire appliquer le tarif allemand, nous considérons bien la question à un point de vue international. Le tarif appliqué en France est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tout à fait arbitraire, puisque la définition véritable de la voiture à deux fonds, c'est la diligence d'autrefois avec coupé et rotonde et que l'on applique le tarif des voitures à deux fonds aux voitures de luxe, qui sont quelquefois des petits paniers à 4 places.

M. BAILLIF. — A une charrette à âne !

M. JEANTAUD. — D'ailleurs, le bénéfice de cette discussion s'étendra je le crois aux nations voisines qui auront probablement la même peine que nous à obtenir des conditions favorables des compagnies.

M. LOHNER. — Monsieur Jeantaud me permettra de lui dire que nous sommes encore bien plus malheureux que vous en ce moment-ci. Il y a huit semaines seulement, Messieurs, nous avions le même tarif qu'en Allemagne, c'est-à-dire qu'une voiture est taxée à 1.200 kilogr. ou avec le poids réel si elle entre dans un wagon.

Or, il y a six semaines seulement, tous les directeurs autrichiens au nombre desquels était représentée la Compagnie de l'Etat, ont décidé qu'une voiture automobile ne pourrait être expédiée, non pas seulement si les réservoirs ne sont pas vides, mais que, même dans ces conditions, comme ils prétendent qu'il pourrait rester quelques gouttes d'essence susceptibles d'amener un incendie, la voiture ne peut être expédiée que par un train de combustibles dangereux. *(Hilarité générale.)*

Il en est ainsi non seulement d'une voiture, mais même d'une partie de voiture et c'est un fait que des petits moteurs de Dion-Bouton ont été expédiés de la sorte.

En outre, les compagnies ont demandé que le plein tarif soit appliqué même aux motocycles et l'on a été jusqu'à payer 500 francs pour une distance absolument ridicule.

De plus, les voitures automobiles sont exclues entièrement des trains de grande vitesse.

Vous comprenez, Messieurs, que dans ces conditions il n'y avait pas à hésiter ; aussi l'Automobile-Club d'Autriche a institué un petit comité dont j'ai l'honneur de faire partie, pour défendre les intérêts de l'automobilisme. Nous nous sommes adressés au ministre — car heureusement, nous avons à présent un ministre des chemins de fer dont nous avons le plaisir de voir un représentant à ce Congrès...

M. JEANTAUD. — Il y a ici trois membres délégués par ce ministre.

M. LOHNER. — Et ce ministre a vu que tout cela était absurde, en sorte que les choses ont changé, ce dont nous nous félicitons.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. JEANTAUD. — Vous voyez donc l'importance que présente cette discussion, parce que j'estime, en effet, que c'est sur vos réclamations que M. le ministre des chemins de fer a délégué au Congrès trois de ses ingénieurs qui sont venus à Paris.

M. DE DIÉTRICH. — Je voudrais, Messieurs, vous signaler une pratique allemande qui est très commode et très utile. Tous les trains omnibus sont obligés de charger les voitures automobiles à la condition que l'on avertisse de l'expédition deux heures avant le départ du train et à la condition que le véhicule soit à la gare une heure à l'avance.

M. LE PRÉSIDENT. — Il est malheureusement vrai que l'Allemagne est en avance sur nous au point de vue du libéralisme.

M. DE DIÉTRICH. — Tout train omnibus est obligé de prendre votre voiture (pas les express) et vous avez à payer une taxe de 40 pf. ou 50 centimes par kilomètre, plus 5 marks de droit de lettre de voiture et 2 fr. 50 pour le déchargement si vous ne voulez pas vous en charger vous-même.

En tout cas, tout train omnibus est obligé de transporter votre voiture et on doit la charger et la décharger si vous le désirez.

M. LE PRÉSIDENT. — Je crois qu'il serait nécessaire — c'est le vœu général de notre réunion — d'émettre un vœu formel sur cette importante question.

M. PASQUET. — J'appuie cette proposition, mais, à mon avis, le vœu doit être surtout une protestation contre cet abus de réglementation commis sans l'autorisation du contrôle et par le caprice des compagnies qui ont fixé le poids maximum de 150 kilogr. pour les voitures automobiles, tricycles, quadricycles à découvert et de 100 kilogr. pour les mêmes objets en caisse.

M. BOLLÉE. — J'entends beaucoup parler de voitures à un ou deux fonds et je suis resté longtemps sans savoir ce que signifiaient ces expressions. Mais dans quelle catégorie rentrent les voitures qui n'ont pas de fond du tout ? *(Rires.)*

M. JEANTAUD. — On nous demande en ce moment de tous les côtés des châssis sans la carrosserie ; nous ne pouvons pas les dénommer voitures à deux fonds, puisqu'il n'y a pas du tout de caisse.

M. LE PRÉSIDENT. — Ce sont des pièces de mécanique.

M. JEANTAUD. — La Compagnie du Nord les avait acceptés comme pièces de mécanique; le P.-L.-M. les a refusés. J'ai fait une réclamation qui a eu pour résultat de les faire refuser également par la Compagnie du Nord. *(Rires.)*

M. LE PRÉSIDENT. — Vous n'avez qu'à enlever les roues.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. BOLLÉE. — Il y a six mois, j'expédiais une voiture automobile. Je l'amène à la gare, je pousse le châssis dans le wagon et je vais faire ma lettre de voiture. L'employé me dit : « C'est une voiture automobile ? — Non, c'est un châssis. — Mais il a des roues ; en tout cas, si vous voulez que ce ne soit pas une voiture, vous n'avez qu'à la retourner, à la mettre sens dessus dessous. » J'ai fait ce qu'on me disait et ce n'était plus une voiture, mais une pièce de mécanique.

M. PEUGEOT. — Je vous remercie de l'indication, mais il me semble que si l'Administration, pleine de bienveillance, voulait nous autoriser à laisser les voitures sans les retourner, ce serait préférable. J'ajoute que la communication de M. Lohner prouve qu'il n'y a pas que dans notre pays qu'on trouve des choses extraordinaires et je ne suis pas fâché de le constater en passant.

M. LE PRÉSIDENT. — Je mets aux voix un vœu ainsi conçu : 1° que la tarification des automobiles soit établie sur la notion du poids, abstraction faite de l'emballage.

M. FORESTIER. — Il y a, au point de vue des chemins de fer, une grande différence entre l'automobile emballée et l'automobile non emballée. L'automobile emballée se met avec d'autres colis sur une plate-forme, en raison de son poids et de son volume; elle paye par conséquent comme les marchandises, à raison de son encombrement. Au contraire, l'automobile non emballée, que vous avez peut-être eu la curiosité de regarder passer à un passage à niveau, est seule sur sa plate-forme, les roues calées; on ne peut rien mettre à côté d'elle. Il y a donc un poids mort de 7 ou 8 et même 10 tonnes à traîner et c'est pour cela qu'on vous demande un prix relativement élevé.

Cette tarification peut être onéreuse, mais elle n'est pas injustifiable.

M. PASQUET. — Les Allemands acceptent tous les véhicules, quel que soit leur poids, emballés ou non, au même prix.

M. FORESTIER. — C'est posible, mais ce n'est pas logique.

M. PASQUET. — Est-il plus logique de faire payer le prix d'un landau à une voiture qui pèse 300 kilogr.

M. FORESTIER. — Je n'ai pas comparé un motocycle à un omnibus. J'ai dit que, lorsqu'une voiture pesant 800 ou 1.000 kilogr. circule seule sur une plate-forme avec ou sans housse, le poids mort correspondant est de 7 à 8 tonnes et qu'il est naturel que la Compagnie vous fasse payer ce poids mort qu'elle traîne.

M. PASQUET. — En tout cas, cinquante ans après les concessions, on paye toujours les mêmes prix : c'est excessif.

M. FORESTIER. — Je suis prêt à demander avec vous un tarif spécial.

M. LE PRÉSIDENT. — Fondé sur la notion du poids ?

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. PASQUEAU. — Et sans application de l'article18, car c'est là l'essentiel. Il y a des voitures très délicates qu'il est de l'intérêt du propriétaire de faire circuler emballées ; les voitures lourdes, au contraire, ne peuvent pas l'être. La question primordiale, c'est d'obtenir d'être taxé au tarif de la première série, sans application de l'article 18.

M. LE PRÉSIDENT. — Voudriez-vous formuler ce vœu ?

M. PASQUEAU. — Ce sont les termes de mon rapport.

M. LE PRÉSIDENT. — Je crains que le vœu soit un peu long sous cette forme. J'en donne une nouvelle lecture:

« Le Congrès émet le vœu :

« 1° Que les automobiles de toute nature et leurs accessoires soient exclusivement taxées en petite vitesse suivant leur poids respectif au tarif de la première série, sans aucune référence à l'article 18 des conditions générales d'application qui les assimilent aux voitures à traction animale, seules visées par le cahier des charges. »

C'est bien la notion du poids pur et simple ; nous sommes tous d'accord sur ce point.

« 2° Que le transport de ces véhicules en grande vitesse soit effectué aux prix du tarif général de la grande vitesse, dans les mêmes conditions, c'est-à-dire avec tarification au poids et sans référence à l'article 29. »

M. PASQUEAU. — On pourrait réunir ces deux parties du vœu en une seule.

M. LE PRÉSIDENT. — « 3° Que l'attention des compagnies de chemins de fer soit appelée sur l'avantage qu'il y aurait pour elles à étendre le transport des automobiles qui voyagent dans les trains de voyageurs en déterminant le poids et les dimensions maxima de ces véhicules. »

M. PASQUET. — Les compagnies acceptent cela.

M. FORESTIER. — A la condition que les véhicules puissent entrer par la porte du fourgon.

M. BOLLÉE. — Il y a plusieurs largeurs de portes.

M. PASQUEAU. — Elles ont uniformément 1 m. 30.

M. LE PRÉSIDENT. — « 4° Que les tarifs spéciaux concernant le transport des automobiles en petite vitesse par wagon complet soient maintenus et améliorés, quand il y aura lieu, au mieux de l'intérêt des industriels et des compagnies. »

M. PASQUEAU. — Ceci est un vœu platonique ; il n'a d'autre but que de faire comprendre que nous demandons le maintien des tarifs de transport par wagon complet. Il ne faudrait pas que ce que nous demandons conduisit à aggraver la situation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Je mets aux voix le vœu dont je viens de donner lecture.

« Le vœu est adopté à l'unanimité. »

M. LE PRÉSIDENT. — L'ordre du jour appelle la lecture du rapport de M. Sauvage sur l'unification des jauges. M. Sauvage étant absent, je prie M. le secrétaire de vouloir bien donner lecture de ce travail.

RAPPORT DE M. SAUVAGE

SUR

l'Unification des Jauges

JAUGES

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale a établi en 1894 une jauge décimale métrique pour les fils métalliques. Dans ce système, simple et logique, les numéros des fils expriment leur diamètre en dixièmes de millimètre. Ces fils n'ont pas d'application spéciale dans la construction des automobiles.

BOULONNERIE

Pour les boulons et les vis, on ne saurait trop recommander l'emploi du système international, établi en 1898 par un Congrès tenu à Zürich. D'innombrables systèmes de vis mécaniques sont en usage, mais quatre seulement sont largement appliqués ; les systèmes Whitworth, Sellers, français et international. Les deux premiers reposent sur une unité de mesure non métrique, le pouce. Le système français a été établi en 1894 par la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, et a reçu de nombreuses applications. Le système international diffère très peu du système français : les pas de vis de 8 et de 9 $^{m}/_{m}$ de diamètre y sont de 1,25 $^{m}/_{m}$ au lieu de 1 $^{m}/_{m}$; ceux des vis de 11 et de 12 $^{m}/_{m}$, de 1,75 au lieu de 1,5 $^{m}/^{m}$. En outre, la série des diamètres normaux, dont l'usage est spécialement recommandé, n'est pas exactement la même dans les deux systèmes : mais comme tous les diamètres exprimés par des nombres entiers de millimètres, sont admis dans les deux systèmes, ce point ne constitue pas une différence fondamentale. On peut donc dire qu'en pratique les vis du système français ne diffèrent pas notablement de celles du système international ; mais il est préférable de se rallier, autant que possible, à ce dernier système, dont nous rappelons ci-dessous les règles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RÈGLES DU SYSTÈME INTERNATIONAL DE FILETAGES

S. I.

Vis auxquelles s'appliquent les règles du système international.

Les règles adoptées par le Congrès et formulées ci-après ne s'appliquent qu'aux seules *vis mécaniques*, c'est-à-dire aux vis métalliques, de diamètre égal ou supérieur à 6 millimètres, destinées à l'assemblage des pièces de machines et aux constructions mécaniques. Ces règles ne s'appliquent pas aux très petites vis, dites vis horlogères; aux vis qui servent aux transmissions de mouvement dans les tours et autres machines; aux vis découpées sur les tubes, tels que les tuyaux à gaz et autres; aux vis micrométriques; à toutes les vis qui servent à des usages particuliers exigeant certaines dispositions qui ne peuvent rentrer dans un système uniforme de filetages; enfin elles ne s'appliquent pas aux vis à bois, qui pratiquent elles-mêmes leur logement dans une matière relativement molle.

Nature du filet.

Le tracé des vis mécaniques est déterminé par l'enroulement en hélice à droite d'un filet simple obtenu par la troncature d'un triangle primitif équilatéral, dont le côté placé parallèlement à l'axe de la vis, est égal au pas de la vis.

Forme du filet.

Le triangle primitif équilatéral est tronqué par deux parallèles à la base (placée parallèlement à l'axe de la vis), menées respectivement au huitième de la hauteur à partir du sommet et de la base.

La *hauteur* du filet, mesurée entre les troncatures, est, par suite, égale aux trois quarts de la hauteur du triangle équilatéral primitif; c'est approximativement le pas multiplié par 0,6495.

Jeux entre les vis pleines et les vis creuses.

Les vis pleines et les vis creuses ou écrous qui se correspondent, ont, en principe, mêmes filets; mais, afin de tenir compte des tolérances d'exécution,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

indispensables dans la pratique, tolérances qui doivent varier selon les circonstances, le profil fixé est un *profil limite*, pour la vis pleine comme pour la vis creuse ; cette limite est prévue *par excès* pour la vis pleine et *par défaut* pour la vis creuse : en d'autres termes, la vis pleine doit toujours rester à l'*intérieur* du profil limite, et la vis creuse à l'*extérieur* de ce même profil.

Les écarts entre la surface théorique commune et les surfaces réalisées sur la vis pleine et sur son écrou déterminent le *jeu* que présenteront les deux pièces montées l'une sur l'autre. Aucune valeur n'est fixée pour ce jeu, chaque constructeur restant juge des tolérances admissibles, suivant la destination des vis et suivant l'outillage employé pour leur fabrication.

En ce qui concerne le jeu que présentent la vis pleine et la vis creuse au fond des angles rentrants du profil, l'approfondissement dû à ce jeu ne devra pas dépasser un seizième de la hauteur du triangle primitif. Aucune règle n'est tracée pour la forme de cet approfondissement; il est seulement recommandé d'employer un profil arrondi. La profondeur du filet peut ainsi atteindre les treize seizièmes de la hauteur du triangle primitif, ou 0,704 p, p étant le pas.

Diamètre des vis.

Le diamètre des vis se mesure sur l'extérieur des filets après troncature : le diamètre, exprimé en millimètres, sert à désigner la vis.

Tableau de la série normale des diamètres correspondants.

DIAMÈTRE m/m	PAS m/m	DIAMÈTRE m/m	PAS m/m	DIAMÈTRE m/m	PAS m/m
6	1,0	20	2,5	48	5,0
7	1,0	22	2,5	52	5,0
8	1,25	24	3,0	56	5,5
9	1,25	27	3,0	60	5,5
10	1,5	30	3,5	64	6,0
11	1,5	33	3,5	68	6,0
12	1,75	36	4,0	72	6,5
14	2,0	39	4,0	76	6,5
16	2,0	42	4,5	80	7,0
18	2,5	45	4,5	»	»

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Diamètres intermédiaires

Entre les vis portées sur le tableau, on peut intercaler, *exceptionnellement*, des vis intermédiaires, dont le pas reste celui de la vis indiquée au tableau immédiatement inférieur. Les diamètres de ces vis intermédiaires doivent toujours être exprimés par un nombre entier de millimètres.

La question des ouvertures de clefs, qui n'ont pu être fixées par le Congrès, est à l'étude et sera probablement résolue à bref délai.

On trouvera les règles du système et de nombreux détails sur son établissement dans le *Bulletin de la Société d'encouragement de l'Industrie nationale* de mars 1899.

Plots et fiches de chargement des voitures électriques.

La question de l'unification des appareils de chargement des voitures électriques a été l'objet d'une étude faite en commun par le Syndicat professionnel des industries électriques, l'Association amicale des ingénieurs-électriciens, l'Automobile-Club de France et le Syndicat des Usines d'électricité. Une Commission nommée par ces quatre sociétés a ouvert au concours pour un coffret avec prise de courant universelle pour les automobiles électriques. Quatre appareils ont été présentés à ce concours, clos le 1er Mai 1899 ; deux prix ont été attribués. Toutefois la Commission déclare en ce qui concerne la prise de courant universelle pour automobiles, que le problème reste encore à résoudre.

On ne peut que souhaiter voir cette même Commission reprendre cette étude, en vue d'arriver à une solution pratique. Il y aurait avantage à ne pas limiter la question aux voitures électriques, mais à envisager le chargement des accumulateurs de véhicules de tramways et de chemins de fer.

CHAINES GALLE

Le Touring-Club de France a demandé une étude des chaînes d'automobiles

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à une Commission spéciale, composée d'ingénieurs et de constructeurs. Cette Commission a présenté les conclusions suivantes :

Il est désirable d'arriver à l'unification des chaînes en traçant des règles qui puissent guider les constructeurs, sans leur imposer d'entraves gênantes ; on évitera ainsi que le choix des dimensions essentielles des chaînes soit arbitraire ; il importe que ces dimensions soient exprimées en mesures métriques, à l'exclusion des mesures anglaises.

Il est évident que l'emploi du nouveau système unifié ne peut être rendu obligatoire ; les constructeurs conservent toute liberté quant à l'emploi de leurs types anciens de chaînes. Ce sont les qualités du nouveau système, s'il répond bien aux besoins de la pratique, qui décideront les constructeurs et les consommateurs à en faire usage de plus en plus fréquemment.

Les règles à proposer pour asseoir un système uniforme de chaînes doivent être établies sans jamais perdre de vue les usages auxquels les chaînes sont destinées. Ce qu'il faut, c'est que dans une transmission, si la chaîne est avariée, on puisse immédiatement et sans tâtonnements en trouver une autre pour la remplacer. C'est une sorte de gabarit qu'il convient de tracer.

Dans ces conditions, les éléments à considérer se réduisent à trois principaux : *le pas, la largeur intérieure du vide et la longueur des parties pleines.* Les dimensions types de ces éléments doivent d'ailleurs être calculées de manière à permettre de donner aux chaînes le jeu nécessaire et la résistance convenable, au moyen des matériaux et des méthodes de construction généralement en usage. Il faut, en outre, fixer, pour que les règles soient absolument précises, le diamètre des rouleaux des chaînes à doubles rouleaux.

Quant aux données autres que celles définies ci-dessus, il paraît inutile et même dangereux de les fixer à l'avance. La résistance d'une chaîne, par exemple, dépend non seulement des dimensions de ces éléments, mais aussi de la nature du métal, du mode de traitement et de construction, etc... Le coefficient de sécurité, variable d'un cas à l'autre, intervient également. C'est donc au constructeur qu'il faut laisser le soin de déterminer ces dimensions sous sa responsabilité, eu égard aux ressources dont il dispose et suivant ses vues particulières.

En ce qui concerne les roues dentées, il n'a pas paru nécessaire d'indiquer des règles spéciales ; il y a dans tous les cas assez de marge pour qu'on puisse donner aux dents une résistance largement suffisante. Le profil doit être tracé de telle sorte que les rouleaux et les blocs se placent convenablement entre les dents, et s'en détachent nettement, lorsque la chaîne quitte la roue. Ces condi-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Tableau des dimensions proposées.

CHAINES A SIMPLES ROULEAUX

PAS	LARGEUR	PLEIN
—	—	—
m/m	m/m	m/m
25	13	11
30	15	13
35	20	16
40	20	18
50	25	22
60	30	27
75	35	33

CHAINES A DOUBLES ROULEAUX ET A BLOCS

35	20	24
40	20	28
45	20	32
50	20	36
60	25	42
70	30	48
85	35	60
100	40	70

Toutes les chaînes d'automobiles devraient être établies suivant ces règles, sauf dans des cas spéciaux très rares justifiant les exceptions.

Les travaux de la Commission sont rapportés en détail dans une publication spéciale du Touring-Club.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tions sont faciles à réaliser, sans qu'il soit nécessaire de donner des règles précises pour ces tracés.

Les chaînes à unifier se rangent dans deux catégories : celles à simples rouleaux et celles à doubles rouleaux ou à blocs, les blocs prenant place des paires de rouleaux jumelés.

En ce qui concerne les *pas*, les différentes propositions et les discussions de la Commission montrent qu'on est en général d'accord pour qu'ils varient de 5 et 5 millimètres pour les petites chaînes et de 10 et 10 millimètres pour les grosses chaînes. Il convient de prendre les limites les plus étendues pour ces dimensions, en dépassant celles qui sont aujourd'hui d'un usage général. Les limites de 25 et 75 millimètres ont paru convenables pour les chaînes à simples rouleaux, et celles de 35 et 100 millimètres pour les chaînes à doubles rouleaux et à blocs.

Les largeurs ont été fixées, par comparaison avec les diverses dimensions en usage à 13, 15, 20, 25, 30 et 35 millimètres pour les chaînes à simples rouleaux et à 20, 25, 30, 35 et 40 millimètres pour les autres chaînes. Nous ferons remarquer que, pour les trois derniers types de chaînes, à pas de 70, 80 et 90 millimètres, la Commission n'a trouvé que peu de renseignements.

On pourrait prévoir deux ou plusieurs largeurs pour des chaînes de même pas ; mais cette variation de largeur ne présenterait, le plus souvent, que des avantages secondaires, tandis qu'elle multiplierait le nombre des types non échangeables. Mieux vaut créer une chaîne spéciale pour un cas exceptionnel qu'employer couramment deux ou trois types différents quand un seul suffirait.

Les *pleins* ont été fixés comme les autres éléments, d'après les dimensions adoptées déjà et les propositions présentées, en tenant compte des indications données à ce sujet à la Commission : avec certains systèmes de construction, il est difficile de bien proportionner la résistance de toutes les parties si les pleins ne sont pas suffisamment grands; il paraît utile, à ce point de vue, de donner aux pleins les plus grandes dimensions possibles, en réduisant les vides au minimum.

Dans les chaînes à simples rouleaux, le plein est égal au diamètre du rouleau; dans celles à doubles rouleaux, le plein est égal au double du diamètre des rouleaux, augmenté du jeu ménagé entre les deux rouleaux jumelés, jeu fixé à deux millimètres.

Le tableau qui suit résume les propositions de la Commission.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

BOITES D'ACCUMULATEURS

Les études faites jusqu'à ce jour pour ramener les boîtes d'accumulateurs à un petit nombre de types uniformes ne paraissent pas avoir abouti à un résultat pratique. C'est une question dont on peut recommander l'examen à la Commission qui étudierait l'unification des appareils de chargement.

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, je fais mettre à votre disposition le recueil des travaux de la commission du Touring-Club qui a déterminé le tableau soumis à votre approbation. Cette commission, qui avait pour président M. Michel Lévy, était composée de MM. Marcel Deprez, Hirsch, Gariel, etc., etc., et ses travaux ont duré près de huit mois ; si personne ne demande la parole, je donne une nouvelle lecture des conclusions du rapport de M. Sauvage sous la forme du vœu suivant :

1° Adoption pour les boulons et les vis du système nternational établi en 1898 par le Congrès de Zurich ;

2° Unification des appareils de chargement ; ouverture d'un nouveau concours pour les coffrets avec prise de courant universel pour automobiles électriques et un type uniforme pour les boîtes d'accumulateurs ;

3° Substitution des mesures métriques aux mesures anglaises pour exprimer les dimensions des chaînes automobiles ; adoption des dimensions proposées par le Touring-Club ;

4° Unification des diamètres des roues, notamment au point de vue de l'économie de fabrication et de la facilité de remplacement des bandages élastiques ;

5° Unification des formes et dimensions des joints.

Je mets ce vœu aux voix.

« Le vœu est adopté. »

M. LE PRÉSIDENT. — L'ordre du jour appelle le rapport de M. de Chasseloup-Laubat sur les questions historiques.

La parole est à M. de Chasseloup-Laubat.

M. LE COMTE DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Messieurs, le Comité d'organisation m'a chargé du rapport sur les questions historiques. J'ai remis au Congrès un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

travail commencé depuis quelque temps déjà et qui est l'historique de la locomotion automobile en France, aux Etats-Unis, en Angleterre. J'ai également quelques notes sur l'Allemagne mais malheureusement pas en aussi grand nombre que je l'aurais désiré. Ce travail sera imprimé, mais je ne puis en donner lecture aujourd'hui, parce qu'il est très long. Je me contenterai de dire sur ce sujet quelques mots, qui seront comme une partie de l'introduction qu'on pourrait faire à ce travail.

On peut être frappé de voir que, somme toute, la locomotion automobile date de fort longtemps déjà et que néanmoins, c'est depuis un temps relativement court qu'elle est entrée dans une période véritablement pratique. Il est même intéressant de voir que des idées qui nous paraissent actuellement presque nouvelles se rencontrent depuis fort longtemps déjà dans l'esprit des inventeurs — lesquels n'ont jamais vu du reste la réalisation pratique de certaines de ces idées. On parlait ce matin de direction : dans la voiture de Pecqueur, qui n'a jamais existé que sur le papier, il y a une direction à pivots. Cela date, si j'ai bonne mémoire, de 1828. De même dans certaines chaudières anglaises qui datent de la même époque, on voit ce que nous appelons actuellement des chaudières à petits éléments, à tubes d'eau. Certaines de ces chaudières ont fonctionné, contrairement à la voiture de Pecqueur. On rencontre encore le tirage forcé par ventilateur sur certaines de ces voitures.

On peut se demander pourquoi ces gens, qui avaient l'idée, ne sont pas parvenus à réaliser l'objet — et c'est ici que je rentre dans le cœur de la discussion et que je vais expliquer ce que je disais tout à l'heure. Pourquoi y a-t-il peu d'années seulement que nous sommes entrés dans une voie pratique ? La vérité, c'est que la voiture automotrice, destinée à rouler sur les routes et non pas sur les rails, est probablement le problème le plus difficile qu'il soit possible de poser à la sagacité du constructeur, l'objet le plus difficile à construire qu'on puisse lui proposer. On demande à une voiture de cette espèce un moteur puissant, léger, élastique même, si faire se peut ; il faut une transmission à laquelle on demande un bon rendement ; il faut une roue solide pouvant résister aux chocs de la route et cependant il ne la faut pas dépourvue d'élasticité, car cette rigidité même serait sa perte. Il y a encore la liaison entre les parties suspendues du véhicule et cette roue qui n'est pas suspendue et cette liaison constitue un problème mécanique délicat à résoudre. Toutes ces sujétions réunies font que pour construire une voiture donnant des résultats réels, il faut des matériaux de tout premier choix d'une grande dureté et en même temps d'une grande ductilité? A cet égard, les aciers que l'on fabrique depuis quelque temps sont tout à fait remarquables, puisque l'on arrive à avoir des aciers trempant un peu et qu'on peut cependant souder sans les altérer, en les travaillant avec quelques précautions. Il y a une masse de nouveaux aciers plus ou moins durs, notamment l'acier au nickel qui est entré dans la pratique. Tous jouissent de propriétés différentes, mais remarquables à des points de vue divers. Les constructeurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ne disposent que depuis peu de temps de l'aluminium qui est entré récemment dans le domaine de la pratique courante, et qui, sans être dépourvu d'inconvénients, rend de très grands services ; on s'en sert depuis peu de temps pour la construction des moteurs. Pour le bronze, on a fait aussi de grands progrès. Les métaux dits *terreux* existent depuis quelque temps déjà et leur emploi rentre de plus en plus dans la pratique. Au point de vue des matières premières, il y avait là un besoin absolu de progrès que les constructeurs n'auraient pas pu réaliser il y a encore quelques années.

Mais quand on a les matières premières, on n'a pas tout ; il faut encore les travailler, ces matières premières particulièrement dures, ces aciers qui prennent si bien la trempe, qui deviennent plus durs encore quand on les a travaillés. Or, cela n'était pas possible avec les moyens dont on disposait il y a cinquante ans ; il a fallu que la machine-outil rentrât dans le domaine de la pratique; et il faut reconnaître que les Américains ont fait beaucoup pour la rendre pratique. Là-bas, la main-d'œuvre coûte si cher, que c'est une question d'être ou de ne pas être pour toute industrie que de la réduire au minimum possible. C'est grâce à la machine-outil que l'on y est arrivé et si nous en avons inventé, si nous en avons perfectionné en Europe, il faut le dire encore une fois, c'est d'Amérique qu'elle nous vient. C'est grâce à la machine-outil que nous sommes arrivés à travailler ces métaux si durs; c'est grâce aux machines à rectifier que l'on peut travailler les aciers si durs après la trempe, ce qui est indispensable, parce que la trempe, nous le savons tous, déforme les pièces. Je sais bien qu'il existait déjà des machines à rectifier pour la fabrication des essieux de voiture; mais c'était là une application unique qui n'était connue que des spécialistes et qui n'était pas rentrée dans le domaine courant de la mécanique. Au contraire nous voyons maintenant dans toutes les usines — et vous les verrez demain — des machines qui rectifient d'une manière parfaite l'acier après la trempe.

C'est grâce à ces machines qu'on peut avoir des pièces fournissant un grand nombre d'heures de travail sans arriver à une usure sensible, même si le graissage est plus ou moins parfait ; c'est grâce à des détails de construction de cette espèce que nous voyons par exemple les moteurs à pétrole arriver à tant de légèreté. Or, il y a peu de temps encore, les constructeurs n'avaient rien de tout cela à leur disposition. Ils étaient réduits aux vieilles méthodes de travail et, malgré toute leur intelligence individuelle, malgré l'intelligence et l'adresse des ouvriers qu'ils pouvaient employer, ils ne pouvaient obtenir la perfection de construction à laquelle nous arrivons. Voilà, je crois, la vraie raison pour laquelle nous assistons depuis deux ou trois ans, à une véritable éclosion qui peut étonner ceux qui ne regardent pas au fond des choses et qui, au fond, n'est que la conséquence logique de ces progrès de la machine-outil. C'est à la machine-outil que nous devons l'automobile.

Je ne veux pas continuer cet exposé qui serait long : ces quelques mots seront

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

en quelque sorte une introduction au travail écrit qui sera publié dans le compte rendu du Congrès que je serai très heureux de savoir lu par vous.

RAPPORT de M. le Comte de CHASSELOUP-LAUBAT

SUR

la Locomotion automobile en France

PREMIÈRE PARTIE

C'est à un Français, Nicolas-Joseph Cugnot, que revient l'honneur d'avoir imaginé le premier véhicule automobile (1).

Né à Void (Lorraine), le 25 septembre 1725, Cugnot passa sa jeunesse en Allemagne, où il exerça la profession d'ingénieur; il prit ensuite du service auprès du prince Charles, dans les Pays-Bas. Ce n'est qu'en 1763 qu'il vint à Paris, où il donna des leçons sur l'art militaire. Il avait d'ailleurs inventé un fusil adopté par le maréchal de Saxe. En 1769, il présenta sa voiture au ministre Choiseul, qui en autorisa l'essai, ainsi qu'il résulte du rapport présenté le 4 pluviôse an VIII (24 janvier 1801), par Roland, commissaire général de l'artillerie et ordonnateur des Guerres. La chaudière se trouva insuffisante, toutes les douze à quinze minutes, il fallait arrêter la voiture et attendre que la vapeur ait repris la tension nécessaire. Les essais furent toutefois assez satisfaisants pour que le Ministre ordonnât la construction d'une seconde voiture perfectionnée. Cette voiture fut achevée en 1770, mais l'exil de Choiseul et les événements qui survinrent firent oublier Cugnot et sa voiture.

Cugnot, privé par la Révolution des ressources qu'il s'était créées, se retira à Bruxelles, où il serait mort de misère sans la charité d'une dame de cette ville. Il rentra cependant en France en 1801 et, sur la proposition d'une Commission de l'Institut, obtint du Premier Consul une pension de mille livres, dont il ne profita guère, puisqu'il mourut le 2 octobre 1804.

---

(1) Dans un rapport présenté à la Société d'Encouragement de l'Industrie Nationale, par M. de Gérando, secrétaire, rendant compte des travaux de la Société en 1815, on trouve cette phrase :

« Nous devons rappeler à ce sujet, que feu M. Joseph Montgolfier avait imaginé, dans sa « jeunesse, une semblable machine à l'aide de laquelle il parcourait une assez grande distance « et conduisait sa famille à la promenade. »

Joseph Montgolfier (né en 1740), a donc été peut-être un précurseur aussi en matière de locomotion automobile, mais nous n'avons pu trouver de renseignements précis à cet égard.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Sa voiture, retrouvée, en 1801, à l'Arsenal, fut placée dans les collections du Conservatoire des Arts et Métiers où elle se trouve encore. Voici la description qu'en donnait le général Morin (1) :

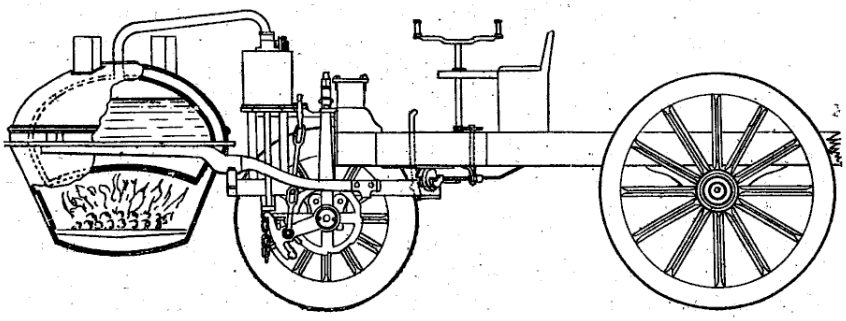


Fig. 1. — Chariot à vapeur de Cugnot.

« La voiture à vapeur de Cugnot est du genre de celles qu'on nomme tri-
« cycles. La roue de devant est la roue motrice et sa bande de fer est crénelée,
« probablement pour augmenter son action sur le sol. Cette roue, ainsi que tout
« l'appareil à vapeur, y compris la chaudière, est mobile autour d'un axe verti-
« cal, et le mouvement peut être produit par le conducteur au moyen d'une
« manivelle à deux poignées et d'un engrenage qui le transmet à une crémail-
« lère circulaire dentée (2). Cette disposition permettait au conducteur de la
« machine de faire tourner la voiture sous des angles de 15 à 20°.

« L'appareil moteur se compose d'une chaudière placée à l'avant et soutenue
« ainsi que son foyer par une forte ferrure. Le foyer, en deux pièces, a la forme
« tronconique à la partie inférieure, et celle d'une calotte sphérique à la partie
« supérieure; il est en cuivre rouge. La chaudière, en forme sphéroïde aplati,
« est comprise entre le couvercle et le fond du foyer, de telle sorte que le feu
« étant allumé au-dessous, la flamme et les gaz circulent librement dans l'inter-
« valle qui les sépare et s'échappent par deux petites cheminées rectangu-
« laires (3); un tuyau courbe qui vient de la chaudière conduit la vapeur à un

(1) Note sur la voiture à vapeur de Cugnot (Compte rendu de l'Académie des Sciences, 1851.)

(2) Chaudière et moteur sont supportés par un bâti en fer reposant sur l'essieu moteur et qui se prolonge sous le bâti d'un fardier. Le contact se produit par l'intermédiaire de galets sur un chemin de roulement fixé sous le bâti du fardier.

(3) La chaudière est en somme fort rudimentaire; elle ne comporte aucun appareil de sûreté ni d'indicateur de niveau. Elle ne possède d'ailleurs d'autre orifice que les cheminées et le tuyau de prise de vapeur et il semble qu'on n'y pouvait introduire d'eau qu'en démontant le tuyau de prise de vapeur, ce qui ne pouvait être bien pratique et laisse des doutes sur la réalité d'essais sérieux.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« appareil de distribution dont la pièce principale est un robinet à deux pas-
« sages.

« La machine à vapeur est à deux cylindres en bronze verticaux, recevant
« la vapeur et la laissant échapper à la partie supérieure par la même lumière
« et par le même conduit qui se trouve alternativement en communication avec
« la chaudière et avec l'air atmosphérique. Il résulte de là que, dans cette
« machine, la vapeur devait agir à haute pression et à simple effet.

« La vapeur en agissant de haut en bas sur les pistons les force à descendre.
« La tige de ces pistons est à section carrée et liée par une chaîne ordinaire
« avec l'extrémité supérieure d'un secteur circulaire mobile à frottement doux
« autour de l'essieu de la roue motrice. Entre les deux bras de ce secteur, est
« une roue à rochet calée sur l'essieu, et un cliquet, que porte le secteur et qui
« est appuyé par un ressort contre la surface du rochet, agit sur les dents de
« celui-ci et force ainsi la roue à tourner d'une quantité proportionnelle à la
« course du piston.

« Le rochet est disposé de manière à pouvoir être conduit en sens contraire
« pour faire reculer la voiture, au moyen d'une modification dans la disposition

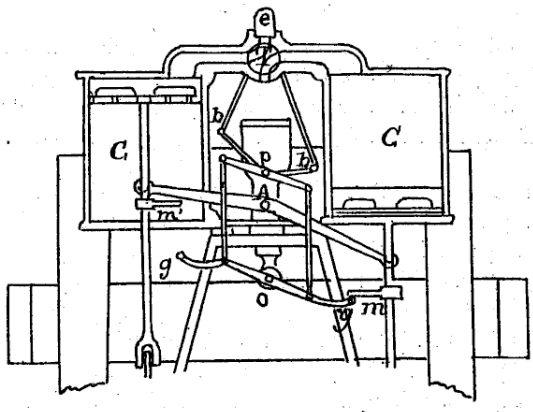


Fig. 2. — Chariot à vapeur de Cugnot. (Coupe transversale.)

« du ressort qui presse le cliquet. La machine étant à simple effet et sans con-
« denseur, le piston ne remonterait pas par l'effet de la pression atmosphérique,
« mais les deux secteurs (1) sont liés par l'intermédiaire d'un balancier, de telle

(1) Il existe un secteur analogue de chaque côté de la roue motrice correspondant à chacun des deux cylindres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« sorte que, quand l'un s'abaisse, l'autre est relevé et ramène son piston à la « partie supérieure du cylindre.

« Quant à la distribution de la vapeur, elle est produite, comme on l'a vu « plus haut, par le mouvement alternatif d'un robinet à deux issues, mû de la « manière suivante. Sur chaque tige du piston est fixé, par une vis de pression, « un toc en forme de marteau qui, dans sa descente avec la tige, agit sur un « petit balancier terminé par des galets ; ce balancier reçoit ainsi un mouvement « alternatif qui, par une espèce de petit parallélogramme et une chaîne de Vau- « canson, est communiqué à un double toc circulaire dont l'action s'exerce sur « des saillies ménagées au robinet.

« Les deux ouvertures par lesquelles le robinet établit alternativement la « communication de l'intérieur des cylindres avec le tuyau à vapeur et l'air « extérieur sont ainsi ouvertes et fermées successivement. On remarquera de « plus que, les marteaux pouvant être placés à différentes hauteurs sur la tige des « pistons, il est possible de faire varier le moment de l'ouverture des robinets « pour l'admission ou l'échappement. »

Si l'on en croit le *Moniteur* du 18 vendémiaire an XIII (6 octobre 1804), la seconde voiture de Cugnot fut essayée.

« La trop grande violence de ses mouvements ne permettait pas de la diriger, « écrit l'auteur de l'article nécrologique (Cugnot venait de mourir), et dès la « première épreuve, un pan de mur qui se trouvait dans sa direction en fut « renversé. »

Cet essai a été contesté ; quoiqu'il en soit, la voiture existe encore aux Arts et Métiers, telle que la construisit Cugnot.

La tentative de Cugnot resta sans imitateur pendant un quart de siècle. Il faut arriver à la fin de 1823 pour trouver le brevet pris par Revon et Moulinié pour une machine à vapeur s'adaptant aux chars de tous genres.

Pierre Revon, dont Moulinié n'était que le bailleur de fonds, avait été frappé de l'insuffisance de la chaudière de Cugnot ; il chercha à y suppléer et eut à cet égard des idées en avance sur son époque. Sa première machine comportait une véritable chaudière à vaporisation instantanée. Il se servait d'un long tube de 4 $^{m}/_{m}$ de diamètre intérieur avec 1 $^{m}/_{m}$ d'épaisseur, exposé de toutes parts au feu. Ce tuyau se trouvait ainsi porté au rouge et l'eau qui était injectée se vaporisait brusquement et fournissait de la vapeur à une tension élevée. Mais Revon éprouva sans doute quelque difficulté à réaliser sa conception, car il y renonça pour recourir finalement à une chaudière formée de tuyaux verticaux,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avec réservoir de vapeur, formée de tubes horizontaux. Il prévoyait très nettement les avantages des chaudières tubulaires :

« Dans les appareils composés de tuyaux, écrit-il dans son brevet, la vapeur « peut être fournie sous des pressions fort élevées sans aucun danger ; mais, « comme il est difficile de bien contenir la vapeur lorsque sa tension surpasse « 10 atmosphères, il convient de ne l'employer qu'à 8 ou 10 atmosphères « seulement. »

C'est vers la même époque que Onésiphore Pecqueur prit son premier brevet (25 avril 1828), pour un chariot à vapeur pour routes ordinaires.

Né en 1792 dans une ferme du Pas-de-Calais, Pecqueur avait manifesté dès son enfance un goût très marqué pour les mathématiques et la mécanique. Il fit son apprentissage chez un horloger de Paris et, en 1818, il construisait une horloge qui lui valut une médaille d'or. Nommé chef des ateliers du Conservatoire des Arts et Métiers en 1824, Pecqueur eut occasion de construire un petit modèle de la voiture à vapeur de Cugnot pour le cours de Pouillet. Il s'était rendu compte, lui aussi, de l'insuffisance de la chaudière. Le programme qu'il se traça à cet égard est des plus rationnels :

« Je me suis proposé, écrit-il, d'employer peu de matière et peu d'eau, « d'obtenir une grande surface de chauffe, un petit volume, une grande solidité « pour marcher à haute pression. »

On le voit, Pecqueur, comme Revon, avait l'intention d'utiliser la vapeur à haute tension, mais il ne sut pas non plus réaliser d'une façon complète ses conceptions. Sa chaudière était formée de tubes placés côte à côte, de manière à former une paroi continue à section rectangulaire entourant le foyer. Ces tubes étaient réunis entre eux en haut et en bas par deux cadres creux. Le cadre supérieur recevait la vapeur engendrée dans les tubes verticaux; il était réuni par six tubulures au réservoir de vapeur d'où partait le tuyau d'alimentation du moteur.

Pecqueur s'était même efforcé de brûler la plus grande partie de la fumée. Dans ce but, il avait deux foyers et un clapet permettant de faire passer les fumées du foyer nouvellement chargé sous la grille de l'autre. Le tirage nécessaire était obtenu par un ventilateur mis en mouvement par la machine pendant la marche, par une manivelle quand le chariot était au repos.

Comme Cugnot, Pecqueur plaça sa chaudière en porte-à-faux en avant de la voiture. La vapeur était amenée par le tuyau *d* au moteur; celui-ci (breveté dès 1825), mérite de retenir l'attention comme conception.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les cylindres sont remplacés par une caisse cylindrique fermée, coupée en deux parties par deux coulisses, et dans laquelle tourne un piston rectangulaire ayant exactement la forme de la boîte et solidaire de l'arbre. Les coulisses sont animées d'un mouvement rectiligne alternatif grâce auquel chaque

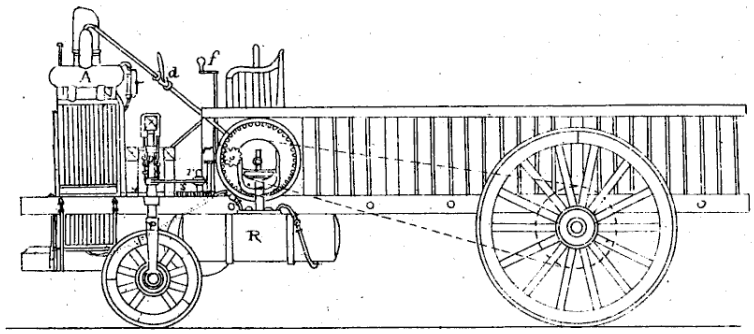


Fig. 3. — Chariot à vapeur de Pecqueur. (Ensemble.)

moitié de la caisse est successivement mise en communication avec la chaudière. La vapeur agit ainsi d'une façon continue sur la face du piston et celui-ci prend un mouvement de rotation qu'il communique à l'arbre.

Ce moteur ne semble toutefois pas avoir donné d'excellents résultats à cause des difficultés d'exécution de la boîte et des fuites de vapeur. Pecqueur le remania jusque dans les dernières années de sa vie sans parvenir, semble-t-il, à lui donner une forme vraiment pratique.

L'axe du moteur était relié au pignon moteur par un système d'engrenages pouvant donner des vitesses variables. Une chaîne sans fin transmettait le mouvement aux roues de derrière.

La direction était assurée par les deux roues d'avant. Chacune d'elles était fixée dans une chape à axe vertical dont le prolongement passait par le point de contact de la roue avec le sol. Ces deux chapes étaient reliées par une bielle qui maintenait le parallélisme des deux roues. Cette bielle était elle-même commandée par un secteur denté mû par un petit pignon fixé à un axe vertical.

Comme on le voit, ce dispositif bien que très intéressant est imparfait, puisque les prolongements des axes des deux roues avant ne coupent pas, pour toutes leurs positions, le prolongement de l'axe des deux roues arrière au même point. Il en résulte que sauf pour le cas de la marche en ligne droite, une des roues avant devait forcément riper.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il faut aussi remarquer l'ingénieux mode de suspension du corps du chariot sur les roues avant. Comme on le voit sur la figure ci-contre, le chariot par l'intermédiaire des pièces de bois *L* et *M* est porté seulement en un point central par le ressort transversal qui s'appuie directement, à chacune de ses

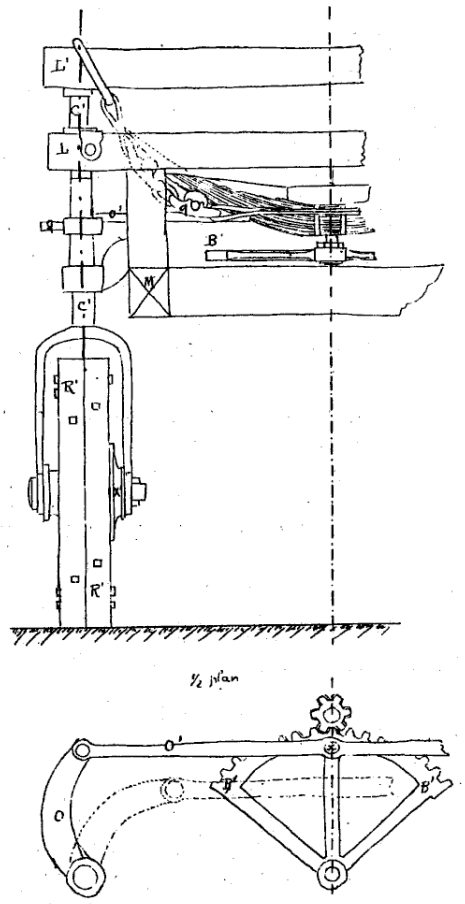


Fig. 3 bis. — Chariot à vapeur de Pecqueur.

extrémités, sur les chapes des roues directrices. Ce dispositif permet à ces roues de suivre toutes les inégalités du terrain sans que jamais le châssis du chariot travaille en porte-à-faux.

Mais la caractéristique de l'œuvre de Pecqueur, c'est l'application de l'en-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

grenage différentiel à l'essieu de derrière. Quand les deux roues de derrière d'une voiture sont fixées à l'essieu et que celui-ci tourne dans des paliers attachés aux brancards, dès que le chariot sort de la ligne droite, les roues ont des chemins inégaux à parcourir. On peut remédier à cet inconvénient en employant un moteur pour chaque roue, mais indépendamment du prix plus élevé, il en résulte une complication que Pecqueur eut le mérite d'éviter en imaginant un dispositif grâce auquel une machine « partage sa puissance « en proportions convenables sur les deux roues simultanément, en leur lais- « sant la liberté de faire plus de chemin l'une que l'autre, et d'elles-mêmes, « toutes les fois qu'il s'agira de tourner ou de marcher en ligne courbe (1).

Ce dispositif est représenté par la figure ci-contre. L'essieu d'arrière qui porte les roues motrices est en deux pièces y et Y'; la partie Y' est cylindrique

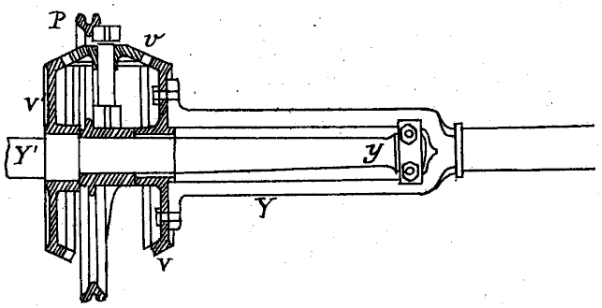


Fig. 4. — Chariot à vapeur de Pecqueur. (Engrenage différentiel.)

et pleine, tandis que y forme une chape au fond de laquelle un coussinet reçoit l'extrémité de Y'. A la chape y est fixée la roue d'angle v, et une autre v' de même diamètre est calée sur Y'. Un pignon d'angle U engrène avec toutes deux ; il est porté par une poulie de chaîne P qui est montée folle sur Y'. Le pignon U peut ainsi tourner autour d'un des rayons de la poulie, en restant toujours engrêné avec v et v'. La chaîne actionnant la poulie P, le pignon U suivra cette dernière et entraînera les roues v et v' dans son mouvement en partageant, suivant les besoins, la force qu'il transmet entre les deux roues.

Le chariot à vapeur ne fut d'ailleurs qu'un épisode dans la vie de Pecqueur. Après avoir refusé les offres du gouvernement britannique, il fonda dans le quartier Popincourt une raffinerie de sucre indigène où il appliqua des procédés nouveaux inventés par lui ; en 1844, il présenta un projet de chemin de fer à

(1) Brevet de Pecqueur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

air comprimé. Chevalier de la Légion d'honneur en 1844, il mourut à Paris le 10 Mars 1852.

Sa tentative de voiture à vapeur n'avait eu que peu d'imitateurs. L'idée nouvelle était loin d'exciter en France le même intérêt qu'en Angleterre. Les chemins de fer qui venaient de naître, absorbaient l'attention et c'est à peine si quelques inventions méritent d'être signalées jusqu'à l'apparition des locomotives routières qui, marquant une nouvelle phase de l'évolution de l'idée de l'automobilisme, devaient, 30 ans plus tard, donner un regain d'actualité à la question.

Galy Cazalat inaugura sa carrière en 1826 par l'invention d'un moteur à gaz hydrogène ; puis, le 4 novembre 1833, il prit brevet pour une voiture à vapeur avec chaudière tubulaire verticale placée en porte-à-faux en arrière de l'essieu de derrière, et avant-train à deux roues dirigé au moyen d'un secteur denté. Le moteur comportait deux cylindres actionnant tous deux l'essieu moteur par l'intermédiaire de manivelles calées à angle droit. Le mouvement de l'essieu était transmis aux roues par des manchons d'embrayage à dents permettant d'isoler ou d'actionner à volonté les roues.

Le brevet de perfectionnement du 9 octobre 1835 s'applique à une locomotive à 18 places pouvant remorquer en outre une diligence. L'agencement reste le même, mais Galy se sert, pour la direction de l'avant-train, d'un petit cylindre à vapeur dans lequel se meut un piston à deux tiges. A chacune de ces deux tiges est attachée une corde qui, passant sur une poulie de renvoi, va se fixer près de l'extrémité de l'essieu. Un robinet à quatre ouvertures permettait d'envoyer de la vapeur sur l'une ou l'autre des faces du piston, tout en mettant la face opposée en communication avec l'air extérieur. Il en résultait un déplacement du piston et une déviation correspondante de l'essieu d'avant-train.

Ce dispositif, fort commode pour tourner, avait toutefois le grave inconvénient de permettre des déviations involontaires. L'inventeur y suppléait, soit par un levier d'arrêt, soit par un dispositif qui permettait d'emprisonner de l'huile dans le cylindre, de manière à éviter tout déplacement du piston.

Au surplus, de 1833 à 1838, Galy Cazalat accumule les brevets de perfectionnement. Dès le début, il avait appliqué la détente à son moteur et pressenti l'utilisation des gaz, indiquant à chaque brevet les modifications à faire subir à ses appareils pour les transformer en générateur à éther sulfurique ou « le « moteur liquide le plus convenable pour les voitures élégantes et légères, à « 2 et 4 places », écrit-il. Il remanie également les dispositions à donner à la voiture ; son brevet de 1838 s'applique à une locomotive à 5 roues, dont l'une,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

très grande, située dans le plan médian, sert de roue motrice, tandis que l'avant-train est monté sur cheville-ouvrière et que les roues de derrière sont simplement porteuses.

Mais toutes ces machines ne semblent pas avoir donné les résultats attendus, car, quelques années plus tard, Galy Cazalat fait breveter un moteur spécial qu'il appelle « pendule dynamique » et qui consiste en une capacité annulaire *MM* formée de deux tôles concentriques communiquant avec deux réser-

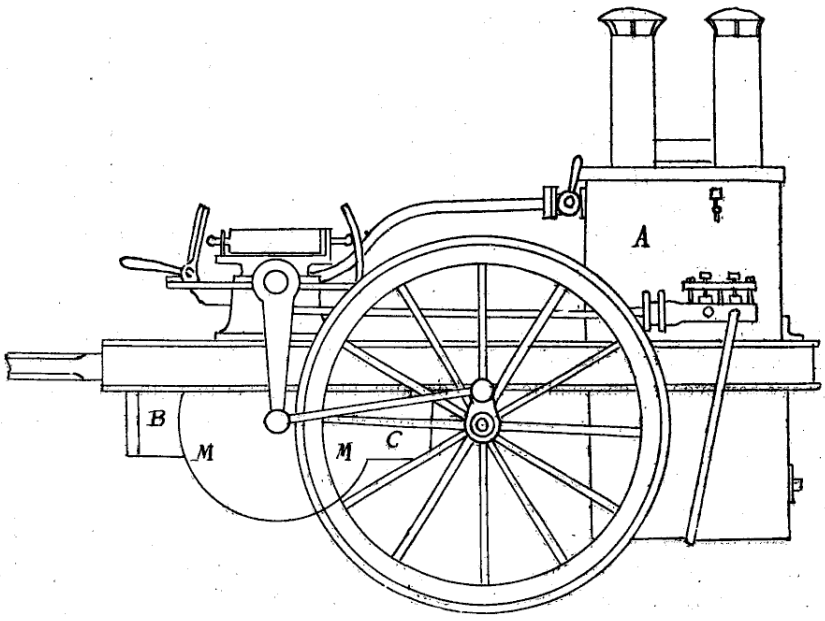


Fig. 5. — Voiture à vapeur de Galy Cazalat.

voirs *B* et *C* et contenant du mercure. En admettant la vapeur successivement d'un côté et de l'autre de ce récipient, on provoque des oscillations successives de la masse de mercure, oscillations qui déterminent la rotation de la roue motrice.

Le véhicule de Burdin est plus compliqué encore. Il est composé de deux voitures dont la première porte la machine à vapeur et tous ses accessoires, tandis que la deuxième, pourvue d'un train mobile en arrière, porte une ornière directrice formée d'une pièce longitudinale plus ou moins inclinée suivant la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pente du terrain, placée entre quatre roulettes à gorge, au sommet de la tige du piston à vapeur.

Le mouvement de va-et-vient du piston se trouve transformé en un mouvement progressif et alternatif des deux voitures. La vapeur, portée à la pression de 4 ou 5 atmosphères, exerce sur le piston une pression dont l'effet est de

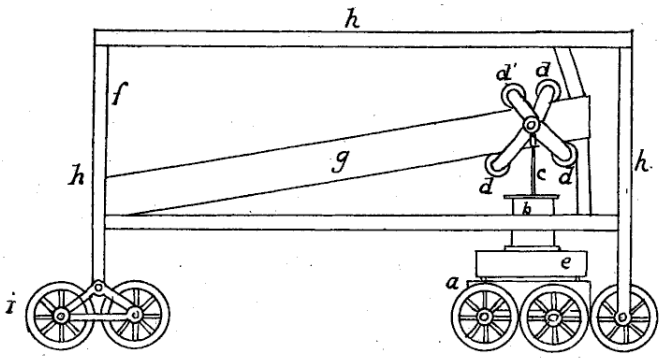


Fig. 6. — Chariot à vapeur Burdin.

soulever le plan supérieur du cylindre; par conséquent, la première voiture se trouve soulevée et suspendue sur l'ornière directrice le long de laquelle elle descend jusqu'à ce que le piston, ayant fini sa course en sens contraire, réagisse et soulève la partie antérieure de la seconde voiture. L'ensemble progresse ainsi par poussées successives. La partie supérieure de la voiture intérieure est d'ailleurs mobile autour d'une cheville-ouvrière, ce qui lui permet de suivre la direction donnée en agissant sur les roues de derrière de la seconde voiture. Le train de quatre roues placé en avant de cette même voiture pour supporter l'about de l'ornière est également mobile.

Sur la figure ci-contre :

a représente la première voiture portant la machine et ses accessoires;
b le cylindre avec son piston eu haut de sa course;
c la tige du piston surmontée de quatre galets
d entre lesquels passe l'ornière directrice qui appartient à la deuxième voiture;
e partie mobile de la voiture *a*;
f seconde voiture portant l'ornière directrice avec un train mobile et deux roues de derrière;
g ornière directrice;
h bâti de la voiture *f*;
i roues de devant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

En 1837, Philippe Amiot et Richard de Sailly font breveter une voiture à vapeur qu'ils nomment *pyroatme*. La chaudière, qui fournit de la vapeur à 8 kgr., est placée en avant, tout près de la roue unique de devant. Cette roue est motrice, elle porte de chaque côté du moyeu trois engrenages de diamètre différent permettant de changer la vitesse. La machine est au-dessus du générateur et l'espace en arrière est occupé par les voyageurs. La même année, Hamond présente un omnibus à vapeur. La voiture repose sur un bâti triangulaire porté par trois roues, deux en avant, une derrière. Chacune des deux roues motrices est indépendante et reçoit le mouvement d'un cylindre spécial par l'intermédiaire de bielles; les robinets d'admission de vapeur sont en relation avec la roue unique de derrière, de telle sorte que la répartition de la vapeur est réglée d'après l'angle fait par cette roue avec les deux autres.

Le générateur était formé d'une série de tubes en cuivre de petit diamètre, disposés verticalement et réunis entre eux par un certain nombre de tuyaux horizontaux. Ces tuyaux, constamment pleins d'eau, étaient chauffés par un foyer placé au-dessous; la vapeur était recueillie dans un réservoir supérieur.

Hamond imagina également un remorqueur basé sur les mêmes principes, mais dans lequel le générateur était composé de deux rangées superposées de tuyaux longitudinaux et transversaux disposés horizontalement et réunis entre eux. La rangée supérieure communiquait avec quatre bouilleurs occupant presque toute la longueur du générateur.

Passot (1838) résout la question en se servant d'une roue en forme de tambour, sur le pourtour duquel sont fixés des appendices creux ayant à peu près la forme de cornues. Le système est rempli d'eau jusqu'à une certaine hauteur. Cette eau est mise en ébullition et la vapeur qui se dégage refoule le liquide des cornues inférieures dans les cornues supérieures qui, plus lourdes, tendent à descendre de manière à provoquer la rotation de la roue.

La voiture du mécanicien Payre de Saint-Étienne (1849) comportait quatre roues. Les roues de derrière étaient actionnées chacune par un cylindre, soit directement, soit, plus tard, par des chaînes de Vaucanson. La chaudière, horizontale, s'étendait au milieu, et l'avant-train mobile portait une crémaillère qui permettait de relever la chaudière dans les rampes.

L'appareil de Moinier (1852), rappelle la voiture à réaction de Newton. Un cylindre alimenté par une chaudière placée en avant, actionne une pompe à air

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à double effet, qui comprime de l'air dans un réservoir placé à l'arrière et muni d'une buse d'écoulement. La réaction produite par l'échappement de l'air comprimé devait assurer la locomotion du véhicule.

On le voit, durant toute cette période, la véritable voiture à vapeur n'a guère fait de progrès. Mais le succès des chemins de fer amena les inventeurs à chercher des véhicules qui, sans exiger les installations spéciales et coûteuses des locomotives, fussent en état de drainer vers les voies ferrées, le trafic des contrées encore privées des avantages de celles-ci. C'est de ce besoin et aussi des nécessités de la grande culture que naquirent les remorqueurs et les locomotives routières.

Dès 1835, Charles Dietz avait eu l'idée d'un remorqueur voyageant sur les routes ordinaires. Son premier type comportait une paire de roues motrices à l'arrière et une seule roue directrice à l'avant ; mais, dans les modèles suivants

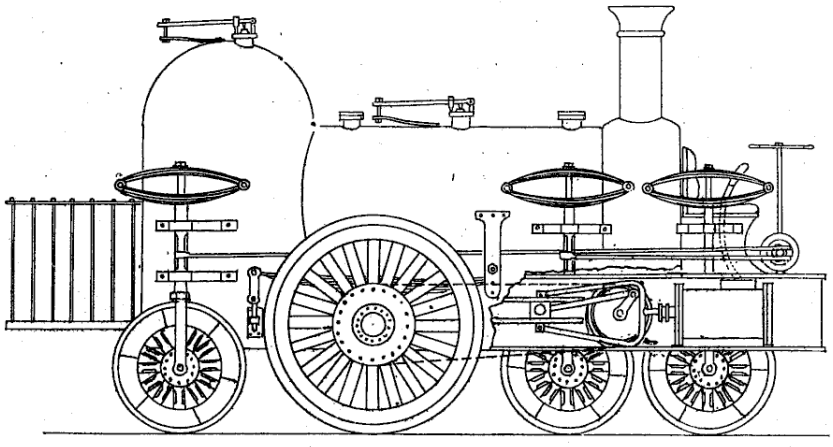


Fig. 7. — Remorqueur à vapeur Ch. Dietz.

il augmenta le nombre des roues et eut jusqu'à trois paires de roues porteuses montées avec plaques de garde pour s'adapter aux inégalités du sol.

L'appareil se compose essentiellement de deux cylindres à vapeur accolés à une chaudière tubulaire à foyer circulaire. L'action de la vapeur est transmise par deux pistons attelés à des manivelles croisées, agissant sur un arbre intermédiaire dont le mouvement est transmis à l'essieu moteur par une chaine sans fin.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le remorqueur porte sur huit roues dont deux seulement motrices ; les six autres, plus petites, sont montées sur des tiges verticales reliées au châssis par l'intermédiaire de ressorts. Deux paires de ces roues sont en avant des roues motrices ; elles servent d'avant-train directeur. Le mécanisme de direction, commandé par un gouvernail que manœuvre le mécanicien, est agencé de façon à donner aux deux roues porteuses de derrière une position inverse de celle prise par les quatre roues de devant, ce qui facilite les virages.

Les deux grandes roues sont motrices; pour assurer leur adhérence, elles sont munies de morceaux de bois debout juxtaposés et encloisonnés latéralement entre deux cercles fixés de champ sur les côtés des jantes de chacune des deux grandes roues.

Dietz comptait employer son remorqueur avec des wagons spéciaux pourvus

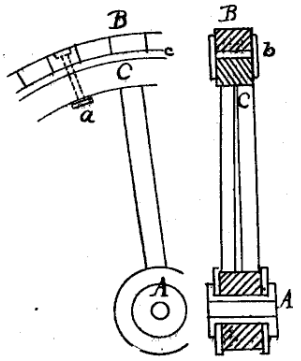


Fig. 8. — Roue Dietz.

de roues commandées comme celle du remorqueur de manière à coordonner les mouvements des essieux de devant et de derrière.

Enfin pour donner plus d'élasticité encore à ses machines, Dietz proposait d'interposer entre la jante et le bandage en bois de ses roues, une couche de matière élastique : feutre, liège ou caoutchouc.

Pecqueur avait également cherché à obtenir une roue élastique ; en 1840, il avait fait breveter un système de roue qui répondait au même but. Les rais étaient assemblés dans un cercle en métal concentrique à l'essieu et serré entre deux autres cercles analogues. Ces trois anneaux étaient reliés au moyeu par une série de ressorts horizontaux donnant une grande élasticité au système.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le remorqueur Dietz fut expérimenté le 26 Septembre 1835 entre Paris et Saint-Germain. Il franchit la distance, aller et retour, en 1 heure 1/2 et gravit la rampe du Pecq en 13 minutes. La même voiture fit, en 1839, une série de voyages d'essai entre l'Observatoire et l'Arc de Triomphe avec une Commission de l'Institut, parmi laquelle se trouvaient Arago, Poncelet, Séguier. Ce dernier, rapporteur, rendit hommage aux excellentes qualités du véhicule. L'année suivante (1840), les expériences furent renouvelées par Th. Olivier. Un premier essai fait le 13 Mai avec deux voitures omnibus contenant 42 personnes, donna les résultats suivants :

Distance parcourue.	12 kilomètres.
Temps	55 minutes.
Vitesse moyenne.	13 kilomètres.
Consommation de coke	180 kilos à l'heure.

Un deuxième essai (8 juillet 1840), donna une vitesse moyenne de 13 kilomètres et une dépense de 152 kilos de coke à l'heure, pour un parcours d'une quinzaine de kilomètres. Enfin un troisième voyage dura 2 h. 37, ce qui obligea à un arrêt pour prendre de l'eau, le tender ne pouvant en recevoir que pour une heure de marche. La vitesse moyenne, déduction faite de l'arrêt, fut de 13 kilomètres, avec une consommation de 170 kilos de coke à l'heure. La machine ne mit que 8 minutes pour aller de l'extrémité du pont de Neuilly au haut de la montée de Courbevoie; elle gravit donc cette rampe (1/22) à la vitesse de 8 kilomètres à l'heure. Durant tout le trajet, la pression se maintint constante à 4 atmosphères.

Le remorqueur Dietz donna donc des résultats sérieux, « mais la machine « était lourde, bruyante ; elle jetait des nuages de fumée fort incommodes pour « les voyageurs (1). »

M. Leroy, de Nantes, présenta également en 1835 une locomotive tricycle destinée à remorquer une diligence. Cette machine, de la force de plus de 12 chevaux-vapeur, était formée de deux cylindres oscillants à double effet et chacune des deux roues motrices pouvait être embrayée ou débrayée à volonté, ce qui permettait de tourner aisément.

Les roues motrices avaient 8 pieds de diamètre ; la vapeur était fournie par une chaudière tubulaire avec dispositif pour le rechargement automatique du foyer. Un arbre intérieur permettait de réduire la vitesse pour vaincre les résistances dans les parcours en rampe. A l'encontre de Dietz, Leroy se servait de

---

(1) Rapport Tresca. (*Bulletin* de la Société d'Encouragement, 28 février 1864.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

lanières en cuir pour transmettre le mouvement de l'arbre intérieur aux roues motrices.

C'est aussi à la même époque que M. DE LAUBESPIN lança ses voitures polycycles à trains articulés mues par des moteurs quelconques et pouvant circuler sur les voies ferrées comme sur les routes ordinaires.

Il faut arriver en 1856 pour trouver le premier essai de locomotive routière. Le 22 octobre 1856, LOTZ fils aîné, de Nantes, faisait breveter une locomobile destinée à l'agriculture.

Le moteur peut, à volonté, actionner ou l'essieu d'arrière ou une poulie

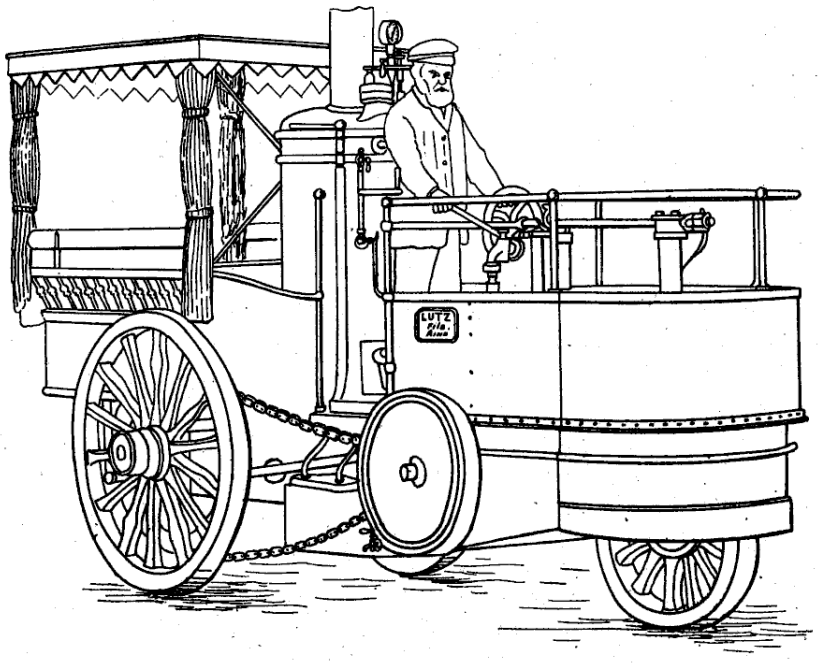


Fig. 9. — Avant-train de la routière LOTZ.

volante servant de transmission pour les machines agricoles : batteuses, charrues à vapeur, etc.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'avant-train comporte deux roues ; il est commandé par une chaîne sur laquelle le mécanicien agit dans un sens ou dans l'autre par l'intermédiaire d'un engrenage héliçoïdal *E* actionné par le volant manivelle *f*, placé à sa portée, à l'arrière de la machine.

Cet avant-train à deux roues ne donnait pas toute satisfaction et ce ne fut qu'en 1865 que Lotz eut l'idée de le remplacer par une roue unique centrale.

La machine de 1865 est de la force de 5 chevaux-vapeur; elle comporte une chaudière verticale placée à l'arrière et un moteur à pilon avec deux cylindres actionnant deux arbres intermédiaires pourvus d'un système d'engrenages qui permet de donner diverses vitesses à l'essieu moteur. Celui-ci est monté sur

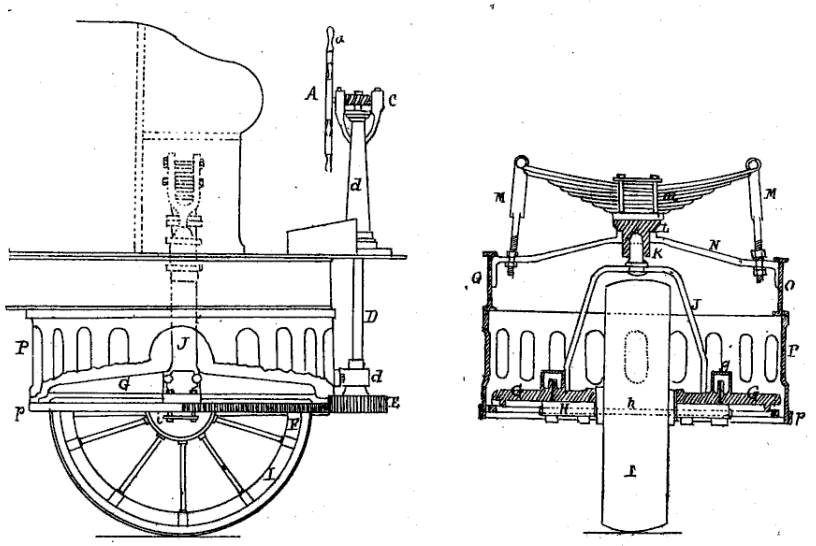


Fig. 10. — Voiture automobile de Lotz.

une pièce cintrée *J* pourvue à sa partie supérieure d'un pivot *K* qui s'engage dans une crapaudine *L* fixée au ressort de suspension. Un cercle partiellement denté *F* fait corps avec les plaques *GG* de support de l'axe, il engrène avec le pignon *E* commandé lui-même par la roue hélicoïdale *C* sur laquelle le conducteur agit par l'intermédiaire de la roue à manettes *A* et de la vis sans fin *B*. La roue directrice *F* de grand diamètre, est enfermée dans une cage cylindrique à claire-voie *p*, suspendue aux longerons *O*; elle est folle sur un axe *H* fixé aux plaques *G* et traversé par un canal *h* qui, alimenté par les godets *g*, *g'*,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

assure le graissage continu. Les pièces *G* portant l'essieu sont attachées au pont *J* que porte le pivot *K*; la crapaudine *L* fait corps avec la traverse *N* fixée aux longerons *O* et suspendue aux extrémités du ressort *m* par les chapes *MM*.

La machine *C* fixée sur la chaudière *A* n'actionne qu'une roue motrice par l'intermédiaire d'une chaîne sans fin. L'autre roue est pourvue d'un essieu puissant; les roues motrices ont des bandages de 0^m, 20 de large et sont montées sur ressorts. Le maniement de cette machine exige deux hommes : le mécanicien et le conducteur.

Des essais faits en 1865 et 1866 par M. Tresca donnèrent des résultats satisfaisants, tout en montrant que, comme toutes les machines de ce genre, la routière Lotz n'était d'un emploi pratique qu'à la condition de ne lui demander que de faibles vitesses. Ces machines sont lourdes et dès que la vitesse devient un peu forte, le travail dépensé pour le transport de la machine absorbe la presque totalité de la puissance disponible. La direction laissait aussi encore à désirer et l'échappement de vapeur donnait lieu à un bruit incommode.

La maison Lotz a établi d'autres types de formes un peu différentes, mais où l'on retrouve les mêmes organes et une disposition analogue; elle a construit d'ailleurs tout un matériel de fourgons et de wagons destinés à être remorqués. Elle a également construit une routière pour voyageurs pouvant servir au besoin de remorqueur.

Cette routière constituait une véritable voiture à vapeur qui figura à l'Exposition de 1867. La chaudière, verticale, était placée à l'avant ainsi que la machine, de sorte qu'un seul homme suffisait pour sa manœuvre. Le mouvement était transmis aux roues motrices par une chaîne sans fin et la roue directrice était commandée de la façon exposée plus haut.

Cette voiture fonctionna régulièrement; pourtant la construction en fût abandonnée et la maison Lotz se cantonna dans les machines agricoles et routières destinées au transport à petite vitesse de lourdes charges.

Entre temps Lenoir qui le 24 janvier 1860 avait pris le brevet d'invention du moteur à gaz, demandait trois mois après, le 17 avril 1860 un certificat d'addition conçu en ces termes :

« Dans mon brevet du 24 janvier, je dis que je puis me servir des « *hydrogènes carbonés liquides* comme calorique, pour chauffer et dilater l'air

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« et ses combinaisons, afin d'obtenir une force motrice; je vais dans cette « addition expliquer comment j'opère pour obtenir le résultat voulu et décrire « le petit appareil que j'emploie.

« Quand je veux faire fonctionner la machine à air dilaté, j'introduis dans « un récipient soit de l'essence, de la gazoline, des bog-head, du goudron ou du « schiste, ou tout autre hydrogène carboné, ou le mélange de ces dites matières.

« Je commence à échauffer le récipient à l'aide d'une petite lampe à alcool « ou tout autre combustible; aussitôt il se produit des vapeurs inflammables « qui sont transformées en gaz provisoire et conduites au cylindre de la machine « à air dilaté; le reste se passe ensuite comme avec les gaz obtenus par la « distillation de la houille, c'est-à-dire que les vapeurs sont introduites dans « le cylindre comme il est dit dans mon brevet du 24 janvier 1860, avec une « certaine quantité d'air; puis elles sont enflammées par l'électricité. L'air se « dilatant par la chaleur produite, pousse le piston et le résultat de la combus- « tion s'échappe ensuite par les tiroirs d'échappement qui communiquent à un « serpentin disposé au fond du récipient contenant le liquide ou les autres « matières à distiller.

« Comme on le voit par ce qui précède, je puis employer tous les *hydrogènes* « *carbonés liquides* en les réduisant en vapeur, et je puis aussi me servir des « hydrogènes bi-carbonés comme aussi des hydrogènes carbonés solides, comme « les résines, etc., etc. Il ne s'agit que de les réduire en vapeur; je puis aussi « les introduire directement dans le cylindre par gouttes, et la chaleur du « cylindre les réduirait en vapeur, comme aussi les faire passer autour du « cylindre, qui par sa chaleur les réduirait en vapeur. »

Puis l'addition au brevet s'étend sur l'emplacement des inflammateurs soit au tiers ou au quart de la course pour avoir une détente plus ou moins longue.

En résumé, dit M. Lenoir, « les points constitutifs de la présente addition « peuvent se résumer ainsi :

« 1° Application des vapeurs *hydrogènes carbonés* ou *bi-carbonés liquides* « ou solides ou toute matière pouvant se réduire en vapeur inflammable « pour chauffer l'air dans le cylindre moteur, ce qui constitue toujours le moteur « à air dilaté et ce qui est d'une application complètement nouvelle.

« 2° Emploi de deux inflammateurs disposés sur le cylindre moteur, de « manière à produire une détente déterminée par la longueur de la course que « le piston doit encore parcourir après l'inflammation, ou au besoin réglementa- « tion de l'inflammation par le distributeur de l'électricité lui-même, qui fait « jaillir l'étincelle à chaque bout du cylindre à un moment donné. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Après lecture de ce brevet et du certificat d'addition, il ne peut plus subsister de doute, M. Lenoir est bien l'inventeur du moteur à gaz, et s'il n'a pas prononcé le mot pétrole, c'est qu'en 1860 le pétrole était une rareté, mais il indique tout au long que les hydro-carbures sont propres à alimenter son moteur.

Quant à la machine, il l'avait réalisée à double effet, complication sur celle de nos jours, qui est à simple effet. N'ayant à sa disposition ni le pétrole ni ses dérivés, tels que gazoline, benzoline ou essences légères, il avait inventé un appareil qui lui servait tout à la fois d'alambic pour la distillation des hydro-carbures lourds et de carburateur.

Quant à l'allumage, alors que Ruhmkorff venait à peine d'inventer la bobine, il avait réalisé l'allumage électrique auquel tous les constructeurs actuels semblent se rallier, après avoir passé par l'allumage par transport de flamme dans les moteurs fixes et par l'incandescence pour les moteurs voitures.

Non seulement M. Lenoir est l'inventeur du moteur à gaz, mais, précurseur heureux, il a fait, *au mois de mai 1862 une voiture* munie d'un moteur à gaz qui circula plusieurs fois, des ateliers où elle avait été construite, rue de la Roquette à Paris, partant de ce point pour aller à Vincennes.

La preuve de la construction de cette voiture et la constatation de son fonctionnement sont faites en une pièce authentique signée par M. Goriot, ex-chef des ateliers des moteurs Lenoir, et M. Pinotot, ex-contremaître, encore existants.

M. Jeantaud peut de même, s'il en est besoin, corroborer ces dires et affirmer avoir vu circuler la voiture construite par M. Lenoir avec son moteur à gaz.

Ces preuves irréfutables établissent d'une façon certaine que la France peut revendiquer pour l'un de ses enfants la gloire d'avoir construit le premier moteur à gaz et la première voiture avec moteur à gaz.

Ces constatations ne diminuent en rien le mérite de M. Siegfried Marcus qui, en 1877, quinze ans plus tard, construisit à Vienne une voiture avec moteur à gaz, ni celui de M. Daimler qui, vingt-cinq ans plus tard, reprenant le moteur à gaz le perfectionna, le réduisit en le faisant tourner à six ou sept cents tours au lieu de cent ou cent cinquante, vitesse ordinaire des moteurs à gaz fixes, et le rendit ainsi plus pratique.

A la même époque, GELLERAT et ALBARET prenaient leurs premiers brevets.

Le véhicule automoteur destiné au transport et au remorquage sur voies ordinaires, breveté, par Gellerat le 19 Août 1864, était monté sur deux essieux qui, parallèles pendant la marche en ligne droite, pouvaient être rendus conver-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

gents dans les courbes. Ce véhicule pouvait d'ailleurs marcher en avant ou en arrière par un simple changement de marche du moteur à vapeur l'actionnant.

L'arbre de couche du moteur était relié par une chaîne de Gall à un système de roues dentées permettant deux vitesses différentes et commandant les roues motrices par l'intermédiaire de bielles articulées.

Le véhicule comportait d'ailleurs deux essieux à roues solidaires, et la voiture reposait sur des ressorts fixés aux boîtes à graisse des essieux.

Mais la disposition essentielle est celle qui permet de faire converger les essieux. Pour cela, chaque essieu est formé de deux parties indépendantes qui pénètrent dans des boîtes à graisse rattachées à un longeron central *e f* soli-

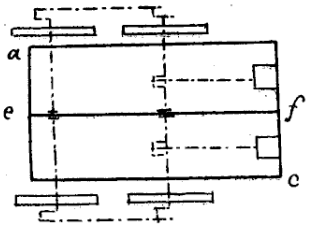


Fig. 11. — Routière Gillerat. (Schéma de la direction.)

daire du bâti *a b c d* reposant sur les boîtes à graisse des fusées situées du côté extérieur. Le véhicule se compose donc, en réalité, de deux véhicules distincts accolés parallèlement au plan de leurs roues comme le seraient deux locomotives dont on supprimerait les roues d'un côté et qu'on réunirait de ce côté par les longerons de leurs châssis.

Les roues d'un même côté sont couplées, et chacun des demi-essieux de la paire de roues motrices est actionné d'une manière indépendante par un cylindre spécial placé soit à l'intérieur du bâti, soit à l'extérieur.

Le bâti de la voiture repose sur celui des roues par l'intermédiaire de ressorts; il supporte la chaudière et le tender. Le tiroir de chaque cylindre est commandé par un levier de changement de marche spécial. Quand les deux leviers sont au même point, l'admission est la même pour les deux cylindres et les deux demi-essieux restent en ligne droite; mais si les leviers ne sont pas au même point, l'admission est différente pour les deux cylindres, et les roues d'un côté tournent plus vite que celles de l'autre. Les moitiés d'essieu divergent alors et le véhicule tourne.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les premiers types de routières d'Albaret, brevetés en 1864, rappellent les machines analogues anglaises. Le moteur est au-dessus de la chaudière et actionn un volant de transmission pour les machines à battre et autres; un embrayage permet de reporter la puissance sur un système de roues dentées actionnant les roues de derrière et de rendre la locomobile automotrice.

En mars 1865, Albaret apporte diverses modifications : c'est d'abord le mode de construction des roues dans lesquelles les rayons sont formés de lames d'acier fondu cintrées, ce qui donne une grande élasticité en tous sens et assure la fixité

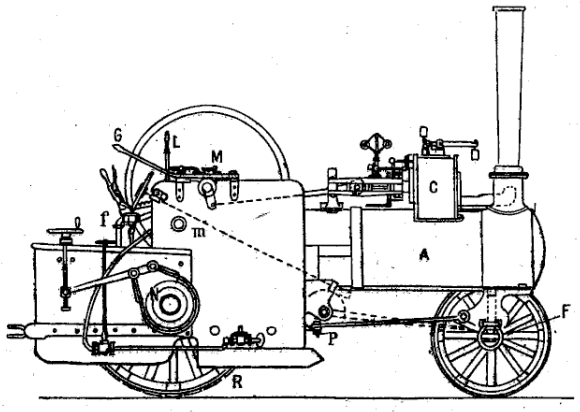


Fig. 12. — Routière Albaret.

des fonctions relatives des organes moteurs et du centre des roues; c'est ensuite une disposition permettant de commander de l'arrière l'avant-train au moyen d'une vis sans fin, embrayant avec la roue de commande de celui-ci.

En juillet suivant, il perfectionne encore la commande de l'avant-train, en intercalant sur la tige de la vis sans fin deux roues pouvant engrener avec un pignon central mû par une courroie passant sur l'arbre intermédiaire moteur, de sorte qu'il suffit au mécanicien d'embrayer au moyen d'un manchon à friction l'une ou l'autre des deux roues pour obtenir automatiquement la direction voulue.

Le mécanisme moteur est logé au-dessous de la chaudière; il se compose de deux machines conjuguées attachées au longeron et complètement protégées par une enveloppe en tôle. Le mouvement est transmis aux roues, soit au moyen d'engrenages, soit au moyen de chaînes; les roues motrices peuvent d'ailleurs être rendues folles ou fixes, soit alternativement, soit simultanément, et une coulisse de Stephenson permet le renversement de la vapeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Un certificat d'addition, pris le 2 novembre 1865, porte sur les points suivants :

1° Combinaison de commande qui permet aux roues d'avant-train de décrire un cercle complet;

2° Transmission du mouvement des machines à vapeur conjuguées au moyen de bielles d'accouplement, ce qui donne la possibilité de placer l'essieu moteur sur ressorts;

3° Calage des manivelles des roues motrices par des chevilles, de manière à donner la faculté au mécanicien de rendre très facilement les roues folles à volonté;

4° Disposition de la cheminée mettant le mécanicien à l'abri de la fumée;

5° Adoption de freins circulaires analogues à ceux en usage pour les grues.

Les routières d'Albaret figurèrent en bonne place à côté des machines anglaises à l'Exposition de 1867. Le type d'alors comportait une chaudière formée d'un corps vertical dont la partie supérieure servait de réservoir de vapeur, et d'une partie horizontale avec tubes en acier; le générateur était timbré à dix kilos. Deux cylindres placés sur la chaudière actionnaient un arbre coudé dont le mouvement était transmis aux roues motrices placées à l'arrière par un système d'engrenages et une chaîne. Cette transmission existait de chaque côté en dehors du bâti; elle était garantie par une enveloppe en tôle. En outre, les maillons de la chaîne baignaient dans l'eau de savon.

Les roues motrices avaient $1^{m},40$ de diamètre; elles étaient à jante lisse et pouvaient être rendues libres à volonté, chacune étant pourvue d'un frein à vis. Un tender placé à l'arrière pouvait recevoir une provision d'eau et de combustible pour une marche de 15 à 20 heures.

Le bâti, très rigide, reposait sur les roues par plusieurs ressorts en spirale; le train d'avant, formé de deux roues de grand diamètre et très rapprochées l'une de l'autre tournait autour d'un axe vertical sous l'action d'une vis sans fin commandée de la plate-forme du mécanicien.

Cette routière pouvait remorquer 25 tonnes sur route peu accidentée, à la vitesse de 5 à 6 kilomètres à l'heure; la charge remorquée descendait à 12 tonnes sur des rampes de 0.05.

Albaret perfectionna encore les détails de sa machine et arriva ainsi au type représenté ci-contre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La chaudière *A* (*fig.* 12) repose par son extrémité sur l'avant-train *F*; elle est du type des chaudières tubulaires de locomotive; les plaques de côté du foyer sont prolongées et portent les coussinets de l'arbre principal *M*, de l'arbre intermédiaire *m* et de l'essieu moteur *N*. Un système de roues dentées permet de modifier la vitesse par l'intermédiaire du levier *G*, placé à portée du mécanicien. Le cylindre *C* est plongé dans le dôme de prise de vapeur, de sorte que l'admission se fait directement par un tiroir commandé par la tige *l*.

Le volant manivelle permet de diriger à volonté la locomotive. Par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'une roue hélicoïdale, il commande l'arbre *p*, sur lequel sont enroulées, en sens contraire, deux chaînes de Vaucanson *n* et *n'* fixées à leur autre extrémité sur l'essieu d'avant. Chacune des roues motrices *R* peut d'ailleurs être rendue folle à volonté et un mouvement différentiel, monté sur le moyeu de la roue motrice permet même, lorsqu'on tourne un peu court, la différence nécessaire de vitesse entre les deux roues.

Dans le remorqueur Bernier et Godard (brevet du 6 Décembre 1864), les roues sont remplacées par de véritables jambes qui se soulèvent et s'abaissent alternativement par les combinaisons du mécanisme, touchant le sol sous un angle donné, au moyen de pieds formant de larges points d'appui et fonctionnant en poussant comme ceux du cheval. C'est une idée que nous avons déjà rencontrée dans les machines anglaises et à laquelle Hermann s'efforcera quelques années plus tard de donner une forme pratique.

Du reste, les brevets abondent à cette époque. C'est Cail avec sa routière rappelant la locomotive ordinaire, Oriolle, avec son générateur spécial à fourreau et sa commande directe, Turck avec son mouvement différentiel obtenu au moyen d'engrenages droits placés à l'intérieur de l'une des roues motrices; Loubat, avec sa locomotive à roues motrices indépendantes, dont les vitesses respectives sont réglées par le mécanicien faisant tourner l'avant-train, de telle sorte que toute déviation de parallélisme entre l'essieu d'avant et l'essieu d'arrière produit instantanément un changement de vitesse proportionnel dans les roues motrices et qu'ainsi aucun frottement par glissement ne vient contrarier les changements de direction pendant la marche; Bezy, avec sa machine à double moteur commandant directement deux roues motrices de chaque côté et son mécanisme agencé pour permettre à l'ensemble de pivoter sur place en prenant comme point de centre l'une des roues d'un essieu intermédiaire simplement porteur, soutenant le châssis au milieu de sa longueur; Angibault, avec sa machine à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

roues motrices indépendantes, ce qui permet de provoquer la rotation en faisant tourner une roue plus vite que l'autre; Schmid, avec son engrenage différentiel et sa roue directrice d'avant, manœuvrée d'arrière; Favre, avec ses roues motrices, folles sur l'essieu, mais rendues solidaires par la manœuvre même du levier à deux branches qui commande la direction de la roue d'avant, de telle sorte que la direction est assurée non seulement par la disposition de la roue d'avant, mais encore par la différence de vitesse entre les roues de derrière, celle placée du côté du plus grand rayon de la courbe étant seule actionnée par le moteur, tandis que l'autre reste folle.

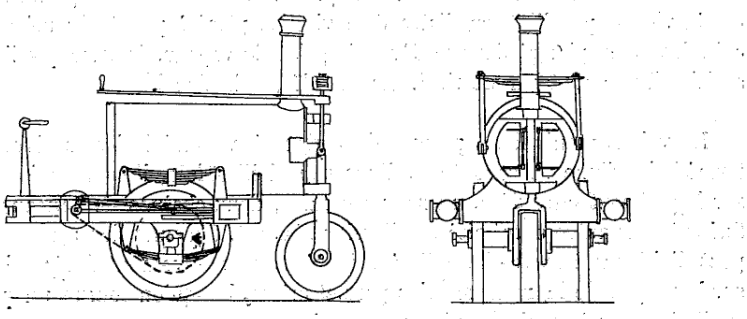


Fig. 13. — Routière Schmid.

Enfin, en 1870 (le 18 mars), Ernest Michaux, le fils aîné de Pierre Michaux, inventeur de la pédale, prend un brevet pour une locomotive routière à grande vitesse, dite steamer-routier, qui fut construite dans les ateliers de son père à Paris.

La chaudière en tôle, a $0^m,60$ de diamètre et $1^m,50$ de long; elle renferme 40 tubes de $0^m,035$ de diamètre, ce qui donne une surface de chauffe de 6^m 9594, et, en tenant compte du foyer en tôle, de plus de 8 mètres. Chacune des deux roues motrices, folle sur l'essieu d'arrière, est actionnée par une paire de cylindres de $0^m,13$ de diamètre intérieur, mettant en mouvement, par des bielles de $0^m,77$ de longueur, un arbre coudé relié lui-même aux roues motrices par des chaînes de Gall qui agissent sur des cercles dentés fixés aux roues.

L'essieu des roues d'avant-train peut tourner autour d'une cheville-ouvrière, sous l'action d'un gouvernail placé à la portée du mécanicien. La distribution

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de vapeur est également à sa portée; elle est faite pour chaque machine au moyen d'une coulisse de Stephenson.

Le remorqueur pesait 3,500 kilos et avait une puissance de 8 chevaux-vapeur; il pouvait prendre une vitesse de 20 kilomètres à l'heure avec une charge de 5,000 kilos et fit le trajet de Paris à Rouen à la moyenne de 18 kilomètres,

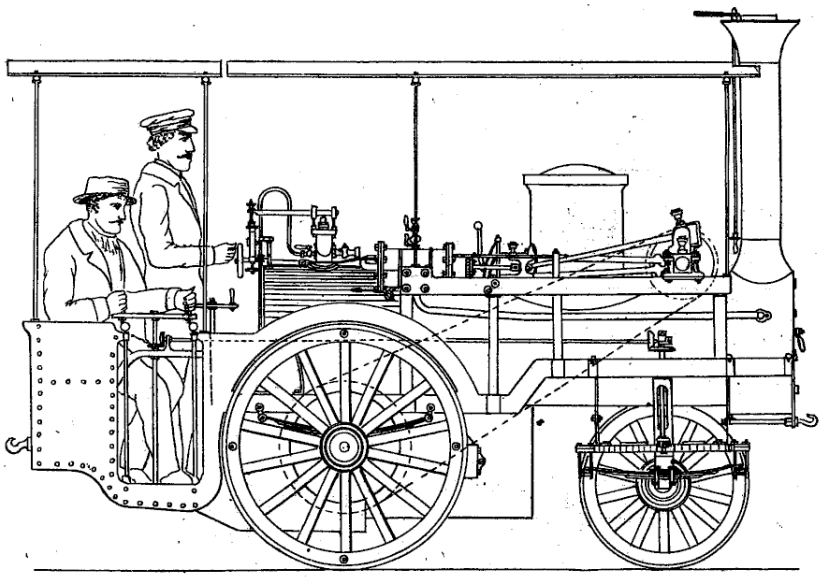


Fig. 14. — Routière Michaux.

remorquant un break avec 5 voyageurs, plus 3 autres voyageurs montés sur le remorqueur même. Il fit également le voyage de Paris à Gisors dans d'excellentes conditions. Malheureusement la guerre survint qui interrompit les travaux de Michaux.

Son remorqueur fut, en 1871, acheté pour 12,500 francs par René Ollivier qui s'en servit pour aller à Marseille et le fit fréquemment circuler dans les rues de cette ville.

Quoique, ainsi que nous l'avons dit, l'attention fut surtout portée à cette époque vers les machines puissantes, quelques types de voitures automobiles méritent d'être signalés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est d'abord la voiture GIFFARD (1864) composée d'un double châssis à l'intérieur duquel sont placées les roues ***B*** commandées chacune par les cylindres ***C*** ou ceux ***D*** suivant que l'on veut marcher en avant ou en arrière.

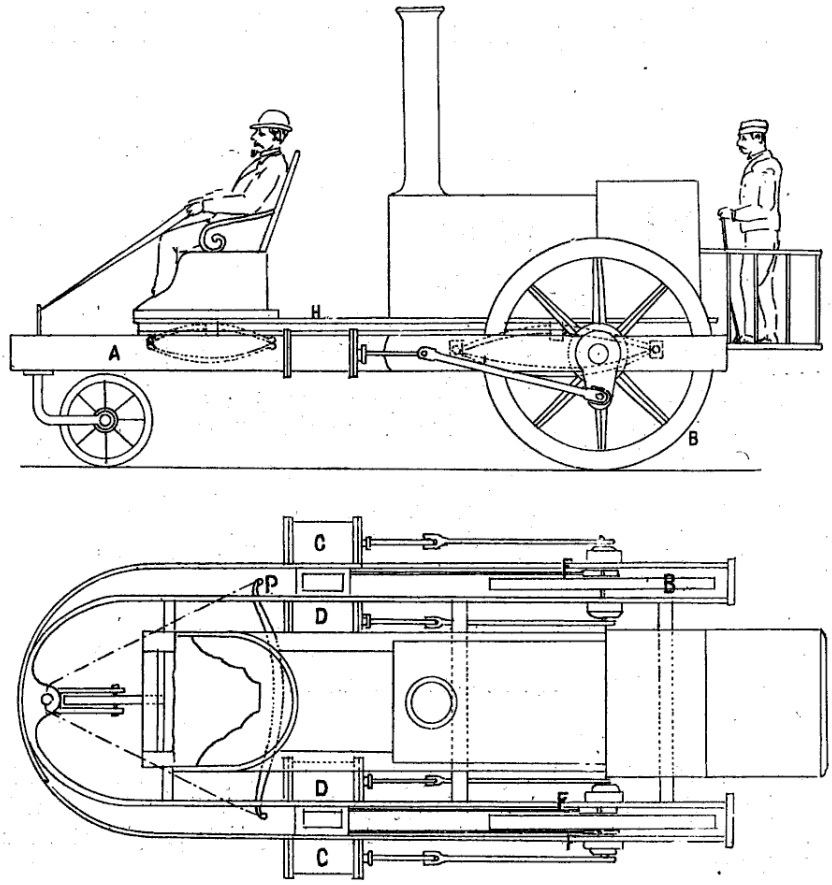


Fig. 15. — Voiture à vapeur GIFFARD.

L'admission de vapeur est réglée, pour chaque paire de cylindres, par un tiroir commandé par un excentrique ***F*** que les roues ***B*** mettent en mouvement.

Un second châssis ***H*** reçoit la chaudière et le corps de la machine. Il est monté sur des ressorts fixés entre les branches du premier bâti et supportés par des entretoises reliées au châssis. La roue directrice, plus petite, montée sur

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pivot, se trouve tout à fait en avant, du châssis A; les voyageurs prennent place également en avant de la machine.

Le conducteur tient en main deux guides dont chacune, après avoir passé dans des anneaux disposés sur le châssis, vient se relier aux branches d'un ressort P, combiné à chaque extrémité avec un mécanisme de changement de marche.

En tirant l'une des guides, celle de droite, par exemple, on produit de ce côté un ralentissement qui, suivant l'intensité de la traction exercée, peut aller jusqu'à la marche en arrière. Le cylindre de gauche, au contraire, continue à marcher en avant; le véhicule tournera donc vers la droite. Il se dirigerait au contraire vers la gauche si le conducteur agissait sur la guide de gauche. Enfin, en agissant sur les deux guides à la fois, on obtient une marche en arrière à contre-vapeur.

La voiture Laudet (1866) affecte la forme d'un coupé. La chaudière, verticale, se trouve à l'avant; l'essieu moteur est actionné par deux cylindres à vapeur latéraux au moyen de bielles et de manivelles coudées. Les bâtis de ces cylindres

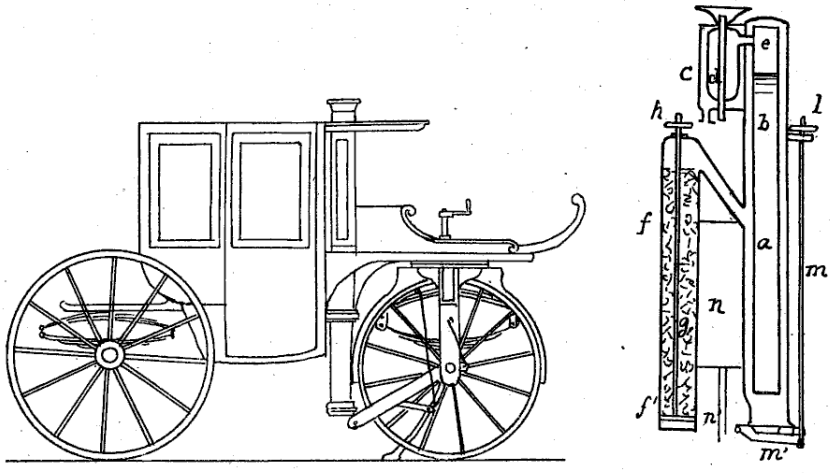


Fig. 16. — Voiture à vapeur Laudet.

peuvent monter ou descendre à frottement doux, de manière à atténuer l'action des chocs. Une roue unique à l'avant, commandée par un mécanisme spécial.

La chaudière est formée d'un corps cylindrique à l'intérieur duquel sont placés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

des tubes verticaux à air chaud. Le corps cylindrique est lui-même placé au centre d'un tube plus gros qui sert à la fois d'enveloppe et de cheminée pour l'évacuation des gaz chauds. A la partie supérieure du corps cylindrique, en *b*, les gaz chauds passent dans une seconde enveloppe *cc* au centre de laquelle se trouve le réservoir de vapeur *dd* relié à la chaudière par le tube *e*.

Le combustible est placé dans un coffre disposé à côté de la chaudière et dont le fond mobile *y*, peut monter ou descendre, sous l'action de la vis commandée par le volant *h*. Une ouverture *i* pratiquée à la partie supérieure permet le chargement du coffre; le combustible descend sur la grille par une seconde ouverture *j* fermée par une petite porte *K* disposée de manière à se refermer d'elle-même lorsque la grille est suffisamment chargée.

De l'autre côté de la chaudière, un volant *l* permet de manœuvrer le cendrier *m* pour donner plus ou moins d'activité au feu. Enfin, entre la chaudière et le coffre à charbon, se trouve une caisse à eau communiquant par le tuyau *n* avec un réservoir placé à l'arrière. Un injecteur Giffard, placé sous le siège du conducteur, assure l'alimentation de la chaudière.

Laudet compléta sa voiture par une disposition spéciale qui, dans son esprit, devait aider à gravir les rampes : deux excentriques calés sur l'essieu moteur, portant à leur extrémité des ressorts en forme de pied de cheval, pouvaient être manœuvrés par le conducteur de manière à venir s'appuyer sur le sol et à pousser le véhicule en avant.

Cody (1867), place sa chaudière en avant et se sert d'un essieu moteur à

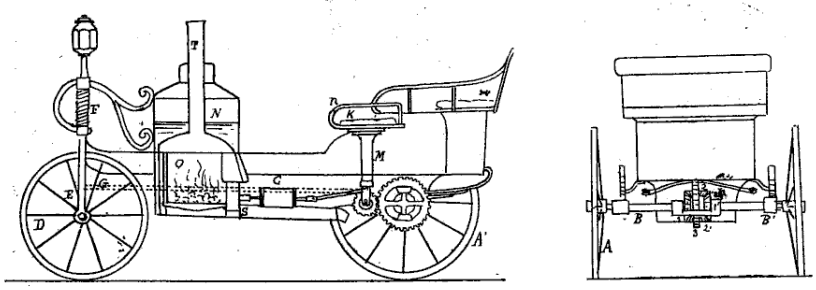


Fig. 17. — Voiture à vapeur Cody.

engrenage différentiel. Les roues motrices *AA* sont montées sur deux arbres *BB*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

indépendants, mais situés dans le prolongement l'un de l'autre et reliés par les quatre roues d'angle *1*, *1'*, *2*, *2'*. La roue d'avant-train est manœuvrée par l'intermédiaire d'une tige aboutissant au siège du conducteur, mobile autour d'un axe creux *m*, de sorte que le simple déplacement du conducteur assure la direction de la voiture.

L'échappement se produit sous le véhicule par la gaine *S* qui reçoit également les produits de la combustion. La chaudière, verticale, est d'ailleurs agencée de manière à permettre deux courants de flammes, l'un pour la marche, l'autre pour le repos et l'allumage. Dans le premier cas, le retour de flamme s'effectue par le bas et les gaz chauds traversent une ou plusieurs rangées de tubes situés autour du foyer; dans le second cas, l'évacuation se fait directement par la cheminée *T*. Le changement est obtenu au moyen de valves manœuvrées par le mécanicien.

La voiture Guidez et Collin (1867), est plutôt un tracteur; elle est maintenue par son avant-train et par ses roues élastiques. L'essieu *OO* de l'avant-train est formé de deux parties terminées chacune à l'une de leurs extrémités par un secteur denté *O'* engrenant avec un pignon *P*. Ce pignon est porté par un support *Q* fixé au milieu de la traverse *R* du châssis; il fait corps avec un arbre traversant le support *Q* et portant à son extrémité une roue à chaîne *S*. Quand le pignon *P* tourne sous l'action du conducteur, les secteurs marchent l'un en avant, l'autre en arrière, et il en résulte que les roues prennent la direction convenable pour le virage de la voiture.

Les roues motrices sont d'ailleurs fixées sur deux essieux par une rondelle conique qui serre le moyeu contre un plateau fixe calé sur l'essieu, de sorte qu'il suffit de desserrer cette rondelle pour que la roue devienne folle. Le mouvement du véhicule n'est plus alors commandé que par une seule roue et le virage s'effectue aisément.

L'omnibus destiné à recevoir les voyageurs est suspendu sur quatre ressorts au-dessus des roues directrices; la chaudière et la machine sont en arrière et la fumée est évacuée par une cheminée infléchie de manière à rejeter les gaz tout à fait en arrière.

Quant à l'élasticité des roues, elle était obtenue en reliant la jante au moyeu par des rais courbes en acier. Ces rais — à simple courbure dans les premiers appareils, à double courbure plus tard — sont flexibles, soit en se fermant,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

soit en se redressant. Sous l'action d'un choc, les rais inférieurs plient, ceux

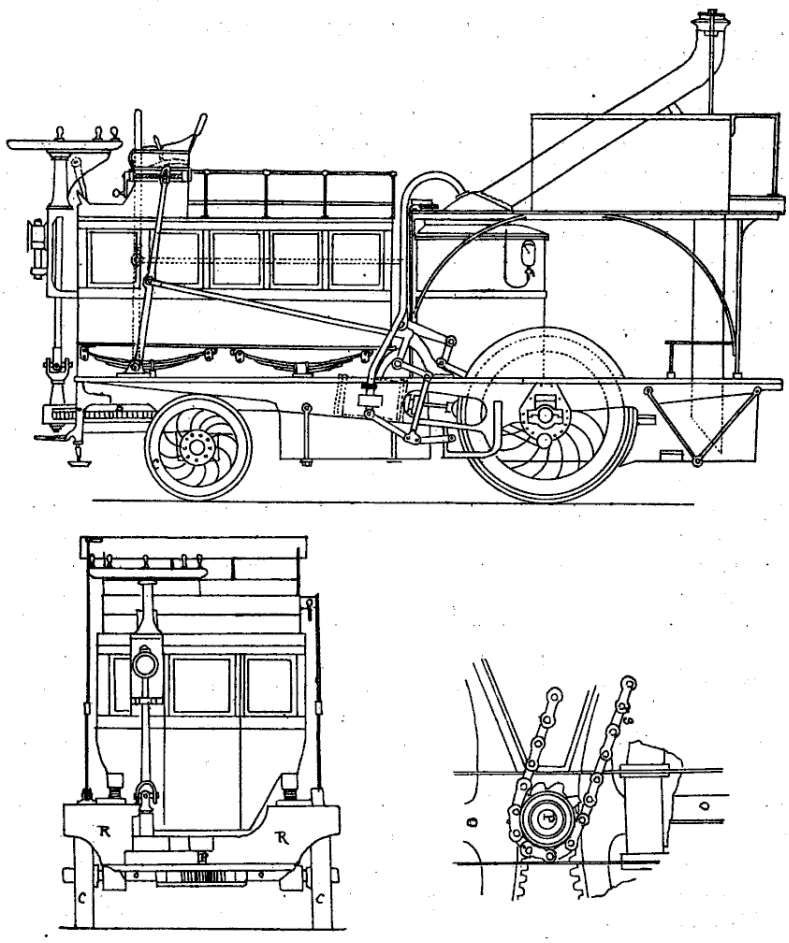


Fig. 18. — Voiture à vapeur Guidez et Collin.

supérieurs se redressent et l'ensemble de ces flexions constitue l'élasticité de la roue.

La voiture Loubat (1865), rappelle assez la voiture de tramway, ce qui n'a rien d'étonnant si l'on se rappelle que Loubat fut le concessionnaire de la pre-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mière ligne de tramway concédée à Paris, entre Vincennes et le pont de Sèvres. (Décret du 18 février 1854.)

Signalons aussi les essais de SAVALLE et de PONTREMOLI et NOBLET (1868).

Savalle proposait l'utilisation de l'air comprimé, dont il comptait augmenter l'effet utile, soit en le chauffant, soit en le dilatant dans un appareil réchauffeur avant son entrée dans le cylindre, soit aussi en lui faisant subir cette dilatation dans les cylindres mêmes. Savalle se servait de deux moteurs agissant directement sur les deux roues de devant et pouvant fonctionner à volonté ensemble ou isolément. Le gaz comprimé était emmagasiné dans des réservoirs placés sur les côtés du véhicule.

Savalle avait d'ailleurs prévu le remplacement du gaz d'éclairage par les vapeurs de pétrole ou de térébenthine qu'il comptait mêler à l'air pour le dilater par l'inflammation et produire la force motrice.

Quant à PONTREMOLI et NOBLET, ils avaient songé à remplacer la vapeur par de l'acide carbonique qu'ils produisaient en faisant agir de l'acide acétique sur du bicarbonate de soude, ces deux substances étant portées par le véhicule dans des récipients séparés, et le mélange, en proportions convenables, était assuré par un robinet spécial.

Le piston agissait sur un arbre vilebrequin servant d'essieu moteur; la direction était assurée par l'action d'un gouvernail sur une roue d'avant, l'une des roues de derrière étant d'ailleurs folle sur l'essieu moteur pour faciliter les virages. La voiture était petite et ne pouvait recevoir qu'une personne.

Ces idées furent reprises plus tard par M. DE TAVERNIER (1876), qui se servait d'éther vaporisé au bain-marie et reconstitué dans un condenseur, puis par M. SUSINI (1891), dont le moteur est basé sur l'emploi du gaz ammoniac dissous dans un bain d'éther, d'alcool, de paraffine, etc., et, en particulier, dans la glycérine.

Après avoir produit son effet, le gaz se répandait dans une capacité contenant le liquide dissolvant refroidi par un ventilateur. Ce liquide, saturé de gaz, était refroidi à nouveau dans la chaudière, au fur et à mesure des besoins. M. Susini revint ensuite à l'éther qu'il employait dans un moteur sans foyer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

annexé à un moteur quelconque et fournissant gratuitement un surcroît de force motrice en utilisant les calories des gaz et de la vapeur d'échappement.

La tourmente de 1870 passée, les chercheurs se remirent à l'œuvre, et, en Avril 1873, M. Amédée Bollée, du Mans, prit son premier brevet.

Ses études se portèrent tout d'abord sur la direction, et, se rendant compte des défectuosités de la roue unique en avant, il imagina de former l'avant-train de la voiture de deux roues tournant chacune autour d'un pivot spécial; nous aurons occasion d'y revenir quand nous résumerons l'œuvre si remarquable de M. Bollée, en matière de locomotion automobile.

A signaler aussi, en 1873, la locomotive routière d'Orlowski, avec ses roues spécialement étudiées pour éviter les secousses. Ces roues sont formées d'un large cercle d'acier ou de fer forgé relié solidement au moyeu par des rondelles de métal et sur la périphérie duquel sont fixés, au moyen de boulons, des segments de caoutchouc vulcanisé formant une bande élastique non interrompue.

L'année 1875 vit naître l'omnibus à vapeur de Guillot et la voiture Bunger.

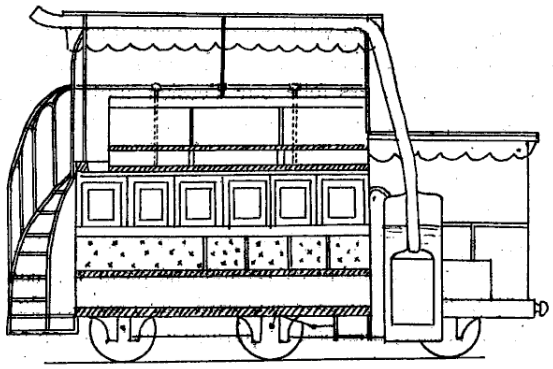


Fig. 19. — Omnibus à vapeur Guillot.

Le premier porte sa chaudière en avant; il est pourvu de trois paires de roues, mais l'essieu intermédiaire est seul moteur. Chacun des deux autres essieux

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

comporte une roue folle, ce qui facilite les virages. De même les roues de devant, indépendantes, peuvent être calées ou rendues folles à volonté.

La vapeur s'échappe par la cheminée de la chaudière qui est courbée dans e haut pour passer au-dessous de la couverture de l'impériale; les gaz sortant ainsi en sens inverse de la marche, incommodent moins les voyageurs.

Dans la voiture Bunger, c'est l'essieu de devant qui est moteur. Il reçoit le mouvement par l'intermédiaire d'une poulie de renvoi actionnée par une locomobile de deux chevaux installée sur le bâti avec sa chaudière. Les roues *h*, *h* sont folles sur leur essieu *g*, de sorte que la voiture reste stationnaire, même quand le moteur est en marche.

Pour la mettre en mouvement, il faut que le conducteur agisse sur les deux leviers *oo* qui mettent les embrayages à friction *i* en rapport avec les moyeux des roues. Pour faire tourner la voiture à droite, il suffit d'incliner les leviers à

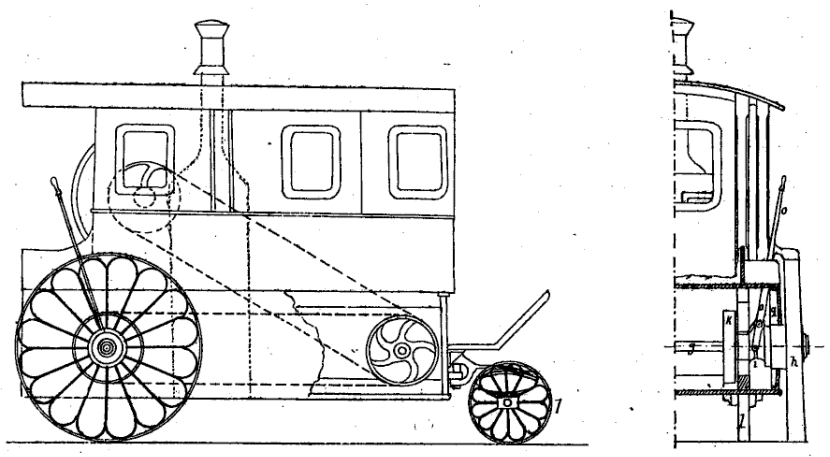


Fig. 20. — Voiture à vapeur Bunger.

droite : la roue de droite se trouve désembrayée et enrayée par le frein du levier de droite, tandis que la roue de gauche continue à progresser, de sorte que la voiture tourne autour de sa roue droite.

Quand, au contraire, les deux leviers sont inclinés simultanément à gauche, la voiture tourne à gauche. Enfin les deux leviers en dehors produisent le

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

débrayage des deux roues et par suite l'arrêt du véhicule. La roue de derrière *l*, unique et plus petite, est reliée à la voiture par une articulation à charnière qui lui permet de prendre toutes les directions.

La locomotive à jambes HERMANN, fut brevetée le 2 juillet 1870, mais son inventeur la remania, et ce ne fut qu'en 1875 qu'il lui donna sa forme définitive. En voici le principe, d'après le brevet même :

Prenons deux supports portant à leur milieu les centres d'oscillation de deux secteurs verticaux sur la circonférence desquels repose la locomotive, Relions ces deux supports par une tige portant en son milieu un piston dont le cylindre fasse corps avec le locomoteur. Si l'on introduit de la vapeur à l'une ou l'autre des extrémités du cylindre, le piston étant fixe ainsi que les supports, c'est le cylindre et, par conséquent, le locomoteur qui se déplacera sur la circonférence du secteur placé du côté où la vapeur a été introduite. On obtient donc de la sorte un mouvement horizontal alternatif de la masse du locomoteur sur ses deux appuis.

Pour obtenir un mouvement continu dans le même sens, il suffit de munir l'appareil de deux autres supports et de les faire agir tour à tour avec les deux premiers et dans le même sens, de manière à imiter les mouvements des animaux de trait.

L'appareil breveté en 1870 utilisait une machine à mouvement alternatif. La locomotive se composait d'un bâti horizontal rectangulaire portant le générateur et tous les appareils de sûreté et de manœuvre. Ce bâti était monté sur deux avant-trains reposant sur des chevilles ouvrières et disposés pour converger l'un vers l'autre d'une même quantité, de façon à permettre les mouvements en courbe.

Chaque avant-train était muni de deux pieds se mouvant parallèlement à l'axe longitudinal de la machine ; il y avait donc en tout quatre pieds, occupant les quatre angles du locomoteur. Quatre roues destinées à obtenir l'équilibre de la machine étaient disposées en dehors des pieds, de façon que leur plan de roulement restât constamment parallèle à la direction des pieds. Chacun de ces derniers était articulé au moyen d'une rotule à une bielle ou jambe terminée par un piston se mouvant dans un cylindre vertical fixé à l'avant-train et provoquant l'abaissement du pied, le relèvement étant obtenu par un dispositif spécial. Les pieds étaient actionnés de manière à marcher à la façon du cheval au trot.

Le brevet de 1875 s'applique à plusieurs perfectionnements. Le principal de ceux-ci consiste dans l'emploi d'arbres moteurs animés d'un mouvement de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

rotation continue, transformé, par des organes convenables, en un double mouvement de soulèvement et de translation des patins produisant la marche du locomoteur.

Chacun des avant-trains porte trois patins C articulés en i avec un système triangulaire invariable de bielles g, j, k. La bielle g agit par une extrémité sur l'arbre moteur l; l'autre extrémité est guidée par des galets h roulant dans

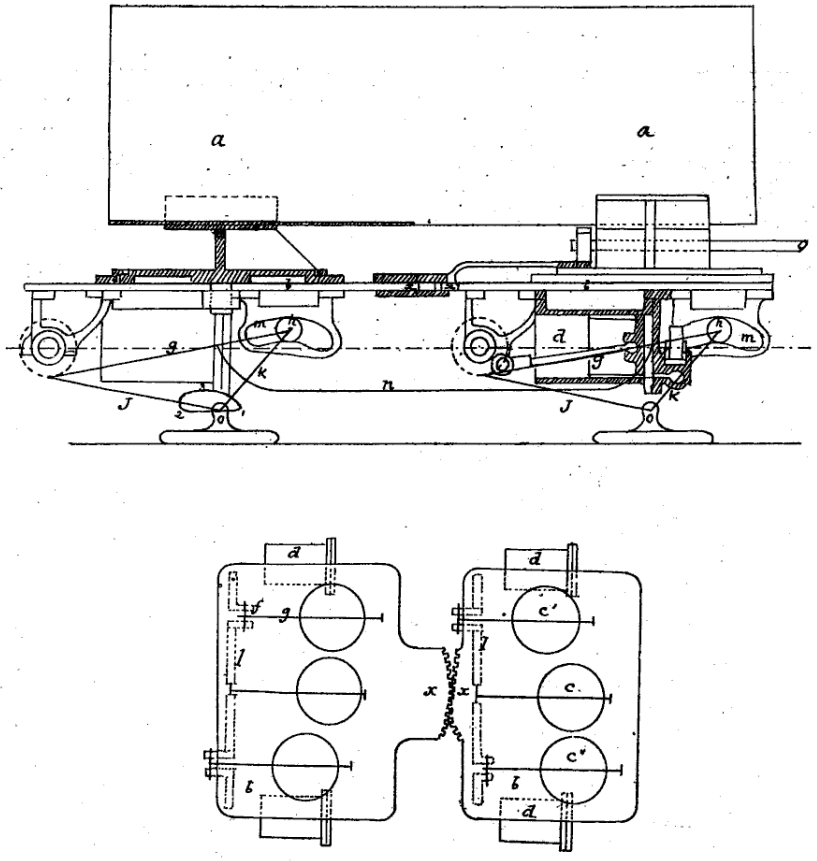


Fig. 21. — Locomotive à jambes HERMANN.

les coulisses-guides m de forme spéciale, telle que, lorsque l'arbre l tourne, l'articulation i du pied tend à décrire d'abord une ligne horizontale 1, 2, parallèle au sol et à la direction de la machine; mais le poids de la machine empê-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chant ce glissement de se produire, c'est la machine elle-même qui se déplace et avance de la longueur 1, 2. L'articulation i se relève ensuite en décrivant la courbe 2, 3, 1 et le patin vient de nouveau se poser sur le sol. Chacun des patins agissant pour produire la progression en avant pendant 1/3 de course, le déplacement se trouve continu, les patins d'un même avant-train agissant successivement. Enfin des secteurs dentés x permettent de diriger le mouvement à droite ou à gauche.

Le succès des tramways détourne un instant l'attention des inventeurs, les appareils nouveaux se font plus rares et n'offrent rien de bien saillant. Pourtant on commence à chercher d'autre agent moteur que la vapeur d'eau. Les moteurs à gaz, à air comprimé, à vapeur d'éther, etc. apparaissent en même temps qu'on délaisse la locomotive routière pour recourir à la voiture automobile proprement dite, légère et rapide.

Nous avons déjà cité à cet égard les moteurs de TAVERNIER et SUSINI ; le fiacre automobile breveté en 1877 par M. ROSENWALD mérite aussi d'être mentionné. Il utilise un moteur à gaz A placé sur une plate-forme B, entre le

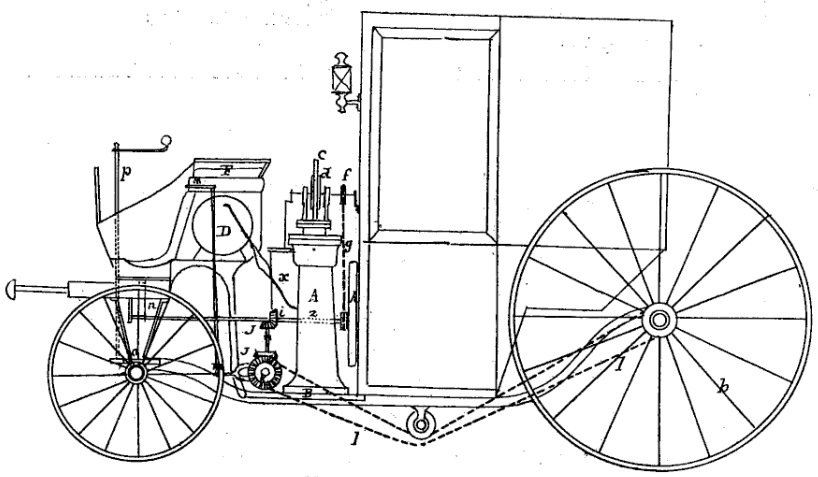


Fig. 22. — Voiture à gaz ROSENWALD.

coffre de la voiture et le siège du cocher. Un réservoir D, disposé sous le siège, reçoit le gaz, comprimé ou non ; le mélange explosif se forme au-dessous d'un piston surmonté d'une crémaillère C ; il est enflammé par un bec de gaz. La crémaillère actionne une poulie motrice d, commandant par son arbre

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'une part, le tiroir d'admission du gaz, d'autre part la roue dentée *f* qui transmet par la chaîne *g* le mouvement à l'arbre du volant *z*. Sur cet arbre se trouve calé un pignon denté *i*, qui, au moyen d'une série d'engrenages *j*, *j*, actionne les poulies dentées fixe et folle *K* pour la commande des roues de derrière par l'intermédiaire de la chaîne *l*.

Un débrayage *m*, disposé à portée du cocher, permet d'arrêter le mouvement de la chaîne *l* ; un frein ordinaire, combiné avec ce débrayage, permet de ralentir ou d'arrêter à volonté. Pour faciliter la mise en marche, une pédale *n* est fixée sur l'arbre du volant *h*, sous les pieds du cocher. Enfin, la direction de l'avant-train est donnée par un secteur *o* surmonté d'une tige à poignée *p*. Une double enveloppe avec circulation d'eau, entretenue par le réservoir *x* assure le refroidissement du cylindre.

Entre temps, les premiers essais sérieux de traction électrique furent tentés, en 1881, par RAFFARD, en utilisant les accumulateurs à oxyde rapporté de Faure dont le brevet est de 1880 et avait été acheté par la Société *Force et Lumière*.

La voiture de 40 places que la Compagnie générale des Omnibus mit à sa disposition reçut un mécanisme des plus simples.

Une dynamo placée à l'arrière actionnait par courroie la couronne d'un différentiel placé sur un arbre à intermédiaire dont les extrémités portaient des pignons reliés par chaînes aux couronnes dentées fixées aux rais des roues arrière motrices.

Bien que la direction se fît par une couronne dentée fixée à l'avant-train ordinaire et un pignon monté à l'extrémité inférieure d'une tige verticale manœuvrée par le cocher assis sur le siège ordinaire de l'omnibus. Ce ttevoiture électrique circula dans Paris en tournant dans des courbes d'un rayon de 5 mètres.

C'est à cette époque et avec les accumulateurs FAURE que Jeantaud construisit sa première voiture électrique avec essieux à pivots, mais les essais furent interrompus par la débâcle de la Société *Force et Lumière* et ne furent repris avec les accumulateurs TOMASI qu'en 1891.

En 1881, SAUVAGEOT, puis MONTCLAR, suppléent à l'insuffisance du moteur à gaz pour le démarrage par l'adjonction d'un petit moteur à air comprimé four-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nissant l'énergie nécessaire. L'air comprimé est d'ailleurs produit par les moteurs à gaz.

En 1883, Brière utilise un moteur à gaz à deux cylindres où celui-ci doit remplacer le gaz par des hydrocarbures liquides ; enfin apparaissent les appareils à vapeur de MM. de Dion, Bouton et Trépardoux (1883), le moteur Daimler (1885), destiné tout d'abord à des bicyclettes et modifié en 1887 de manière à être appliqué à des véhicules plus lourds à quatre roues, puis (1887), le moteur à vapeur Serpollet ; nous entrons dans la période contemporaine.

Signalons cependant encore, à titre de curiosité, le chemin de fer portatif de Mays (1879), copie perfectionnée du porte-rail Brunel; la voiture à remontoir de Goguey (1881), dans laquelle le mouvement est donné par des ressorts en acier enfermés dans des barillets et remontés au moyen d'une manivelle; la voiture Barthe (1885) mue par un mouvement d'horlogerie avec un fort ressort spiral moteur; la voiture à mouvement perpétuel de Lamy (1889), actionnée à bras au moyen d'un levier agissant sur le moyeu d'une roue du véhicule ou à l'aide de roues à manivelle montées sur la plate-forme de la voiture et reliées à la roue motrice; les moteurs à ressorts de M. Ruhs (1892) et de M. Reverseau (1894), etc...

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La Locomotion automobile en France

DEUXIÈME PARTIE

Le commencement de l'Ère actuelle

Après les tâtonnements dont nous venons de retracer rapidement l'histoire, l'automobilisme entre enfin dans la voie des réalisations pratiques. Les épreuves de 1894 et 1895 marquent le commencement d'une ère nouvelle et montrent ce qu'on peut attendre de ce nouveau mode de transport. A ce point de vue elles constituent pour le grand public une véritable révélation.

Depuis lors les progrès ont été de plus en plus rapides, le nombre des constructeurs a sans cesse augmenté, il n'est pas possible de décrire ici tous les types qui sont actuellement en usage.

Pour terminer notre étude nous allons donc seulement donner la liste des véhicules principaux qui ont pris part aux mémorables épreuves de 1894 et 1895, en insistant sur ceux dont les divers dispositifs ont été le point de départ des organes des voitures actuelles.

Cette revue est divisée en 3 parties :

A. — Voitures à vapeur.

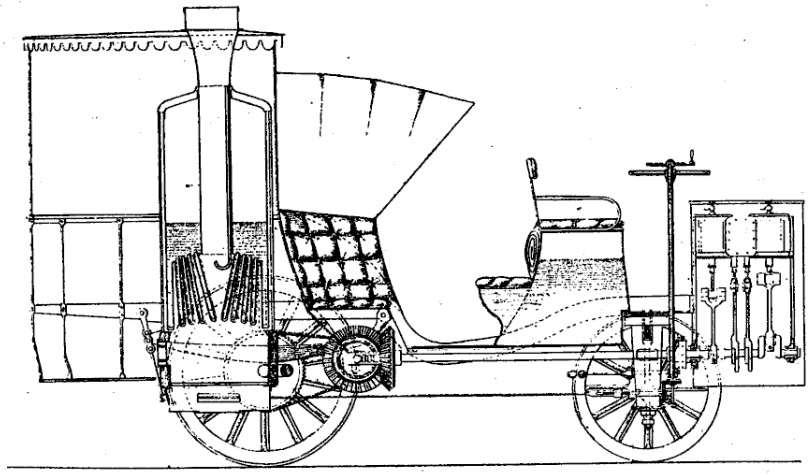
B. — Voitures à pétrole.

C. — Voitures électriques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

A. — VOITURES A VAPEUR

La plus ancienne des voitures automobiles à vapeur actuelles est celle de M. Bollée, dont le premier brevet remonte, nous l'avons dit, au 28 Avril 1873. Dans ce brevet, M. Bollée s'attachait surtout à perfectionner la direction des véhicules à quatre roues en se servant d'un avant-train dans lequel chacune des



deux roues tourne autour d'un pivot. Nous en empruntons la description à M. Tresca (Académie des Sciences — Novembre 1878).

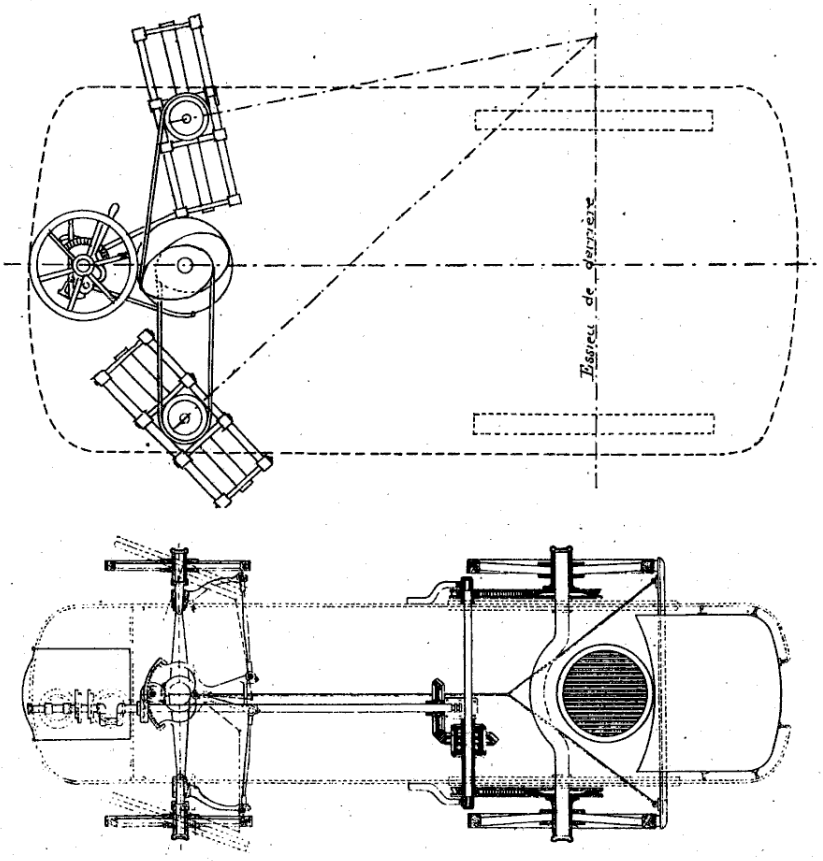
L'arbre vertical qui porte le volant du gouvernail est muni, à la partie inférieure, de deux cames elliptiques dont les grands axes sont dans le prolongement l'un de l'autre et dans la direction commune des deux petits essieux d'avant-train, lorsque le cheminement doit avoir lieu en ligne droite.

Une chaîne fixée aux deux ellipses embrasse un pignon denté de même diamètre que le petit diamètre de ces ellipses, qui tourne avec la cheville ouvrière de la roue de droite par exemple. En faisant agir le volant, cette roue tourne autour de la verticale de son point de contact avec le sol en raison de la longueur de l'arc-ellipse développé c'est-à-dire d'un plus grand angle si l'on tourne à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

droite, d'un angle plus petit si l'on manœuvre à gauche. La disposition qu vient d'être décrite étant double et s'appliquant de même à la roue de gauche, on voit facilement comment en pivotant seulement sur elles-mêmes et sans glisser, les roues directrices viennent nécessairement se placer sous l'inclinaison convenable pour rester toutes deux tangentes aux deux circonférences qu'elles doivent décrire autour d'un centre de rotation.

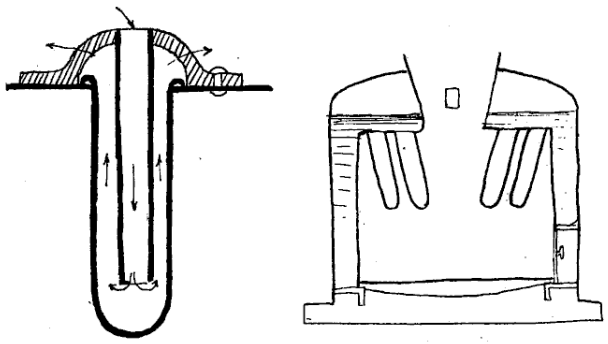
En 1878, M. Bollée remplaça les cames elliptiques par un jeu de leviers *GG'*



commandés par un gouvernail de manœuvre agissant sur le secteur denté *I* par l'intermédiaire du petit pignon *i*. L'avant-train est soutenu par deux ressorts de suspension transversaux portant à leurs extrémités les pivots des deux roues.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Bollée a adopté pour ses voitures la chaudière Field qui venait d'être introduite en France pour les pompes à incendie. On sait que cette chaudière est formée d'une enveloppe à l'intérieur de laquelle se trouve une seconde capacité portant à sa partie supérieure des tubes de forme spéciale, à sa partie inférieure la grille du foyer. L'eau est comprise entre les deux récipients et remplit les tubes ;



ceux-ci sont en réalité formés de deux tubes concentriques entre lesquels s'établit une circulation rapide d'eau qui assure une bonne utilisation de la surface de chauffe et par conséquent une vaporisation abondante.

La chaudière Field de la *Nouvelle*, l'omnibus à vapeur qui a pris part avec succès à la course Paris-Bordeaux, a $0^{m},70$ de diamètre extérieur et contient 118 tubes ; elle peut être mise en pression en vingt minutes et produit de la vapeur surchauffée à 301 degrés. Elle est timbrée à 10 kilogrammes.

Dans la première voiture l'*Obéissante*, qui circula dans les rues du Mans à la fin de 1873, la force motrice est fournie par deux moteurs placés vers le milieu de la voiture actionnant chacun une roue par l'intermédiaire d'un engrenage à deux vitesses et d'une chaîne de Galle. Dans la seconde voiture, la *Mancelle*, construite en 1878 et qui figura à côté de son aînée à l'Exposition de 1878, la chaudière reste à l'arrière, mais le moteur, du genre pilon, à deux cylindres, est ramené en avant. Il fait tourner un arbre coudé avec contre-poids pour équilibrer les bielles du piston. Cet arbre commande à volonté avec un arbre longitudinal qui transmet à son tour par deux roues d'engrenage cône le mouvement à un arbre différentiel parallèle à l'essieu de derrière. Des chaînes spéciales à mailles d'acier passant sur le différentiel font tourner séparément les deux moyeux des roues motrices.

Le conducteur placé sur un siège servant de réservoir d'eau et assez large pour deux autres voyageurs, a sous la main le gouvernail, le robinet de prise

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de vapeur, les purgeurs, la coulisse de détente, le changement de marche et le frein. Deux autres sièges sont installés comme dans une voiture ordinaire.

Cette voiture fit le voyage de Paris à Vienne ; elle fit fureur dans cette dernière capitale.

Dans sa note à l'Académie des Sciences, M. Tresca constatait que la machine parcourait facilement 20 kilomètres à l'heure en plaine, 12 à 15 kilomètres sur les voies fréquentées et qu'elle maintenait une vitesse de 9 kilomètres sur les rampes de $0^m,05$ par mètre.

En mai 1879, des expériences officielles faites sur l'ordre du Ministre des Travaux publics établirent que la distance de 10 kilomètres et demi qui sépare Le Mans de La Bazoge, avait été franchie en 22 minutes, ce qui donne une vitesse moyenne de 28 kilomètres à l'heure, bien que la route soit accidentée et présente des rampes de $0^m,05$ et $0^m,06$ par mètre.

M. Bollée a d'ailleurs construit un grand nombre de véhicules établis sur les mêmes principes. Nous citerons encore la *Marie-Anne*, locomotive routière à six roues dont quatre motrices pouvant traîner 150 tonnes en palier à une vitesse de 4, 8 ou 16 kilomètres. La *Marie-Anne* fit, en 1879, le voyage du Mans à Ax-sur-Ariège, soit 760 kilomètres en 74 heures 12 minutes, passant par Tours, Châtellerault, Limoges, Tulle, Cahors, Montauban, Toulouse et Pamiers.

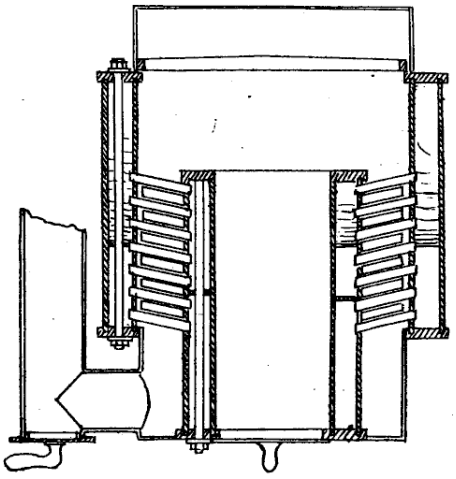
Les premiers essais de MM. DE DION, BOUTON et TRÉPARDOUX remontent à 1882, mais dès le début, ces constructeurs furent arrêtés par une grosse difficulté. L'absence de générateur de vapeur répondant aux exigences des véhicules automobiles.

Il s'agissait d'obtenir une production de 100 à 130 kilogrammes de vapeur sous un volume et avec un poids réduit à un minimum dont n'approchait aucun des générateurs en usage alors. MM. de Dion, Bouton et Trépardoux imaginèrent, après deux années de travaux, une chaudière à tubes rayonnants qui, sous un très petit volume, permet d'obtenir une très forte vaporisation et qui a du reste été adoptée depuis pour les torpilleurs.

L'eau est comprise entre deux réservoirs réunis par une série de tubes *C* disposés de manière à donner une utilisation complète de la chaleur; un diaphragme *K* oblige la vapeur à passer par les tubes supérieurs du faisceau, ce qui la sèche complètement. On surchauffe même la vapeur en la faisant passer dans un serpentin noyé dans la fonte qui constitue l'enveloppe du foyer. Les gaz de la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

combustion sont évacués à l'arrière de la voiture par une cheminée. Les caisses à combustible entourent la chaudière et ont un approvisionnement suffisant pour 100 kilomètres ; le coke est introduit sur la grille *i* par un tube central *G*.



Les caisses à eau, renfermant un approvisionnement pour 30 à 40 kilomètres sont placées sous le siège où se tiennent le conducteur et le chauffeur.

La première application du nouveau générateur fut faite en 1885 à un tricycle tandem de Rudge, avec roue motrice unique à l'arrière et deux roues directrices à l'avant. La chaudière était placée sur l'avant-train et le moteur, à deux cylindres, actionnait directement l'essieu de la roue motrice au-dessus de laquelle se trouvait le coffre à coke surmonté du siège.

Des quadricycles furent établis dans les mêmes conditions, et atteignirent des vitesses inconnues à cette époque, couvrant le kilomètre en une minute. Un certain nombre de voitures plus lourdes furent construites. Puis MM. de Dion et Bouton se lancèrent dans la construction des tracteurs.

Le moteur n'est plus incorporé au véhicule, il le précède ; la voiture automobile devient une locomotive routière qui se substitue à l'avant-train des voitures à remorquer, une sorte de cheval à vapeur remplaçant l'attelage ordinaire.

Ce sont des appareils de ce genre que MM. de Dion et Bouton ont présentés aux courses de Paris-Rouen et de Paris-Bordeaux ; nous nous y arrêterons donc un peu.

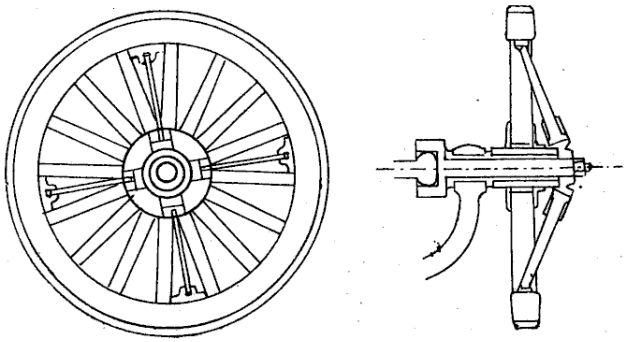
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce tracteur a le précieux avantage de permettre de remorquer des voitures de formes différentes ; il porte en effet un prolongement disposé pour supporter le cercle d'avant-train de la voiture. On peut donc utiliser son cheval à vapeur pour mener aujourd'hui un omnibus, demain une voiture de marchandises ou un caisson d'artillerie.

Le tracteur qui a fait les deux courses pèse à vide 1,800 kilogrammes ; à charge 2,500 kilogrammes. Il peut développer, paraît-il, jusqu'à 20 chevaux-vapeur de force. Il repose sur quatre roues, les deux roues de devant servent à la direction, elles sont garnies de caoutchouc par bandes séparées d'environ $0^m,15$ de longueur sur $0^m,015$ d'épaisseur ; les deux roues d'arrière sont motrices et garnies de bandages en fer.

La chaudière est placée à l'avant ; elle contient 280 litres d'eau ; le moteur est au contraire reporté à l'arrière sur la plate-forme de l'attelage. C'est une machine Compound dont les cylindres ont des diamètres respectifs de $0^m,12$ et $0^m,18$ sur $0^m,13$ de course ; le réservoir intermédiaire les sépare ; un graisseur Consolin assure leur graissage continu.

Le mécanisme a été réduit à la plus grande simplicité par la suppression de la détente variable et du changement de marche : par la simple manœuvre d'un levier, on peut du même coup envoyer directement la vapeur de la chaudière dans le grand cylindre et la vapeur s'échappant de l'autre cylindre dans la che-



minée placée sous le véhicule. L'échappement se fait par un tuyau fixe. Le pignon moteur commande un engrenage différentiel qui permet aux roues de prendre des vitesses variables ; le mouvement est d'ailleurs transmis, non pas à l'essieu, mais à la jante des roues motrices par un dispositif spécial qui a pour but de supprimer à la fois la fatigue des rayons des roues, l'emploi de la chaîne

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de Galle et les inconvénients de l'application du poids du véhicule sur l'essieu par l'intermédiaire de coussinets. Le moyeu de la roue tourne sur les fusées de l'essieu qui est fixe et fortement coudé. Ces fusées sont creuses pour permettre le passage de l'arbre de transmission ; celui-ci reçoit le mouvement de la couronne dentée du différentiel et présente quatre rotules permettant la flexion en tous sens. Ses extrémités sont reliées directement à la jante de chacune des roues extérieurement au moyeu, par quatre rayons en fer forgé disposés en croix.

A la course de Paris-Bordeaux, MM. de Dion et Bouton avaient en outre présenté un break à quatre places pourvu d'un moteur qui, quoique ne pesant que 153 kilogrammes, peut donner 11 chevaux-vapeur à 800 tours. Le moteur actionne directement l'arbre de commande du différentiel sur lequel se trouvent deux pignons de changement de vitesse susceptibles de se déplacer dans le sens de l'arbre ; le mouvement différentiel est transmis aux roues par deux arbres pourvus de joints à la Cardan ; les fusées sont creuses, elles sont traversées par des axes portant des plateaux d'entraînement extérieurs qui attaquent les moyeux des roues.

L'approvisionnement d'eau et de coke permet un parcours sans arrêt de 70 kilomètres ; la vitesse peut atteindre et même dépasser 40 kilomètres sur une bonne route.

Le tracteur à vapeur **M. Le Blant** remorque soit un omnibus à 25 ou 30 places, soit un camion portant 5 à 6,000 kilogrammes de marchandises. Il est formé d'un châssis en acier portant à l'arrière une chaudière Serpollet et sous lequel, entre les deux trains de roues, est fixé le moteur.

Le véhicule est coupé en deux compartiments par la caisse à eau qui forme cloison. D'un côté se trouve le générateur, de l'autre les appareils de manœuvre.

La chaudière est du type Serpollet, mais les tubes sont rangés différemment et ont une longueur de $1^{m},20$ que l'on n'obtient généralement pas dans les générateurs de cette espèce ; elle fournit de la vapeur à 10 kilogrammes à une machine à deux cylindres de 170 millimètres d'alésage et 180 millimètres de course, agissant sur des manivelles calées à 90 degrés.

La machine tourne à 180 tours au plus ; son poids est de 900 kilogrammes, tandis que la chaudière pèse 1,300 kilogrammes. L'eau est rejetée automatiquement dans la chaudière par une pompe spéciale actionnée par le moteur même ;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au départ, on a recours à une pompe à bras qui sert également pour renforcer l'alimentation quand elle en a besoin.

Il est clair, en effet, que tant que l'on est en palier, il s'établit une sorte d'équilibre entre le jeu de la pompe et les tiroirs, mais en rampe, la vitesse diminuant, l'alimentation diminue aussi et, par suite, la production de vapeur ; c'est alors qu'intervient la pompe à bras.

Quand, au contraire, la voiture s'engage sur une pente et que la vitesse s'accélère, il peut y avoir excès d'eau. Le constructeur a paré à cet inconvénient en établissant une soupape que le mécanicien manœuvre du pied et qui lui permet de renvoyer l'eau dans la bâche à eau, sans la faire passer dans la chaudière, et de faire par suite tomber immédiatement la pression.

La production de vapeur est en même temps suspendue puisque toute l'eau refoulée par la pompe retourne par la même soupape dans la bâche ; l'ouverture partielle de la soupape permet d'ailleurs de régler la production de vapeur à volonté.

Le mouvement est transmis à un arbre intermédiaire avec engrenage différentiel, sur lequel sont calés les deux pignons qui reçoivent les chaînes actionnant les roues de derrière ; l'avant-train est un avant-train ordinaire, mobile tout entier et commandé par deux roues dentées et une chaîne actionnées par un pignon droit relié lui-même à une manivelle placée à portée du conducteur. Celui-ci dispose en outre d'un frein à corde actionné par une pédale et d'un frein à vis. Enfin un petit cheval est installé à côté de la chaudière pour servir de monte-charge ou de treuil pour le déchargement des marchandises.

La provision d'eau et de charbon que peut emporter le véhicule assure une course de 70 kilomètres à une vitesse de 15 à 20 kilomètres. La consommation de charbon par tonne kilométrique n'excéderait pas un kilogramme ; le poids total du véhicule est de 3,600 kilogrammes, y compris 600 kilogrammes d'eau et 200 kilogrammes de charbon.

M. Le Blant a d'ailleurs divers types de voitures : son premier modèle, une grande tapissière, prit part en Juin 1894 à la course du *Petit Journal* et arriva troisième. M. Le Blant établit ensuite un grand omnibus à voyageurs pouvant contenir 20 à 30 personnes, puis des voitures de livraison pour magasins, des camions bas pour les caisses, etc..., sans que les dispositions générales fussent sensiblement modifiées, chaudière à l'arrière, moteur à deux cylindres, actionnant un arbre intermédiaire, roues motrices actionnées séparément, avant-train à cheville-ouvrière, etc... La seule différence réside dans la puissance des moteurs qui varie de 20 à 60 chevaux, suivant les besoins.

Comme les voitures Serpollet, les tracteurs de M. Le Blant ont, sur leurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

concurrents à vapeur, cet avantage précieux de pouvoir circuler dans les villes sans s'astreindre aux règlements sévères qui régissent les générateurs à vapeur ordinaires.

La voiture à vapeur de M. Scotte est destinée à transporter 10 à 12 personnes; elle est montée sur quatre roues robustes avec moyeux en bronze; elle pèse à vide 1,680 kilogrammes et comporte deux réservoirs d'eau de 350 litres et une soute à charbon contenant 300 kilogrammes, soit l'approvisionnement pour une journée de marche.

La chaudière, du type Field, est placée à l'avant ; elle est alimentée par une pompe et un injecteur. L'eau est réchauffée par la vapeur d'échappement. Le moteur, installé à côté de la chaudière, est vertical, du type Compound à deux cylindres, avec changement de marche et détente variable ; il actionne les roues d'arrière, motrices, au moyen d'une chaîne montée sur le différentiel d'un arbre intermédiaire. La direction s'opère par un volant placé à portée du conducteur qui se tient à l'avant ; la vitesse du véhicule peut être, en palier, de 40 kilomètres.

Ce véhicule a pris part à la course de 1894. Depuis, M. Scotte a établi deux services réguliers d'omnibus à vapeur, l'un en Normandie, l'autre à Saint-Maur. Les trains sont formés de deux voitures, l'une motrice, contenant 12 places et pesant 3,200 kilogrammes, l'autre remorquée, contenant 28 places et pesant 1,600 kilogrammes. L'approvisionnement d'eau est de 660 kilogrammes, celui de charbon de 300 kilogrammes (soit 144 kilogrammes de poids mort par place offerte). La vitesse moyenne obtenue sur route de profil ordinaire est de 12 kilomètres avec les deux véhicules ; elle dépasse 15 kilomètres quand la voiture automobile marche seule.

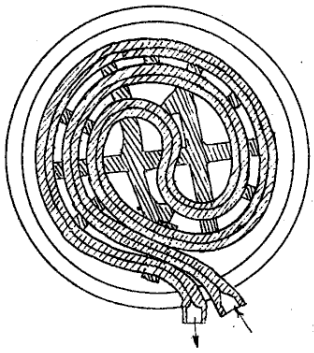
La voiture Serpollet, qui a pris part au concours du *Petit Journal*, comportait 4 places et pouvait, avec sa provision de coke et d'eau, fournir un parcours de 40 à 50 kilomètres. Elle était naturellement pourvue d'un générateur Serpollet.

Cet appareil, dont le brevet originaire remonte à 1887, se compose essentiellement d'un tube d'acier ou de cuivre enroulé en spirale après avoir été laminé de manière à ne laisser entre les parois rapprochées ainsi qu'un passage d'environ un demi-millimètre de largeur et 15 millimètres de hauteur. Cette spirale est

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

éprouvée à 300 kilogrammes et timbrée à 94 kilogrammes ; elle est munie de deux tubulures servant, l'une à l'injection de l'eau, l'autre, à la prise de vapeur.

En pénétrant dans le serpentin porté à une haute température par le foyer, l'eau se trouve vaporisée instantanément. Il n'y a donc plus besoin de réserve



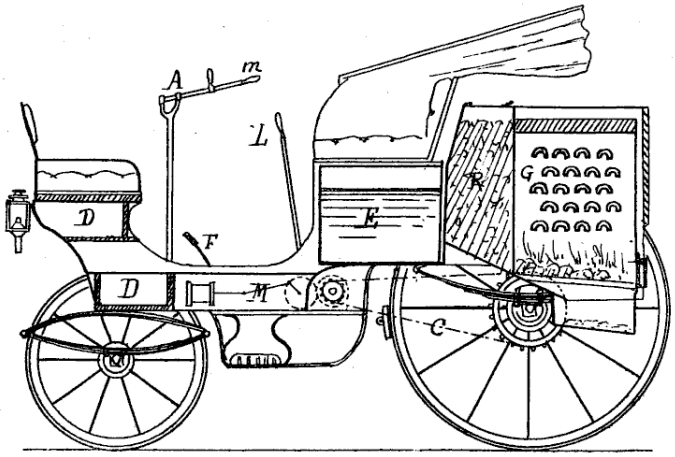
d'eau ni de vapeur, en même temps qu'on évite toute incrustation, les sels en dissolution étant rejetés à l'état de poussière impalpable. On conçoit d'ailleurs que la pression de la vapeur fournie est fonction de l'alimentation ; c'est le débit de la pompe alimentaire, injectant l'eau dans le système tubulaire, qui règle la puissance de la machine.

Primitivement, la chaudière Serpollet avait la forme d'un cylindre surmonté d'une cheminée courte s'infléchissant de manière à rejeter la fumée en sens contraire du mouvement. Ultérieurement, la forme cylindrique a été abandonnée : les tubes courbés à chaud, de façon à former deux branches parallèles, sont accouplés deux à deux, chaque couple constituant un élément. Les éléments ainsi formés sont placés dans un coffre rectangulaire par couches horizontales successives et réunies de manière à ne former qu'un seul tube plusieurs fois replié, dans lequel les fluides peuvent circuler d'un bout à l'autre. Une grille placée à la partie inférieure du coffre reçoit du coke qui chauffe fortement les tubes inférieurs dans lesquels se fait l'injection d'eau. La vaporisation s'opère dans les tubes intermédiaires et la vapeur séchée par son passage à travers les tubes supérieurs, soit à une température voisine de 250 degrés.

La voiture pèse à vide 700 kilogrammes et 900 kilogrammes en charge. Sa vitesse normale en palier peut varier entre 20 et 30 kilomètres, avec une dépense de coke de 0 kilog. 500 environ par kilomètre.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La machine, à deux cylindres et à changement de marche, actionne un arbre qui, par un engrenage direct, transmet le mouvement à un différentiel calé sur l'axe des pignons portant les chaînes de commande des roues motrices. Celles-ci sont placées à l'arrière et mesurent 1 mètre de diamètre ; les roues d'avant, de $0^{m},65$ seulement, ont chacune leur pivot et sont dirigées par un levier placé à portée du conducteur. La bâche à eau est sous le siège et une pompe auxiliaire manœuvrée à bras permet la production de vapeur nécessaire pour la mise en route. Cette mise en route obtenue, le moteur actionne la pompe alimentaire. Enfin un robinet spécial, intercalé entre le générateur et les pompes et appelé



pointeau régulateur, permet de régler la pression. Ce robinet fermé, toute l'eau refoulée passe dans la chaudière et la vaporisation est portée à son maximum ; si au contraire on l'ouvre en grand, toute l'eau revient à la bâche, le générateur n'est plus alimenté et la machine s'arrête faute de vapeur. On conçoit que le conducteur puisse régler le pointeau entre ces deux fonctions extrêmes, de manière à envoyer dans la chaudière la quantité d'eau convenable pour l'effort à produire.

Le coke est amené automatiquement sur la grille ; on n'a donc, une fois en route, qu'à s'occuper de la direction et du réglage de la vitesse.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. Gaillardet place sa chaudière et son moteur sur un châssis rigide disposé en équilibre sur les roues d'avant, la chaudière étant placée en avant de l'essieu et le moteur en arrière. Ce châssis repose sur l'essieu avant par l'intermédiaire de ressorts tandis qu'il repose directement sur l'essieu arrière, mais grâce à l'équilibrage dont nous venons de parler, il décharge d'un certain poids l'essieu arrière. La caisse de la voiture est reliée à sa partie antérieure au châssis par une articulation et elle s'appuie directement au-dessus de l'essieu arrière par l'intermédiaire de deux ressorts. Cette intéressante disposition permet donc d'obtenir une suspension sur ressorts aussi bien pour la machine que pour les voyageurs tout en conservant une liaison rigide entre l'essieu moteur (essieu d'arrière) et la machine.

Le générateur est du type vertical tubulaire avec introduction du combustible par tube central. Ce tube servant de réservoir à combustible permet de ne charger le feu qu'à d'assez longs intervalles. La surface de chauffe est de 4 mètres carrés ; la contenance 36 litres ; le poids 160 kilogrammes. Le combustible employé de préférence est le coke ; la cheminée est renversée vers le sol, le tirage étant assuré soit par l'échappement de la machine, soit par un souffleur. Afin de rendre l'échappement invisible, la vapeur est surchauffée dans un tube de fer placé dans le foyer avant de gagner la cheminée.

L'extrémité inférieure de chaque tube de la chaudière est plus rapprochée du centre que son extrémité supérieure ; de sorte que l'ensemble forme un faisceau troncônique à grande base en haut. Ce dispositif facilite le dégagement des bulles de vapeur le long des tubes. Une chicane force la vapeur à lécher le faisceau tubulaire au-dessus du niveau de l'eau de façon à se surchauffer.

La machine est composée de deux moteurs Woulff actionnant deux manivelles calées à 90 degrés. Le diamètre du petit cylindre est de 70 millimètres ; celui du grand de 125 millimètres ; la course est de 100 millimètres ; le rapport minimum de détente est quatre. La vapeur peut être admise directement dans le grand cylindre. La machine peut tourner jusqu'à 500 tours à la minute et peut développer jusqu'à 6 chevaux ; elle pèse 130 kilogrammes.

Les roues motrices ont 90 centimètres de diamètre ; le mouvement leur est transmis par deux pignons en acier à engrenage à chevrons dans le rapport de 1 à 2. L'un est calé directement sur l'arbre de la machine entre les deux manivelles, et l'autre contient à l'intérieur de son moyeu un mouvement différentiel aux pignons duquel il est relié par un joint à la Cardan qui permet à l'essieu moteur de la voiture de prendre une inclinaison quelconque par rapport à l'arbre de la machine.

La direction est à pivots et le guidon peut s'incliner en avant et en arrière ; il commande par ce mouvement les coulisses de distribution, de sorte qu'il n'y a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

qu'un seul organe pour régler la direction, la vitesse et le sens du mouvement du véhicule.

La caisse à coke contient 3 hectolitres qui suffisent pour 50 kilomètres ; le réservoir à eau contient 200 litres suffisants pour 30 kilomètres.

La vitesse maxima peut être maintenue à 25 kilomètres à l'heure. Le poids total avec eau, coke, voyageurs est de 1,600 kilogrammes. A notre connaissance il a été construit trois voitures de ce type de 1889 à 1890.

B. — VOITURES A PÉTROLE

Les voitures PANHARD et LEVASSOR ont été au début pourvues du moteur Daimler (1).

Ce moteur, breveté en 1889, comporte deux cylindres, dont les axes, situés dans le même plan vertical, convergent de manière à former un angle d'environ 15°. Ces deux cylindres fonctionnent semblablement, mais pendant que l'un se trouve à la période d'explosion, l'autre aspire le mélange gazeux qui doit être brûlé pendant la course directe.

(1) GOTTLIEB DAIMLER naquit en 1834 à Schorndorf, petit village du Wurtemberg. Dès sa jeunesse, il montra de grandes dispositions pour la mécanique ; après avoir travaillé dans les principales maisons de construction de son pays et en Angleterre, il devint le collaborateur d'Otto à Deutz (1872), où il resta directeur de l'usine jusqu'en 1882.

A cette époque, il quitta la *Gaz Motoren Fabrik* et s'adonna à la construction d'un moteur à pétrole à grande vitesse et de légèreté inconnue jusqu'alors, qui fut appliqué en 1887 à une voiture automobile avec plein succès.

Le premier brevet Daimler relatif aux moteurs est du 16 janvier 1884, porte le n° 159759 et a pour titre : « Perfectionnements dans les moteurs à gaz ou à l'huile ».

Le 15 septembre 1885, Daimler prit le brevet n° 10786 pour un carburateur à barbotage.

En 1886, il appliqua son moteur à air carburé à une bicyclette.

Enfin, le 17 décembre 1887, il prit le brevet n° 187828 pour un véhicule sur rail à moteur à gaz ou à pétrole ; un exemplaire de ce véhicule figura à l'Exposition Universelle de 1889, au stand de la Maison Panhard et Levassor.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le moteur est à quatre temps et effectue en deux tours la série d'opérations suivantes :

1° Aspiration du mélange gazeux ;

2° Compression de ce mélange ;

3° Explosion ;

4° Expulsion des gaz brûlés.

Grâce au fonctionnement alternatif des cylindres, il se produit une explosion à chaque tour, ce qui assure une vitesse assez constante au moteur sans l'emploi d'un lourd volant.

Les deux pistons actionnent un même plateau-manivelle logé ainsi que les bielles, dans une boîte parfaitement close et lubrifiée par l'excès de graissage des cylindres. L'allumage du mélange explosif est obtenu par des tubes de platine tenus incandescents par des brûleurs à gazoline alimentés automatiquement.

La vitesse de la machine est maintenue constante à 760 tours à la minute par un régulateur qui empêche l'ouverture de la soupape d'échappement dès que cette vitesse est dépassée. Un dispositif très simple permet de faire agir ce régulateur pour une vitesse de rotation quelconque, inférieure à la vitesse normale.

Dans le modèle 1894, le mélange tonant était fourni par un carburateur essentiellement formé d'une capacité traversée suivant son axe par un tube; sous l'action même du moteur, l'air extérieur étant aspiré par ce tube et ne gagnant les cylindres qu'après avoir barbotté dans le liquide.

Un robinet à trois voies placé à la portée du conducteur, permettait d'ailleurs de régler la proportion du mélange tonant. Un réservoir auxiliaire alimentait le bec latéral destiné à maintenir en ignition la bougie d'allumage au fond du cylindre.

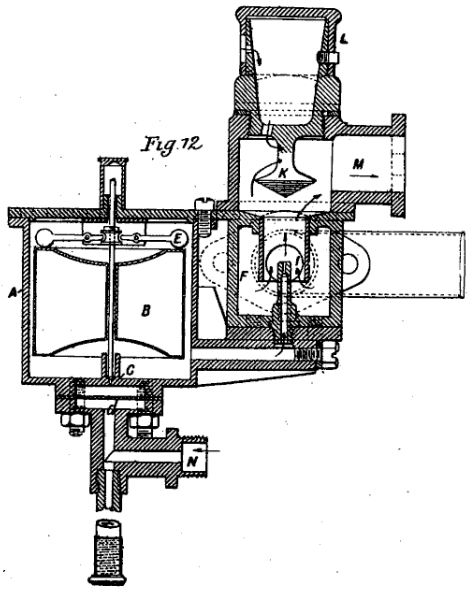
Dans le modèle de 1895, l'essence arrive dans le récipient en *N*, traverse le filtre métallique *O* et pénètre par l'orifice *C* dans le réservoir *A* jusqu'à ce que le flotteur *B* se relevant, vienne fermer cet orifice par l'intermédiaire des leviers *E* et de la tige D.

Ce niveau constant est réglé de façon que l'essence vienne affleurer en haut de l'ajutage *I*.

Lorsque le piston du moteur aspire par le tuyau *M*, il se produit une dépres-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

sion dans cette partie du carburateur, et l'essence qui est soumise en *A* à la pression atmosphérique (grâce à un petit orifice dont est muni le couvercle de *A*) jaillit de l'ajutage *I*, se pulvérise contre le cône *K*, et est entraînée, mêlée à l'air qui arrive en même temps par *F*. Cet air a été préalablement chauffé en passant dans un tube placé au-dessus des brûleurs. On règle la quantité d'essence entraînée à chaque aspiration en ouvrant plus ou moins le petit registre *L* qui, permettant une arrivée directe d'air en *M*, diminue la dépression due à l'aspira-



Carburateur modèle 1895.

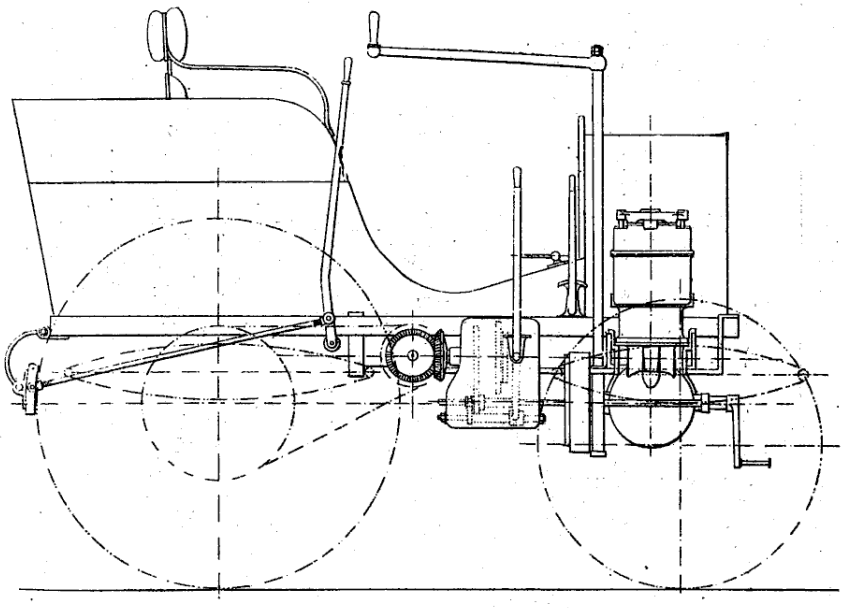
tion de la machine et par conséquent produit un moindre appel d'essence, tout en augmentant la proportion d'air contenu dans le mélange.

Une circulation d'eau entretenue par une pompe centrifuge, puisant dans un réservoir d'une trentaine de litres, assure le refroidissement des cylindres. L'usage d'un condenseur, placé sous la voiture permet de ne renouveler l'approvisionnement qu'après un parcours de 60 à 80 kilomètres. On compte une consommation de 15 litres d'eau par 40 kilomètres pour un moteur de 4 chevaux environ, force regardée comme nécessaire pour une voiture à 4 places. La pompe est actionnée par un petit volant garni de caoutchouc qui vient s'appliquer sur la périphérie de l'embrayage à friction dont il est question ci-dessous.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le moteur est placé en avant, dans un coffre fermé ; il actionne, au moyen d'un embrayage à friction, un arbre placé longitudinalement dans le plan vertical diamétral du véhicule et qui porte les pignons d'engrenage de différentes vitesses : 6, 12, 18 kilomètres. Au-dessous, se trouve un troisième arbre longitudinal portant les roues d'engrenage correspondantes ; celui-ci transmet le mouvement par une roue d'angle à un arbre transversal portant un engrenage différentiel et relié aux roues de derrière par des chaînes de Galle, l'essieu de derrière restant fixe.

Dans certaines de ces voitures, l'essieu est au contraire mobile et porte le système différentiel, auquel le mouvement est transmis par une chaîne unique, placée vers le centre du véhicule. L'embrayage à friction a été étudié de manière



Voiture de la course Paris-Bordeaux-Paris 1895.

à agir progressivement et, par suite, éviter les secousses aux démarrages et aux changements de vitesse.

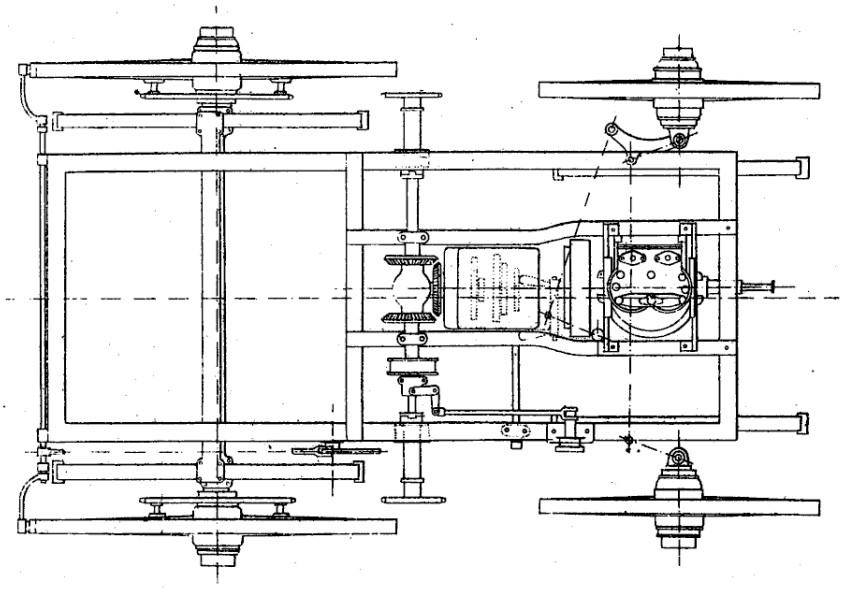
Dans ce but, chacune des deux parties, mâle et femelle, se compose de deux cônes de même axe. Sur la partie mâle, le cône intérieur est appuyé par les ressorts sur le support du cône extérieur. Quand on commence à embrayer, les

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux cônes intérieurs se mettent d'abord en contact et leur frottement suffit pour entraîner l'arbre et donner une vitesse de 5 à 6 kilomètres. Quand l'embrayage est complet, les cônes extérieurs sont en contact. Au débrayage, le même effet se produit en sens inverse.

Dans les trois premières voitures, l'avant-train à cheville ouvrière était actionné par une béquille portant un pignon engrenant sur le rond d'avant-train. En 1892, la Maison Panhard adopta la direction à pivots système Jeantaud.

La direction est commandée par une barre placée dans l'axe du véhicule. Le conducteur dispose en outre : en face de lui, du levier de commande du robinet à trois voies réglant l'admission et la densité de l'air carburé (dans le cas de



l'emploi de l'ancien carburateur); à sa droite, du levier de changement de marche et du levier pour les variations de vitesse.

De plus, deux pédales lui permettent l'une, l'application du frein pour les descentes et les ralentissements, l'autre le débrayage.

Au départ, on allume les brûleurs et on fait tourner le moteur au moyen d'une manivelle placée en avant de la voiture, tout en réglant l'arrivée de l'air

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

carburé; cinq minutes suffisent pour la mise en route. Des arrêts toutes les trois ou quatre heures sont nécessaires pour renouveler l'eau destinée au refroidissement des cylindres et pour inspecter le mécanisme. Quand on arrête, on ferme l'arrivée de l'air carburé, on éteint les brûleurs et on introduit dans les cylindres quelques gouttes de pétrole pour éviter leur encrassement. Un système de lubrification continue assure d'ailleurs le graissage des divers organes en cours de route.

Différents types de voiture ont été établis sur ce modèle avec des moteurs d'une puissance variant de 3,3 à 3,7 chevaux-vapeur. Le poids des véhicules varie entre 500 et 700 kilogrammes, suivant le nombre de places; les roues sont en bois, semblables à celles de la carrosserie ordinaire.

Lors de la course Paris-Rouen, la voiture accomplit le trajet avec une vitesse moyenne de marche de plus de 20 kilomètres à l'heure; le type qui vient d'être décrit donnait déjà d'excellents résultats. Il a pourtant été perfectionné encore pour la course Paris-Bordeaux.

En 1895, le moteur a été modifié de manière à en réduire le poids. Les cylindres ont été allongés et placés parrallèlement l'un à l'autre, les tiges du piston restant toujours reliées au même axe; le mouvement différentiel a été reporté sur l'arbre intermédiaire et l'essieu d'arrière rendu fixe; le mouvement était transmis aux roues de derrière par des chaînes. Ce modèle donne une force de 4 chevaux et ne pèse que 82 kilogr. 500. C'est celui qui est représenté par la figure 17.

Les voitures Peugeot, établies tout d'abord avec le générateur Serpollet, sont aujourd'hui pourvues du moteur à pétrole Daimler, introduit en France par MM. Panhard et Levassor.

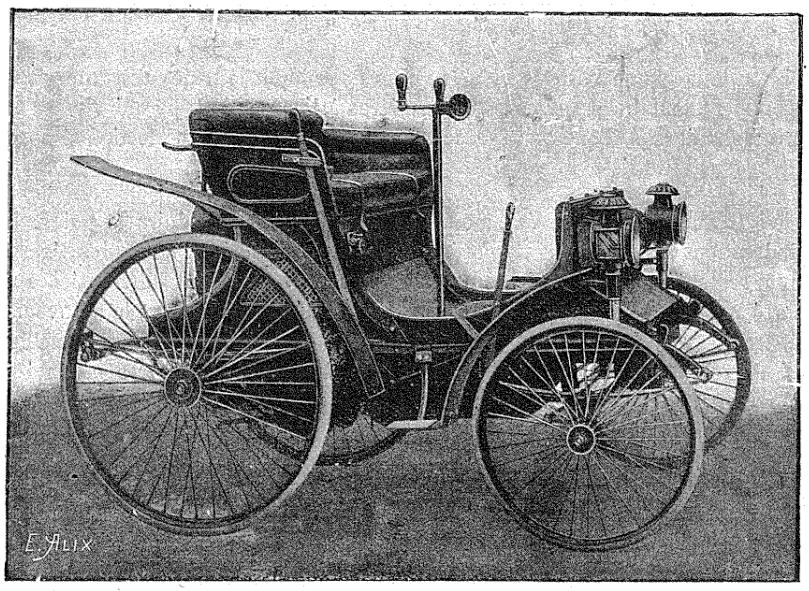
Dès 1891, lors de la grande course vélocipédique Paris-Brest, une voiture Peugeot accomplit le voyage de Valentigney (Doubs) à Brest et retour (2,000 kilomètres) en 139 heures, ce qui correspond à une vitesse moyenne de plus de 14 kilomètres à l'heure. La voiture pesait 530 kilogrammes, y compris 42 kilogrammes d'outils et de bagages et un approvisionnement de 27 kilogrammes de gazoline suffisant pour un trajet de 260 kilomètres. La dépense de gazoline ressortit à 0 fr. 046 par kilomètre.

Le bâti des voitures Peugeot est formé de tube d'acier sans soudure; les roues sont en métal avec fils d'acier et bandages en caoutchouc Le moteur, placé à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

l'arrière, est du type Daimler à deux cylindres actionnant une manivelle unique. La force motrice est fournie par l'explosion d'un mélange d'air et de gazoline assuré par le carburateur primitif de Daimler dont nous avons déjà parlé.

Malgré son ingéniosité, ce carburateur n'était pas sans inconvénients; le niveau de l'essence y était constamment variable et le remplissage du récipient n'était pas automatique; la gazoline n'était pas utilisée d'une façon complète, car sa densité ne tardait pas à augmenter de telle sorte qu'il fallait remplir avant



Voiture Peugeot.

vidange complète et nettoyer souvent pour enlever l'huile épaisse. Aussi la maison Peugeot a-t-elle adopté depuis le nouveau carburateur construit par MM. Panhard et Levassor, et dont on peut régler le fonctionnement :

1° En faisant varier la température de l'air au moyen d'une arrivée d'air froid, placée entre le point où le tuyau est chauffé par les brûleurs et le carburateur;

2° En ouvrant plus ou moins une petite arrivée directe d'air située sur la chambre d'aspiration du carburateur. Plus cette arrivée est ouverte et moins le

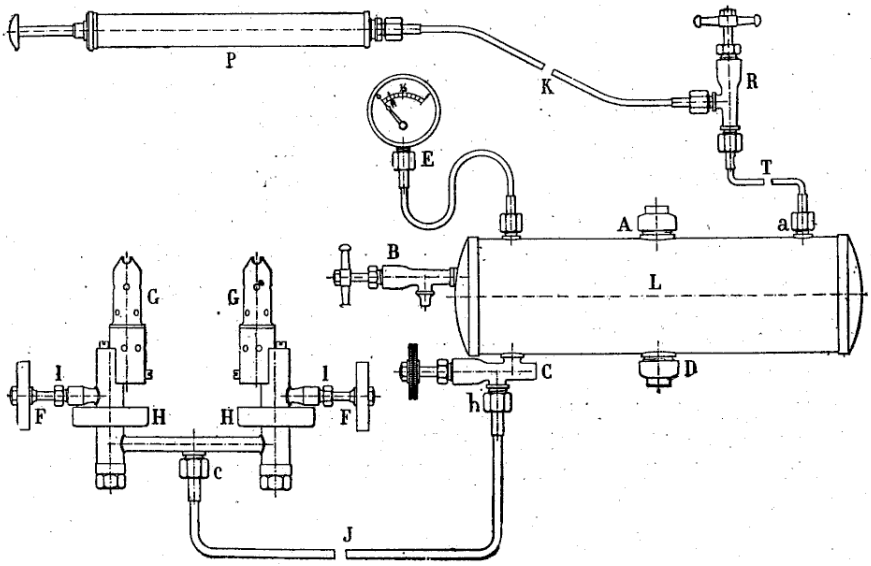
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

pétrole est aspiré énergiquement; en même temps, la quantité d'air pur ainsi admise appauvrit encore le mélange.

Les explosions successives dans le moteur sont provoquées par des tubes de platine que des brûleurs spéciaux maintiennent incandescents : deux types de brûleurs sont surtout employés, le brûleur Siemens et le brûleur Longuemare.

Le premier est formé d'une mèche de coton ou d'asbeste; la gazoline monte par capillarité. Au départ, il est bon de chauffer l'appareil.

Dans le brûleur Longuemare, il n'y a pas de mèche ; l'essence est soumise à une pression de un kilogramme, obtenue en introduisant au moyen d'une petite



Brûleur Longuemare.

pompe une certaine quantité d'air dans le réservoir; elle est amenée dans un tube capillaire enfermé dans un second tube porté à une température élevée par la chaleur dégagée par le brûleur lui-même. Pour la mise en marche seulement, on chauffe cette partie du brûleur avec une flamme d'alcool. L'essence se vaporise et vient brûler au sommet du tube avec une flamme très chaude et qui, sous l'influence de la pression, peut avoir jusqu'à 5 à 8 centimètres de hauteur. La dépense de ce brûleur ne dépasse pas un litre d'essence pour 13 heures.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'arbre du moteur actionne directement un embrayage à friction qu'une pédale permet de mettre en prise à volonté avec un arbre horizontal disposé longitudinalement dans l'axe de la voiture. Cet arbre est relié à son tour à un autre arbre parallèle par quatre paires d'engrenages agencées de façon à permettre quatre vitesses différentes sans changement du régime du moteur.

Les vitesses extrêmes sont 6 kilomètres à l'heure sur rampes de 0m,08 à 0m,10 et 20 à 22 kilomètres en palier. Cette faculté d'adaptation de la force motrice aux circonstances du roulement, entraîne naturellement une complication dans la transmission, mais elle permet d'utiliser le moteur de la façon la plus économique et de gravir des rampes très raides. Il suffit d'ailleurs pour obtenir à volonté ces diverses vitesses, d'agir sur un levier dont la poignée se déplace sur un cadran portant cinq divisions, le point mort et chacune des quatre vitesses possibles.

L'arbre portant les roues de changement de vitesse actionne à son tour, par un engrenage d'angle l'arbre intermédiaire transversal portant le différentiel et pourvu à ses extrémités de pignons sur lesquels passent les chaînes donnant le mouvement aux roues d'arrière. Les roues de devant sont montées folles sur des tiges coudées à angle droit reliées par un axe vertical à un prolongement de l'essieu.

C'est autour de cet axe vertical que pivote le plan des roues dans les virages. Les bielles de commande manœuvrées par une manivelle à deux poignées, placée à portée du conducteur, sont disposées de façon que chaque fois que le parallélisme des deux roues est détruit, leurs plans se coupent sur l'axe de derrière; les deux roues sont ainsi constamment tangentes aux cercles qu'elles décrivent. C'est le dispositif de l'avant-train Jeantaud. Le réservoir d'eau pour le refroidissement des cylindres est placé sous le siège d'arrière; le réservoir à gazoline sous le siège d'avant, le plus loin possible des brûleurs.

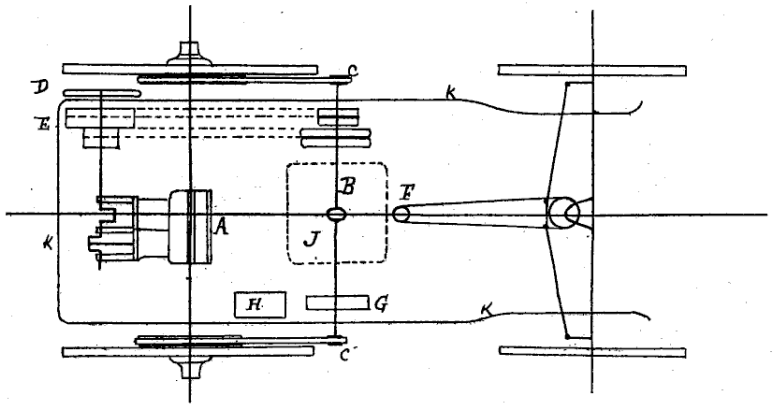
M. Delahaye a cherché à donner à son véhicule une forme élégante et surtout à disposer son avant de manière à ce que le regard ne cherche pas les chevaux devant la voiture.

Le châssis, construit en tubes d'acier analogues à ceux employés pour les cadres de bicyclettes, supporte la caisse de la voiture qui peut, suivant les besoins, former un phaëton à 4 places ou un break à 6 places. L'écartement des essieux donne une assiette exceptionnelle au véhicule et lui assure une grande stabilité; la direction se fait par un essieu brisé, chaque roue pivotant

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

autour d'un axe vertical. L'essieu d'avant est d'ailleurs très peu chargé, de sorte que la direction est douce.

Le moteur, construit dans les ateliers de M. Delahaye à Tours, est composé de deux cylindres horizontaux actionnant des manivelles calées à 180 degrés l'une de l'autre. Ces manivelles font tourner un arbre placé à l'arrière et com-



mandant par deux courroies un arbre différentiel aux extrémités duquel sont fixés les pignons qui, par deux chaînes, actionnent les couronnes dentées fixées aux rais des roues motrices.

Le carburateur est automatique, on le règle au départ une fois pour toutes; l'allumage est obtenu par une étincelle électrique et une circulation d'eau entretenue par une petite pompe contrifuge assure le refroidissement des cylindres. Un radiateur permet de rafraîchir l'eau à la sortie des enveloppes des cylindres.

La vitesse normale du moteur est de 450 tours par minute, et sa puissanec atteint 5 chevaux. La vitesse moyenne est de 25 kilomètres en palier avec 5 ou 6 voyageurs. L'approvisionnement d'essence minérale que comporte la voiture permet d'accomplir un trajet de 300 kilomètres.

La voiture à pétrole de M. Roger est pourvue d'un moteur Benz à quatre temps :

1° Aspiration dans le cylindre du mélange à la pression atmosphérique;

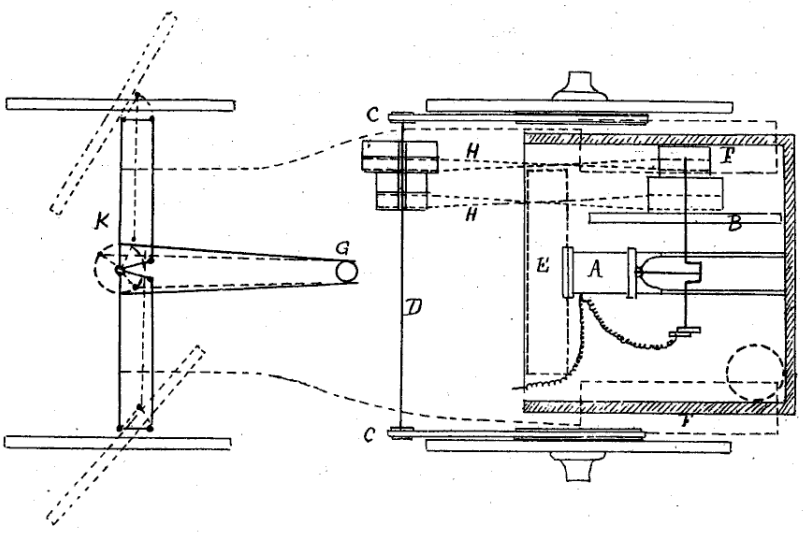
Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° Compression de la cylindrée dans l'espace mort ou chambre de combustion;

3° Détonation et détente des gaz;

4° Explosion des produits gazeux.

L'allumage est électrique et est assuré par deux accumulateurs et une bobine de Ruhmkorff; les fils sont reliés avec un interrupteur à l'entrée de la bobine.



A la sortie, un des pôles communique avec la masse de l'appareil et l'autre est relié à l'inflammateur et à un ressort isolé qui frotte sur une came.

Tant que le ressort frotte sur la partie pleine de la came, le courant traverse la masse de l'appareil; dès qu'au contraire il se trouve en face de la partie évidée de la came, le circuit est interrompu et l'étincelle jaillit à l'intérieur du cylindre entre la couronne et la fusée de l'inflammateur. Les accumulateurs employés ont une réserve d'énergie suffisante pour environ cent heures.

Le moteur est à cylindre unique et tourne à une vitesse relativement faible (300 tours environ par minute); il est placé à l'arrière, dans une position horizontale et actionne un arbre transversal portant un volant vertical *B* et deux poulies de transmission sur lesquelles passent les courroies qui transmettent

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

le mouvement à l'arbre *D* du différentiel placé entre les deux essieux et qui commande à son tour les roues de derrière par des chaînes de Galle.

Le cylindre, l'arbre transversal, les accumulateurs, les réservoirs à eau *FF*, le réservoir à essence *E* et le carburateur sont portés par un cadre suspendu par des ressorts au-dessus de l'essieu d'arrière.

Cet essieu est relié à celui de devant par un léger bâti tubulaire qui porte l'arbre différentiel ; les courroies supportent ainsi toute la fatigue résultant des oscillations.

L'avant-train est pourvu d'un essieu brisé avec volant-manivelle à la portée du conducteur pour la direction ; un frein puissant permet l'arrêt rapide ; le levier d'action, placé à gauche du conducteur, est disposé de façon à produire toujours le débrayage de la courroie lors de la mise en prise du frein.

La voiture de M. Roger peut recevoir deux personnes.

La voiture de M. Lepape peut être employée seule comme break ou bien s'atteler à toute espèce de voiture à deux ou quatre roues, dont on supprime simplement l'avant-train.

Les panneaux latéraux forment réservoir pour l'eau destinée au refroidissement du moteur.

Le bâti inférieur, composé de deux longerons en acier, en forme d'**U**, supporte le moteur par l'intermédiaire de bobines en caoutchouc afin d'amortir les trépidations.

Des taquets de bois et de caoutchouc aussi interposés dans le même but entre le châssis et les essieux, tandis que la voiture proprement dite s'appuie sur ceux-ci par l'intermédiaire d'un châssis en bois et de ressorts à pincettes ; l'indépendance du moteur et de la voiture se trouve donc réalisée d'une façon complète.

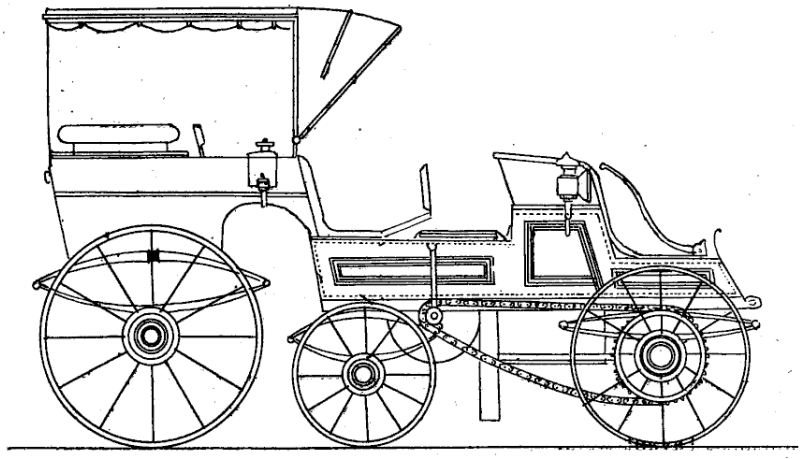
Le motenr est un dérivé du moteur Brotherhood ; il se compose de trois moteurs à simple effet et à quatre temps, placés à 120° les uns des autres, avec une seule distribution et un seul arbre-manivelle. On obtient ainsi trois explosions tous les deux tours et par conséquent une plus grande régularité de marche.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce moteur pèse 300 kilogrammes pour six chevaux de force, il tourne à 400 tours par minute et dépense quatre litres à l'heure d'essence minérale du commerce.

Le carburateur est un carburateur ordinaire avec double enveloppe où circule l'eau qui s'est échauffée au contact des parois des cylindres.

Le niveau de l'essence est maintenu constant par une alimentation automa-



tique; l'allumage du mélange explosif est obtenu par une étincelle électrique produite par une bobine de Ruhmkorff.

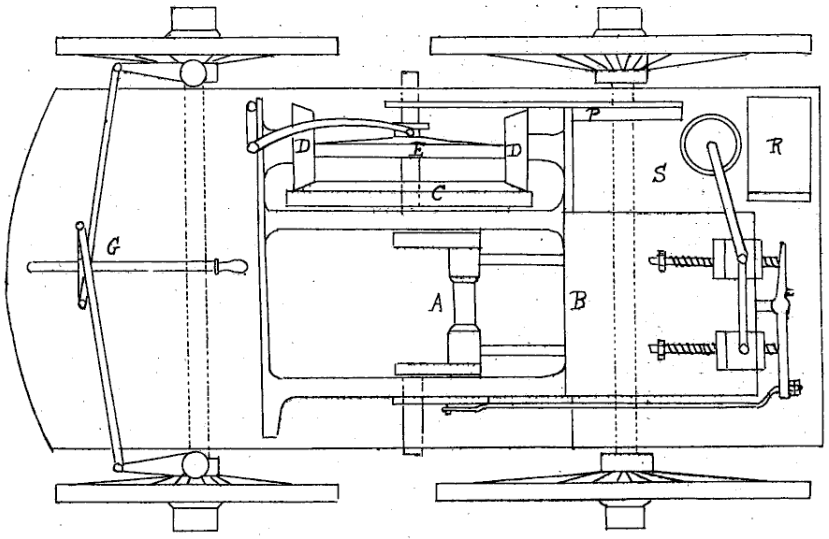
Le mouvement du moteur est transmis à un arbre différentiel à l'aide de deux plateaux de friction qui suppriment tout autre mécanisme d'embrayage, de changement de vitesse et de changement de marche.

Les roues de derrière, directrices, sont montées sur pivot et actionnées par la manœuvre, à droite ou à gauche, d'un levier que le conducteur tient de la main gauche. Ce même levier est susceptible d'un mouvement vertical; en l'abaissant, on rapproche le galet de friction du plateau volant et par suite on embraye. En le relevant, au contraire, on débraye et, si l'on continue le mouvement, la poulie vient frotter sur une barre transversale, ce qui détermine l'arrêt du véhicule par suite de la traction opérée sur les chaînes, dont le mouvement est ainsi freiné.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La voiture à pétrole de M. Tenting peut porter 4 et même 5 voyageurs. Le bâti, tout en restant solide, est d'une grande légèreté.

Le moteur imaginé par M. Tenting en 1887, est un moteur à deux cylindres et à quatre temps, placé horizontalement sous la voiture. Le mélange explosif se forme dans un carburateur composé de trois réservoirs superposés. Dans le réservoir supérieur, se trouve le pétrole qui coule peu à peu dans le réservoir



intermédiaire, de manière à entretenir une couche d'épaisseur constante, tandis que le troisième récipient sert pour contrebalancer l'abaissement de température résultant de la vaporisation de l'hydrocarbure. Il est traversé à cet effet par les gaz brûlés dans le cylindre.

L'allumage obtenu primitivement (1887) au moyen d'une étincelle électrique engendrée par le courant induit d'une bobine d'induction actionnée par deux piles au bichromate de potasse, est assuré, depuis 1889, par un allumeur à tube incandescent. Les cylindres sont accouplés dans une enveloppe commune ***B*** et les bielles actionnent, par un vilebrequin unique, un arbre ***A*** portant un plateau d'entraînement sur lequel frottent des galets de friction ***DD*** montés sur des axes mobiles dans des douilles portées par le bâti général et constamment poussées sur le volant ***V*** par des ressorts disposés à cet effet. Un autre plateau ***E*** tourne dans un plan parallèle à celui du volant ***C***, sur un arbre posé sur l'arbre du vilebrequin et ayant le même axe. Ce plateau reçoit le mouvement des galets ***DD***

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

et le transmet au pignon qui, par l'intermédiaire d'une chaîne de Galle, actionne la poulie p, montée sur la boîte d'un différentiel placé sur l'essieu moteur des roues d'arrière.

Un système d'embrayage, commandé par un levier, permet de faire varier la position du plateau E par rapport à l'axe commun des galets de friction et par suite de faire varier la vitesse progressivement, sans chocs comme en produisant les embrayages par engrenages.

Les roues d'avant très écartées assurent une grande stabilité; elles sont montées sur pivots placés aux extrémités de l'essieu qui reste fixe et obéissent aux mouvements donnés par un levier placé à portée du conducteur.

Rendons hommage, avant de clore cette série bien incomplète des véhicules à pétrole, à l'homme à qui semble revenir l'honneur d'avoir eu l'idée d'utiliser le pétrole pour la locomotion, à Pierre-Joseph Ravel qui, le 2 Septembre 1868, prenait un brevet pour « un générateur à vapeur chauffé par les huiles minérales « appliqué à la locomotion à vapeur, sur les routes ordinaires et tous autres « usages industriels », et qui, dès cette époque, construisait un petit tilbury automobile pourvu d'un moteur à vapeur dont la chaudière était chauffée par un foyer à pétrole. Un robinet permettait au conducteur de régler le débit de l'huile et par conséquent l'intensité de chauffage, indépendamment d'un régulateur automatique actionné par le moteur même.

C. — VOITURES ÉLECTRIQUES

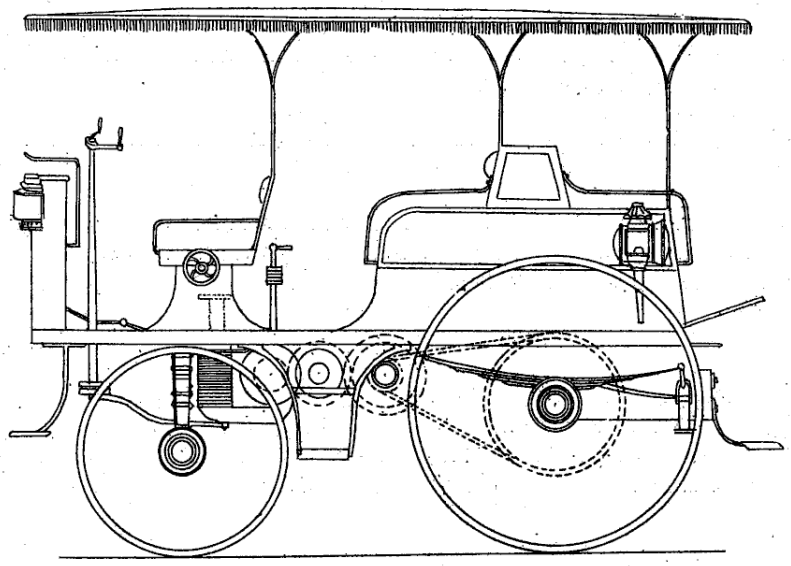
En 1881 sur les ordres de M. Philippart et avec le concours de C. Faure et Raffard il fut construit par M. Jeantaud une voiture électrique, mais par suite de la débâcle de la Société *Force* et *Lumière*, les essais furent abandonnés. Ils furent repris avec cette même voiture en 1888 avec des accumulateurs Renier. Cette même voiture servit aux essais des accumulateurs Tomasi et Fulmen en 1892.

La voiture électrique Jeantaud (n° 25 de la course Paris-Bordeaux) affecte la forme d'un break à 6 places réparties sur trois sièges, dont deux à l'arrière dos à dos. L'avant est garni d'un grand garde-crotte circulaire supportant une lumière électrique à trois feux. Les roues en bois mesurent 1 mètre de diamètre pour l'avant, $1^m,40$ pour l'arrière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Dans cette voiture, la direction est conforme au dispositif indiqué par M. Jeantaud dans son brevet 151.607 du 17 Octobre 1882, qui par une connexion convenable des bras reliés aux pivots des roues motrices fait disparaître le défaut capital des brevets Lankensperger et Akerman.

L'avant-train est suspendu par deux ressorts réunis en leur milieu et placés transversalement sous la caisse qu'ils supportent d'une part, tandis qu'ils reposent d'autre part sur l'entretoise auprès des pivots. Grâce à cette



disposition, quand l'une des roues vient à heurter un obstacle, le bâti oscille simplement autour du point central de l'attache des ressorts et la charge se reporte sur l'autre roue.

Le bâti de la voiture est tout entier en acier plat soudé placé de champ par rapport aux charges.

Le moteur a été dessiné et exécuté par M. Rechniewsky. Robuste, d'une construction soignée, il est établi pour donner en marche normale sous 70 volts une puissance de près de 7 chevaux permettant des vitesses de 24 kilomètres en palier.

L'énergie électrique lui est fournie par une batterie d'accumulateurs de 38 éléments Fulmen répartis en 12 boîtes de 3 à 4 compartiments. Chaque élé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment du poids de 15 kilogrammes, présente au régime ordinaire de décharge en dix heures, une capacité de plus de 300 ampères-heures. Chaque batterie permet d'accomplir un trajet de 40 à 70 kilomètres suivant le profil de la route ; après quoi, elle doit être remplacée, ce qui nécessite un arrêt d'une dizaine de minutes.

Les connexions s'établissent d'ailleurs automatiquement, grâce à l'emploi de ressorts contre lesquels les boîtes garnies de plaques métalliques viennent buter.

Le mouvement est transmis à un arbre intermédiaire portant le système différentiel et deux pignons qui permettent d'obtenir les vitesses de 12 à 24 kilomètres au régime normal du moteur.

La transmission aux roues s'effectue par des chaînes qui actionnent les roues de derrière.

Cette voiture prit part à la course Paris-Bordeaux en 1895. A l'aide de vingt batteries disposées le long de la route, elle parcourut les 580 kilomètres à une vitesse moyenne de 18 kilomètres à l'heure.

En 1888, M. Magnus Volk, directeur du *Brighton Electric Railway* fit construire par M. Park, de Brighton, un dog-cart à 3 roues, alimenté par une batterie de 16 accumulateurs de l'Electrical power Storage C°. L'insuffisance du moteur *Immisch*, type de 0,5 cheval vapeur fit abandonner ces essais.

M. Pouchain, à Armentières, construisit un phaéton avec une batterie d'accumulateurs Desjardins, après quelques essais avec un moteur Rechniewski, le peu de capacité de la batterie fit renoncer à ces essais.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT de M. le Comte de CHASSELOUP-LAUBAT

SUR

la Locomotion automobile en Angleterre

Bien que *Bacon* ait signalé la possibilité de se servir de machines à feu pour les véhicules et que l'on trouve dès 1619 un brevet pris par RAMSAY et WILDGOSSE pour une voiture sans chevaux, il faut arriver à l'époque de *Watt* pour trouver les premières tentatives sérieuses d'automobilisme. Signalons cependant la voiture à vapeur à réaction attribuée à NEWTON (1680) (*fig.* 1) qui

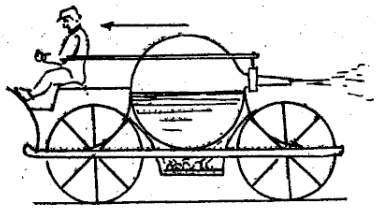


Fig. 1. — Voiture attribuée à NEWTON (1680).

n'est d'ailleurs qu'une application assez rudimentaire de l'éolipyle décrit par Héron d'Alexandrie, 120 ans avant Jésus-Christ.

WATT songea tout d'abord à appliquer sa machine à la locomotion ; la spécification de son brevet de 1769 donne la description d'un ensemble de ce genre dans lequel la force d'expansion de la vapeur était proposée comme puissance motrice : la vapeur devait être produite dans une chaudière toute primitive formée de douves en bois réunies par des cercles en fer, avec foyer intérieur. Le mouvement du piston était transmis aux roues par un double système d'engrenages permettant, dans une certaine mesure, de régler la marche suivant la résistance à surmonter, selon l'état des routes.

Rien ne fut tenté pour donner une forme pratique à cette conception ; il semble même que Watt ait plutôt découragé Small et Moore qui s'étaient

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

occupés de la question et surtout son agent William Murdoch qui construisit cependant, en 1784, un modèle de locomotive dont une copie est aujourd'hui déposée au Musée des Brevets de *South Kensington Museum*, à Londres. Cette machine était à haute pression et comportait trois roues comme celle de Cugnot ; les roues motrices ne mesuraient d'ailleurs que $0^m,24$ de diamètre, et le cylindre n'avait que $0^m,018$ de diamètre avec $0^m,037$ de course ; la chaudière était chauffée par une lampe à esprit-de-vin.

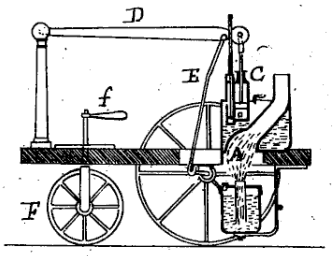


Fig. 2. — Modèle de voiture à vapeur de Murdoch (1784).

La figure 2 donne une idée de cette machine. La chaudière A et la machine C étaient placées à l'arrière et actionnaient l'essieu moteur par l'intermédiaire du balancier D et de la bielle E. La roue unique d'avant F était dirigée par le gouvernail *f*.

Toute petite qu'était la machine, elle s'élança une fois avec une vitesse telle, que son inventeur ne put la suivre à la course. Il semble que Murdoch fit deux ou même trois modèles de machines de ce genre ; il songea même à faire usage de l'air comprimé au lieu de vapeur pour agir sur le piston, mais, découragé par Watt (1), il abandonna la question et renonça à donner une forme plus pratique à sa voiture à vapeur.

En 1786, William Symington, l'un des premiers inventeurs du bateau à vapeur, cherchait également en Ecosse, à développer la puissance latente de la voiture à vapeur. Il avait construit un modèle qu'il fit voir en 1786 aux pro-

---

(1) Watt écrivait à son associé Mathew-Boulton, le 12 Septembre 1786 : « Je suis « extrêment fâché que William Murdoch s'occupe encore de voitures à vapeur..... Il ferait « bien mieux de faire comme nous et de laisser les Symington, Sadler et autres utopistes « (*hunting shaclows*) dépenser leur temps et leur argent à ces chimères. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fesséurs d'Edinburgh-Collège, mais les chemins en Ecosse étaient alors en si

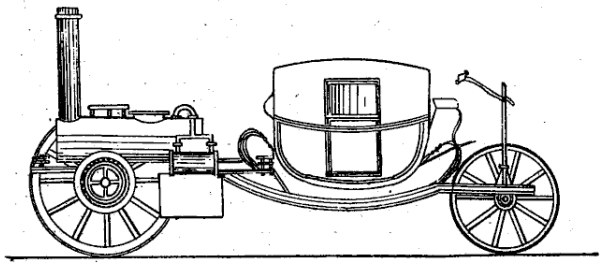


Fig. 3. — Voiture à vapeur de Symington (1786).

mauvais état qu'il se découragea et abandonna entièrement cette voie pour s'adonner à l'étude de la navigation à vapeur.

Dix ans plus tard, Richard Trevithick, élève de Murdoch, s'inspirant sans doute du modèle exécuté par ce dernier, dessinait une locomotive à haute pression pour routes; il en fit plusieurs modèles dont l'un figure encore

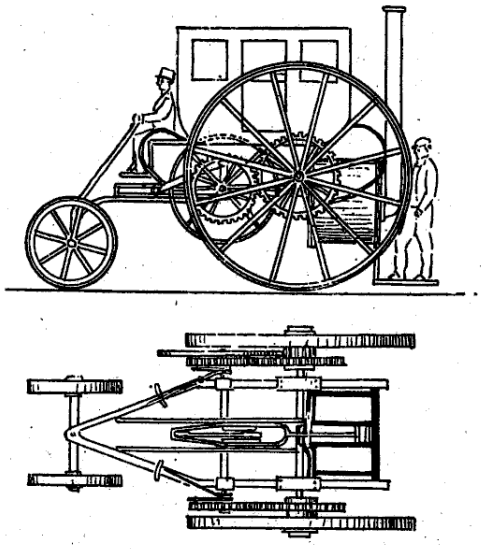


Fig. 4. — Voiture à vapeur de Trevithick (1800).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

au *South Kensington Museum*. En 1800, il construisit une voiture qui, essayée l'année suivante, fit plusieurs voyages à la vitesse de 12 à 15 kilomètres à l'heure en palier et de 6 kilomètres sur des rampes assez raides. En 1802, il prend, avec son cousin André Viviani, un brevet pour une voiture perfectionnée qu'il conduit et avec laquelle il fait plusieurs voyages à Camborne ; cette voiture avait l'apparence d'une diligence ordinaire à quatre roues. La machine ne comportait qu'un cylindre horizontal placé, ainsi que la chaudière et le fourneau, en arrière de l'essieu de derrière. La tige du piston faisait mouvoir un té maintenu par des guides et relié par deux tiges latérales à une traverse placée de l'autre côté de l'arbre. La bielle, attachée à cette traverse et à la manivelle, revenait vers le cylindre, l'arbre se trouvant ainsi entre celui-ci et la traverse. Ce fut probablement le premier exemple de machine à bielle renversée. L'arbre, mû par la manivelle, était relié aux roues de la machine par un engrenage et mettait également en jeu les robinets à vapeur et la pompe alimentaire ainsi que le soufflet installé pour activer le feu. Trevithick renonça dans la suite à ce soufflet, l'échappement de la vapeur dans la cheminée suffisant pour assurer le tirage.

Cette locomotive était l'une des premières machines à haute pression ; elle offre ce caractère d'originalité que la vapeur agissait alternativement sur chacune des deux faces du piston. Introduite d'abord sur l'une des faces, la vapeur forçait le piston dans un sens ; après quoi, la communication avec la chaudière se fermait et la vapeur contenue dans le cylindre s'échappait. Une autre communication s'ouvrait alors entre la chaudière et la face opposée du piston et la vapeur, après avoir pressé le piston en sens opposé, s'échappait encore en fin de course pour être ensuite introduite à nouveau sur la première face, et ainsi de suite.

La machine marchait avec de la vapeur à 4 kil., 2, et tant que la pression était suffisante, tout allait bien ; mais cette pression faisait souvent défaut, malgré la grande dimension de la chaudière. La machine excita néanmoins un vif intérêt ; après avoir fait de nombreuses courses à une vitesse atteignant jusqu'à 16 kilomètres à l'heure, elle fut conduite à Plymouth, à 90 milles (145 kilom.) de Camborne, effrayant les populations sur son passage, et embarquée pour Londres. Là, ses inventeurs la présentèrent à plusieurs notabilités du monde savant, parmi lesquelles Sir Humphry Davy qui, quelques jours plus tard, écrivait à l'un de ses amis : « J'espère apprendre bientôt que les dragons « du capitaine (de mine) Trevithick, ont envahi toutes les grandes routes de « l'Angleterre ».

La machine fut ensuite exposée au public dans un enclos près d'Euston Square où se trouve maintenant la gare du North-Western ; elle traînait à sa suite une voiture remplie de visiteurs. Mais les inventeurs renoncèrent à poursuivre leur idée et tournèrent leur attention sur les voies ferrées qui venaient de faire leur apparition pour faciliter les transports dans les régions houillères.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Leur seconde machine, destinée à charrier le minerai des forges de Pen-y-Darran, dans le sud du pays de Galles, fut établie pour rouler sur rails (1803).

Trevithick finit sa vie dans la misère. On a coutume de reprocher à la France son ingratitude envers ceux de ses enfants qui firent sa gloire ; l'Angleterre n'a rien à nous envier à cet égard. Trevithick se vit refuser la pension qu'il avait sollicitée sur ses derniers jours, et cet homme, qui avait inventé, ou tout au moins réalisé pratiquement la machine à haute pression, la locomotive routière, la locomotive sur rails, la drague à vapeur, etc., fut enterré à la charité, alors que de son vivant même, l'application de la haute pression aux machines d'épuisement de Cornouailles, avait procuré une économie de combustible se chiffrant par des millions.

Après Trevithick, près d'un quart de siècle s'écoule sans qu'on ait rien d'intéressant à noter ; les quelques essais faits durant cette période sont inférieurs à ce qu'avait obtenu Trevithick. Plusieurs inventeurs, croyant que l'adhérence des roues ordinaires était insuffisante, imaginèrent divers dispositifs tendant à réaliser l'action des jambes et des pieds du cheval. L'un de ces inventeurs fut David Gordon qui, après avoir fait breveter en 1822 une machine

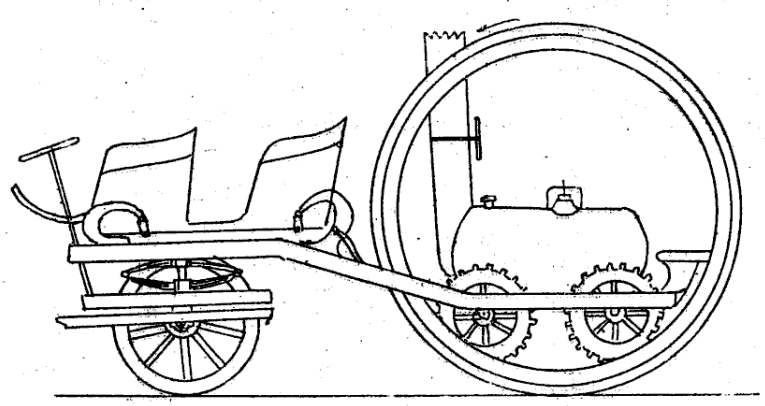


Fig. 5. — Voiture à tambour de Gordon (1822).

roulant dans un large tambour, par l'intermédiaire d'engrenages intérieurs, et dont le fonctionnement rappelle assez l'écureuil dans sa cage tournante, prit brevet en 1824 pour une machine pourvue de jambes articulées avec pieds, reprenant ainsi, sans plus de succès, une idée déjà préconisée en 1812 par Brunton, de Butterly.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

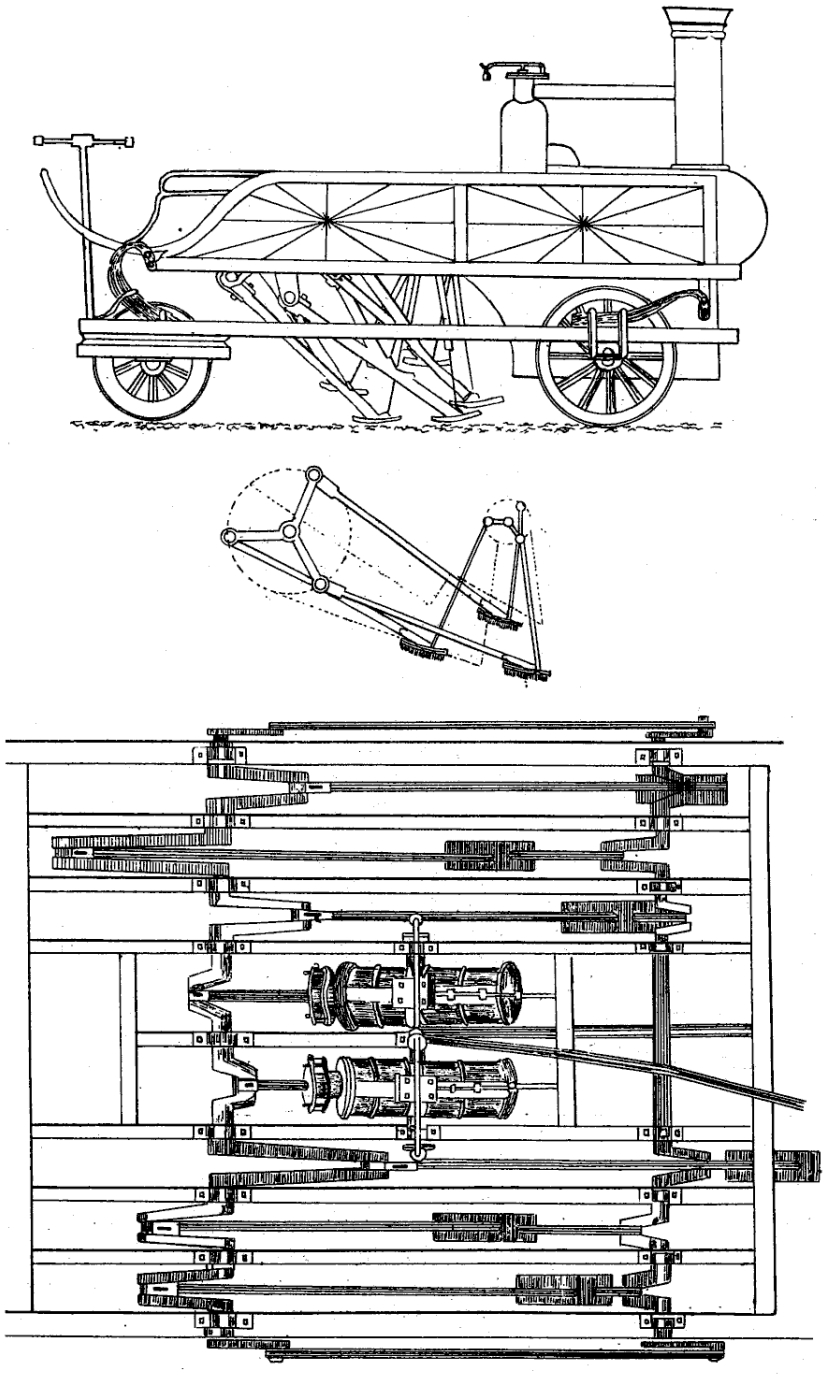


Fig. 6. — Voiture à jambes de Gordon (1824).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

On peut citer dans le même ordre d'idées la voiture de John et Samuel Steward, qui cherchèrent à augmenter l'adhérence en plaçant à l'avant une sorte de roue dentée faisant grappin dans le sol.

La voiture à voyageurs pour laquelle Julius Griffith (de Brompton-Middlesex), prit brevet en 1821 (n° 4630), est plus sérieuse ; elle fut construite par le célèbre Joseph Bramah. Ce n'était toutefois autre chose qu'une diligence ordinaire posée avec ses ressorts sur un châssis supporté par deux essieux. La chaudière et la voiture étaient placées au-dessus et en arrière de l'essieu postérieur ; un homme debout sur une plate-forme aménagée à l'arrière, gouvernait la machine et entretenait le feu tandis qu'un autre, à l'avant, manœuvrait la roue directrice.

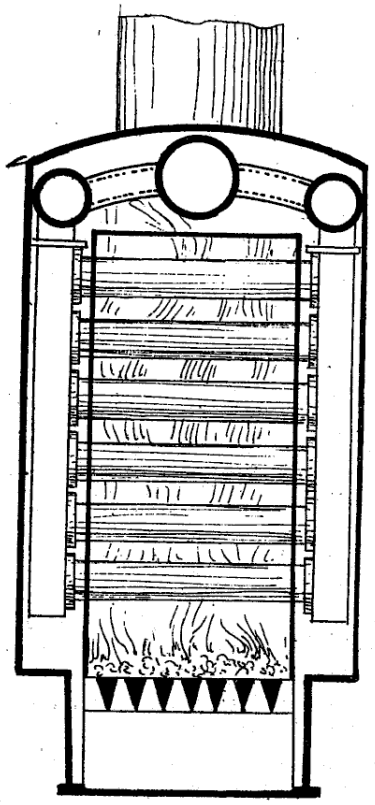


Fig. 7. — Chaudière de Griffith (1821).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La chaudière de Griffith est le premier type connu de chaudière à éléments : elle était composée de tubes horizontaux de $0^m,037$ de diamètre et $0^m,60$ de longueur, aboutissant à leurs extrémités à des chambres verticales aplaties, reliées elles-mêmes à leur partie supérieure par des tubes longitudinaux et transversaux formant récepteurs de vapeur et, dans une certaine mesure, surchauffeurs. La chaudière comprenait 114 tubes transversaux et offrait une surface de chauffe totale de 9 à 10 mètres carrés.

L'eau était fournie dans les tubes par une pompe et la vaporisation était très rapide. Griffith se servait d'un condenseur de surface à air formé d'une série de tubes métalliques minces et plats refroidis simplement par le contact de l'air extérieur. L'eau de condensation était reprise et refoulée dans la rangée inférieure des tubes de la chaudière. Les roues étaient mises en mouvement au moyen d'un engrenage intermédiaire actionné par deux cylindres et permettant à volonté deux vitesses différentes, mais, malgré l'ingéniosité des dispositions adoptées, les expériences faites dans les ateliers de Bramah donnèrent d'assez médiocres résultats, à cause surtout de l'insuffisance de la production de vapeur et Griffith ne donna pas suite à son invention.

La même insuffisance fut cause de l'échec de la voiture construite en 1822 par Tymothy-Burstall, d'Edimbourg, et Hill, de Londres. Ces inventeurs pro-

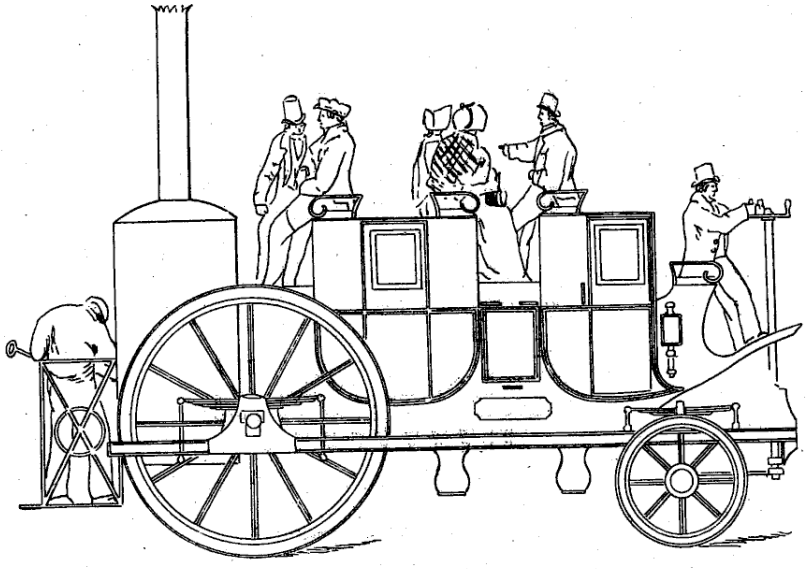


Fig. 8. — Voiture de Hill (1825).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

posaient l'emploi d'une chaudière à vaporisation instantanée (brevet n° 5090, 1825), formée de tubes plats maintenus à une température de 200° à 400° C, et dans lesquels l'eau n'était injectée qu'au moment où l'on avait besoin de vapeur.

Une seconde voiture à vapeur établie par les mêmes constructeurs en 1826, subit le sort de la première après quelques essais infructueux à Leith et à Edimbourg.

Au cours de cette même année, Isambard Brunel prenait un brevet pour un moteur utilisant la force élastique de certains fluides et notamment de l'acide carbonique ; il en indiquait l'application à la locomotion, mais il ne sut pas adopter sa machine aux fortes pressions auxquelles il lui fallait recourir. C'est également en 1822 que Scaton fit breveter pour la première fois la suspension des roues sur ressorts, et que Gurney proposa l'usage de l'ammoniaque comme agent moteur.

En 1824, James Williams Henry faisait breveter une voiture qui n'est autre qu'une berline portée sur un cadre supporté lui-même par deux paires de roues. Chaque roue est actionnée par deux cylindres dont les pistons agissent, par l'intermédiaire d'un arbre coudé sur une roue dentée engrenant sur une seconde roue montée sur le moyeu des roues motrices. Chaque roue est ainsi indépendante et un système de soupapes mues par des tringles reliées à l'avant-train, assure les ralentissements nécessaires pour les virages.

La voiture fit un voyage d'Epping-Forest à Londres, mais les tubes de la chaudière se montrèrent insuffisants et les essais furent suspendus.

James construisit une autre voiture en 1829, mais celle-ci avait plutôt le caractère de ce que nous appelons aujourd'hui les tracteurs. La voiture était pourvue de quatre chaudières contenant plus de 120 mètres de tubes de $0^m,018$ de diamètre, enfermés dans un espace de $1^m,20$ de large, $0^m,90$ de longueur et $0^m,60$ de hauteur. La vapeur de chaque chaudière était amenée dans un collecteur général alimentant les machines ; des robinets permettaient d'isoler l'une quelconque des chaudières. Les cylindres mesuraient $0^m,056$ de diamètre intérieur et $0^m,229$ de course ; ils étaient placés verticalement. La vapeur était employée à la pression de 14 kilos et l'échappement se faisait à une température telle que la soudure des récipients pour le réchauffage de l'eau d'alimentation se trouve fondue.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

L'année 1826 vit apparaître aussi la première voiture automobile à gaz, due à Samuel Brown. Le piston est mû par la pression produite par la combustion du gaz, aidée du vide relatif créé par la condensation de la vapeur d'eau fournie. Ce système fut aussi appliqué à des bateaux sur la Tamise, malheureusement, le prix élevé du fonctionnement de cette machine fit rejeter une idée qui devait, cinquante ans plus tard, être reprise avec tant de fruit. L'usage de l'air comprimé remis en avant par Lemuel Willmann Wright (1828) et par Mann (1829), rencontra les mêmes difficultés et eut le même sort.

Cependant tous ces essais ne restaient pas infructueux ; peu à peu la question s'élucidait et les solutions s'amélioraient. Revenu à des idées plus saines,

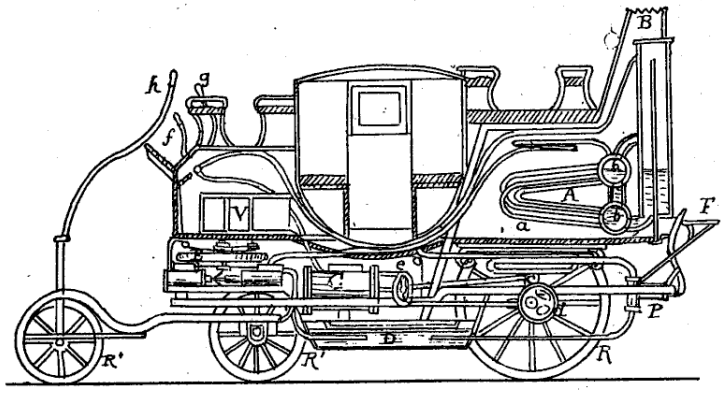


Fig. 9. — Voiture de Gurney Goldsworthy (1825).

Gurney Goldsworthy prenait le 14 mai 1825, un brevet pour une voiture très bien combinée et munie d'une chaudière remarquable pour l'époque.

Cette chaudière se composait de tubes recourbés en forme de < et reliés à leurs extrémités libres par des tubes verticaux aboutissant à deux cylindres dont le supérieur faisait office de réservoir de vapeur. Ces deux cylindres étaient eux-mêmes en communication avec un récipient vertical dit séparateur, au sommet duquel était puisée la vapeur. Celle-ci était employée à la pression de 70 livres par pouce carré (5 kil. 3 par centimètre carré). Gurney fut le premier qui ait eu recours au tirage forcé ; dans ses dernières voitures, la vapeur usée était injectée par petits jets à la partie inférieure de la cheminée. Il construisit plusieurs voitures de son système pour le transport des voyageurs, en progrès réel sur celles de ses prédécesseurs. Il avait débuté par une voiture à jambes mais il abandonna bien vite ce type pour d'autres plus pratiques.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est une sorte de *mail-coach* avec douze places assises, porté sur quatre roues, les roues d'arrière étant seules motrices. Ces roues reçoivent leur mouvement du piston par l'intermédiaire d'une bielle et d'une manivelle. Un excen-

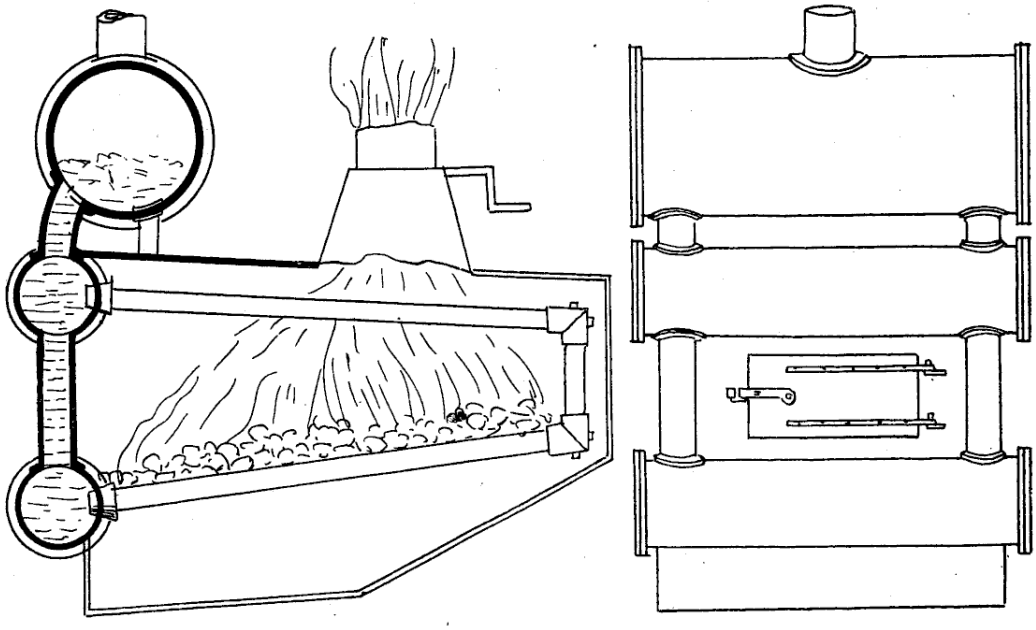


Fig. 10. — Chaudière de Gurnay Goldsworthy (1825).

trique, calé sur l'essieu moteur, commande le tiroir de distribution et le changement de marche ; enfin, un dispositif spécial permet au conducteur de faire varier l'admission de manière à changer la vitesse, arrêter la voiture ou la faire reculer. Le conducteur commande également de son siège le robinet d'amenée de la vapeur.

La vapeur traversait, avant de s'échapper par la cheminée, un bain d'eau froide dont le contenu était renvoyé dans la chaudière, par une pompe spéciale actionnée par un second cylindre commandant également un ventilateur employé pour forcer le tirage et placé sous le siège du conducteur.

L'admission de la vapeur dans ce second cylindre est réglée par un levier placé à la portée du mécanicien assis à l'arrière. Une pompe placée également à l'arrière permettait enfin d'alimenter la chaudière à la main si besoin était. Dans ses dernières voitures, Gurney utilisa l'échappement de vapeur pour actionner le tirage et supprimer la ventilation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Gurney assura pendant quatre mois un service régulier entre Gloucester et Cheltenham en 1831 ; le succès de ses voitures peut être attribué surtout à l'agencement ingénieux de la chaudière. La forme à laquelle il s'était arrêté après maints essais est représentée par la figure 10 : une série de tubes formant deux rangées à peu près horizontales, dont l'une servait de grille pour le foyer. Ces tubes partaient d'un bouilleur pour revenir après inflexion à un second bouilleur placé au-dessus du premier et relié lui-même à un collecteur de vapeur. Dans les voitures pour voyageurs, le collecteur était remplacé par un récepteur formé de deux tubes verticaux en fer placés à l'arrière de la voiture.

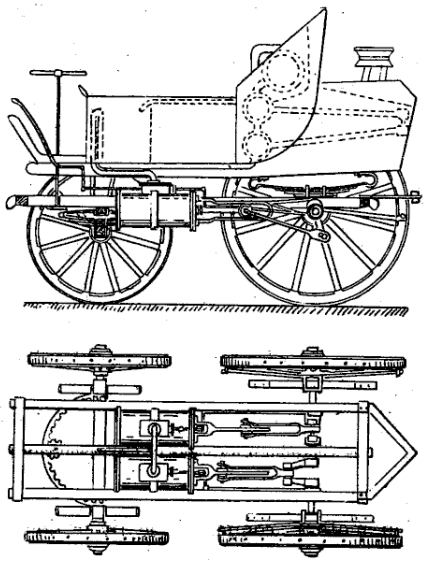


Fig. 11. — Tracteur de Gurnay Goldsworthy (1825).

Gurney construisit aussi un tracteur (*fig.* 11). Cette voiture était simple, pourvue d'un moteur pratique et d'une chaudière suffisante. La direction était obtenue au moyen d'un secteur denté fixé à l'axe d'avant et engrenant avec un pignon commandé par une manivelle placée à la portée du conducteur.

Nous passerons rapidement sur le phaéton à vapeur de Harland (1828), dont le trait caractéristique est une machine munie d'un condenseur à surface dans le genre de celui de Griffith, avec transmission par engrenages ; sur les voitures de William Denton (1829), sorte de locomotive routière munie d'une

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

chaudière verticale à éléments, qui semble d'ailleurs n'avoir jamais été essayée ; de James Anderson, caractérisée par une chaudière très légère formée d'un faisceau de tubes en fer soudés à recouvrement, de 1 pouce d'épaisseur, placés au milieu des flammes du foyer et dans lesquels l'eau circule. Cette voiture donna des résultats assez sérieux, mais elle était sujette à de fréquents accidents et on finit par l'abandonner ; de James Nasmyth (1827), qui circula à plusieurs reprises aux environs d'Edimbourg, transportant six à huit voyageurs.

Nous citerons encore les voitures du type Gurney exploitées par sir Charles Dance et par Ward, et qui, de février à juin 1831, transportèrent près de trois mille personnes entre Gloucester et Cheltenham ; le tracteur du même sir Dance, muni d'une chaudière d'un genre nouveau et qui fit, à

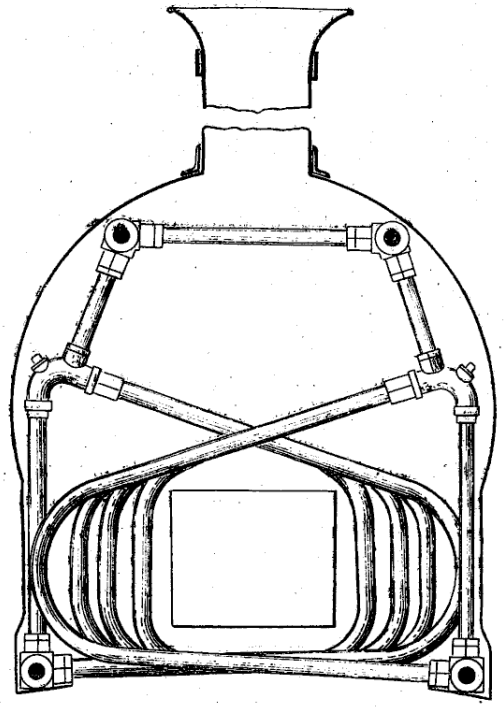


Fig. 12. — Chaudière de Sir Dance (1821).

plusieurs reprises, le trajet entre Londres et Reading en remorquant un omnibus et franchissant les 72 kilomètres en trois heures un quart ; la voiture

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à grande vitesse imaginée en 1830 par Ogle et Summers, qui, pourvue d'une chaudière tubulaire, travailla, au cours d'un essai fait devant une Commission de la Chambre des Communes, à une pression de 250 livres par pouce carré

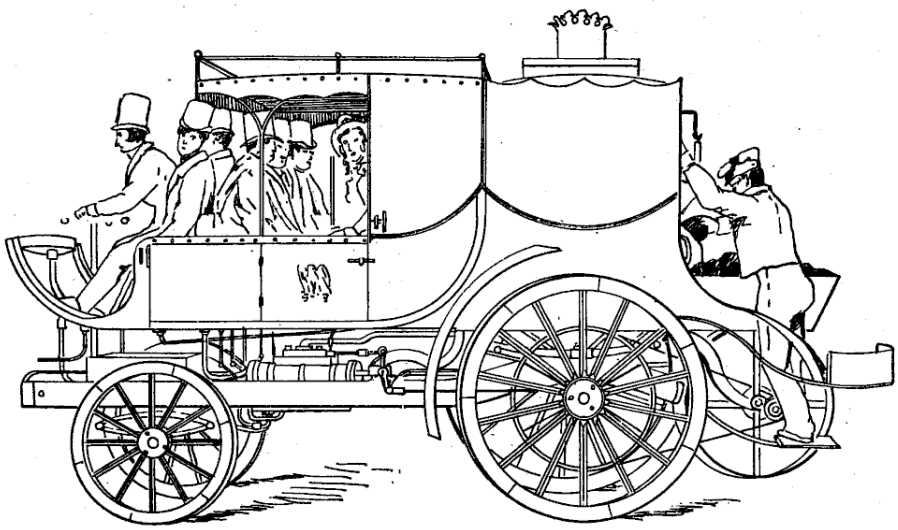


Fig. 13. — Voiture de Marcerone et Squire (1833).

(19 kilogr. par centimètre carré) ; la voiture de Jos. Gibbs (1831), sorte de locomotive routière avec chauéière et machine à l'arrière, remorquant une diligence ; la voiture de Marcerone et Squire, rappelant assez comme caractère général celle de Ogle et Summers, et qui, en 1833, transporte onze voyageurs en deux heures de Londres à Windsor, ce qui représente une marche régulière de douze milles (20 kilom.) à l'heure : cette voiture était pourvue d'un générateur tubulaire vertical fournissant de la vapeur à la pression de 10 kilogrammes; la voiture de Heaton qui, la même année, fait dans de très bonnes conditions, plusieurs voyages entre Worcester et Birmingham, et nous arriverons à Walter Hancock qui fut le plus persévérant et aussi le plus heureux de tous ceux qui tentèrent d'utiliser la vapeur sur les routes ordinaires.

La chaudière à laquelle il s'arrêta après de nombreux essais est décrite dans son brevet du 4 juillet 1827. Cette chaudière était formée d'une série de compartiments aplatis AA placés côte à côte, de manière à laisser entre eux des intervalles libres BB pour le passage des produits de la combustion. Ces compartiments étaient tous reliés à deux gros tuyaux horizontaux, l'un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

inférieur recevant l'eau par le conduit M, l'autre supérieur, servant de réservoir de vapeur.

Le tirage était actionné par un ventilateur et la vapeur d'échappement était

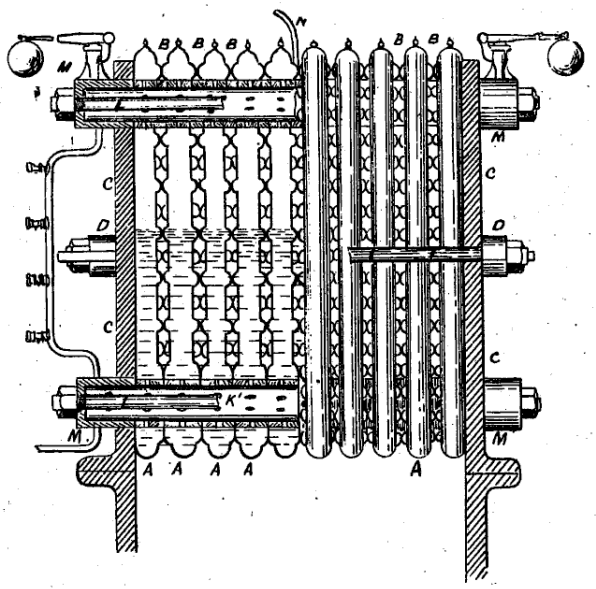


Fig. 14. — Chaudière de Hancock (1827).

renvoyée à travers le foyer, de manière à éviter toute projection extérieure apparente et tout bruit.

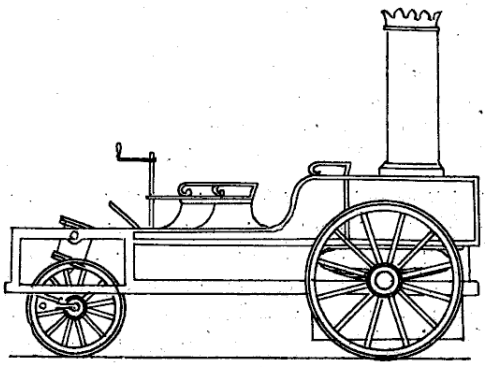


Fig. 15. — Première voiture de Hancock (1827).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La première voiture de Hancock était montée sur trois roues et pouvait recevoir quatre voyageurs. Elle était mue par une paire de cylindres oscillants, recevant la vapeur d'une chaudière placée à l'arrière, et agissant directement sur la roue unique d'avant qui se trouvait ainsi à la fois motrice et directrice. Malgré des débuts malheureux, cette machine fit, dans de bonnes conditions, de nombreux voyages dans la forêt d'Epping, à Paddington, à Croydon et autres environs de Londres.

Hancock jugea sans doute fâcheuse la séparation de la chaudière et du moteur, car il y renonça dans ses autres voitures. Dès 1831, dans sa voiture l'*Infant*, qui fit le service entre Stratford et Londres, le mécanisme est reporté à l'arrière, à côté de la chaudière, et c'est l'essieu d'arrière qui est moteur; cet essieu n'est d'ailleurs plus coudé comme dans les voitures de Gurney, mais droit, ce qui diminuait les chances de rupture. En 1832, Hancock construit une nouvelle voiture, *Era*, destinée à un service entre Londres et Greenwich, mais la société pour laquelle il l'avait construite ne put mener à bien son entreprise. Toutes ces machines étaient naturellement du même type et ne différaient que par l'agencement de la voiture. L'*Infant* comportait cinq banquettes transversales, tandis que dans *Era* (16 places), l'emplacement était occupé par deux caisses

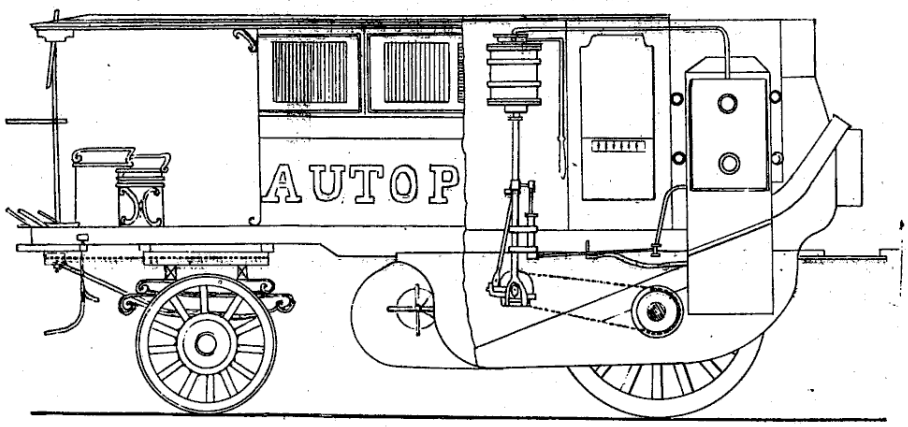


Fig. 16. — L'*Autopsy* de Hancock (1834).

fermées. Dans une troisième voiture, *Entreprise* (14 places), mise en service la même année, les banquettes étaient également supprimées et remplacées par une vaste caisse d'omnibus. *Autopsy*, mise en service en 1834, concurremment avec *Era*, pour le service entre la Cité et Paddington, est encore du même type : c'est une sorte de petit omnibus pouvant recevoir neuf voyageurs; la machinerie se trouvait au-dessus des roues d'arrière qui étaient les roues motrices et qui recevaient leur mouvement de deux cylindres verticaux par l'intermé-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

diaire d'une bielle, d'un plateau-manivelle et d'une chaîne; l'avant-train pouvait tourner autour d'une cheville-ouvrière, et un volant placé à portée du conducteur permettait à celui-ci de diriger la voiture.

D'avril à novembre 1834, ces deux voitures, *Era* et *Autopsy*, firent un service très régulier et transportèrent plus de quatre mille voyageurs.

« La voiture peut recevoir dix à douze voyageurs, non compris son propre « personnel, écrivait la *Morning Chronicle* dans son numéro du 19 août 1834; « elle partit hier matin de Morfield un peu après dix heures, avec un charge- « ment complet et arriva à Paddington une demi-heure après, ce qui représente « une vitesse de douze milles (19 kilom.) à l'heure, déduction faite du temps « des arrêts.

« Le mouvement de la voiture est aussi aisé que celui d'une voiture ordi- « naire, ajoutait la Gazette; il n'est accompagné d'aucun bruit désagréable et « les chevaux rencontrés en route ne semblaient nullement effrayés. »

En novembre 1834 cependant, le service fut suspendu et Hancock expédia en janvier 1835 son *Era* baptisée *Erin* pour la circonstance, à Dublin. Après un séjour de huit jours dans la capitale irlandaise, *Erin* repassa le canal et prit ses quartiers d'hiver à Stratford.

Elle en sortit encore pour aller à Birmingham se soumettre à l'examen de quelques capitalistes. Puis, en 1836, elle vint avec ses sœurs assurer à nouveau un service régulier sur la route de Paddington; le service se prolongea pendant 5 mois et comporta 525 voyages de la Cité à Islington et retour, 143 voyages à Paddington et retour et 44 voyages à Stratford et retour.

En 1836, Hancock construisit une nouvelle voiture à 22 places qu'il appela Automaton, et une voiture à 6 places pour un viennois du nom de Wogtlander ; enfin en 1838, il établit pour son usage personnel un phaéton pouvant porter 4 personnes et le conducteur, et s'en servit pour de nombreuses promenades dans Londres et aux environs, ne reculant pas même devant une promenade en plein Hyde-Park, évoluant sans peine aucune au milieu des magnifiques attelages qui s'y pressaient. Cette voiture pouvait faire 20 milles (32 kilomètres) à l'heure, mais sa vitesse moyenne ne dépassait guère 12 milles (19 kilomètres).

A cette époque, il existait en Angleterre un certain nombre de services réguliers de transports assuré par des voitures à vapeur. Indépendamment des voitures de Hancock, on trouvait la voiture du Dr Church faisant un service régulier entre Londres et Birmingham, à la vitesse de 24 kilomètres à l'heure;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la voiture exploitée par sir CHARLES DANCE, un fervent de l'automobilisme, qui

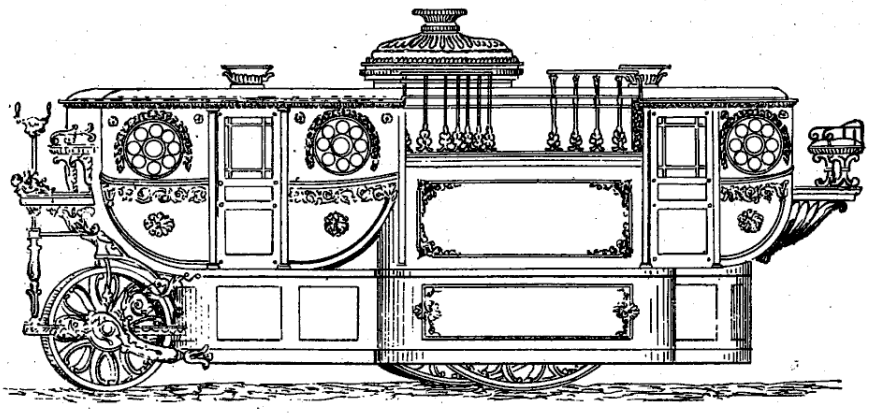


Fig. 17. — Voiture du Docteur CHURCH (1834).

engloutit plus de 700,000 francs pour faire triompher ses idées, mais échoua devant l'opposition des intéressés et l'indifférence du public ; le steam-coach de

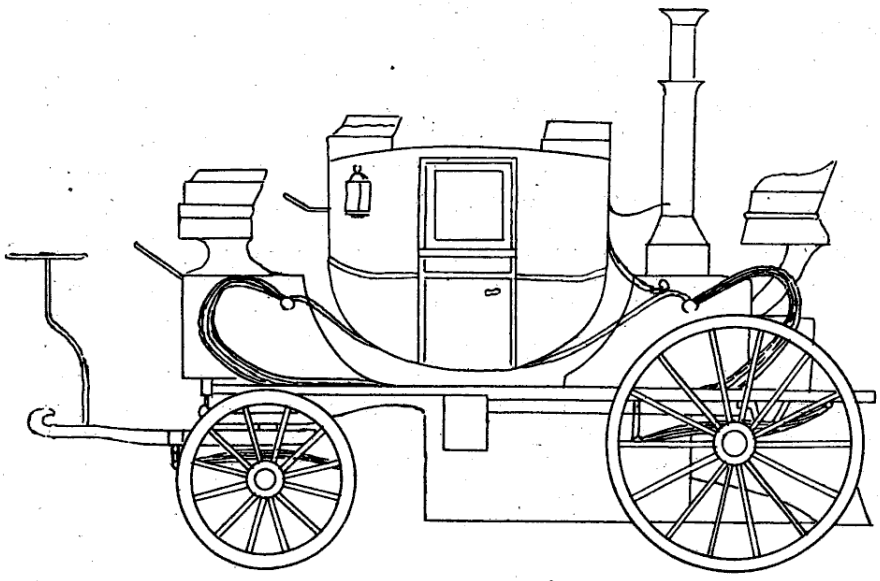


Fig. 18. — Voiture de SCOTT RUSSELL (1834).

SCOTT RUSSELL, le constructeur du *Great-Eastern*, qui assurait un service entre Glascow et Paisley.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Une société, la *Steam Carriage Company of Scottland* s'était montée pour établir ce service en 1834. Elle utilisait une voiture à vapeur remorquant une sorte de tender. L'ensemble comportait 6 places d'intérieur et 20 places extérieures, mais la voiture était toujours surchargée et transportait le plus souvent, nous l'avons dit, 40 à 50 personnes.

La chaudière et le moteur étaient placés à l'arrière de la voiture, le tender renfermant l'eau et le charbon ; il était remplacé à intervalles réguliers par un autre tender tenu tout prêt.

Chacune des deux roues motrices (de derrière) pouvait être isolée, ce qui facilitait les virages, mais la conduite de la voiture exigeait 3 hommes ; un pilote en avant, un mécanicien et un chauffeur derrière ; le premier placé sur un siège élevé et ayant à sa portée les leviers de commande, le second se tenant au contraire près du sol sur un petit siège spécial.

Ce service marcha avec la plus grande régularité pendant plusieurs mois, avec départs toutes les heures ; les voitures franchissaient les 11 kilomètres en 35 minutes, emportant 30 à 40 personnes et tout allait bien lorsque, à la suite d'une rupture de roue, un voyageur fut tué.

Cet accident fut le coup de grâce pour une industrie déjà fortement battue en brèche. Les Compagnies de chemins de fer, déjà puissantes, s'unirent aux entrepreneurs de roulage pour mener une campagne aussi violente qu'intéressée contre le nouveau mode de transport qui menaçait de devenir une concurrence redoutable. Cédant à un mouvement d'opinion créé par les intéressés, le Parlement autorisa la perception de droits de péage constituant en fait une véritable prohibition, ainsi qu'en témoignent les chiffres suivants empruntés au rapport de la Commission d'enquête de 1831 :

Péages en 1831	Voitures ordinaires			Voitures à vapeur		
	£	s.	d.	£	s.	d.
Liverpool-Prescot	0	4	0	2	8	0
Bathgate-Road	0	5	0	1	7	1
Ashburrham-Totness.	0	3	0	2	0	0
Teignmouth-Dawlisch	0	2	0	0	12	0

Il n'est pas inutile de remarquer qu'à cette époque les voitures à 4 chevaux pesaient de 700 à 900 kilos et les mails-coach près de 1,000 kilos.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Du reste, après trois mois d'enquête, la Commission se prononça en faveur des voitures à vapeur ; ses conclusions peuvent se résumer ainsi qu'il suit :

1° Les voitures peuvent être mues par la vapeur sur les routes ordinaires, à la vitesse moyenne de 16 kilomètres à l'heure ;

2° A cette vitesse, elles ont assuré le transport de plus de 14 voyageurs ;

3° Leur poids, y compris la machine, le combustible, l'eau et le personnel, peut rester inférieur à 3 tonnes ;

4° Elles peuvent gravir et descendre avec aisance et sécurité des rampes prononcées ;

5° Elles offrent toute sécurité pour les voyageurs ;

6° Si elles sont bien construites, elles ne constituent pas des appareils dangereux ;

7° Elles fournissent un moyen de locomotion plus rapide et plus économique que les voitures avec chevaux ;

8° Elles causent moins de dégâts sur les routes que les voitures ordinaires, à cause de la plus grande largeur des bandages de leurs roues et par suite de la suppression de l'action des pieds des chevaux ;

9° Les péages imposés aux voitures à vapeur sont de nature à en empêcher l'usage s'ils doivent être maintenus au taux élevé actuel.

Mais ces conclusions restèrent sans sanction et le développement rapide des chemins de fer vint donner le coup de grâce à l'automobilisme. Hancock qui avait tant fait pour les succès des moteurs à vapeur, resta le dernier sur la brèche, mais il dût céder aussi à l'hostilité des transporteurs et à l'indifférence du public ; il fit son dernier voyage en juillet 1840. Sa première voiture remontait à 1824 et dans cet intervalle de 16 ans, il ne construisit pas moins de 10 voitures.

Les voitures à vapeur se font rares à partir de cette époque. Pourtant les progrès rapides des chemins de fer, en augmentant les facilités de transport, développent peu à peu le besoin de déplacement et l'idée de la locomotion automobile reprend naissance, mais sous une autre forme. Impressionnés par la puissance de la locomotive, les inventeurs cherchent à adapter cette machine aux routes ordinaires et ce n'est que de loin en loin que l'on rencontre de véri-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

tables voitures automobiles, soit pour le transport en commun, soit pour les voyages d'agrément : nous voulons parler des locomotives routières, très employées aussi pour les transports agricoles.

La première locomotive de ce genre semble devoir être attribuée à William Warby, elle figura à l'Exposition de Bristol en 1842, où elle obtint un prix. C'était une simple voiture portant un générateur vertical et un moteur rotatif de Davies actionnant les roues motrices par une chaîne sans fin. La vitesse de translation était de 6 à 10 kilomètres à l'heure.

En 1848, J. W. Boutton, d'Ashtonundev-Lyne, construisit également une locomotive spéciale avec une roue motrice seulement, la seconde roue étant folle sur l'essieu. Ces premières tentatives n'éludaient qu'à demi les difficultés résultant du peu de consistance du sol sur lequel devaient circuler les machines, en raison même de leur destination ; aussi revint-on à une idée mise à contribution : les roues porte-rails.

Dès 1770, Richard Lowell Edgeworth avait fait breveter un système de voiture porte-rails dans lequel les roues sont munies de pièces de bois disposées de manière à venir se placer successivement sur le sol et sur lesquelles s'effectuait le roulement. Nombre d'inventeurs reprirent cette idée : Thomas German (1801), John Durbell (1808), Palmer (1812). En 1827, James Neville remplace les pièces de bois par une série de plaques faisant ressort et réparties tangentiellement sur le pourtour des roues. Le poids de la voiture bandait le ressort qui, une fois la plaque libérée, se détendait, coopérant ainsi à la traction.

Mais le principal protagoniste de ce système de locomotion fut Boydell, dont la voiture à rails mobiles fit l'objet d'un brevet en 1846. Son système fut appliqué avec assez de succès aux machines agricoles par M. Charles Burrell et par M. M. Garett, de Leiston. L'une de ces voitures fit même le voyage de Thetford à Londres en 8 jours, avec une charge de 29 tonnes, mais à une vitesse plus que modérée et dans des conditions d'économie désastreuses.

La machine Boydelle (1) roule sur des plateaux en bois à chacun desquels

---

(1) Pérignon. *Bulletin de la Société des Ingénieurs Civils de France* (1857).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

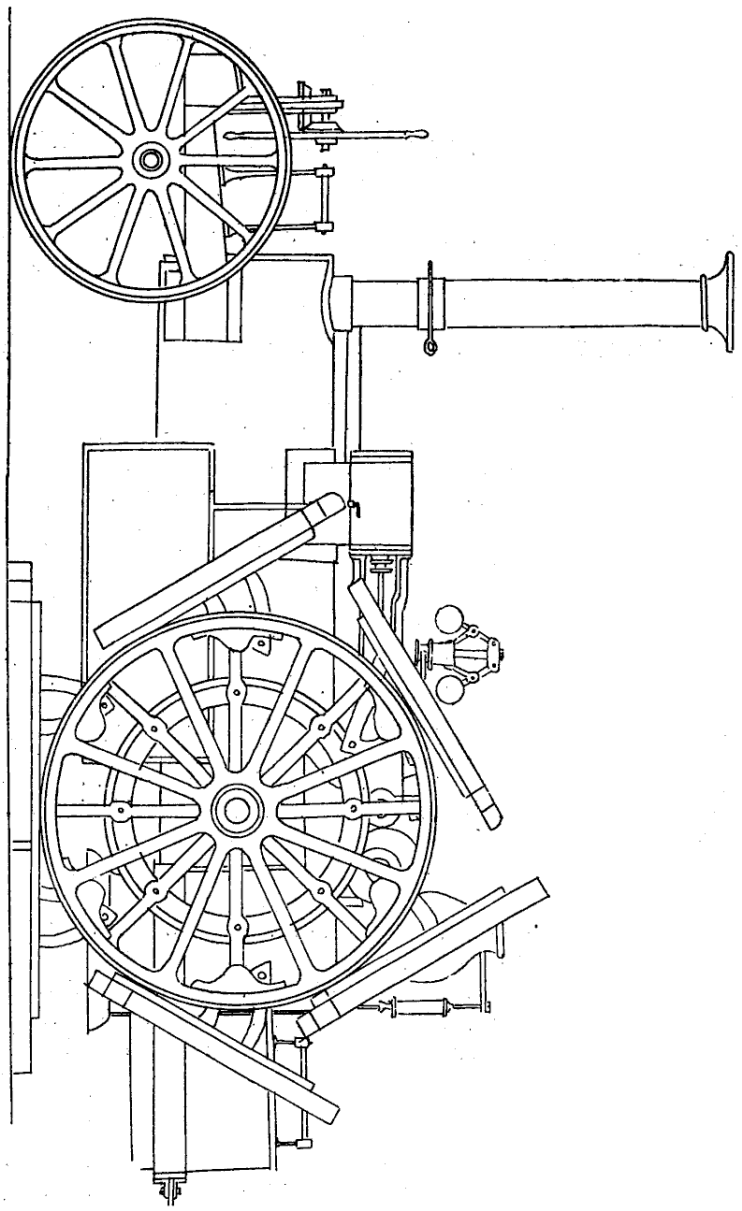


Fig. 19. — Locomotive routière, de Boydell, à rails mobiles (1861).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

est boulonné un rail. Ces plateaux sont montés avec articulations sur la jante des roues, de manière à pouvoir prendre n'importe quelle inclinaison par rapport à la roue. Ils ont $0^m,40$ de large sur $0^m,80$ de long et sont solidement ferrés.

La machine est portée sur quatre roues munies de ces rails mobiles. Elle repose sur l'avant-train par l'intermédiaire d'une flèche qui se termine par une fourche en fer à branches écartées de $0^m,50$ à $0^m,60$ qui viennent saisir les extrémités d'une forte cheville-ouvrière verticale se prolongeant au-dessous de l'essieu. Cette cheville-ouvrière est filetée et c'est l'essieu qui lui sert d'écrou ; la partie supérieure de la vis est prolongée par une tige à un tourne-à-gauche manœuvré par le pilote, ce qui permet d'élever ou d'abaisser l'avant de la machine. Cette disposition a pour but d'assurer le maintien de la chaudière dans une position horizontale, quelle que soit l'inclinaison du sol.

L'avant-train pivote autour de cette vis de relevage sur l'action d'un timon de 2 mètres de longueur, fixé à l'essieu d'avant et de l'extrémité duquel partent des chaînes qui viennent s'enrouler sur le treuil d'une roue de gouvernail ordinaire.

La chaudière n'a rien de particulier. C'est une chaudière de locomotive donnant de la vapeur à 6 atmosphères. L'appareil moteur est également du type des locomotives, il comprend deux cylindres adossés à la cheminée et munis de coulisses de Stephenson pour la marche en arrière. La puissance est d'environ 20 chevaux vapeur. La transmission de mouvement ne s'effectuait tout d'abord que sur une seule roue, mais cette disposition avait l'inconvénient d'obliger à tourner toujours dans le même sens, aussi Boydell l'abandonna-t-il ultérieurement.

Du reste, la faveur que rencontra tout d'abord son système fut de courte durée et bientôt son idée fut abandonnée.

Ses idées ne furent toutefois pas inutiles, en ce sens qu'ils conduisirent les constructeurs à élargir les roues de leurs machines de manière à diminuer la pénétration dans les terrains mous, tout en augmentant l'adhérence.

Les maisons Garrett et Fils, Thomas Aveling, exposèrent leurs premières machines conçues dans cet esprit à l'Exposition de la Société d'Agriculture de Canterbury, en 1860, puis à l'Exposition de Londres, en 1862.

D'autres constructeurs s'attaquèrent bientôt à la même question : Aveling et Porter, Charles Burrell et fils, John Fowter et fils, Ransomes, Sims et Head

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

(aujourd'hui Ransomes, Sims et Jefferies), Macharen Hornsby, Proctot et Cie, Marshall fils et Cie, etc..., pour ne citer que les maisons anglaises.

A l'Exposition de Paris, en 1867, les modèles abondaient. Nous nous contenterons de signaler ici les locomotives routières de Ransomes et Sims (Ipswich) et celles d'Aveling et Porter (de Rochester).

Dans la locomotive Ransomes et Sims, la chaudière est horizontale et porte vers l'avant un seul cylindre à vapeur. Le mouvement est transmis aux roues par une série d'engrenages comportant un débrayage qui permet le changement de vitesse. La vapeur, fournie à 6 kilos, est distribuée par un tiroir, et une coulisse permet le changement de marche.

L'essieu moteur n'est mené que d'un côté; de l'autre côté se trouve un

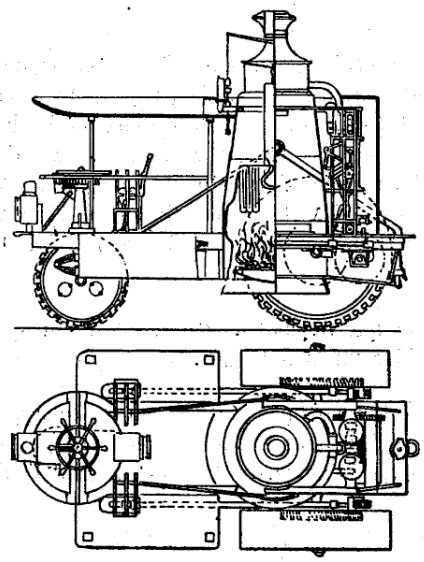


Fig. 20. — Locomotive routière *Ravee* de Ransomes (1871).

frein à vis et une pompe d'alimentation. Un volant poulie, monté sur l'arbre intermédiaire, permet d'utiliser la locomotive comme locomobile.

Les deux roues d'arrière (motrices) sont libres sur l'essieu portant la roue dentée menée par le moteur. A chacune de ses deux extrémités, cet essieu porte

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

une sorte de poulie autour de laquelle s'enroule une bride dont les extrémités sont reliées par un boulon à l'un des rais de la roue portante correspondant. Il en résulte que les rais portants sont entraînés dans un sens ou dans l'autre par cette bride.

Les roues motrices ont $1^m,75$ de diamètre; elles sont avec jantes en fonte et rais en fer. La jante est percée de trous qui permettent de fixer des saillies en fer lorsqu'on roule sur des terrains mous.

Le mécanicien et son aide se tiennent à l'arrière sur le tender qui contient les approvisionnements nécessaires pour une marche de 10 à 12 kilomètres. La direction est obtenue par un gouvernail placé à l'arrière, à la portée du mécanicien et qui agit sur l'avant-train mobile autour d'une cheville-ouvrière.

Sur une bonne route avec rampes inférieures à $0^m,01$, cette routière peut traîner une charge de 5 tonnes; en palier, la charge peut être portée à 12 et 15 tonnes, mais la vitesse ne dépasse pas 4 kilomètres à l'heure.

La maison Ransomes et Sims exposa ses premières locomotives routières agricoles à Bristol (1846) et à Norwick (1849); parmi les nombreuses machines qu'elle construisit, nous citerons le ***Ravee***, construit pour le gouvernement indien et qui, en octobre 1871, fit le célèbre voyage, aller et retour, entre Ipswich et Edimbourg, soit un parcours de 1,360 kilomètres, le plus long qui ait jamais été enregistré.

La machine pèse 19 tonnes et comporte trois vitesses : 16, 10 et 5 kilomètres, pour une marche du moteur au taux de 150 tours à la minute. La chaudière, verticale, est à l'arrière, et le mouvement est transmis aux roues de derrière, tandis que la roue de devant sert de roue directrice sous l'action d'une commande placée à la portée du mécanicien.

Les roues sont pourvues du bandage Thomson, sur lequel nous reviendrons ; de plus, la roue de devant porte sur deux ressorts elliptiques qui lui permettent de se prêter aisément aux nécessités de la route.

Cette locomotive routière est une des plus puissantes qui ait été construite ; elle peut parcourir 24 kilomètres sans arrêt et était destinée à remorquer un omnibus portant 65 voyageurs et le courrier des postes entre deux stations du Punjab, distantes de 110 kilomètres.

Les routières d'Aveling et Porter sont aussi de véritables locomotives. Le cylindre placé sur la chaudière actionne un arbre intermédiaire dont le mouve-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ment est transmis par une chaîne sans fin aux roues motrices. Celles-ci ont $1^m,68$ à $1^m,98$ de diamètre, suivant les modèles, avec une largeur de $0^m,30$ à $0^m,45$. Pour augmenter l'adhérence, des rainures sont ménagées dans les jantes, qui permettent d'y insérer des segments en fer faisant saillie. La transmission de mouvement s'effectue par une seule chaîne ; de l'autre côté de la machine, se trouvent un frein à vis et un volant poulie pour le cas d'utilisation comme loco-

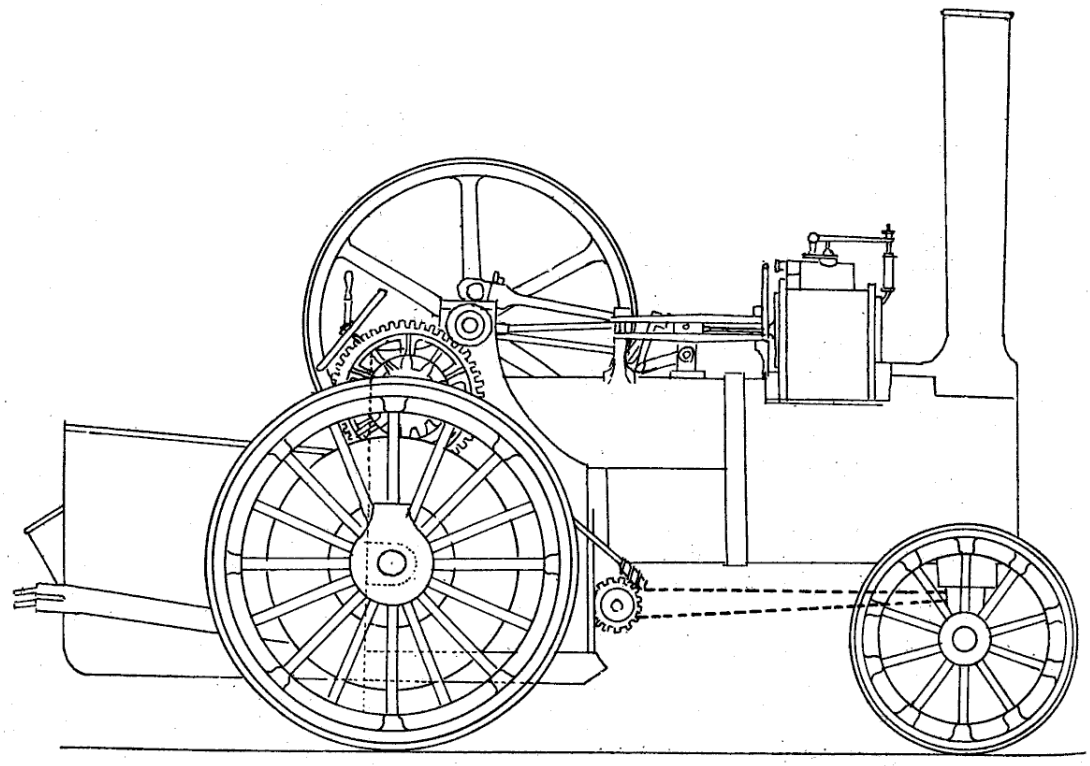


Fig. 21. — Locomotive routière d'Aveline et Porter (1867).

mobile. A l'arrière, un tender, faisant corps avec la chaudière, reçoit l'eau et le charbon pour une marche de 10 à 16 kilomètres.

L'avant de la chaudière porte sur un petit train de deux roues avec une cheville-ouvrière, comme dans les voitures ordinaires ; la direction est obtenue en agissant sur un levier à deux poignées. Une coulisse permet les changements de marche.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Deux modèles figuraient à l'Exposition de 1867 ; le plus petit pouvait remorquer 15 tonnes sur des rampes de moins de $0^m,05$; il pesait 9 tonnes et coûtait 10,500 francs. Le grand modèle pesait 14 tonnes et pouvait remorquer une charge de 20 tonnes sur des rampes de $0^m,06$; la charge était répartie dans des wagons spéciaux de 3, 5 ou 7 tonnes de capacité, avec avant-train mobile et munis, eux aussi, de roues à jante très large.

Les engrenages de transmission étaient agencés de manière à permettre les deux vitesses de 4 et 6 kilomètres.

De nombreux essais furent faits ultérieurement, en 1871, entre Wolverhampton et Stafford : une routière parcourut 26 kilomètres en 4 heures 48 avec une charge de 15 tonnes ; en 1872, à Orange (E. U.), Thurston constata que l'usage de la routière procurait une économie sensible sur la traction animale ; en France, Tresca père fit également des essais multiples qui mirent en lumière les avantages des locomotives routières, pourvu qu'on ne leur demandât pas autre chose que ce qu'elles étaient destinées à faire : transport de lourds fardeaux à très petite vitesse. Tresca estimait que cette vitesse ne devait pas excéder 4 à 6 kilomètres à l'heure.

La chaîne de transmission supportait toutefois des efforts tels que les ruptures étaient fréquentes, ce qui n'a rien de surprenant si l'on songe que la puissance des locomotives atteignait 30 à 40 chevaux avec une vitesse de 180 tours à la minute.

M. Ch. Burrell essaya de remédier à cet inconvénient en se servant de deux chaînes, mais peu à peu on abandonna la chaîne pour la roue dentée, surtout quand les progrès de la métallurgie eurent permis de donner à celle-ci toute la force nécessaire ; il est vrai que la solidité n'est acquise qu'au prix de frottements plus considérables.

La maison Burrell et fils s'est d'ailleurs adonnée à la fabrication des routières avec plein succès. Nous citerons entre autres une machine rappelant assez la *Ravee* et qui, pesant 10 tonnes, peut en remorquer 30. Elle est agencée de manière à permettre trois vitesses ; la plus grande était obtenue au moyen d'un arbre intermédiaire actionné par une roue dentée intérieur au volant. Les roues motrices sont pourvues de bandages en caoutchouc et la chaudière repose sur les deux roues de devant par l'intermédiaire d'un puissant ressort du type des ressorts de locomotive. Cette machine parcourt ses 45 kilomètres par jour toute l'année.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous signalons, en passant, le *Steam-Elephant*, de TAYLOR ; les routières, de GARRETT, de FOWLER et Cie ; de CLAYTON, SHUTTLENWORTH et Cie, ROBEY et Cie, MAC LAREN, etc., pour arriver à la routière Thomson, particulièrement intéressante, parce que c'est le premier véhicule de ce genre dans lequel on ait fait usage de bandages en caoutchouc pour les roues. C'était, d'ailleurs, plutôt un tracteur qu'une véritable voiture à vapeur.

Cette machine fut construite à Édimbourg, en 1869. La chaudière, verticale, repose directement sur l'essieu d'arrière qui porte les roues motrices. Deux cylindres, logés dans un coffre vers l'avant, communiquent le mouvement à un arbre intermédiaire relié à l'essieu, d'un seul côté, par un système d'engrenage réducteur agencé de manière à donner deux vitesses par la manœuvre de leviers spéciaux.

La direction se fait par une seule roue, commandée par un gouvernail placé à portée du mécanisme et agissant sur une vis sans fin. Une bâche placée à l'arrière reçoit la provision d'eau. Complète, la machine pesait 6,000 kilos.

Les roues motrices et la roue directrice étaient, nous l'avons dit, pourvues de bandages en caoutchouc vulcanisé, pour lesquels l'inventeur avait pris brevet dès 1845. Ce bandage, de $0^m,28$ de large sur $0^m,12$ d'épaisseur, était appliqué sur la jante. On considérait, comme une condition indispensable au succès, que le bandage fut appliqué sans tension, de manière à lui permettre un mouvement de glissement, faute duquel le caoutchouc comprimé tendrait à se casser en avant. En marche, le caoutchouc s'aplatissait à la partie inférieure et pénétrait dans des trous de $0^m,020$ de diamètre pratiqués dans la jante, ce qui évitait le patinage. Le bandage en caoutchouc était, d'ailleurs, protégé par une sorte de chaîne sans fin formée de barres d'acier plates à champs arrondis, de $0^m,09$ de large, $0^m,10$ d'épaisseur et $0^m,38$ de longueur. Ces plaques, éloignées l'une de l'autre de $0^m,02$, se rencontraient à leurs extrémités et étaient réunies par des maillons doubles. Comme le caoutchouc, la chaîne était placée sans tension sur la roue.

Des expériences faites à Édimbourg, il résulte que la routière THOMSON pouvait traîner une charge de 15 tonnes sur une rampe de 1/12 et de 30 tonnes en palier, à une vitesse pouvant varier de 4 à 10 kilomètres à l'heure.

En 1870, THOMSON fit circuler dans Édimbourg un omnibus à 60 places remorqué par un de ces *road steamers*, comme il les appelait. Les roues de l'omnibus étaient également pourvues de bandages en caoutchouc qui se comportèrent bien. On remarqua, toutefois, qu'à pleine charge, la déformation des bandages augmentait la résistance.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

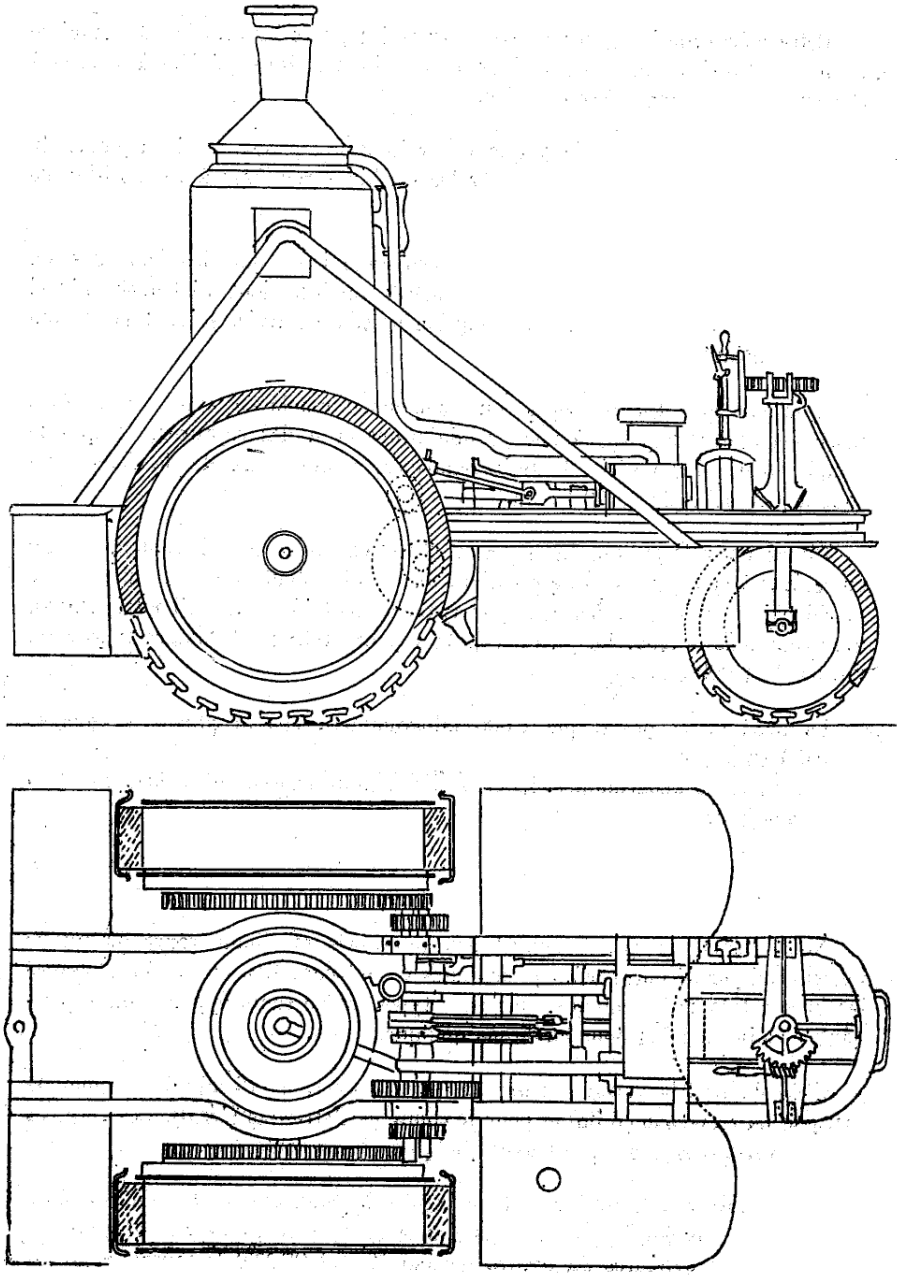


Fig. 22. — Locomotive routière de Thomson (1869).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Cette même routière put faire son service à travers les prairies du comté de Dunmore. Plusieurs de ces machines ont, d'ailleurs, été expédiées à Java et à Ceylan, pour les transports agricoles.

Il ne semble pas, cependant, que le succès se soit maintenu, à en juger, du moins, par le rapport de TRESCA, sur les machines routières à l'Exposition de Vienne, en 1873 :

« Il ne semble pas, écrit cet éminent ingénieur, que les bandages en « caoutchouc, si préconisés en ces dernières années, aient réellement réussi « d'une manière incontestée. Cette solution ne saurait avoir, suivant nous, une « grande utilité. »

Ajoutons que les bandages en caoutchouc employés avec ces lourdes machines étaient exposés à une grande usure et à des ruptures, et que le remplacement d'une série de trois bandages, comme ceux de la *Ravee*, ne coûtait pas moins de 6,000 francs.

Citons enfin le tracteur de PERKINS (Londres), le premier inventeur qui ait eu recours à la vapeur à haute pression. Sa machine était pourvue d'une double machine COMPOUND, l'un des cylindres ayant $0^m,046$ de diamètre, l'autre $0^m,080$, avec course de $0^m,102$. La pression de la vapeur était de 31 kilogrammes et la vitesse de 1,000 tours.

La machine ne pesait que 1,600 kilogrammes; elle fit plusieurs voyages d'essai à Saint-Albans et retour, remorquant une voiture légère pesant avec ses voyageurs 3,000 kilogrammes. La consommation de charbon n'excéda pas $0^k,06$ par tonne kilométrique.

Nous avons VH que l'hostilité des intéressés et l'indifférence du public avaient fini par décourager les promoteurs de la locomotion automobile, malgré les succès très réels obtenus. Quelques types intéressants apparurent, cependant, de loin en loin; nous en dirons quelques mots.

C'est d'abord la voiture construite par RICKETT, de Birmingham, pour le marquis DE STAFFORD (1858) et pour le comte DE CAITHNESS (1860). Ces voitures sont de véritables locomotives avec quelques places seulement.

La voiture construite pour le marquis de Stafford était pourvue d'un moteur pouvant développer une puissance de 3 chevaux-vapeur et composé d'une paire de cylindres de $0^m,076$ de diamètre et $0^m,229$ de course, recevant de la vapeur à 7 kil. 07. Une seule des roues de derrière de $0^m,90$ de dia-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

mètre était commandée par une chaîne. Deux caissons latéraux contenaient la provision d'eau (200 litres environ) ; le charbon était emmagasiné à l'arrière, sous la chaudière.

Il n'y avait qu'une roue en avant, placée entre les deux caisses à eau, et

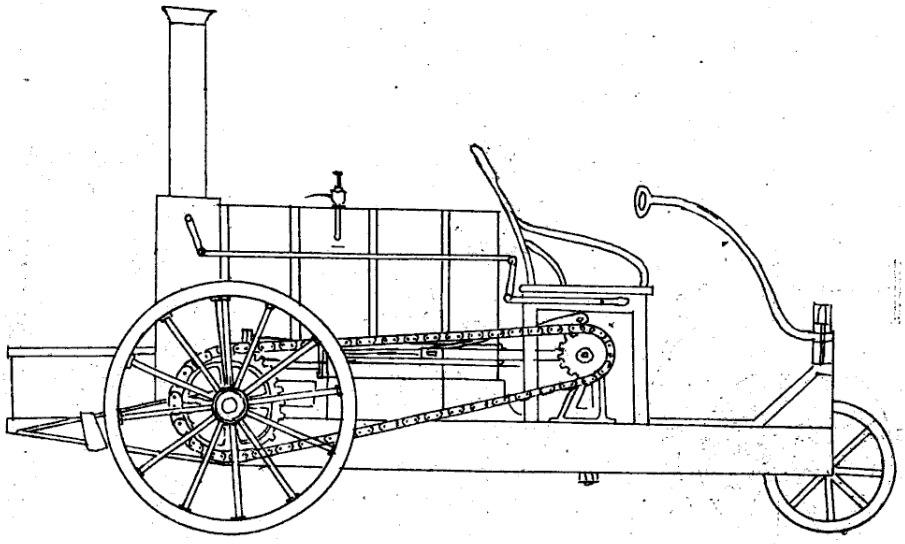


Fig. 23. — Voiture à vapeur du marquis de Stafford (1858).

dirigée par un levier manœuvré du siège. Ce siège pouvait recevoir 3 personnes.

L'ensemble de la machine pesait un millier de kilogrammes ; la vitesse de régime était de 16 kilomètres à l'heure.

La voiture Patterson (1862) offre ceci de particulier que, comme dans la voiture de Cugnot, ce sont les roues de devant qui sont motrices en même temps que directrices. Les roues de derrière sont simplement porteuses. La chaudière travaille également à 7 kilog.

L'ensemble, chaudière et machine, est placé sur un bâti circulaire porté par les roues de devant et pouvant tourner dans une partie annulaire ménagée dans le bâti de la voiture proprement dite.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La direction est obtenue au moyen d'une crémaillère circulaire et d'un pignon. L'une des roues motrices est pourvue d'un manchon d'embrayage à dents, l'autre à un simple cône à friction qui laisse un certain jeu pour les virages.

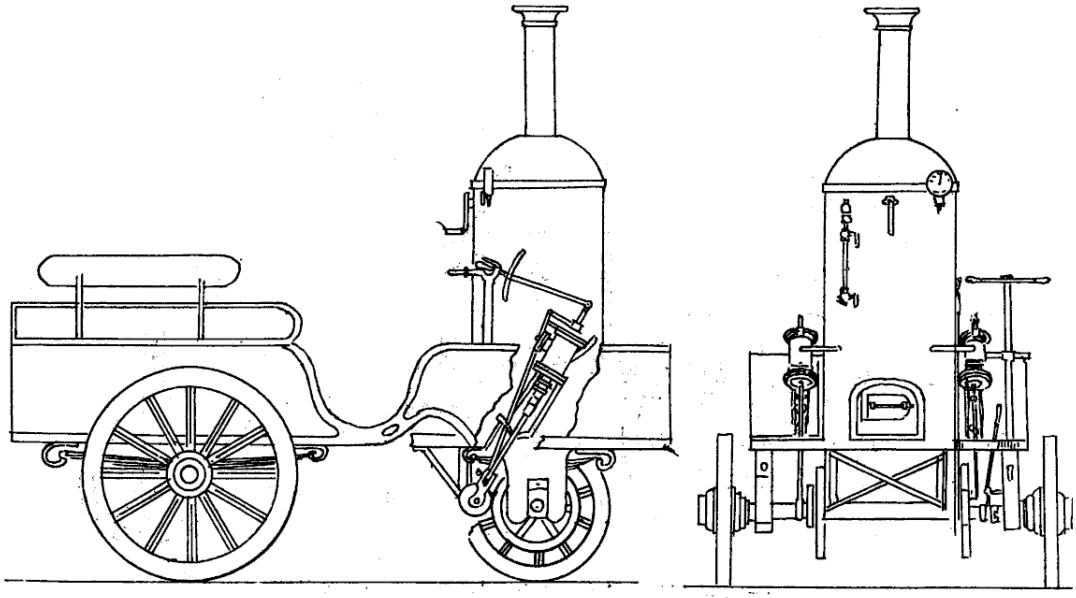


Fig. 24. — Voiture à vapeur de PATTERSON (1862).

L'eau est emmagasinée sous les sièges de derrière, le charbon sous les sièges de côté ; la voiture pèse complète 1 tonne et n'exige pour sa conduite qu'un seul homme.

La voiture que YARROW (qui, depuis, s'est fait un nom célèbre dans les constructions navales), exposa à Londres en 1862, était, au contraire, destinée aux transports en commun, elle pouvait recevoir une douzaine de voyageurs ; sa vitesse normale était de 20 kilomètres à l'heure.

La chaudière en tôle d'acier était à l'arrière ; c'était une chaudière verticale tubulaire à simple enveloppe ; les deux roues de derrière (motrices) étaient très rapprochées l'une de l'autre et calées sur l'essieu ; au contraire, les deux roues de devant étaient plus écartées et tournaient sur les fusées de leur essieu, relié

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

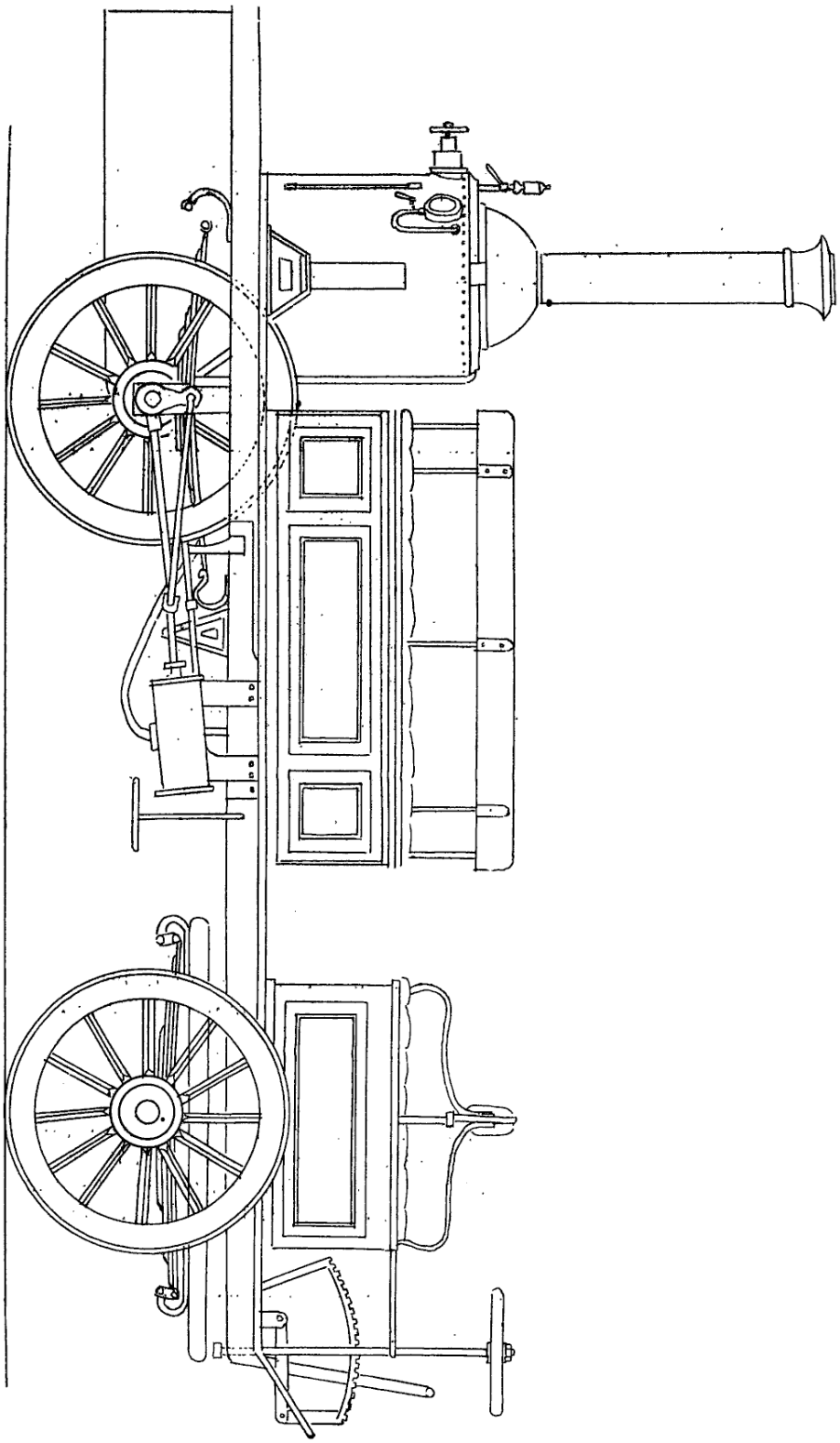


Fig. 25. — Voiture à vapeur de Yarrow (1862).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à un avant-train mobile dirigeable à volonté par le conducteur, en agissant sur une manivelle.

Entre le cylindre et la roue motrice, une simple bielle d'articulation, reliée d'une part au cylindre, d'autre part au coussinet de l'essieu, de sorte que, quels que soient les obstacles rencontrés, les ressorts peuvent jouer librement, sans que la position relative de l'axe de l'essieu et du cylindre varie.

La voiture construite par W. O. Carrett, en 1861, et exposée à Londres en 1862, peut être rapprochée de celle de Yarrow ; c'est également une voiture pour transports en commun : elle pouvait recevoir 8 à 10 voyageurs et fut

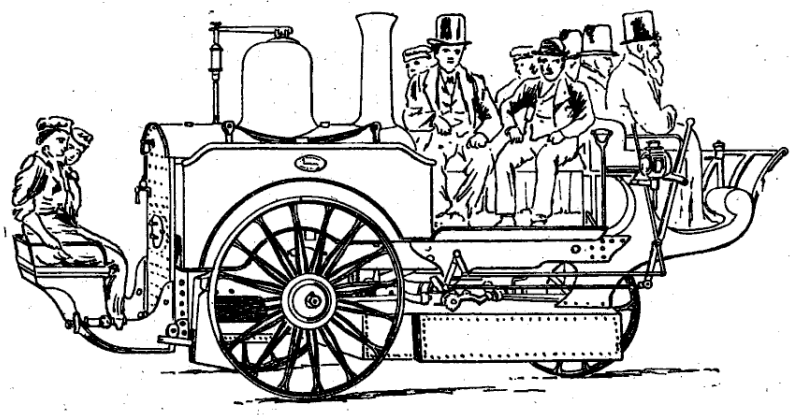


Fig. 26. — Voiture à vapeur de Carrett (1861).

baptisée le *Fly-by-Night*. Elle marchait d'abord à grande vitesse, mais, en présence des vexations administratives, elle fut finalement transformée en machine à petite vitesse.

La voiture de Percy Holt, construite à Headingly (près Leeds) en 1866, ne pouvait recevoir que 6 à 8 voyageurs, y compris le mécanicien et le conducteur, elle pesait 1,500 kilogrammes et marchait à la vitesse de 25 à 30 kilomètres sur une bonne route en palier et gravissait des rampes de 1/14 à la vitesse de 11 kilomètres. La voiture pouvait recevoir des provisions d'eau et de coke pour une course d'une trentaine de kilomètres.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La figure ci-contre en donne l'aspect général ; les roues de derrière (motrices), mesuraient 1m,37 de diamètre, la roue de devant 0m,76 ; la chaudière du système Field est suspendue à l'arrière du bâti en fer cornière et fournit de la vapeur à 17 kilogrammes à deux paires de cylindres actionnant chacune un arbre sur lequel est calé un pignon recevant une chaîne qui transmet le mouvement à la roue motrice correspondante. Le mouvement de chacune des deux roues est ainsi rendu indépendant, ce qui permet les virages en agissant sim-

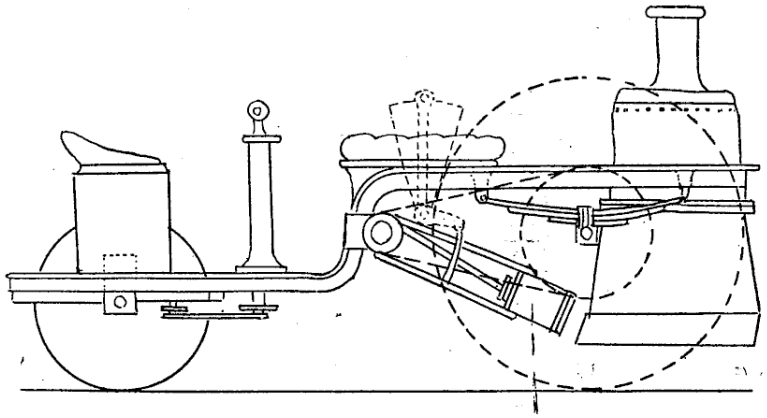


Fig. 27. — Voiture à vapeur de Percy Holt (1866).

plement sur l'une ou l'autre roue. Sur les bonnes routes, il suffisait même de faire marcher une seule machine.

La roue d'avant est actionnée par un arbre vertical commandé par une manivelle placée à la portée du conducteur ; une coulisse permet de renverser la marche.

Avec Knight, de Farnham (1868), nous revenons à la voiture d'agrément. C'est une voiture tricycle pourvue d'un moteur à benzoline, pouvant donner une puissance de 3/4 de cheval-vapeur, à la vitesse de 500 tours à la minute. Le mouvement est transmis à l'une des roues de derrière par une chaine passant sur un arbre intermédiaire commandé par une transmission funiculaire qui permet deux vitesses : 6 et 12 kilomètres à l'heure. La voiture, très légère, ne porte que 2 personnes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La voiture de Léonard J. Todd (1870), est également une voiture d'agrément, agencée pour 2 personnes seulement; cette voiture est pourvue de 3 roues dont les 2 d'arrière (motrices) ont $1^m,37$ de diamètre, tandis que la roue d'avant (directrice) n'a que $0^m,60$. La chaudière, du genre Field, est à l'avant, elle

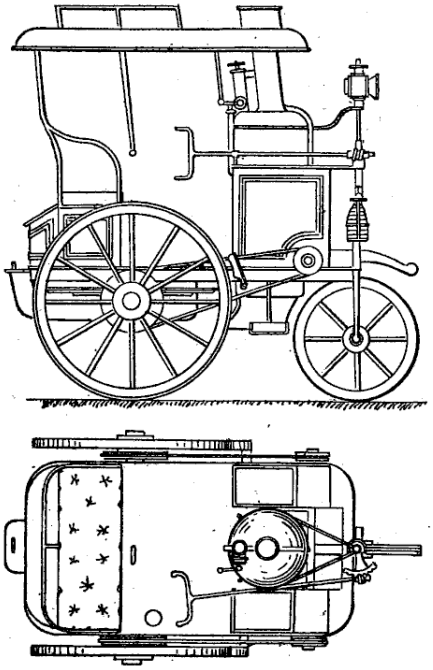


Fig. 28. — Voiture à vapeur de Todd (1870).

fournit la vapeur à deux cylindres placés de part et d'autre de la voiture et actionnant chacun une roue motrice par un arbre intermédiaire et une corde à boyau agissant sur un cône, de manière à permettre de diriger la voiture dans tous les sens. La direction était obtenue par une manivelle agissant sur la roue de devant.

L'ensemble mesurait $2^m,60$ de long sur $1^m,37$ de large; la quantité de vapeur rejetée par les cylindres était assez faible pour n'être pas une cause sérieuse d'ennui.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le *Pionnier* de NAIRN (1872), ne mesurait pas moins de 10 mètres de long et pouvait transporter 50 personnes. Il fit en 1871, durant quatre mois, le service entre Edimbourg et Portobello, accomplissant 11 à 12 voyages par jour sur une distance de 5 kilomètres, faisant en tout 952 voyages avec une moyenne de 21 voyageurs. Avec 50 voyageurs, il ne pesait pas moins de 10 tonnes. Les roues de derrière, de 1 mètre seulement de diamètre, étaient actionnées directement ; la cheminée passait sous les sièges et débouchait au-dessus de la tête du conducteur.

Citons encore le brougham MACKENZIE, qui, construit en 1875, était une voiture d'agrément. Elle donna d'excellents résultats, mais le *Road Locomotive Act* de 1878, vint en suspendre l'usage.

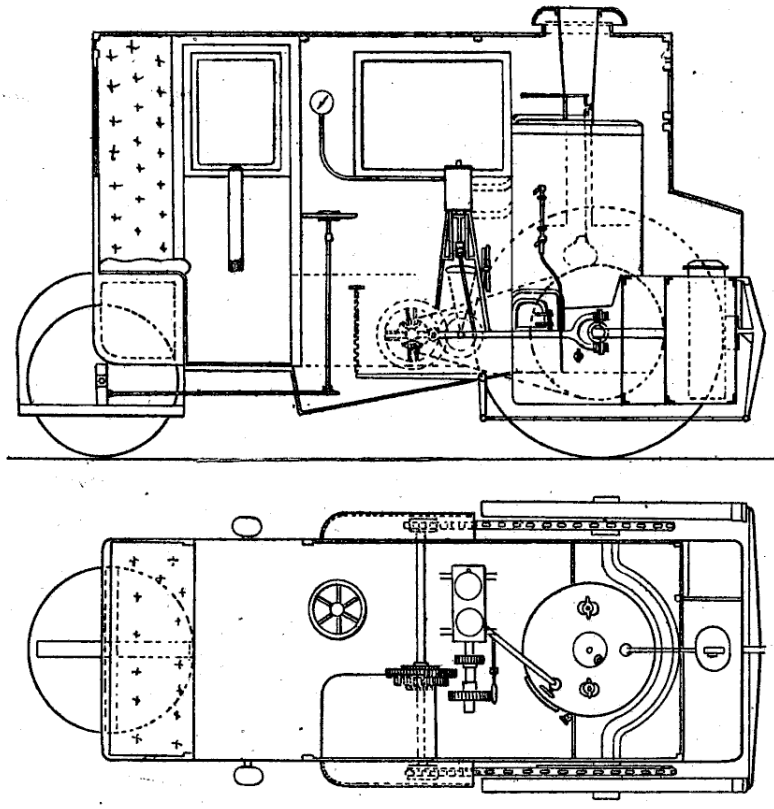


Fig. 29. — **Brougham à vapeur de MACKENZIE (1875).**

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'était une voiture à 3 roues avec une chaudière Fied de $1^m,22$ de hauteu sur $0^m,61$ de diamètre, placée à l'arrière et donnant de la vapeur à 9 kilogrammes. Deux cylindres verticaux actionnaient un arbre intermédiaire A portant deux roues dentées susceptibles d'être embrayées à volonté avec un second arbre B, pourvu d'un engrenage compensateur et portant à chacune de ses extrémités les pignons de commande des chaînes motrices. Le rapport entre la vitesse de la machine et celle des roues pouvait être, suivant que l'une ou l'autre des roues dentée de l'arbre A était embrayée, de 6 à 1 ou de 13 à 1.

Les roues motrices, en bois avec bandages en fer, comme dans les voitures ordinaires, mesuraient $1^m,22$ de diamètre. La roue de devant était dirigée par le conducteur agissant sur une manivelle.

Mackenzie est peut-être le premier qui se soit servi d'un injecteur pour alimenter sa petite chaudière.

Ensuite les voitures automobiles deviennent de plus en plus rares en raison de la réglementation draconienne à laquelle elles sont soumises. C'est à peine si l'on peut citer quelques types :

Le dog-cart de M. Blackborn (patent N° 3838 de 1877), mu par une petite machine à vapeur à 3 cylindres, actionnant un arbre intermédiaire placé sous le plancher de la voiture et dont le mouvement était transmis par une courroie à l'essieu moteur. Des poulies cônes fixées sur l'arbre intermédiaire permettaient de faire varier la vitesse. La chaudière était chauffée par un brûleur à benzoline : la vapeur d'échappement était reçue dans un condenseur tubulaire rafraîchi par un ventilateur, et l'eau condensée était renvoyée dans la chaudière par une petite pompe.

La voiture Inshaw (1881), de Birmingham, avec sa chaudière en acier donnant rapidement de la vapeur à 21 et 14 kilogrammes, et son moteur à deux cylindres. Cette voiture peut transporter 10 voyageurs et ne pèse à pleine charge que 1,800 kilogrammes, la transmission permet trois vitesses, et la vitesse moyenne est de 12 à 20 kilomètres à l'heure. L'aspect rappelle assez celui de la voiture de Yarrow. Cette voiture donna les meilleurs résultats; la vapeur d'échappement étant entièrement condensée, elle ne donne pas de fumée et ne fait pas plus de bruit qu'une voiture ordinaire. Il fallut cependant en suspendre la circulation en raison des règlements ridicules dont il a déjà été parlé et que Mac Laren résume ainsi qu'il suit (1):

---

(1) Steam on Common Road, Mac Laren. *Proc. of Inst. of C. E.* (1890-1891).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1° Les voitures à vapeur sont considérées légalement comme des machines dangereuses ;

2° Le propriétaire d'une voiture de ce genre ne peut la faire circuler sur les routes qu'après avoir obtenu une licence spéciale qu'il lui faut souvent attendre 3 mois et plus. Cette licence constate d'ailleurs simplement que la machine est construite suivant les exigences de la loi, mais elle ne met nullement le titulaire à l'abri des vexations d'autrui ;

3° Même en rase campagne, la vitesse est limitée à 6 kilomètres à l'heure ; il faut de plus, faire précéder la voiture d'un homme marchant à 20 mètres au moins en avant ;

4° Les autorités locales sont à peu près maîtresses d'interdire l'usage de tel ou tel pont, sous prétexte de danger.

Du reste, alors que les dommages causés par les voitures ordinaires sont à la charge de la communauté, le propriétaire d'une voiture automobile est tenu à la réparation des dommages qu'il a pu causer ;

5° Certaines autorités urbaines sont même parvenues à introduire dans les règlements locaux des clauses leur permettant de prohiber l'usage des machines de traction sur toute route ou chemin de leur juridiction.

En présence de cette réglementation, étendue d'ailleurs à tous les véhicules automobiles, si légers qu'ils puissent être (1), l'automobilisme ne pouvait que péricliter en Angleterre.

Cette industrie n'a pu renaître qu'après modification de la réglementation, modification en faveur de laquelle s'était dessiné un mouvement dû aux efforts de diverses associations et notamment de la *Self propelled Trafic Association*, sous la direction de sir Salomon David.

(1) En 1881, Sir Thomas Parkyn s'étant servi d'un tricycle à vapeur construit par Bateman, se vit poursuivi et condamné à une amende de 1 schelling. Cependant le moteur, fort ingénieux, condensait sa vapeur et marchait par conséquent sans échappement visible et sans beaucoup de bruit.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

RAPPORT de M. le Comte de CHASSELOUP-LAUBAT

SUR

la Locomotion automobile aux États-Unis

L'idée de l'automobilisme trouva des adeptes aux États-Unis comme elle en avait trouvé en Angleterre : mais là-bas les routes laissaient beaucoup à désirer, ce qui compliquait le problème et en augmentait singulièrement la difficulté.

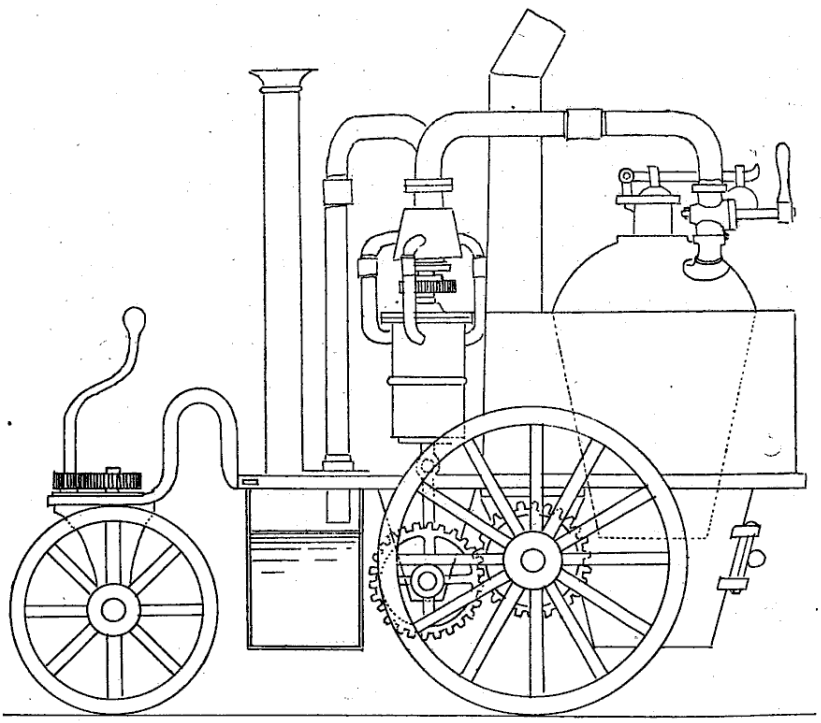


Fig. 1. — Voiture à vapeur de Robert Furness (1788)

Du reste, l'échec des Anglais n'était pas de nature à encourager beaucoup les Américains ; aussi ne trouve-t-on que fort peu de choses en Amérique jusqu'à nos jours.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pourtant, dès 1786, Olivier Evans proposait l'usage des machines à haute tension qu'il venait d'imaginer, pour la propulsion des véhicules; mais il ne réalisa pas tout de suite ses idées et c'est à Robert Furness, d'Halifax, que semble devoir revenir l'honneur d'avoir construit la première voiture automobile américaine, en 1788.

Sa voiture était portée par 3 roues, dont celle d'avant directrice. Les roues de derrière, motrices, recevaient leur mouvement par un engrenage les reliant à un arbre intermédiaire actionné lui-même par 3 cylindres. Une seule de ces roues était clavetée sur l'axe, l'autre était folle, ce qui facilitait les virages. La chaudière, placée à l'arrière, était fort rudimentaire : pourtant la vapeur d'échappement était utilisée pour réchauffer l'eau d'alimentation.

Deux ans plus tard (1790), Nathan Read construisait également une

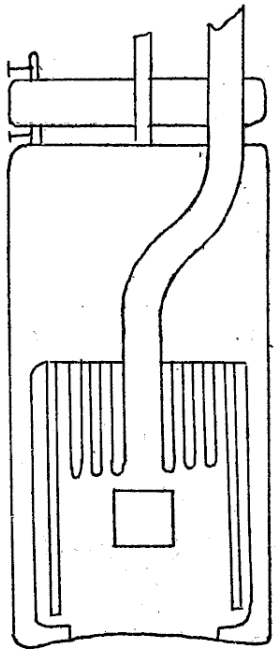


Fig. 2. — Chaudière de Road (1790)

voiture à vapeur caractérisée par une chaudière remarquable pour l'époque.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'était une chaudière à foyer intérieur avec tubes à eau descendant dans le foyer et cylindre réchauffeur à la partie supérieure.

De son côté, Olivier Evans, fort de l'approbation du professeur Robert Patterson, reprenait son idée de voiture à vapeur, dont il semble avoir pressenti toute la portée :

« Je suis convaincu, écrivait-il, que le temps viendra où les voitures mues « par la machine à vapeur seront d'un usage général, aussi bien pour le trans- « port des voyageurs que pour le transport des marchandises et circuleront à « une vitesse de 15 milles à l'heure ou 300 milles (480 kilomètres) par jour. »

Les essais ne donnèrent toutefois pas les résultats espérés et Evans, absorbé d'ailleurs par ses travaux sur les propulseurs pour navires, finit par transformer son moteur en machine fixe. Il se servit pourtant d'une de ses machines en 1804 pour transporter à travers les rues de Philadelphie jusqu'au port de cette ville, un grand bateau à fond plat construit pour le curage.

Après lui, la question dort.

C'est à peine si, de loin en loin, apparaît un nouveau véhicule automobile : Harrisson Dyer, de Boston (1830) ; Dixon, de Boston (1830) ; James, de New-York (1834), etc.... et il faut arriver à Fisher pour trouver des tentatives intéressantes.

Fisher avait dessiné sa première voiture à vapeur dès 1840, mais, pour lui aussi, les premiers essais furent si peu encourageants qu'il abandonna la partie.

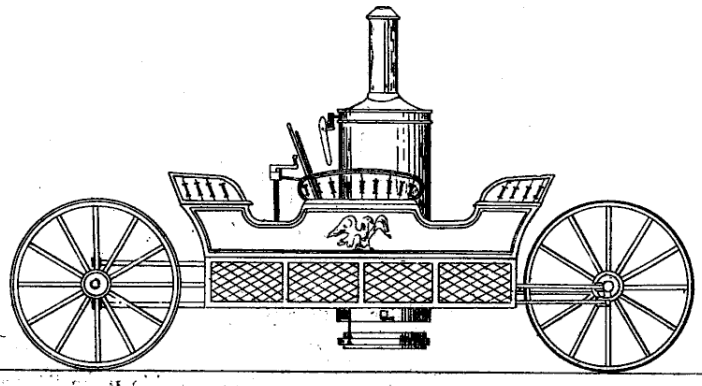


Fig. 5. — Voiture à vapeur de Fisher (1858)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Ce ne fut qu'en 1853 qu'il y revint avec une ardeur et une persévérance rappelant l'anglais Haucock.

La voiture construite en 1853 pesait, vide, 630 kilos ; elle était pourvue de roues de 1m,50 de diamètre, actionnées par un moteur formé de deux cylindres de 0m,10 de diamètre et 0m,25 de course. La chaudière était constituée par 14 tubes à eau, de 0m,07 de diamètre, groupés autour du feu et reliés, à la partie supérieure, à une chambre de vapeur, tandis que la partie inférieure plongeait dans l'eau. Aux essais, la voiture donna, sur de bonnes routes, des vitesses de 24 kilomètres à l'heure, mais des défectuosités se manifestèrent qui obligèrent à l'abandonner.

En 1858, Fisher appliqua ses idées sur la locomotion automobile à une pompe à vapeur, et l'année suivante, il construisait une nouvelle voiture qui, aux essais, pour un petit parcours sur une bonne route, donna une vitesse de 36 kilomètres. Cette voiture, portant 11 voyageurs, pesait un peu plus de 5 tonnes. Enfin, le 6 août 1861, il faisait breveter un type de locomotive routière avec roue d'avant directrice et arbre intermédiaire pour la commande des roues motrices placées tout à l'arrière du bâti.

La voiture à vapeur de Joseph Battin, de Newark (1856), échoua, en raison de l'insuffisance de sa chaudière, qui ne permettait pas de conserver la vitesse dès que le chemin devenait un peu inégal. Le moteur était formé de cylindres oscillants de 0m,10 de diamètre et de 0m,30 de course.

Les essais de Richard Dudgeon, de New-York, furent plus heureux (1857). Son véhicule était une sorte de petite locomotive dont l'axe moteur, placé en avant de la boîte à feu, était maintenu par des tiges flexibles. Les roues motrices n'avaient qu'un mètre de diamètre ; la voiture donnait pourtant des vitesses de 16 à 24 kilomètres sur de bonnes routes. Elle pesait un peu plus d'une tonne avec eau et charbon pour une heure de marche. Cette voiture fut malheureusement détruite l'année suivante dans l'incendie du Palais de Cristal de New-York.

La locomotive routière de Baldwin et Cie (1860) pouvait emmener quarante voyageurs. Elle était pourvue d'une chaudière tubulaire verticale placée dans un compartiment réservé à l'avant ; l'arrière était porté par un bogie. Les roues n'avaient aussi qu'un mètre et les constructeurs prétendaient réaliser des

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

vitesses de 50 kilomètres à l'heure en palier ; mais il ne semble pas qu'ils soient jamais sortis de la période d'essais.

La locomotive routière de JAMES, de Baltimore (1867), comportait une chaudière et un moteur placés sur un bâti supporté par deux paires de roues spéciales. Le bâti se prolongeait pour former voiture, jusqu'à une paire de

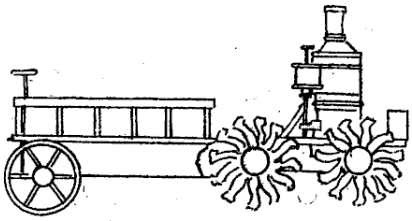


Fig. 3. — Locomotive routière de JAMES, de Baltimore (1867)

roues porteuses et directrices. Les roues motrices avaient ceci de particulier, qu'elles n'avaient pas de jantes : les rais restaient isolés et se terminaient en forme de pieds qui venaient s'appliquer successivement sur le sol.

La voiture de DEDERICK et GRASS, de Netwark (1868), était plus bizarre

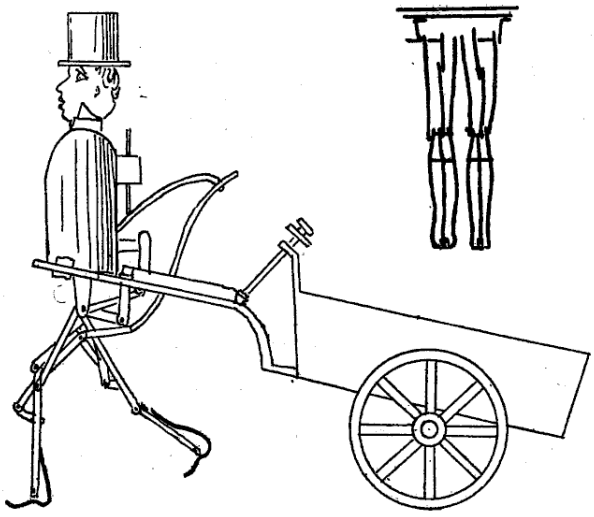


Fig. 4. — Voiture à vapeur de DEDERICK et GRASS (1868).

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

encore. La chaudière et le moteur formaient la partie supérieure du corps d'un homme dont les jambes, formées de leviers convenablement disposés imprimaient le mouvement de translation au véhicule à la façon d'une brouette.

Toutes ces tentatives n'offrent, d'ailleurs, rien de particulièrement remarquable; on sent que les esprits vraiment inventifs se désintéressaient de la question, et il faut arriver à nos jours pour trouver des voitures automobiles dignes de ce nom.

La course organisée à Chicago par le *Times Herald* en 1895, à la suite de nos courses Paris-Rouen (1894) et Paris-Bordeaux (1895), fut une révélation à cet égard, bien qu'elle ait été réalisée dans des conditions désastreuses.

La course devait, en effet, avoir lieu le 2 Novembre; mais, ce jour-là, un seul concurrent se présenta. La course dut donc être reportée au 28 Novembre; les voitures devaient être soumises à des essais de laboratoire; elles devaient, de plus, franchir 86 kilomètres en sept heures au plus.

Sur 11 concurrents inscrits, 6 seulement se présentèrent au départ.

C'étaient les voitures suivantes :

N° 5. Compagnie des voitures à moteur *Duryea*, de Springfields (Massachussetts), à gazoline.

N° 7. Compagnie des machines réfrigérantes de *De la Vergne*, de New-York, à gazoline.

N° 18. *Morris et Salom*, de Philadelphie, avec moteur électrique.

N° 19. *Muller et C*^{ie}, de Decatur (Illinois), à gazoline.

N° 22. *Macy et C*^{ie}, de New-York, à gazoline.

N° 25. *Motocycle électrique Sturges*, de Chicago.

Le premier prix fut gagné par la voiture Duryea qui, partie à 8 h. 55 de Jackson Park, y revint à 7 h. 18 après un parcours de 87 kilomètres, ce qui donne une vitesse moyenne de moins de 12 kilomètres. Il est vrai que toute la route etait couverte de $0^{m},15$ de neige tombée la veille et que la voiture perdit du temps par suite de fausses directions.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le tableau suivant résume, d'ailleurs, les principaux éléments de la course pour chacun des concurrents :

	Duryea	Muller	Roger, Macy et Cº	Morris	Sturges	De La Vergne
Départ.	8h55	10h6	8h19	9h3	9h1	8h56
Fin de la course	7.18	8.53	6.20	12.15	1.25	10.26
Temps total.	10.23	10.37	9.20	3.12	4.24	1.30
Temps d'arrêt	2 30	1.19	1.11	0.12	1.22	—
Temps de marche.	7 53	9.28	8.9	3.0	3.2	1.30
Distance parcourue (kilom.)	86k9	86k9	64k	19k	20k8	6k4
Vitesse moyenne (kilom. à l'heure) .	11.0	9.0	8.0	6.3	6.8	4.1

Le premier prix, de 10,000 francs, fut donné à la voiture Duryea, non seulement comme ayant fourni la meilleure course, mais aussi en raison de l'élasticité de sa vitesse et de puissance, et de la compacité de son dessin.

L'inventeur, M. Charles E. Duryea, de Peoria (Illinois), s'occupe depuis plusieurs années de la construction des voitures automobiles, et, dès 1893, l'une de ses voitures circulait dans les rues de Springfields. La voiture qui prit part au concours à Chicago, pourvue du moteur à gazoline Duryea, ne pèse que 320 kilogrammes; elle est montée sur quatre roues de 0m,85 de diamètre pour l'avant et 0m,95 pour l'arrière. Ces dernières sont motrices; toutes quatre sont garnies de pneumatiques et pourvues de roulements à billes. L'écartement des roues motrices est de 1m,38, celui des roues de devant de 1m,34 et les deux essieux sont distants l'un de l'autre de 1m,44.

Le moteur est un moteur à gazoline (1) de la force de 4 chevaux-vapeur; il comporte deux cylindres parallèles à l'essieu, à action indépendante, agissant sur un arbre principal longitudinal pourvu, en avant, d'un volant et d'une roue d'angle qui transmet le mouvement à un arbre perpendiculaire au précédent, commandant à son tour les roues motrices par l'intermédiaire d'une chaîne sans

(1) La gazoline est le produit le plus volatil que fournit la distillation du pétrole brut. Sa densité varie entre 0°,660 et 0°,690; son point d'ébullition entre 70 et 50° centigrades.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fin et portant des manchons d'embrayage qui permettent de faire varier la vitesse.

Un levier unique placé à l'avant, à portée du conducteur, permet : par un mouvement vertical, de faire varier la vitesse ; par des mouvements latéraux, de

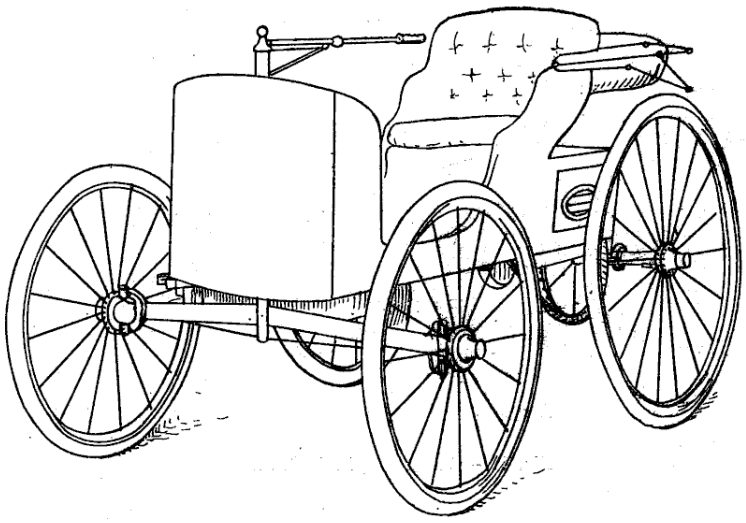


Fig. 6. — Voiture à pétrole DURYEA

diriger la voiture. Celle-ci est, en outre, pourvue d'un frein spécial commandé par un bouton et qui permet l'arrêt presque immédait à la vitesse de 20 kilomètres.

La voiture peut marcher à volonté à 4 vitesses, 8, 16, 20 kilomètres en avant, 5 en arrière ; elle peut parcourir 150 à 200 kilomètres sans renouveler sa provision de gazoline et ne donne que peu de bruit et d'odeur.

Nous ne dirons que quelques mots des voitures de MULLER et de MACY, pourvues toutes deux du moteur Benz dont nous avons eu occasion de parler quand nous avons passé en revue les appareils français.

La voiture Muller pèse 750 kilogrammes environ ; elle est portée par 4 roues avec bandages en caoutchouc et billes partout. Les roues de derrière, motrices, mesurent $1^m,20$, les roues de devant $0^m,70$; l'intervalle entre essieux est de

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

1^m,82 et l'écartement des roues de 1^m,25 pour les roues de derrière et 1^m,20 pour les roues de devant.

Lors de la course du 2 novembre, à laquelle elle prit seule part, cette

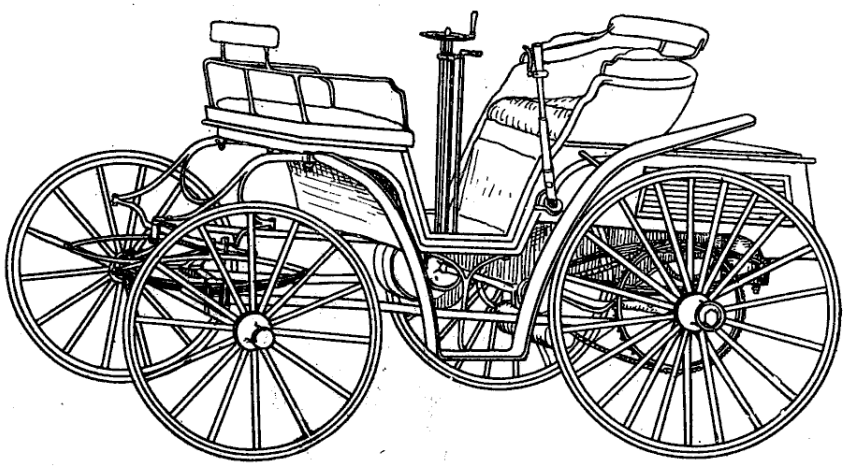


Fig. 7. — Voiture à pétrole de Muller

voiture avait parcouru 148 kilomètres en 8 h. 44 (16 kilom. 6 à l'heure), avec une dépense d'environ 100 grammes de gazoline par kilomètre.

La voiture Macy était une voiture Roger-Benz. Elle tint tête au vainqueur et n'était en retard que de 25 minutes, lorsque, à 6 h. 20, un dernier accident au moteur l'obligea à abandonner la lutte.

MM. Morris et Pedro G. Salom, de Philadelphie, se servent d'accumulateurs pour fournir la force motrice à leurs voitures, qu'ils appellent des *electrobats*. Une première voiture, aménagée pour 6 personnes, mais pouvant en recevoir une douzaine circula en 1894 dans les rues de Philadelphie. Elle était pourvue en avant d'une cinquième roue reliée à l'essieu de derrière par un cadre en fer et supportant la partie antérieure du véhicule.

La deuxième voiture, construite en vue du concours de Chicago, ne comporte que 4 places. Il n'y a plus de cinquième roue et la direction est donnée en agissant seulement sur les roues de derrière. Aucune machinerie n'apparaît, tout le mécanisme est logé sous la caisse ; il se compose de deux moteurs

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Lundell de 1 cheval 1/2 chacun, actionnant directement le pignon de commande des roues d'avant. Ces roues, montées sur coussinets à billes et pourvues de bandages pneumatiques, mesurent 1 mètre de diamètre, tandis que les roues de derrière, établies dans les mêmes conditions, n'ont que $0^m,70$.

Le courant électrique est fourni par 4 séries d'accumulateurs de 12 éléments chacune, d'une capacité normale de 50 ampères-heure par élément, ce qui suffit

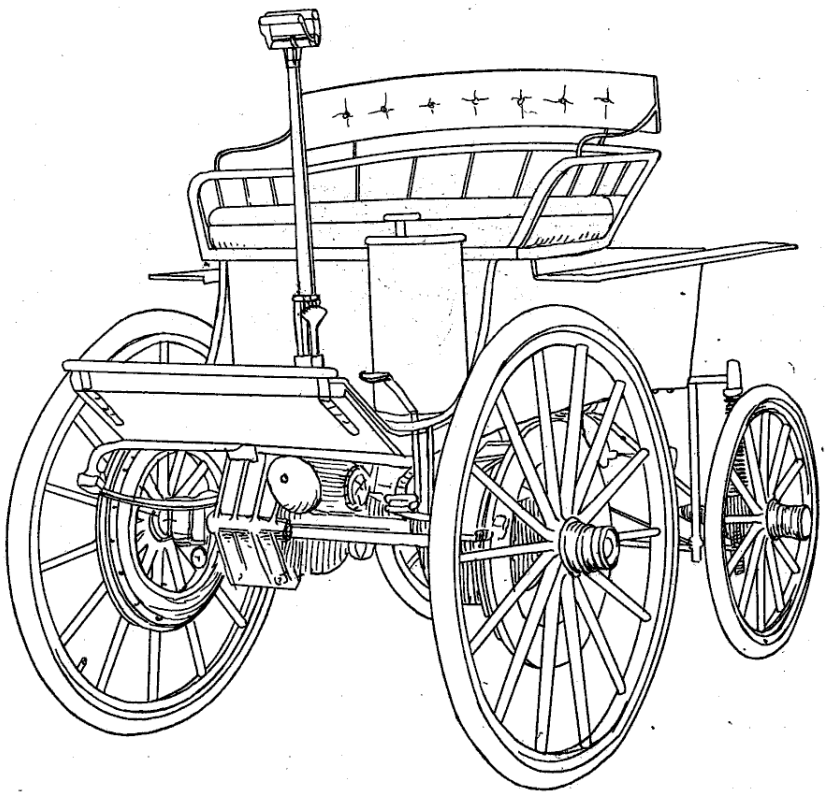


Fig. 8. — Voiture électrique de MORRIS et SALOM

pour assurer un parcours de 40 à 50 kilomètres. Un régulateur, commandé du siège, permet d'ailleurs de grouper à volonté, moteurs et batteries, de manière à obtenir soit la marche en arrière, soit trois vitesses différentes dans la marche en avant. La vitesse peut atteindre 30 kilomètres sur une bonne route.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Le poids de la voiture, y compris les batteries, est de 750 kilogrammes. Le remplacement des batteries ne demande pas plus de 2 minutes.

Cette voiture a reçu une médaille d'or comme ayant donné les meilleurs résultats aux essais officiels quant à la sécurité, l'absence de bruit, d'odeur, de vibrations et de chaleur et pour la facilité de sa manœuvre.

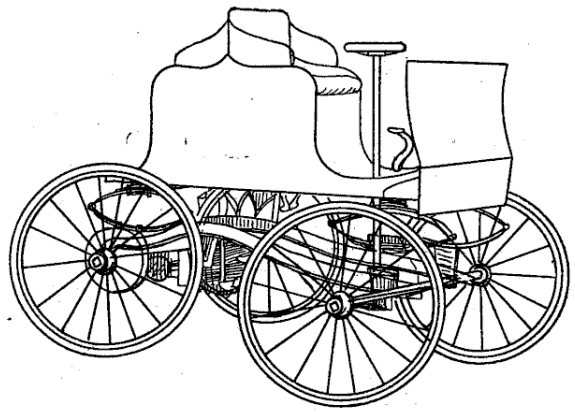


Fig. 9. — Quadricycle électrique de MORRIS et SALOM

Les mêmes constructeurs ont deux autres types *d'électrobats ;* ce sont des quadricycles dont le bâti, en tube d'acier, porte une caisse en bois pouvant recevoir, une seule personne pour l'un des types, deux dans l'autre.

La voiture STURGIS est une voiture à traction électrique ; elle figurait déjà à l'Exposition Universelle de Chicago en 1893. Pourvue de 3 banquettes, elle peut recevoir 6 voyageurs et pèse 1,250 kilogrammes. Pour la course, l'une des banquettes avait été enlevée pour augmenter le nombre des accumulateurs.

La voiture est portée par 4 roues, avec bandages en caoutchouc ; les roues de devant mesurent $1^m,05$ de diamètre, celles de derrière $1^m,20$; l'écartement est de $1^m,42$ pour les deux essieux qui sont distants l'un de l'autre de $1^m,625$.

L'énergie est fournie par 36 éléments d'une capacité de 250 ampères-heure,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

actionnant un moteur Lundell de 3 chevaux-vapeur dont le mouvement est transmis directement à l'essieu par un simple engrenage. La voiture peut prendre des vitesses variant de 5 à 16 kilomètres sur les bonnes routes ; les accumulateurs suffisent pour un parcours de plus de 100 kilomètres dans les

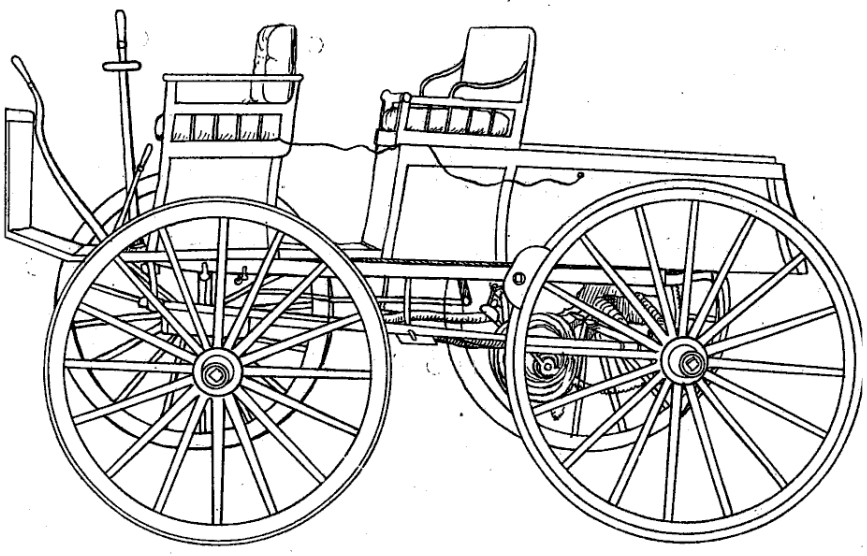


Fig. 10. — Voiture électrique de Sturgis

conditions normales, mais en raison des circonstances désastreuses de la course, ils se trouvèrent épuisés après une vingtaine de kilomètres.

Partie à 9 heures, la voiture dût s'arrêter à 1 h. 25 minute, la force motrice étant devenue insuffisante.

La voiture De La Vergne est pourvue d'un double moteur à gazoline du type Benz avec cylindre balancé de manière à rendre imperceptibles les vibrations de la machine en marche. De plus, un capuchon placé à l'échappement condense les gaz non brûlés et évite les odeurs désagréables. Le carburateur se trouve tout à fait à l'arrière du véhicule ; l'explosion du mélange détonant est d'ailleurs produite d'une façon entièrement automatique ; il suffit, au départ, de chauffer un peu le vaporisateur au moyen d'une petite lampe ; la chaleur nécessaire est ensuite fournie, en marche, par les explosions mêmes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

La force motrice est transmise aux roues de derrière par une chaîne sans fin.

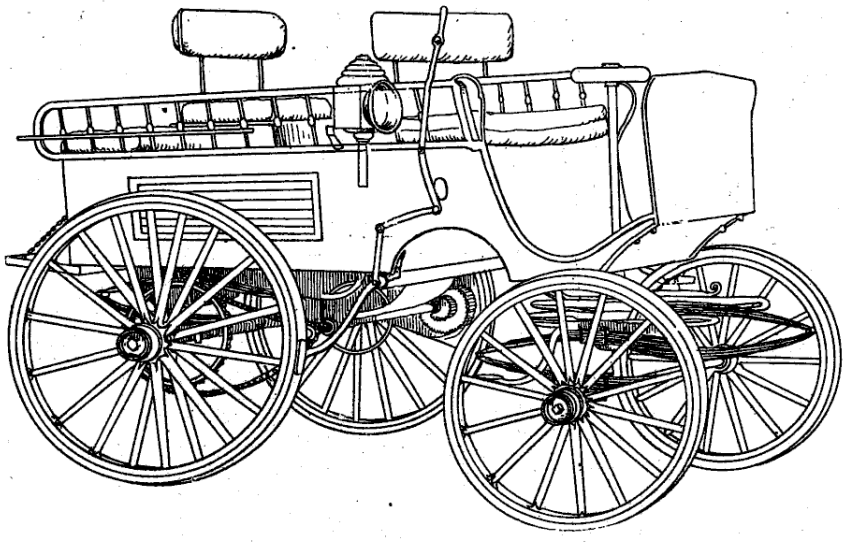


Fig. 11. — Voiture à pétrole DE LA VERGNE

La vitesse peut varier de 3 à 25 kilomètres ; les roues sont munies de bandages en caoutchouc plats ; elles mesurent $0^m,90$ en avant et $1^m,20$ en arrière.

La voiture HAYNES et APPERSON est aussi une voiture à gazoline ; elle peut recevoir 4 personnes et est montée sur 4 roues de $0^m,90$ de diamètre, avec rayons tangents et bandages en caoutchouc comme les roues de bicyclettes. L'avant-train est mobile autour d'une cheville-ouvrière et la direction est donnée par un engrenage héliçoïdal.

Le moteur est à double cylindre, un de chaque côté de l'essieu ; il tourne à 480 tours à la minute et les divers éléments en sont disposés de manière à rendre à peine perceptible les vibrations de la machine, même en marche à pleine vitesse. Cette disposition a d'ailleurs valu un prix à la voiture lors du concours du *Times Herald*.

Avec les deux cylindres, le moteur fournit une puissance de 5 chevaux-vapeur ; avec un seul cylindre, la puissance tombe à 2, 3 chevaux. La force

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

motrice est transmise d'abord à un arbre intermédiaire par une chaîne sans fin, puis par une autre chaîne aux roues de derrière. L'arbre est pourvu d'un engre-

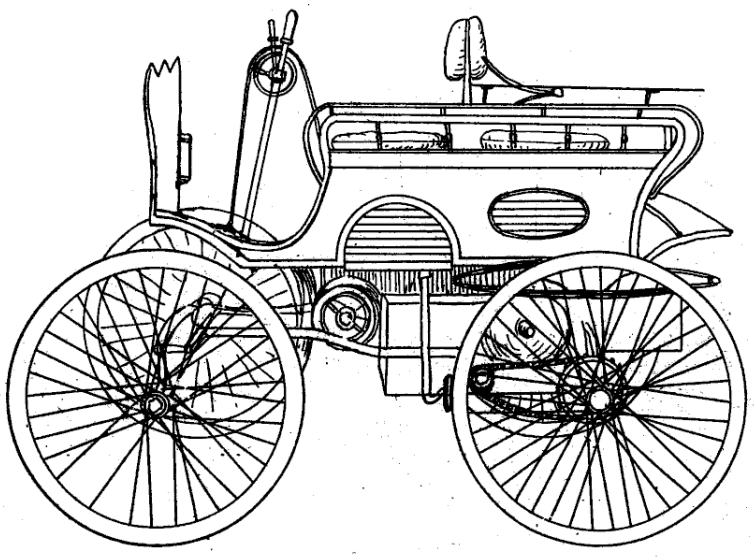


Fig. 12. — Voiture à pétrole HAYNES et APPERSON

nage différentiel qui permet des vitesses différentes pour les deux roues dans les virages ; des manchons d'embrayage permettent de régler la vitesse à 6, 8, 20, 27 kilomètres à l'heure.

La voiture LEWIS, de Chicago, a également été primée au concours ; c'est une voiture à siège unique pour 2 personnes. La force motrice est fournie par un moteur à gaz Lewis de 2 chevaux-vapeur, à cylindre unique vertical, placé derrière le siège et actionnant les roues de derrière.

La vitesse du moteur est de 300 à 500 tours à la minute, le mélange explosif est enflammé par une étincelle électrique produite par une batterie placée derrière le siège. Les roues de derrière mesurent $1^m,15$ de diamètre, celles de devant $0^m,84$, l'intervalle entre les essieux est de $1^m,40$.

Le mécanisme de transmission de la force motrice est particulièrement intéressant. Le volant du moteur a la forme d'un disque et transmet la force au système de roues dentées par une poulie à friction qui permet la course en

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

avant et en arrière et peut aussi servir de frein. Sur le fond du véhicule, se trouve un arbre que l'opérateur peut commander avec son pied, la pression dans un sens déterminant la mise en marche, la pression en sens contraire, l'arrêt.

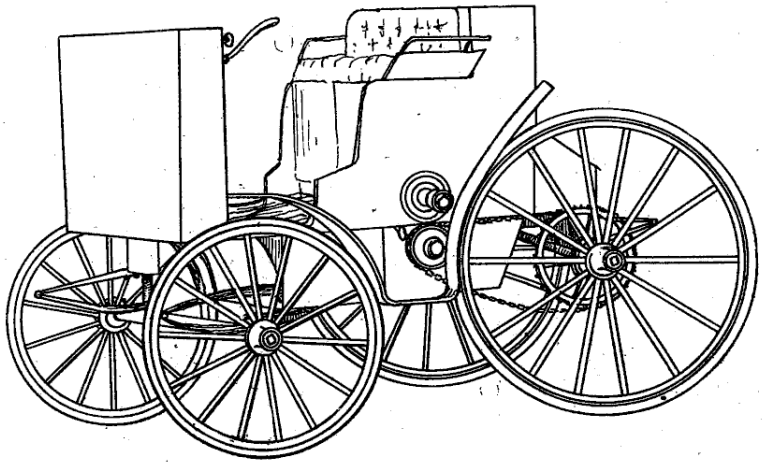


Fig. 13. — Voiture à pétrole de Lewis

La provision de gazoline suffit pour une course de 160 kilomètres. La direction est assurée par un levier de bicycle placé au centre de l'axe; chacune des deux roues est actionnée par une tige et les deux tiges sont reliées au levier de commande.

M. Lewis construit aussi des voitures un peu plus lourdes à 2 sièges. Le moteur est le même, mais avec deux cylindres, il a une puissance de 4 chevaux-vapeur.

M. Ames se sert de la gazoline comme combustible au lieu de s'en servir directement. La gazoline est brûlée par deux brûleurs et les choses sont disposées de telle manière que, lorsque la voiture s'arrête, l'augmentation de pression de la vapeur qui se produit agit sur la soupape d'admission et réduit l'arrivée de gazoline. La soupape reprend sa position primitive dès que, la voiture ayant repris sa marche, la pression de la vapeur redevient normale.

Le moteur est formé de deux petits cylindres oscillants agissant sur un arbre intermédiaire relié par des chaînes sans fin aux roues de derrière. Celles-ci sont pourvues de pneumatiques ainsi d'ailleurs que les roues de devant simplement directrices. Le véhicule pèse à peine 200 kilogrammes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

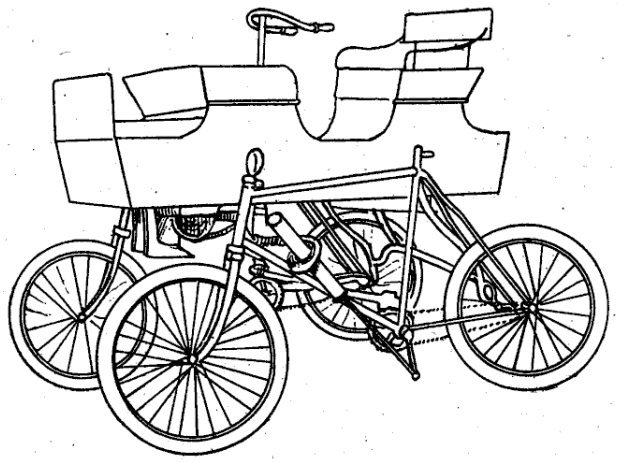


Fig. 14. — Voiture à vapeur de AMES

Le motocycle HARTLEY est aussi à vapeur. Le moteur, d'une force de 5 chevaux-vapeur est à grande vitesse (1,500 tours); il est entièrement caché sous le siège de devant. La chaudière se trouve en face du conducteur, elle peut

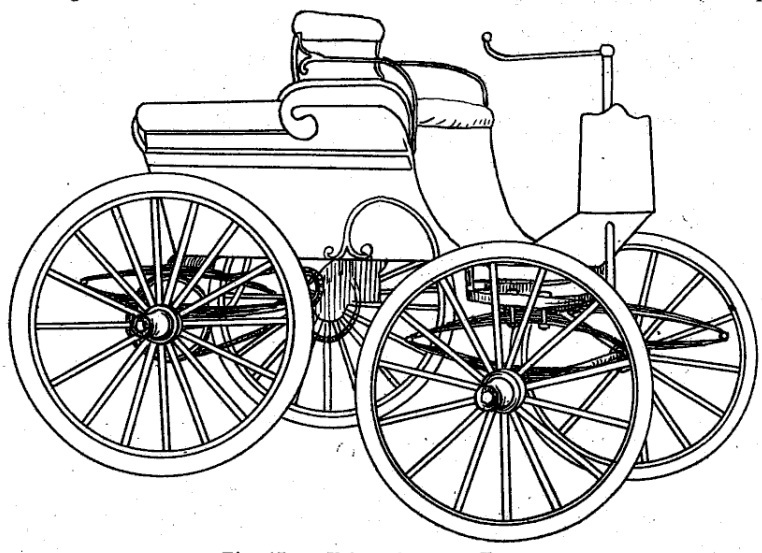


Fig. 15. — Voiture à vapeur HARTLEY

utiliser n'importe quel combustible, mais de préférence aussi la gazoline. La transmission ne comporte aucun embrayage ni poulie de friction qui permette

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

de varier la vitesse. Ces variations sont obtenues en agissant sur l'admission de vapeur.

La voiture électrique Holtzer peut recevoir 6 personnes et pèse près de 5 tonnes. Les batteries sont enfermées sous le siège de devant ; elles comprennent 44 éléments au chlorure, de 250 ampères-heure, comme décharge nominale à 25 ampères, et sont réunies par une série de commutateurs permettant d'obtenir trois vitesses : 8, 13 et 24 kilomètres.

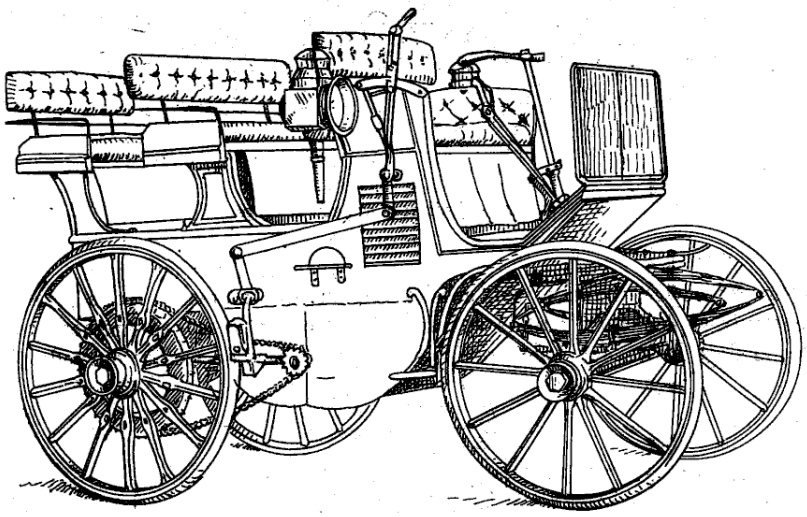


Fig. 16. — Voiture électrique Holtzer

Le moteur donne 7 chevaux-vapeur et pèse 200 kilogrammes seulement ; sa vitesse à pleine charge est de 250 tours et son rendement atteint 89 °/₀. Le mouvement est transmis aux roues de derrière par un arbre intermédiaire et des chaînes sans fin. Les lanternes de la voiture sont pourvues de lampes à incandescence de 10 bougies.

Signalons encore le locomoteur Hill, voiture à gazoline à 4 places. Les deux cylindres du moteur sont en bronze d'aluminium et entourés d'ailettes de même nature qui assurent le refroidissement et dispensent de la circulation d'eau froide, grâce à la disposition spéciale du volant agencé de manière à former ventilateur.

L'échappement des gaz se fait à travers le bâti tubulaire de la voiture par un grand nombre de petits trous, de sorte qu'il n'y a pas de bruit ; la combustion est d'ailleurs parfaite, de sorte qu'aucune odeur ne se dégage.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au régime de 700 tours à la minute, le moteur donne une puissance de 6 chevaux-vapeur qui permet une vitesse maximum de 44 kilomètres. La vitesse est d'ailleurs réglée par un embrayage à friction original. L'arbre porte trois petits disques, deux pour régler la vitesse et le troisième à l'extrémité, pour le changement de marche.

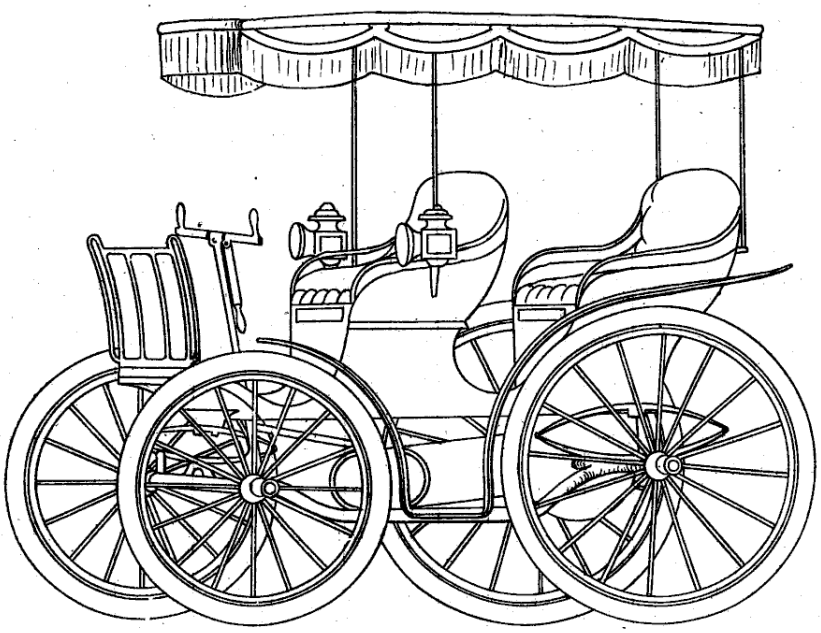


Fig. 17. — Voiture à pétrole HILL

Le cône principal de friction est placé à angle droit et mesure 0m,35 de diamètre; ses deux faces sont utilisées, l'une pour la marche en avant, l'autre pour la marche en arrière. Pour démarrer, le conducteur tire légèrement en arrière le levier de commande, de manière à engager le cône de friction dans l'un des manchons de marche en avant. La vitesse minima régulière est de 5 kilom. 6, mais elle peut être réduite en n'engageant pas complètement le cône. Pour arrêter, il suffit de porter le levier de commande en avant, on provoque ainsi l'embrayage du manchon de marche en arrière et l'arrêt instantané.

Le poids du véhicule est de 270 kilogrammes; toute la machinerie est abritée dans une enveloppe de tôle et cuir. Les réservoirs à gazoline sont placés de part et d'autre de la transmission; ils contiennent ensemble 54 litres, ce qui suffit pour un voyage d'au moins 300 kilomètres, l'allumage est électrique.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Les tableaux qui suivent, empruntés au rapport officiel présenté par MM. John Lundie et Dand L. Summers sur les essais pratiqués avant la course de Chicago sur les voitures automobiles inscrites pour cette course, résument les principaux éléments des divers types de voitures et les résultats essentiels des essais :

1° ÉLÉMENTS DES VÉHICULES

	POIDS A VIDE			Écartement des essieux	ÉCARTEMENT des ROUES		Position des roues motrices	Nature des bandages	Source d'énergie	Nombre de cylindres	Diamètre intérieur des cylindres	Course du piston
	Essieu moteur	Essieu directeur	Ensemble		Motrices	Directrices						
	K.	K.	K.	M.	M.	M.					m/m	m/m
De la Vergne (New-York). Moteur Benz.	567	195	762	1.70	»	»	arrière	caoutch. plein	gazoline	1	130	172
Duryea (Springfield) Moteur spécial.	330	217	547	1.46	1.40	1.35	d°	pneu	d°	2	102	114
Haynes et Apperson Kokomo-Ind. Moteur spécial.	375	192	567	1.37	1.40	1.41	d°	d°	d°	2	102	102
Lewis (Chicago) Moteur spécial.	408	354	762	1.42	1.17	1.17	d°	caoutch. plein	d°	1	127	127
Macy (New-York). Moteur Roger-Benz.	653	174	827	1.70	1.32	1.32	d°	d°	d°	1	127	178
Morris et Salom. (Philadelphie) Moteur Lundell.	571	177	748	1.24	1.12	0.91	avant	pneu	accumulateurs	2 moteurs	—	—
Muller et Fils (Decatur, M.) Moteur Muller-Benz.	568	174	742	1.85	1.27	1.19	arrière	caoutch. plein	gazoline	1	140	158
Motocycle Sturges. (Chicago) Moteur Lundell.	945	657	1602	1.63	1.45	1.45	d°	d°	accumulateurs	1 moteur	—	—

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

2° RÉSULTATS DES ESSAIS

A. Appareils à gazoline

	Numéros des essais	Vitesse, en mètres, par minute	Effort de traction (en kg.)	PUISSANCE en CHEVAUX-VAPEUR : A la jante de la roue	PUISSANCE en CHEVAUX-VAPEUR : Absorbés par le mécanisme	PUISSANCE en CHEVAUX-VAPEUR : Totale développée dans le cylindre	Coëfficient du rendement mécanique	CONSOMMATION de GAZOLINE : Par heure et par cheval-vapeur à la jante	CONSOMMATION de GAZOLINE : Par heure (kg.)	Kilogrammètres à la parité par kg. de gazoline	Dépense par heure et par cheval, à la jante	Effort de traction maximum	OBSERVATIONS
		M.	K.					K.	K.		Centimes		
De la Vergne. . . .	1	188.7	16.8	0.70	0.71	1.41	0.50	1.45	2.10	143.000	46.3	73.7	
	2	304.8	23.5	1.57	1.40	2.97	0.53	2.00	1.28	210.000	28.3		
Duryea.	1	131.7	38.0	1.10	0.59	1.69	0.65	1.81	1.64	164.000	36.4	86.0	Dérangement du dispositif d'allumage
	2	132.3	40.1	1.16	0.59	1.75	0.65	1.71	1.46	197.000	32.4		
Haynes et Apperson .	1	114.6	10.4	0.26	0.61	0.87	0.30	2.62	9.89	27.300	218.0	54.0	2 cylindres dont 1 sans moteur
	2	242.6	17.8	0.95	1.28	2.23	0.43	2.60	2.73	981.000	60.4		
Lewis	1	107.6	22.6	0.53	0.53	1.06	0.50	1.49	2.79	957.000	62.0	49.0	Rupture de chaîne
	2	149.7	7.7	0.25	0.65	0.90	0.28	1.48	5.80	465.000	128.0		
Macy.	1	159.3	23.6	0.83	1.48	2.31	0.36	1.46	1.76	155.000	39.0	46.0	Glissement des courroies
	2	288.	39.6	2.50	2.68	5.18	0.48	2.22	0.86	303.000	19.6		
Muller.	1	128.9	41.7	1.18	0.61	1.79	0.66	1.59	1.32	201.000	29.6	59.0	
	2	164.6	19.1	0.69	0.77	1.46	0.47	1.75	2.54	107.000	56.0		
	3	171.9	17.5	0.66	0.81	1.47	0.45	1.71	2.59	105.000	57.1		
	4	299.9	33.3	2.18	1.57	3.75	0.58	1.54	0.67	389.000	15.7		
	5	356.0	15.7	1.23	1.86	3.09	0.40	1.88	1.50	177.000	33.7		

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

B. Appareils électriques

	Numéros d'ordre des essais	Vitesse en mètres, par minute	PUISSANCE en CHEVAUX-VAPEUR : à la jante de la roue	PUISSANCE en CHEVAUX-VAPEUR : absorbée par le mécanisme	PUISSANCE en CHEVAUX-VAPEUR : Totale développée par le moteur	Rendement mécanique	Puissance électrique fournie au moteur (chevaux-vapeur)	Kilowatts-heure fournis par cheval-vapeur à la jante	Kilogrammètres à la jante par kilowatt-heure	Dépense par cheval-vapeur heure à la jante	Rendement °/₀	Volts	Ampères	OBSERVATIONS
		M.												
Morris et Salom.	1	312.4	0.78	0.34	1.12	0.70	1.36	174	342.000	85	0.57	97	10.5	Essai arrêté par suite de l'échauffement des paliers.
	2	614.6	1.78	0.68	2.46	0.72	2.90	163	363.000	80	0.61	96	22.5	
Sturges.	1	112.8	0.41	0.21	0.62	0.66	0.99	242	246.000	120	0.41	35	21.0	
	2	271.9	1.14	0.39	1.53	0.74	1.94	470	340.000	85	0.59	69	21.0	

L'évaluation des dépenses est basée sur les données suivantes :

Gazoline : 0 fr. 222 le kilogramme.

Énergie électrique : 0 fr. 50 c. par kilowatt-heure.

On a admis, en outre, pour les batteries d'accumulateurs, un rendement d'environ 75 °/₀, ce qui met à 0 fr. 50 c., le prix du cheval-vapeur heure fourni au moteur.

M. Forestier. — Messieurs, M. le Colonel Lambert, chef de la section technique de l'artillerie vient de me faire parvenir une pièce unique au point de vue de l'histoire de l'automobilisme. C'est, pour ainsi dire, l'extrait de naissance de la première voiture de Cugnot. La lettre dont j'ai la photographie est du 2 juillet 1771 ; en voici le texte :

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Objet
voiture à feu de M
Cugnot

A Paris le 2 juillet 1771

ARCHIVES
DE
L'ARTILLERIE
Inv. : 6033 (3)

Monsieur le Marquis

M. de Champbonin

Répondu le 7. Je l'ai prié que j'avois le temps d'assister à l'épreuve avant son voyage de Compiègne

J'ai l'honneur de vous adresser un mémoire pour vous rendre compte de l'état de la voiture à feu de M Cugnot dont j'ai eu celui de vous parler Cette Voiture est à l'Arsenal de Paris, Il Suffira d'avertir l'inventeur huit jours d'avance quand il vous plaira d'en ordonner l'épreuve.

Je suis avec respect

Monsieur le Marquis

Votre très humble et très obeissant Serviteur

Gribeauval

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

N°. 7

1771, — 4 juillet.

ARCHIVES
DE 6.6.1
L'ARTILLERIE
6033 (3)

Voiture mue par le Feu

M^r de Planta Suisse est venu il y a environ deux ans proposer à M^r le Duc de Choiseul diverses inventions qui dans le cas de réussite promettoient beaucoup d'utilités. Parmi ces inventions il s'agissoit d'une Voiture mue par le Feu. Ayant été appellé pour en examiner le Projet j'ai produit M^r Cugnot ancien Ingenieur et l'Inventeur qui avoit la guerre dernière avoit eu les mêmes idées et qu'il avoit commencé à executer. M^r de Planta se trouvant plus avancé que lui s'est retiré et M^r Cugnot a eu ordre de M^r le Duc de Choiseul d'executer en petit sa machine et aux frais du Roi. Cette Voiture a marché l'année dernière en presence de M^r de Choiseul, elle portoit quatre personnes et marchoit avec une vitesse de 1800 à 2000 toises par heure, mais la grandeur de la Chaudiere n'étant pas proportionnée à celle des Pieces elle ne marchoit que pendant 12 à 15 minutes et il fallait la laisser reposer quelque tems pour que la vapeur de l'eau reprit sa premiere force; le Foier étoit mal fait et laissoit dissiper la chaleur; la Chaudiere paroissoit aussi trop foible pour soutenir dans tous les cas le fort de la Vapeur.

Cette circonstance fit juger que la Voiture executée en grand et avec les proportions convenables pourroit réussir. M^r Cugnot eut ordre de faire construire une nouvelle qui fut proportionnée autant que l'on le pourroit pour porter une charge de 8 à 10 milliers

et dont le mouvement peut être continu à raison d'environ
1800 toises par heure ; Elle est exécutée en petit, On attend
les ordres de Mr. le Maréchal pour en faire l'essai et pour continuer
ou abandonner les recherches sur cette nouvelle invention ;
Jaugeart pour cela d'ordonner les petits fonds nécessaires pour
le transport de cette machine, pour l'achat du bois et le
journées de deux Ouvriers

On auroit projetté de faire cet essai dans le Parc de
Meudon près de l'avenue de Versailles, par ce qu'il faut un
Chemin sec et des rampes douces pour monter et descendre
et pour former le Conducteur avant de se hazarder dans
les grands chemins ordinaires Au surplus cette partie du
Parc étant fermée en seroit débarrassé de la foule des
Spectateurs. /

Le Mr. de Gribeauval.

Voyez la Lettre annexée du 12 Juillet 1774.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je vous propose d'insérer cette lettre au procès-verbal et d'adresser nos plus vifs remerciements à M. le colonel Lambert. *(Applaudissements.)*

RAPPORT DE M. BAILLIF

SUR

les Formalités internationales pour le Passage des Automobiles d'un Territoire sur un autre

M. LE PRÉSIDENT. — L'ordre du jour appelle la discussion sur le rapport dont vous avez bien voulu me charger sur les formalités internationales pour le passage des véhicules automobiles d'un territoire sur un autre ou plus exactement, dit le programme, sur l'unification de ces formalités. En fait, cette unification existe déjà et c'est plutôt de simplification qu'il s'agit. Tous les pays d'Europe exigent la déclaration par l'importateur, le plombage du véhicule et du moteur, la consignation des droits avec remboursement à la sortie. Voilà le régime uniformément adopté en Europe et qu'on voudrait voir améliorer. Il faut bien remarquer que le véritable ennui n'est pas dans la consignation des droits à l'entrée; c'est là une formalité qui ne présente pas de difficultés. Ce qui est moins facile, c'est la restitution à la sortie et la constatation de cette sortie. Il peut arriver, en effet, qu'on veuille sortir d'un pays étranger un dimanche; les bureaux du service administratif des douanes sont fermés, et les bureaux du service actif se refusent à remplir les formalités de décharge et de remboursement. En second lieu, il peut se faire qu'en semaine, le bureau par lequel on veut sortir ne soit pas nanti des fonds suffisants. En effet, une automobile d'une valeur de 10,000 francs — ce qui n'est pas exorbitant — paye dans certains pays jusqu'à 1,500 francs de droits; il peut très bien se faire qu'un bureau n'ait pas la somme nécessaire pour un remboursement de cette importance — la chose s'est produite même pour des bicyclettes. Il y a donc une double difficulté à laquelle on a proposé de remédier en faisant revivre pour les automobiles le système qui a fonctionné pendant un an ou deux pour les bicyclettes. Ce système consiste en une feuille de papier en trois morceaux, appelée tryptique. Le premier de ces morceaux porte la description de l'objet introduit et il est remis au bureau; le second reste entre les mains du voyageurs et le troisième doit être remis au bureau de sortie. Ce troisième morceau court après le premier et s'il le rencontre, la justification est parfaite.

UN MEMBRE. — Et s'il ne le rencontre pas?

M. LE PRÉSIDENT. — Alors c'est nous, Sociétés responsables, qui payons. Nous avons subi ce système pendant dix-huit mois et vous ne sauriez croire à quelles difficultés incroyables nous avons été en butte. Au mois de décembre dernier,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

nous étions débiteurs vis-à-vis du Trésor belge de 20,000 francs parce que 1,100 sociétaires qui avaient été admis à l'entrée avaient négligé de remplir la formalité de sortie, et cela de bonne foi dans la plupart des cas — de mauvaise foi quelquefois aussi. Or, il s'agissait de bicyclettes pour lesquelles les droits sont de 24 francs. Nous voyez-vous en présence de voitures payant 1,500 francs de droits ? A chaque instant il arrive qu'on néglige de remplir la formalité de sortie parce que les bureaux sont fermés et parce qu'on n'aperçoit pas de douaniers. D'autre part, le sociétaire pour lequel vous vous serez portés garants peut être un étranger — nous en avons eu des îles Sandwich — et il ne sera pas toujours facile de le retrouver. Dans ces conditions, quelle société sera assez osée pour accepter de pareilles responsabilités. On nous dit bien : il n'y a qu'à faire verser l'argent par votre sociétaire dans vos bureaux. Quand il aura fait son voyage, il reviendra le chercher.

Je suppose que l'un des membres de province de l'Automobile-Club — car nous en avons dans tous les coins de la France — ait l'intention de voyager en Belgique ou en Suisse; il faudra qu'il envoie un chèque de « tant » à l'Automobile-Club, avec la description de sa voiture — ce qui est déjà une formalité ennuyeuse. Quand il aura accompli lui-même les formalités de sortie, il faudra toujours qu'il fasse dûment constater sa sortie et qu'il réclame son argent à l'Automobile-Club. Mais, s'il n'a pas rempli les formalités — cela arrive constamment pour les bicyclettes, — et l'on peut supposer que cela se produira quelquefois pour les automobiles — la société caution ne rendra pas l'argent et dira : pardon, vous me renvoyez bien le bulletin, mais il ne porte pas le vrai cachet — car il faut dire que les administrations douanières n'admettent ni excuse ni justification d'aucune espèce ; il leur faut le fait brutal de la constatation de la sortie de l'objet — ... Il y a un cachet de moins, monsieur, dira-t-on. — Nous avons eu des histoires de ce genre, remarquez-le : des bureaux se trompaient de cachet et l'Administration n'admettant aucune explication, répondait : Cela ne me regarde pas, ce n'est pas le cachet !

Le Club dira : le cachet n'est pas régulier et je garde vos 1,500 francs de consignation. Et bien souvent le sociétaire furieux assignera sa société en justice. Vous voyez donc, Messieurs, quelles difficultés pourraient surgir pour la société-caution. Non, vraiment, ce n'est pas là un système à recommander.

Au reste, je ne constate pas que des sociétés aient pris la défense d'un pareil système; nous avons pu nous en débarrasser pour les bicyclettes, mais au prix de combien de démarches; nous avons obtenu l'entrée sur la garantie purement morale de la société. Nous ne pouvons donc pas préconiser la résurrection de cet ancien système pour les automobiles.

Je ne dis pas, cependant, qu'il ne faille rien faire du tout; en somme, la grande difficulté, comme je le faisais remarquer il y a un instant, l'ennui principal vient de ce qu'on peut se présenter un dimanche et trouver un bureau

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

fermé, ou encore, arriver à un bureau où il n'y a pas d'argent. Mais ces difficultés ne sont pas insurmontables; on peut arriver, il me semble, à obtenir de l'administration des douanes sur ce point essentiel, qu'il y ait le dimanche, dans les bureaux principaux, un employé en travail supplémentaire et que l'on fasse en sorte dans ces bureaux principaux bien connus, en nombre restreint, qu'il y ait toujours dans la caisse 1,000 ou 2,000 francs pour rembourser les droits perçus à l'entrée de la voiture.

C'était dans ce sens que j'avais conclu au maintien provisoire du régime de la consignation, amélioré par la simplification et par le remboursement sans formalités à la sortie.

J'ai été voir avant-hier, à ce sujet, M. Bousquet, directeur général des douanes et j'ai la satisfaction de vous dire qu'il m'a autorisé à vous déclarer qu'il était tout disposé à examiner avec le plus vif désir de tenir compte de vos observations les vœux que vous pourriez formuler dans ce sens. *(Marques d'assentiment.)*

Il m'a déjà donné satisfaction sur un autre point, mais je n'en parle pas, parce que ce n'est pas spécial à l'automobilisme.

Je pense donc, Messieurs, que si vous émettiez un vœu tendant à ce que certains bureaux de douanes, bureaux essentiels, — nous ne pouvons pas le demander pour tous les bureaux, cela entraînerait beaucoup trop loin, — restent ouverts le dimanche et pour que tous les bureaux soient toujours nantis d'une provision suffisante nous pourrions, au moins de ce côté, obtenir une amélioration du régime actuel. Je ne pense pas qu'à l'heure présente, en l'absence d'un besoin absolument réel, en l'absence de la nécessité d'une protection pour l'industrie automobile, on puisse demander davantage. J'aurai donc l'honneur de vous soumettre, dans quelques instants, un projet de vœu dans le sens que je viens d'indiquer. *(Très bien! très bien!)*

Personne ne demande plus la parole ?...

S'il n'y a pas de discussion, j'ai l'honneur de vous proposer, Messieurs, d'émettre le vœu suivant :

Le Congrès international d'Automobilisme,

Adoptant les conclusions du rapport présenté par M. Baillif,

Emet le vœu :

« Que les formalités en douane pour les voitures automobiles transportant les voyageurs de passage en pays étranger, soient réduites à leur plus simple expression;

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Il demande notamment :

1° Que les bureaux de douane situés sur les voies principales ordinairement suivies par les voitures restent ouverts les dimanches et jours fériés, du 1er avril au 15 octobre... »

J'ai indiqué cette limitation à M. le Directeur des douanes; elle est d'ailleurs conforme à celle qui existe en Belgique où il y a un précédent pour les bicyclettes.

«... Que ces bureaux soient nantis des fonds suffisants pour le remboursement, à présentation, des droits consignés par les voituristes à leur entrée dans le pays.

« Ces mesures ne seront prises par le gouvernement français qu'à l'égard des pays qui accorderont la réciprocité. »

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Les dates que vous indiquez sont très sages au point de vue de la Belgique et de l'Allemagne, mais, en ce qui concerne l'Italie, étant donné qu'il y aura des voituristes qui s'y rendront en hiver — de même qu'en Espagne, — il y aurait peut-être lieu de modifier le texte à ce point de vue.

M. LE PRÉSIDENT. — C'est parfaitement juste et nous tiendrons compte de cette observation.

M. BISCARETTI. — Si vous me le permettez, Messieurs, je vous donnerai une indication à ce sujet. Il y a en Italie, et particulièrement dans la montagne, des bureaux de douanes qui n'ont pas de fonds suffisants pour rembourser les fonds aux voituristes qui rentrent en Italie mais dans ce cas le voyageur a la patience d'attendre son remboursement et de le faire effectuer un peu plus loin, au lieu de se faire payer immédiatement à l'entrée. Par exemple, je connais des voitures qui sont rentrées par la Suisse, par le mont Cenis, par des bureaux qui n'avaient pas de fonds; ces voitures descendaient vers Suze, Turin, Milan, et c'est dans ces villes seulement que les droits ont été remboursés. Je crois que ce système permettrait de simplifier les formalités gênantes dont on demande la suppression.

M. LE PRÉSIDENT. — Cela n'infirme pas le vœu qui ne vise, lui, que les bureaux principaux.

M. BISCARETTI. — Au contraire, et je m'associe complètement à votre vœu, Monsieur le Président.

M. DE STERN. — Quant à l'Italie, j'ai constaté que les sociétaires du Touring-Club italien entrent dans ce pays sans verser de droits, même pour les automobiles.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Il est très curieux que le Touring-Club italien ait pris cette responsabilité.

M. DE STERN. — Je désirerais en outre que le Congrès émît le vœu qu'un formulaire fût établi pour la description de la consignation, afin qu'il n'arrivât pas à un voyageur ce qui m'est arrivé à la frontière française, il y a quelques jours, lorsqu'un douanier a écrit, sur la déclaration de ma voiture : « couleur rouge ». Vous comprenez, Messieurs, que la couleur est une chose tout à fait insignifiante et qu'une fois en France je pourrais faire peindre ma voiture d'une autre couleur ce qui m'empêcherait dès lors de faire sortir ma voiture du pays.

M. LE PRÉSIDENT. — Parfaitement; nous pourrons signaler ce point en passant.

M. DE STERN. — De plus, Messieurs, comme ce Congrès est international, je voudrais qu'il émît le vœu international suivant:

« Que le système des plombs soit éliminé par les différents gouvernements. »

Ce n'est pas en France que l'on se sert de ce système, mais c'est dans les autres pays, et vous savez qu'il n'y a rien de plus ridicule qu'un plomb sur une voiture automobile d'où l'on peut le séparer en le divisant *(l'orateur tire de sa poche un portefeille d'où il sort un plomb)* ... et vous voyez que je porte mon plomb autrichien dans mon portefeuille, afin de ne pas le perdre! *(Hilarité.)* C'est ridicule et je crois que nous pourrions émettre un vœu dans ce sens.

M. LE PRÉSIDENT. — Il y a là une question de principe.

Seriez-vous d'avis, Messieurs, de joindre ces deux questions, qui me paraissent toucher des points de détail, à l'ordre du jour, ou ne pensez-vous pas, au contraire, qu'elles pourraient faire l'objet d'une communication particulière à M. le directeur des douanes.

L'observation qui concerne la couleur peut être signalée à l'Administration, en la priant de donner à ses agents des instructions afin qu'ils ne donnent plus d'indications de cette nature.

Quant aux plombs, la question est plus délicate, car c'est une question de principe, parce que le plombage s'applique à toutes les marchandises, quelles qu'elles soient. Je doute, en conséquence, qu'il soit fait exception pour les automobiles, car, dans ces cas, l'exception entraînerait la règle. C'est un peu délicat...

M. DE DIÉTRICH. — En ce qui concerne les plombs, je demanderai que l'on insère au procès-verbal le désir qu'en Allemagne, les postes des douanes situés sur les petites routes par lesquelles on entre dans ce pays, soient munis des instruments nécessaires pour procéder au plombage. C'est bien peu de chose, il me

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

semble, puisqu'il suffit d'avoir une pince et du plomb. C'est ainsi que le poste situé sur la route qui va de France en Allemagne par Blamont est incapable de donner quoi que ce soit.

M. LE PRÉSIDENT. — Vous avez peut-être un tort, mon cher collègue, c'est de demander quelque chose; faites donc comme certains de nos collègues et entrez sans rien demander !

M. DE DIÉTRICH. — Cela peut avoir un inconvénient: si vous ne demandez rien le douanier peut vous signaler par dépêche et votre voiture peut être confisquée.

M. LOHNER. — Au sujet de la question des plombs, je suis, Messieurs, de l'avis de M. le Président et je ferai remarquer à notre collègue que l'argument principal ne peut pas être formulé dans notre lettre au Gouvernement c'est pourquoi je pense que le plombage est inévitable.

M. LE PRÉSIDENT. — Sous le bénéfice de ces observations, je mets aux voix le vœu dont j'ai donné lecture.

Le vœu est adopté.

M. DE STERN. — Je désirerais soumettre au Congrès quelques observations que je crois intéressantes pour tous ceux qui s'occupent d'automobilisme, et qui font des voyages en automobile.

Vous êtes intéressés comme nous à voir des étrangers venir chez vous; il serait donc très important que, dans les règlements relatifs aux automobiles, on donnât à l'étranger le moyen de n'être pas toujours en contravention avec la loi.

C'est ce qui m'est arrivé; je suis entré en France, en effet, sans avoir de permis de circulation et sans avoir passé d'examen; j'ai écrit au préfet de police et il m'a été répondu que je ne pourrais pas passer l'examen avant trois semaines. Comme je ne resterai en France que trois ou quatre semaines, cette mesure n'a pas de portée.

En Autriche, il n'y a pas d'examen de conducteur, nous avons simplement un permis de circulation pour la voiture et il est prescrit que la demande en doit être faite aux autorités 14 jours après l'entrée; il est donc permis de circuler sans permis pendant quinze jours.

Avant de venir en France, j'ai bien écrit une lettre à M. le ministre des Travaux publics, en ce sens, mais je n'ai pas reçu de réponse.

M. FORESTIER. — C'est que cela regarde la préfecture de police, à Paris, et non pas le ministre des Travaux publics.

M. DE STERN. — Comme le ministre avait convoqué une commission, il y a

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

deux mois, pour élaborer un nouveau règlement, je lui avais demandé, précisément, de prévoir le cas dont je viens de vous entretenir dans ce nouveau règlement.

M. LE PRÉSIDENT. — Votre observation peut faire l'objet d'une demande adressée au ministre qui en saisirait la commission.

M. FORESTIER. — Parfaitement, puisque nous sommes un Congrès international.

M. LE PRÉSIDENT. — Seulement, il avait été dit que, dans le cas où des contraventions seraient dressées, le contrevenant pourrait invoquer sa bonne foi, et que, dans ces conditions, il ne serait pas donné de suite à l'affaire.

M. BISCARETTI. — Ne pourrait-on pas s'arranger de façon à ce que le permis de circulation donné en France pût être valable en Italie? Si l'on sait conduire en Italie on doit savoir conduire en France et *vice versa;* je me permets de donner cette idée parce qu'au moment des derniers travaux relatifs à la réglementation des automobiles, j'ai presque parlé de la chose, mais je n'ai pas insisté, parce que cela ne pouvait pas aboutir dans les conditions présentes. Je crois cependant que nous pourrions arriver à obtenir quelque chose de semblable en exerçant une pression assez forte, en nous unissant.

Il est certain, je le répète, que si nous savons conduire une automobile en Italie, nous saurons la conduire en France; ce sera un peu plus difficile à Paris qu'à Rome, à Turin ou à Milan, mais, en somme, les conditions sont les mêmes; il serait donc désirable qu'en passant la frontière, le permis de circulation délivré en Italie fut valable en France.

M. FORESTIER. — Il est probable qu'un vœu tendant à ce que les certificats délivrés en pays étranger soient valables pour la France ne soulèverait pas de difficultés...

M. LE PRÉSIDENT. — M..... me fait remarquer que, dans son pays, il n'y a pas de certificat de capacité.

PLUSIEURS MEMBRES. — C'est bien préférable !

M. LE PRÉSIDENT. — Et puis, ce n'est pas parce que nous avons une chaîne qu'il faut en souhaiter une aux autres; nous devons plutôt demander la suppression de la nôtre.

M. FORESTIER. — Si tous les pays avaient la même chaîne que nous, il nous serait facile de donner satisfaction à notre collègue en émettant le vœu que le certificat valable dans un pays le soit dans un autre, à la condition, bien entendu, que ce certificat aurait été délivré par des gens compétents. Mais un

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

autre collègue nous dit que, dans son pays, il n'y a pas de certificat et je suis obligé de lui répondre qu'il n'y a pas de solution dans ce cas, à moins que nous puissions nous débarrasser de cette chaîne, mais je doute fort qu'un vœu de cette nature soit accepté, car la commission qui est la dépositaire et l'exécutrice de cette loi nous a parlé de la nécessité du certificat en des termes tels que je ne dois pas vous laisser la moindre illusion. Emettez le vœu, si vous le voulez, et je le soutiendrai.

M. JEANTAUD. — Lorsque l'on met en service une voiture attelée, il n'est exigé de certificat ni pour le cocher, ni pour la circulation de la voiture; nous demandons à rentrer dans le droit commun; nous demandons la suppression complète du permis de circulation pour la voiture automobile et de tout certificat de capacité. *(Marques d'approbation sur divers bancs.)*

M. FORESTIER. — A titre subsidiaire, et pour le cas où l'Administration n'accorderait pas cette faveur, nous demandons à ce que, tout au moins, le certificat de capacité délivré dans un pays soit valable dans un autre. *(Adhésion générale.)*

M. DE STERN. — Je demande également à ce qu'il soit donné aux étrangers un délai de 45 jours ou de quatre semaines au moins, pendant lequel ils pourront circuler sans avoir à craindre de contravention.

M. LOHNER. — Peut-être pourrait-on ajouter la formule : « étant membre d'un club ».

M. DE DIÉTRICH. — C'est une restriction et vous me permettrez de vous faire remarquer que vous ne pouvez pas forcer quelqu'un à être membre d'un club. *(Marques d'assentiment.)*

M. LE PRÉSIDENT. — Il n'y a pas d'opposition ? Voici comment nous pourrions formuler le vœu :

« Le Congrès émet le vœu de voir supprimer tout certificat de capacité et tout permis de circulation nécessaires pour conduire des voitures automobiles et demande le retour au droit commun en ce qui concerne la conduite des voitures automobiles ! »

M. FORESTIER. — Ne demandons pas tout à la fois. En ce qui concerne le permis de circulation, on demande simplement aux constructeurs de soumettre un type; quand ce type a subi l'examen, ils peuvent en faire autant de copies qu'ils le désirent.

Sérions donc les difficultés; c'est pourquoi je vous propose, en ce moment, de n'émettre qu'un seul vœu, en ce qui concerne le certificat de capacité.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Mais c'est cela que nous faisons.

M. FORESTIER ET PLUSIEURS MEMBRES. — Mais non !

M. LE PRÉSIDENT. — Voici quel serait alors le texte du vœu :

« Le Congrès émet le vœu que le certificat de capacité soit supprimé... » *(Adhésion)* « ... qu'à défaut de cette décision (la décision conforme au vœu) les certificats de capacité délivrés en France soient valables dans les pays étrangers pour lesquels la même obligation existe à titre de réciprocité; enfin, que ledit certificat ne soit pas exigé des étrangers pendant un délai d'un mois... » Ici je vois surgir une autre difficulté: d'où partira ce délai ?

M. DE STERN. — De la date de la consignation. *(Adhésion.)*

M. LE PRÉSIDENT. — Le vœu serait donc complété de la manière suivante :

« ... Pendant un délai d'un mois à partir de l'entrée en France constatée par la consignation des droits. » *(Approbation générale.)*

Personne ne demande la parole sur cette rédaction ? Je la mets aux voix.

(Le vœu est adopté à l'unanimité.)

L'ordre du jour est épuisé.

Quelqu'un demande-t-il encore la parole ?

La séance est levée.

La séance est levée à 5 heures 35 minutes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

CONGRÈS INTERNATIONAL D'AUTOMOBILISME

SÉANCE GÉNÉRALE

VŒUX

Président	G. FORESTIER.
Vice-Présidents	LE BARON MOLITOR. GINESTY.
Secrétaire	LE COMTE DE CHASSELOUP-LAUBAT.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VENDREDI 13 JUILLET 1900

SÉANCE GÉNÉRALE

à l'Hôtel de l'Automobile-Club de France

VŒUX

La séance est ouverte à trois heures dix minutes.

Prennent place au bureau: MM. FORESTIER, MOLITOR, GINESTY, DE CHASSELOUP-LAUBAT.

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, nous vous demandons pardon de vous avoir fait attendre; nous avons été retardés par la rédaction des vœux que les différentes sections proposent de soumettre à votre vote.

En attendant leur lecture, permettez-moi de vous remercier tous de l'assiduité avec laquelle vous avez suivi les travaux de nos sections. J'avoue que, le premier jour, en vous félicitant d'être venus en si grand nombre, je pensais un peu, dans mon for intérieur, que l'attrait de la capitale était pour beaucoup dans votre venue à Paris. Je dois avouer que je m'étais trompé et que c'est par pur intérêt pour l'automobilisme que vous avez répondu à notre appel. Je n'en veux pour preuve que l'assistance qui, dans nos sections, a presque été aussi nombreuse que dans la séance d'ouverture et dans la séance de clôture.

Un grand nombre de rapports ont été lus dans les sections; nos collègues étrangers ont pris part à nos discussions, et nous ont apporté un grand nombre d'idées qui nous ont permis de constater les différents états d'âme des automobilistes étrangers et français. Ils nous ont montré que ces différences dépendaient des mœurs mais surtout de l'état des routes; toutes ces discussions nous ont donc permis de libeller des vœux qui ne soient pas trop particuliers à la France.

On va vous soumettre ces textes, vous aurez à dire s'il est nécessaire d'y

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

apporter des amendements, de les estomper légèrement pour ne pas les mettre en contradiction avec les intérêts ou les besoins d'autres pays. Je crois, en outre, qu'il est inutile d'ajouter que si quelqu'un d'entre vous a à formuler d'autres vœux que ceux que nous présentons, je me ferai un plaisir de les mettre aux voix.

Je donne la parole à M. le Secrétaire général pour donner lecture des vœux émis par la première section.

VŒUX DE LA I^re^ SECTION

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Messieurs, voici les vœux émis par la première section qui a étudié les moteurs à vapeur et à mélange tonnant :

1° « Le Congrès émet le vœu que les constructeurs emploient de préférence sur les véhicules à vapeur légers et de tourisme, des chaudières à tube d'eau ou des générateurs à vaporisation instantanée. »

M. LE PRÉSIDENT. — Quelqu'un demande-t-il la parole ?

La parole est à M. Howard.

M. HOWARD. — Messieurs, j'ai l'honneur de vous proposer de remplacer la rédaction proposée par le bureau par la rédaction suivante qui me paraît préférable, comme étant moins exclusive. Je prie M. le Président d'en donner lecture.

M. LE PRÉSIDENT. — Voici le vœu proposé par notre collègue M. Howard:

1° « A propos des chaudières d'automobiles à vapeur de modèles différents, actuellement en usage, et aussi au point de vue théorique, nous recommandons des études, discussions et rapports comparatifs sur les mérites respectifs des chaudières à tubes à eau et à feu, en faisant rentrer également dans ces études les chaudières qui ne sont pas comprises dans cette classification. »

C'est un libellé moins affirmatif. Il laisse à entendre que les études ne sont pas complètes, que la pratique ne s'est pas prononcée.

Je donne la parole à M. Howard pour développer son vœu.

M. HOWARD. — Messieurs, j'ai simplement cherché à rendre la question plus large pour que l'année prochaine, nous puissions encore apprendre davantage. Je n'ai aucune préférence en matière d'automobilisme; et, après ce qu'a dit M. Forestier, il ne me reste rien à ajouter.

M. BOLLÉE père. — Comme rapporteur de la première section, je ne vois aucun inconvénient à accepter le texte de M. Howard.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Je ne comprends pas très bien le sens de ces mots : « les chaudières qui ne sont pas comprises dans cette classification. »

M. BOLLÉE père. — Mais si, c'est clair; du reste, si le cas ne se présente pas, il n'y aura pas à le discuter.

M. LE PRÉSIDENT. — Je mets aux voix le texte proposé par M. Howard.

(Le vœu, mis aux voix, est adopté.)

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — 2° « Le Congrès émet le vœu que les constructeurs répandent l'emploi pour les véhicules à vapeur légers et de tourisme de combustible liquide, mais n'émettant pas de vapeurs formant des mélanges explosifs avec l'air à la température ordinaire. »

M. HOWARD. — Ce ne sont pas là les termes du vœu que l'on avait proposé de nous soumettre l'autre jour. Naturellement l'on a bien fait de modifier ce texte. Il y a beaucoup de pays où l'on n'emploie pas le charbon dans les moteurs à vapeur, et où l'on est obligé d'employer du combustible liquide; en Russie, à Bakou, en Pensylvanie, en Californie, on emploie du combustible liquide. Aussi, vous proposé-je un texte qui, ne contenant pas d'idées locales, encouragera dans leurs recherches, tous ceux qui s'intéressent à cette question. Ce vœu est ainsi conçu :

2° « A propos des combustibles liquides employés dans les automobiles à vapeur, et surtout de ceux qui, mélangés avec l'air dans des conditions ordinaires, peuvent donner lieu à des explosions inattendues et parfois dangereuses, nous recommandons des études, rapports et discussions sur l'emploi pratique et théorique de ces combustibles, dans le but d'encourager l'adoption dans les divers pays, de règlements qui empêcheraient tout danger découlant de l'emploi de ces combustibles. »

M. LE PRÉSIDENT. — C'est à la suite de votre observation, fort judicieuse, que le comité a cru devoir modifier le texte de son vœu. Nous avions dit que la houille était ou paraissait être plus économique pour les voitures lourdes à vapeur, et vous nous avez fait remarquer que, si cela était vrai pour la France, dans d'autres pays, le combustible liquide était plus économique et que, comme nous étions un congrès international, il fallait donner à nos vœux une forme internationale. Nous avons donc fait disparaître la question d'économie résultant de l'emploi de la houille dans les véhicules « poids lourds » et nous ne parlons que des voitures de tourisme, pour lesquelles, dans tous les pays, au point de vue du ravitaillement facile, il est intéressant de n'employer que des combustibles liquides qui offrent en même temps l'avantage d'une conduite de feu plus facile et qui débarrassent le touriste de la présence obligatoire d'un chauffeur.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. HOWARD. — Nous sommes d'accord, mais je ne savais pas que vous aviez modifié votre texte.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — On n'avait rien adopté après vos observations, le vœu avait été renvoyé au bureau.

M. HOWARD. — M. le Président veut-il lire mon vœu ?

M. LE PRÉSIDENT. — « A propos des combustibles liquides employés dans les automobiles à vapeur et surtout de ceux qui, mélangés avec l'air dans des conditions ordinaires, peuvent donner lieu à des explosions inattendues et parfois dangereuses, nous recommandons des études, rapports et discussions sur l'emploi actuel et théorique de ces combustibles, dans le but d'encourager l'adoption, dans les divers pays, de règlements qui empêcheraient tout danger découlant de l'emploi de ces combustibles. »

Messieurs, tout à l'heure, M. le rapporteur et moi, vous avons proposé d'accepter le vœu présenté par notre collègue M. Howard; mais ici, je crois que la pratique a tellement prouvé qu'il y avait du danger à employer dans les voitures à vapeur des combustibles susceptibles de former des vapeurs explosibles avec l'air que je crois pouvoir vous recommander de voter le texte que nous vous proposons, après avoir tenu compte, je le répète, dans la mesure compatible avec la réalité des choses, des observations présentées par M. Howard.

M. HOWARD. — Messieurs, je me trouve maintenant en présence d'un texte meilleur que le mien et plus approprié aux desiderata des personnes qui emploient du combustible liquide, je retire ma proposition. Seulement, je me permets de dire que nous n'avons pas le droit d'imposer à qui que ce soit la façon dont on doit faire une voiture.

PLUSIEURS MEMBRES. — C'est un simple vœu que nous émettons; aux voix ! aux voix !

M. HOWARD. — L'industrie automobile est très florissante à Paris; mais il n'en est pas partout de même il faut donc encourager tous les efforts. Chez nous, malheureusement, il y a à peu près deux mille voitures à vapeur, et, si vous avez l'air de dire quelque chose contre la vapeur, vous allez décourager cette industrie.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous ne disons rien contre la voiture à vapeur; nous disons simplement que, si elle veut avoir chance d'être adoptée par les touristes, il faut qu'elle substitue le combustible liquide au combustible solide et nous lui recommandons de n'adopter comme combustibles liquides que ceux qui ne peuvent pas causer de dangers par leur explosion.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. PETREANO. — Par votre texte, vous excluez l'alcool, et pourtant il existe de bons brûleurs à l'alcool pour petites chaudières; vous excluez l'essence, vous excluez le pétrole; il ne reste que le coke et la houille.

M. LE PRÉSIDENT. — Mais non ! vous avez encore le pétrole lampant qui est employé dans les phares.

Je mets aux voix l'amendement de notre collègue M. Howard.

(L'amendement n'est pas adopté.)

M. LE PRÉSIDENT. — Je mets aux voix le texte proposé par le bureau.

(Le vœu libellé par le bureau est adopté.)

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — 3° « Le Congrès émet le vœu que l'on fasse des expériences sur le compoundage des moteurs à mélange tonnant afin d'utiliser les calories perdues par l'échappement. » *(Adopté.)*

4° « Que l'on fasse des expériences pour l'alimentation des moteurs à mélange tonnant par des gazogènes. » *(Adopté.)*

5° « Que l'on fasse des expériences complètes dans le genre de celles de Renaud pour les mélanges carburés et que l'on étudie les phases des explosions et le régime des détonations. » *(Adopté.)*

6° « Que l'on fasse des expériences complètes et industrielles sur l'emploi de l'alcool dans les moteurs à mélange tonnant. » *(Adopté.)*

7° « Qu'il y aurait lieu de baisser les droits divers qui élèvent si fortement le prix du pétrole dans certains pays, et aussi de favoriser l'emploi de l'alcool dénaturé en le dégrevant complètement, et en n'employant pour la dénaturation que des substances n'altérant pas sa combustibilité. »

M. HOWARD. — Je voudrais que l'on dît « dans tous les pays » parce que parfois, nous souffrons beaucoup du chiffre élevé de ces droits.

M. FORESTIER. — Il est probable qu'un vœu tendant à ce que les certificats délivrés en pays étranger soient valables pour la France ne soulèverait pas de difficultés...

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Mais en Angleterre il n'y a pas de droits.

M. LE PRÉSIDENT. — On pourrait dire: « dans les pays où ces droits sont trop élevés.»

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — C'est compris dans notre formule.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. MOMMERQUE. — Je demande que l'on ajoute : « le pétrole et ses dérivés », pour avoir une formule plus générale.

M. LE PRÉSIDENT. — Je mets aux voix le texte proposé par le bureau avec l'adjonction de M. Mommerque.

(Le vœu, ainsi modifié, est adopté.)

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — « 8° Que l'obligation d'un silencieux efficace soit strictement imposé aux véhicules circulant sur la voie publique. » *(Adopté.)*

9° « Que les constructeurs étudient les dispositifs permettant la variation de puissance dans les moteurs à mélange tonnant. » *(Adopté.)*

10° « Que les constructeurs étudient et emploient les dispositifs annulant les trépidations sur les véhicules automobiles. » *(Adopté.)*

11° « Que l'on emploie les refroidissements par radiateurs pour les moteurs de trois à quatre chevaux. »

M. BOLLÉE père. — Ce vœu est inutile parce qu'il pourra arriver à un constructeur de faire une machine de 15 chevaux sans avoir besoin de circulation d'eau.

M. DE BEAUCHAMP. — Permettez-moi d'interrompre un instant la lecture de ces conclusions pour poser une question au bureau. Notre adoption de ces conclusions n'oblige personne à s'y astreindre, n'est-ce pas ?

M. LE PRÉSIDENT. — Ce sont simplement des recommandations.

M. DE BEAUCHAMP. — Or, on ne devrait pas proposer de conclusion qui puisse, en quelque façon donner lieu à des divergences d'idées dans l'Assemblée. Sur les questions très larges, tout le monde est du même avis; pour d'autres, au contraire, leur adoption peut entraver la marche du développement de l'industrie automobile. C'est le cas pour le vœu que l'on nous propose en ce moment, et je propose de le supprimer.

M. LE PRÉSIDENT. — Je mets aux voix l'amendement tendant à supprimer le vœu n° 11. *(Adopté.)*

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VŒUX DE LA 2e SECTION

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Nous passons maintenant aux vœux que la deuxième section croit devoir soumettre à votre approbation.

1° « Le Congrès émet le vœu que l'on poursuive l'étude des accumulateurs. » *(Rires et applaudissements.)*

M. LE PRÉSIDENT. — Je n'ai pas besoin de mettre ce vœu aux voix, il est adopté d'avance.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — 2° « Que l'on entreprenne des études pour déterminer s'il est préférable d'employer des accumulateurs lourds et durables ou des accumulateurs légers, mais à usure rapide. »

M. PÉRISSÉ. — Ne pourrait-on pas réunir ces deux vœux en un seul ainsi conçu : « Le Congrès émet le vœu que l'on poursuive l'étude des accumulateurs, et en particulier que l'on entreprenne des études..... etc.? »

M. LE PRÉSIDENT. — Je mets aux voix la modification proposée.

(La modification est adoptée.)

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — 2° « Que l'on entreprenne des études pour déterminer s'il est préférable d'avoir une commande directe ou indirecte des roues par le moteur. » *(Adopté.)*

3° « Que l'on entreprenne des études pour savoir s'il est préférable d'employer des moteurs à simple ou à double induit, à un ou à plusieurs collecteurs et sur la manière de les coupler. » *(Adopté.)*

4° « Que les constructeurs spéciaux établissent des appareils de mesure résistant aux trépidations des voitures. »

M. LE PRÉSIDENT. — Ne vaudrait-il pas mieux dire : « que les constructeurs mettent à la disposition des automobilistes ?... »

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Il n'y en a pas sur le marché : je demande à maintenir ce texte précis et affirmatif que je viens de lire. S'il choque un peu MM. les constructeurs d'appareils, tant mieux; car s'ils osaient soutenir qu'il y a des appareils résistant à ces trépidations, je crois que tous ceux qui font de la voiture électrique se lèveraient contre eux.

(Le vœu, mis aux voix, est adopté.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VŒUX DE LA 3e SECTION

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Je passe maintenant aux vœux émis par la troisième section :

1° « Le Congrès émet le vœu que l'on étudie les liaisons déformables entre les moteurs suspendus sur les châssis et les roues des véhicules qui ne sont pas suspendus. »

C'est l'étude des dispositifs tels que la chaîne, les arbres brisés, les cardans, les arbres flexibles ; c'est un organe délicat dans les voitures et la troisième section prie le Congrès d'émettre le vœu que l'on étudie ces systèmes de liaison.

M. LE PRÉSIDENT. — Et que l'on entreprenne des expériences.

M. BOLLÉE. — Votons toujours, cela ne peut pas faire de mal. *(Sourires.)*

(Le vœu, mis aux voix, est adopté.)

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — 2° « Que l'on étudie et emploie des systèmes de freins efficaces dans les deux sens. *(Adopté.)*

3° « Que les constructeurs emploient des joints pouvant supporter plusieurs montages et démontages sans être mis hors de service. » *(Adopté.)*

VŒUX DE LA 4e SECTION

Efforts de traction

Le Congrès émet le vœu :

1° « Que l'on fasse des expériences sur le rendement des différents systèmes de transmission employés sur les véhicules automobiles. »

2° « Que l'on étudie les résistances provenant du roulement sur les différentes chaussées, de la résistance de l'air, des virages, etc. »

3° « Que l'on étudie les bandages de différentes espèces au point de vue de leur rendement, de leur durée, etc., etc. »

(Ce vœu est adopté.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

VŒUX DE LA 5e SECTION

Modification des jauges

Le Congrès émet le vœu suivant:

1° « Adoption pour les boulons et les vis du système international établi en 1898, par le Congrès de Zurich. »

2° « Unification des appareils de chargement; ouverture d'un nouveau concours pour les coffrets avec prise de courant universel pour automobiles électriques et étude d'un type uniforme pour les boîtes d'accumulateurs. »

3° « Substitution des mesures métriques aux mesures anglaises pour exprimer les dimensions des chaînes automobiles; adoption des dimensions proposées par le Touring-Club. »

4° « Unification des diamètres des roues notamment au point de vue de l'économie de fabrication et de la facilité de remplacement des bandages élastiques. »

5° « Unification des formes et dimensions des joints. »

Nous demandons qu'on emploie des joints démontables à dimensions connues pour qu'on puisse les remplacer en quelque endroit qu'on se trouve.

(*Ce vœu est adopté.*)

Formalités douanières

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — A la suite du rapport de M. Baillif, la section a voté le vœu suivant:

1° « Que les bureaux de douane situés sur les voies principales habituellement suivies par les voituristes restent ouverts le dimanche et les jours fériés. »

Le vœu portait d'abord: du 1er avril au 15 octobre. Il a été modifié à la suite d'un échange d'observations et en particulier sur la remarque faite par M. le comte Biscaretti, qu'il se produisait un grand mouvement en hiver du côté de l'Italie.

2° « Que lesdits bureaux soient constamment nantis des fonds suffisants pour assurer le remboursement à présentation des droits consignés par les voituristes à leur entrée dans le pays. »

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. DE STERN. — Je demande à titre d'amendement que tous les bureaux soient tenus d'opérer le dédouanement des automobiles et que ceux qui ne se trouveraient pas en possession des fonds nécessaires pour le remboursement des droits soient autorisés à délivrer des bons que l'on pourrait encaisser plus loin. Je demande en outre que les clubs se chargent de l'encaissement de ces sommes et cela à titre de réciprocité.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Je partage l'opinion de notre collègue en ce qui concerne la première partie de son amendement, mais je regrette de ne pouvoir m'associer à la seconde qui soulèverait des difficultés de l'ordre de celles dont M. Baillif nous a entretenus.

M. LE PRÉSIDENT. — Il me semble en effet qu'il serait sage d'ajourner cette seconde proposition à l'année prochaine pour qu'elle puisse faire l'objet d'un examen complet.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — C'est une question qui peut être réglée de club à club; il est évident qu'un arrangement de cette nature pourrait être conclu entre l'Automobile-Culb de France et l'Automobile-Club d'Autriche. Mais la mesure proposée ne peut pas revêtir un caractère assez général pour faire l'objet d'un vœu, puisque son premier effet est d'exclure toutes les personnes qui ne font pas partie d'un club.

M. DE STERN. — Je retire volontiers cette seconde partie; ce n'était d'ailleurs qu'une suggestion.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Votre suggestion est d'ailleurs fort intéressante.

M. CUÉNOD. — Messieurs, permettez-moi de vous donner officieusement connaissance d'une lettre adressée au comité de l'Automobile-Club de Suisse dont je suis le président, par le chef du département des finances qui fait fonction de ministre. A l'occasion du Congrès d'automobilisme de Berne, nous avions émis le vœu qu'on nous accordât le bénéfice du système du triptyque que vous connaissez.

M. LE PRÉSIDENT. — M. Baillif nous a exposé à la séance de mercredi les inconvénients sérieux de ce procédé.

M. CUÉNOD. — A mon grand regret, je n'ai pas pu assister à cette séance.

M. LE PRÉSIDENT. — M. Baillif nous a expliqué avec force détails et preuves à l'appui qu'en ce qui concerne les bicyclettes, le Touring-Club de France qui avait pris l'initiative et la responsabilité de cette manière de faire, s'est trouvé à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

un moment donné, par suite du défaut de concordance entre les pièces visées ou par suite de la négligence de ses sociétaires, débiteur de 20.000 francs vis-à-vis du Gouvernement belge. Or, il s'agissait de bicyclettes payant 24 francs de droits; pour 1.000 voitures payant en moyenne 300 francs, une société pourrait se trouver responsable de 300.000 francs.

M. CUÉNOD. — Il n'entrait pas dans notre pensée de demander des avances aux clubs; au contraire le sociétaire devait verser les fonds avant son départ.

M. LE PRÉSIDENT. — M. Baillif nous a également montré d'une façon lumineuse les inconvénients résultant de ce système dans le cas où le sociétaire rentré de voyage retire les fonds dont il a besoin et où un Gouvernement étranger élève ensuite une réclamation. M. Baillif m'a chargé de l'excuser; il a été empêché d'assister à la réunion d'aujourd'hui mais je partage sa manière de voir et je suis obligé de demander au Congrès de repousser votre proposition.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Le système du triptyque a été discuté dans la section et repoussé.

M. CUÉNOD. — Je vous demande la permission de vous communiquer néanmoins cette lettre qui établit que nous sommes sur le point de n'avoir plus aucune formalité à remplir.

« Messieurs, à la suite du Congrès automobiliste tenu à Berne, le 27 mai dernier, vous avez adressé une requête signée par les représentants des clubs délégués au Congrès, en vue d'obtenir des facilités pour l'admission en Suisse des automobiles de touristes qui viennent faire des excursions dans notre pays.

« L'essentiel à obtenir serait la dispense de prendre des passavants et de faire le dépôt des droits afférents aux véhicules des touristes voyageant avec des voitures automobiles ou avec des tricycles ou bicyclettes actionnés par des moteurs.

« Vous proposez dans ce but « un permis de circulation international » en trois parties, une souche restant entre les mains du titulaire du permis et sur laquelle il doit rapporter la preuve que son entrée en Suisse et sa sortie de notre pays ont été constatées par les bureaux de douane suisses, à défaut de quoi le dépôt des droits que le titulaire du permis a dû faire auprès du président de son club et qui est calculé à raison de fr. 4 ou de fr. 20 pour la voiture proprement dite, poids du moteur déduit, ne lui serait pas remboursé, mais livré à l'administration des douanes suisses. Vous nous demandez de ne plus nous en remettre aux Clubs pour la déclaration des poids du moteur et de la carrosserie; enfin l'Automobile-Club de Suisse se porterait garant de toutes les sommes en litige en tant qu'il s'agirait de permis délivrés par lui ou par les clubs correspondants de France, de Grande-Bretagne et d'Irlande, d'Autriche, de Belgique, d'Allemagne,

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

d'Italie et de Nice dont vous nous avez indiqué les présidents et donné les adresses.

Nous avons d'abord une remarque à faire, c'est que les tricycles et bicyclettes à moteurs sont passibles d'un droit de fr. 70 par kg. 100 et que l'on ne peut acquitter séparément le moteur et le véhicule proprement dit. Le reçu du dépôt de droit dans le permis « souche recto » devrait donc être modifié en conséquence. De plus, comme il sera très rare qu'une voiture automobile reste en Suisss par suite de vente, nous pensons qu'il serait préférable de ne pas faire de distinction entre carrosserie et moteur et par conséquent de faire déposer les droits à raison de fr. 20 par Q. sur le poids total des voitures automobiles.

« D'autre part, les automobilistes ayant pleine liberté dans le choix des points d'entrée et de sortie, leur itinéraire peut les amener à entrer ou à sortir par des bureaux secondaires de peu d'importance où le receveur ou percepteur ne sera peut-être pas en mesure de comprendre le texte du permis rédigé uniquement en français. Pour éviter des difficultés, nous croyons que cette pièce devrait, au moins en tant qu'elle intéresse les douanes, être rédigée dans les trois langues: français, allemand et italien. Il y a d'ailleurs des clubs en Allemagne, en Autriche et en Italie, correspondants de l'Automobile-Club de Suisse, qui délivreraient sans doute leur permis dans la langue nationale, allemand ou italien. Pour établir ce permis en trois langues, il faudrait, si l'on veut conserver l'aménagement proposé par ce formulaire, un format beaucoup moins considérable, mais on peut sans inconvénient, réduire beaucoup les inscriptions et gagner ainsi la place nécessaire pour les inscriptions en allemand et italien; de plus, le formulaire ne visant que les voyages en Suisse, le titre de permis de libre circulation me paraît un peu ambitieux, car il ne s'agit au fond, que d'une facilité de contrôle douanier.

« A titre de renseignement, nous vous envoyons un projet de bulletin ou certificat que l'on pourrait établir en trois langues, français, allemand et italien et qui contient tout ce qui est nécessaire. Veuillez l'examiner et nous faire connaître votre avis. Ce formulaire se simplifierait encore par l'abandon de la distinction entre carrosserie et moteur.

« Nous pensons que si la chose aboutit, nous aurons à vous demander un acte de cautionnement dans le genre de celui qui a été introduit pour les vélocipèdes ordinaires.

« Agréez, etc. »

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Messieurs, je relis la seconde partie du vœu modifié dans le sens indiqué par M. de Stern.

2° « Que lesdits bureaux soient constamment nantis des fonds suffisants pour assurer le remboursement à présentation des droits consignés par les voituristes à leur entrée dans le pays: qu'à défaut des fonds, tous les bureaux soient autorisés

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

à émettre des bons que les voituristes auront le droit de faire encaisser dans les autres bureaux et que les différents clubs automobiles s'entendent pour faire toucher les bons appartenant à leurs membres. »

(Le vœu est adopté.)

Transports

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — La cinquième section a émis le vœu suivant :

« Le Congrès émet le vœu de voir supprimer tout certificat de capacité nécessaire pour la conduite des voitures automobiles; il demande le retour au droit commun en ce qui concerne la conduite desdites voitures. »

M. LE PRÉSIDENT. — Je demande que ce vœu soit retiré.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Il a été émis très nettement.

M. LE PRÉSIDENT. — Je n'ai pas osé le supprimer de ma propre autorité, mais j'insiste pour qu'il soit retiré. J'ai eu hier une entrevue avec les personnes dont dépend la solution de ce vœu, elles m'ont laissé entrevoir que nous pourrions recevoir satisfaction sans émettre ce vœu qui pourrait nous nuire.

M. JEANTAUD. — Ce vœu a été émis sur ma proposition; je le retire.

M. LE PRÉSIDENT. — Je remercie M. Jeantaud en notre nom à tous.

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — Le vœu commence alors par le paragraphe suivant.

« Que le certificat délivré en France soit valable dans les pays étrangers pour lesquels la même obligation existe et ce, à titre de réciprocité: que ledit certificat ne soit pas exigé des étrangers entrant dans un pays quelconque pendant un délai d'un mois à partir de l'entrée dans ce pays constatée par la consignation des droits. »

M. LE PRÉSIDENT. — Je vois votre impatience à voter ce libellé: je vous demande la permission de le retourner. Je crois qu'il serait au moins poli de mettre : « que les certificats de capacité délivrés par les administrations étrangères soient, à charge de réciprocité, valables en France. »

UN MEMBRE. — Quelle est l'utilité de ce délai d'un mois si les différents certificats de capacité sont reconnus valables dans tous les pays.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. DE CHASSELOUP-LAUBAT. — C'est qu'il y a des pays où ce certificat n'existe pas.

M. CUÉNOD. — Toujours à titre officieux, je désire communiquer au Congrès la lettre que nous avons reçue de M. le Ministre des travaux publics de France à qui nous avions demandé de vouloir bien faire en sorte que les chauffeurs suisses puissent venir visiter l'Exposition sans être arrêtés par la maréchaussée de tous les pays.

« Monsieur, mon collègue, M. le Ministre de l'Intérieur m'a transmis la communication que vous lui avez adressée en vue d'obtenir que les conducteurs d'automobiles porteurs du certificat de capacité délivré par la commission officielle d'examen instituée à Genève soient admis à circuler en France sans autre obligation que la présentation de ce certificat lequel serait ainsi considéré comme équivalent à celui qu'exige le règlement français. Vous voulez bien faire connaître que pour le cas où votre demande recevrait de la part de l'administration française un accueil favorable, l'Automobile-Club suisse prendrait l'initiative d'une démarche à l'effet d'obtenir du Gouvernement fédéral la réciprocité en faveur des automobilistes français désireux d'excursionner dans votre pays.

« Je ne verrais, Monsieur, que des avantages à ce que les automobilistes, tant français que suisses, puissent circuler aussi librement que possible de part et d'autre de la frontière qui délimite les deux pays, dans les conditions que vous indiquez, Mais il ne vous échappera pas qu'il s'agit d'une mesure présentant un caractère international et au sujet de laquelle je ne pourrais statuer que si la proposition en était présentée officiellement au Gouvernement français par le Gouvernement fédéral. Cette proposition serait examinée par mon administration dans l'esprit le plus libéral et avec le vif désir d'arriver à une solution qui offrit les plus grandes facilités aux chauffeurs des deux pays.

« Je vous renvoie ci-jointe, selon votre désir, la pièce qui accompagnait votre communication.

« Recevez, Monsieur l'assurance de ma considération.

Pour le Ministre et par autorisation :

Le Conseiller d'État,
Directeur des routes, de la navigation et des mines,
JOZON.

M. LE PRÉSIDENT. — Je remercie notre collègue de sa communication, mais je lui demande la permision de dire que je regrette qu'elle ait un peu défloré la

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

surprise que M. le Ministre des travaux publics, qui assistera à notre banquet, comptait vous faire. Je lui avais fait part des vœux qui sont de sa compétence et il m'avait promis de vous apporter de bonnes paroles, mais il avait écrit auparavant : je n'y puis rien.

Vœux sur les transports

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Le Congrès émet le vœu :

« Que les automobiles de toute nature et leurs accessoires soient taxés exclusivement selon leurs poids respectifs, au prix de la première série du tarif général, sans aucune référence à l'art. 18 des conditions générales d'application. »

M. LE PRÉSIDENT. — L'art. 18 se réfère à la petite vitesse et l'art. 29 à la grande vitesse ?

UN MEMBRE. — Je crois que l'on avait parlé aussi de la question d'encombrement.

UN MEMBRE DU BUREAU. — C'est une clause générale, nous n'y pouvons rien.

M. LE PRÉSIDENT. — Nous demandons simplement la suppression de l'application de l'art. 18 et de l'art. 29 qui prévoient que, dans aucun cas, la taxe ne sera inférieure à la taxe individuelle par voiture qui est de 40 centimes et de 25 centimes dans chacun des cas.

Il est vrai que, moyennant 50 centimes de transport par kilomètre, en grande vitesse, vous avez le droit de faire monter deux ou trois personnes dans votre automobile, mais c'est un genre de transport tout à fait particulier dont vous ne seriez peut-être pas très désireux de profiter, surtout pour un voyage de nuit ! *(Rires.)*

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Je donne à nouveau lecture des deux vœux :

1° « Que les automobiles de toute nature et leurs accessoires soient exclusivement taxés suivant leur poids respectif, au prix du tarif général, sans aucune référence à l'art. 18. »

2° « Que le transport de ces véhicules en grande vitesse soit effectué au prix du tarif général de la grande vitesse, c'est-à-dire avec tarification au poids, sans référence à l'article 29. »

(Les deux paragraphes du vœu sont adoptés.)

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

3° « Que l'attention des compagnies de chemins de fer soit appelée sur l'utilité qu'il y aurait à étendre le transport des automobiles qui voyagent dans les trains de voyageurs, en déterminant le poids et les dimensions maxima de ces véhicules. »

M. LE PRÉSIDENT. — Vous savez, Messieurs, que ce vœu a trait à la question du transport des automobiles, aux conditions de transport des bagages; les gens pressés qui arrivent à la dernière minute demandent à pouvoir emporter leur automobiles sans être astreints à la condition de les faire arriver trois heures avant le départ du train.

Je mets aux voix le vœu qui vient de vous être lu. *(Le vœu est adopté.)*

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — 4° « Que les tarifs spéciaux concernant le transport des automobiles en petite vitesse par wagons complets soient maintenus et améliorés, quand il y aura lieu, au mieux de l'intérêt des industriels et des compagnies. »

M. LE PRÉSIDENT. — Je mets aux voix ce dernier vœu. *(Le vœu est adopté.)*

Tels sont, Messieurs, les vœux qu'officiellement je devais vous soumettre.

M. ALLEYRAT. — Je demande la parole, car je crois que, dans tous les vœux qui ont été émis pour l'amélioration des automobiles, il est un ennemi contre lequel nous n'avons pas assez engagé les constructeurs à nous préserver... la poussière.

M. LE PRÉSIDENT. — Permettez-moi de vous interrompre, mon cher collègue, nous avons d'abord soumis au Congrès les vœux officiels qui, adoptés dans toutes les sections, devaient être également votés en réunion plénière.

J'ai été saisi d'autre part, d'un certain nombre de vœux écrits. Je vais les porter à la connaissance de cette assemblée et ce n'est qu'ensuite que je donnerai la parole aux autres membres qui pourraient avoir des propositions nouvelles à nous soumettre.

Je vais procéder par ordre chronologique. Notre collègue, M. Pierre Giffard, nous propose de nous associer aux vœux émis par le Congrès de l'Agriculture en ce qui concerne l'emploi de l'alcool, la répression de la fraude et la protection des producteurs de l'alcool national contre les importateurs des combustibles liquides étrangers.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Paris, le 10 juillet 1900.

Monsieur le Président du Congrès de l'Automobile en 1900, à l'Exposition Universelle, Paris.

Monsieur le Président,

« Ce n'est pas à vous, non plus qu'à nos collègues, que j'apprendrai combien il serait important de trouver dans l'alcool industriel un combustible nouveau pour les voitures automobiles.

« Je supprimerai donc de ma requête toutes considérations préliminaires, estimant qu'elles sont superflues entre nous, et je me contenterai de déposer, sans autres formes, entre vos mains, le projet de vœu ci-dessous que je vous prie de soumettre au vote de l'assemblée lorsque vous en trouverez le moment opportun.

« Ce vœu n'est qu'une réédition — c'est entendu, mais c'est une réédition qui s'impose à mon avis — de celui qui a été voté avant-hier par le Congrès de l'Agriculture. Il se trouve que, sur ce point, l'agriculture et l'automobile sont d'accord, puisque si nous pouvions demain substituer au pétrole exotique l'alcool dénaturé produit par la betterave, par exemple, certaines contrées agricoles de notre pays profiteraient immédiatement et largement de cette heureuse substitution.

« Voici le texte du vœu en question, tel que le Congrès de l'Agriculture l'a adopté et tel que je propose à nos collègues du Congrès de l'Automobile de l'adopter à leur tour :

« Le Congrès considérant l'immense intérêt qu'il y a, pour les constructeurs d'automobiles, à s'assurer contre les dangers de l'importation d'un combustible exotique, émet le vœu :

« 1° Que l'alcool industriel soit dégrevé de tous droits de fisc ou d'octroi, ainsi que les autres matières premières nécessaires à la fabrication de ce produit s'il y a lieu, même lorsque ces matières premières sont grevées de droits pour la consommation directe.

« 2° Que pour les alcools dénaturés à usage de la force motrice, outre le dégrèvement des droits, il soit prescrit aux administrations fiscales chargées d'assurer la dénaturation de choisir des dénaturateurs appropriés à ces usages, peu coûteux, à pouvoir calorifique élevé, et ne renfermant aucune substance solide fixe ou possédant un point de volatilisation trop supérieur à celui de l'alcool.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

« 3° Que toute fraude pour revivification de l'alcool dénaturé soit punie sévèrement.

« 4° Que les constructeurs d'appareils de distillation ou de rectification soient tenus de déclarer au fisc toute fabrication ou réparation d'appareils distillateurs.

« 5° Qu'à l'avenir, et pour toutes les relations internationales, l'alcoométrie pondérale centésimale soit substituée aux différents systèmes d'alcoométrie volumétrique actuellement en usage. »

« Veuillez agréer, Monsieur le Président, avec mes remerciements à l'avance, l'assurance de ma considération distinguée. »

P. GIFFARD

Directeur-rédacteur en chef du *Vélo*

Si notre collègue était présent, je me permettrais de lui faire remarquer que ce vœu semble faire double emploi avec celui que la section vous a proposé et que vous avez voté tout à l'heure. *(Adhésion.)*

Il me semble qu'au moins dans ses points essentiels, en ce qui concerne la répression de la fraude, les mesures à édicter contre les personnes qui se servent des appareils ne sont pas de notre compétence. *(Marques d'assentiment.)*

Je vous propose, en conséquence, Messieurs, de nous en tenir au vœu que nous avons émis et qui remplit le même but. *(Nouvelle adhésion.)*

J'aurai l'honneur de faire connaître votre décision à notre collègue.

M. Périssé, le distingué rapporteur de la 5e section, vous propose d'émettre un vœu dont je vous demanderai la permission de ne vous donner lecture que dans quelques instants.

Il demande que des expériences théoriques relatives à la traction des véhicules soient entreprises par une commission technique nommée par l'Automobile-Club de France.

M. LE PRÉSIDENT. — Je crois qu'il a voulu dire « par le Congrès ». En effet, ici, il n'y a pas d'Automobile-Club de France, il y a un Congrès qui peut désigner les hommes qu'il entend charger de cette mission.

D'un autre côté, ce vœu semble faire un double emploi complet avec celui qui a été émis par la troisième section.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. PÉRISSÉ. — J'ignorais le vœu de la troisième section.

M. LE PRÉSIDENT. — Il semble vous donner satisfaction.

M. PÉRISSÉ. — En conséquence, je retire mon vœu; seulement, on pourrait peut-être ajouter au vœu de la troisième section les mots « faire des expériences par une commission » ... — J'avais pensé que le Congrès chargerait l'Automobile-Club de nommer la commission, parce qu'il ne peut pas la nommer aujourd'hui, en quelques minutes, et que c'est notre dernière séance.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Le vœu que nous avons émis était ainsi conçu:

« ... Que l'on étudie les résistances provenant du roulement sur les diverses chaussées, la résistance de l'air, des virages, etc.

M. PÉRISSÉ. — Au lieu de « on » je demandais à ce que l'on mît « une commission ».

M. LE PRÉSIDENT. — Je demande à ce qu'on introduise seulement les mots: « que l'on fasse des expériences officielles ». Officielles voudra dire qu'il y aura une commission spécialement nommée et chargée de constater les résultats obtenus; la commission pourra être composée par des intéressés, des constructeurs, des techniciens.

M. BOLLÉE. — « Officielles, cela veut dire l'Etat ! »

M. LE PRÉSIDENT. — Nous ne voulons pas de l'Etat ! Le propre de l'automobilisme, c'est de développer ce que j'appellerai l'américanisme, c'est-à-dire l'esprit d'indépendance, d'initiative et de liberté; ces qualités essentielles ne sauraient se concilier avec la pensée que vous m'attribuez mon cher collègue. Par conséquent, nous abandonnons, ou plutôt, car nous ne l'avons jamais eue, nous repoussons loin de nous toute idée de demander quelque chose à l'Etat! *(Vifs applaudissements.)*

M. DE DIÉTRICH. — Il me semble que la nomination d'une commission pour ces essais est tout à fait superflue. Il ne faut pas croire, en effet, que nous, constructeurs, nous restions les bras croisés, nous faisons continuellement des essais : la concurrence nous y obligerait bien, alors même que nous ne le voudrions pas.

Sur quelle voiture les ferez-vous donc, ces essais? Sur la voiture de l'un, ou sur celle de l'autre? Qui sait s'ils s'adapteraient aux miennes ? C'est un travail qui se fait tout naturellement.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Nous demandons simplement, Monsieur de Diétrich, que, pour nous permettre à nous tous, amateurs passionnés de la belle industrie automobile, de nous tenir au courant, nous vous demandons de vouloir bien convoquer un certain nombre d'entre nous pour constater officiellement les résultats de vos expériences.

M. DE DIÉTRICH. — Des voitures de types différents donneront des résultats différents.

UN MEMBRE. — Si certains effets sont défavorables à un constructeur ou à un autre, pouvez-vous le dire ?

M. LE PRÉSIDENT. — Non, nous ne parlons jamais, dans les comptes rendus de nos concours, que des essais qui ont réussi; nous sommes une société d'encouragement et non pas de dénigrement. *(Très bien ! très bien !)*

LE MÊME MEMBRE. — Mais cela se sait !

M. PÉRISSÉ. — J'ai été frappé, lors des discussions de la quatrième section, de ce fait que deux constructeurs avaient fait des essais sur les efforts de traction et qu'ils avaient obtenu des résultats absolument contraires: je suppose que, dans un cas semblable, la commission prendrait une moyenne.

M. LE PRÉSIDENT. — Naturellement.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Je crois que, sans faire de classification, la commission n'hésiterait pas à publier les résultats, ce que nous avons fait, d'ailleurs dans tous nos concours.

M. PÉRISSÉ. — Je demande qu'au mot « on » on substitue « une commission officielle ».

M. LE PRÉSIDENT. — Je mets aux voix la modification proposée par notre collègue au vœu que nous avons émis tout à l'heure. (*Cette modification est adoptée.*)

M. Périssé nous propose d'émettre en outre le vœu dont la teneur suit:

3° « Invite les constructeurs d'appareils de mesure à mettre sur le marché un compteur kilométrique bon marché... »

M. LE PRÉSIDENT. — Tout à l'heure, je vous ai fait connaître la rédaction qui avait été adoptée dans une de nos sections, à la demande de notre secrétaire général; faut-il rééditer cette réponse ?

M. PÉRISSÉ. — Je le veux bien; j'ai fait moi-même l'essai d'un grand nombre de compteurs qui ne m'ont donné aucun résultat satisfaisant.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — Alors, le vœu émis par la section vous donne satisfaction?

M. PÉRISSÉ. — Pas tout à fait, Monsieur le Président, c'est au point de vue des voitures électriques seulement.

M. LE PRÉSIDENT. — Alors je m'associe à ce vœu: « ... mettre sur le marché un compteur kilométrique sûr et bon marché. »

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Mettre sur le marché ou « construire »?

M. JEANTAUD. — Il faudra bien les construire avant de les mettre sur le marché et c'est une invitation à dépenser beaucoup d'argent. *(Marques d'assentiment sur divers bancs.)*

M. LE PRÉSIDENT. — Il s'agit de savoir, Messieurs, si vous adoptez le libellé de M. le Secrétaire général, libellé qui est ainsi conçu: « invite les constructeurs à construire. » *(Mouvements divers.)*

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Non, il vaut mieux mettre « ... mettre sur le marché. »

M. LE PRÉSIDENT. — Alors, Monsieur Périssé est plus heureux que moi, puisqu'il a pu obtenir de M. le Secrétaire général une modification que je n'ai pas obtenue moi-même. *(Rires.)*

Le texte serait donc:

« ... à mettre sur le marché un compteur kilométrique sûr et bon marché... » mais, permettez: est-ce que l'expression de « compteur kilométrique » exprime bien votre pensée? Est-ce simplement un indicateur de kilomètres que vous demandez, ou bien, est-ce un indicateur de vitesse que vous désirez?

M. PÉRISSÉ. — Je désire un simple indicateur de kilomètres; j'en connais un qui est très exact, mais qui est très cher et je n'en connais pas qui soit bon marché.

M. LE PRÉSIDENT. — Je regrette de ne pas être tout à fait de votre avis, mais il me semble qu'il y en a quelques-uns. Il me paraît facile, en tout cas, d'établir un compteur de ce genre qui soit bon marché.

M. PÉRISSÉ. — Alors, il faut les employer!

UN MEMBRE. — Bon marché est peut-être un peu trop demander pour le présent.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE PRÉSIDENT. — On pourrait mettre « d'un prix peu élevé » ou plutôt encore, « d'un prix abordable ». *(C'est cela!)*

Je mets aux voix le vœu dont j'ai donné lecture avec cette modification.

« Le Congrès invite les constructeurs d'appareils de mesure à mettre sur le marché un compteur kilométrique sûr et d'un prix abordable. »

(Le vœu est adopté.)

M. LE PRÉSIDENT. — Je réserve pour la fin le dernier vœu de M. Périssé.

M. Alleyrat avait demandé la parole il y a quelques instants; je le prie de la prendre maintenant.

M. ALLEYRAT. — Je voulais proposer au Congrès d'émettre un vœu relativement à la poussière.

Il serait désirable, à mon avis, que les différents clubs qui organisent des courses instituassent un prix spécial qui serait décerné, à la suite de chaque course, à la voiture qui aurait fait le moins de poussière ou qui serait munie d'un appareil qui aurait supprimé la poussière dans la plus grande mesure possible.

Vous savez en effet que la poussière est un obstacle considérable et qu'elle nous transforme en véritables scaphandriers d'un nouveau genre.

M. LE PRÉSIDENT. — M. de Chasseloup-Laubat nous a expliqué comment il est arrivé à diminuer considérablement la poussière.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — J'ai dit simplement que l'étude de la poussière dans le sillage d'une voiture donnait des indications sur le frottement et sur la résistance de l'air.

UN MEMBRE. — Mais la poussière a été supprimée, pour ainsi dire, sur beaucoup de voitures; c'est sur les voitures de courses qu'il faudrait surtout arriver à la supprimer.

M. LE PRÉSIDENT. — Je croyais que vous alliez proposer un prix pour le service d'entretien des routes qui les débarrasserait de la poussière.

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Je ne sais si le vœu suivant vous donnerait satisfaction; je crois qu'il est plus général et que votre idée est intéressante, en effet. Le Congrès pourrait peut-être émettre le vœu que l'on étudiât pratiquement les moyens de supprimer la poussière dans le sillage des voitures.

Laissons les constructeurs libres, mais je crois que nous pouvons attirer

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

leur attention, ainsi que celle des inventeurs, sur cette question en disant: « que le Congrès émet le vœu que les procédés empêchant la formation de la poussière dans le sillage des voitures, soient étudiés et mis en pratique. »

M. ALLEYRAT. — Je crois que, pour que ce vœu ait une portée sérieuse, il faudrait le sanctionner par une récompense. Nous ne pouvons songer évidemment à mettre une sanction preprement dite à notre désir, mais dans les courses, on pourrait donner une prime à la voiture qui aurait fait le moins de poussière.

M. LE PRÉSIDENT. — Mais quel est le jury volant qui suivra vos voitures pour juger de la poussière qu'elles soulèvent?

M. ALLEYRAT. — Ce seront tous ceux qui suivent et, d'autre part, quand nous verrons arriver les voitures, nous pourrons bien apprécier... *(Exclamations, sourires.)*

UN MEMBRE. — Alors, ce seront les concurrents placés derrière les premiers qui jugeront ceux-ci !

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Je crois qu'il en est de ce vœu comme de tous les autres. Je vous ferai remarquer, Messieurs, que le vœu que je vous demande de formuler serait dans le même cas, au point de vue de la sanction, que tous les autres vœux que nous venons d'émettre.

Je me demande si nous ne nous lancerions pas dans l'organisation d'épreuves destinées à conduire à la suppression de la poussière.

Or, pas plus que nous ne sommes qualifiés pour entrer dans une voie analogue en ce qui concerne la suppression des trépidations, l'emploi de l'alcool, nous ne devons suivre la voie que nous indique notre collègue: mon sentiment personnel est qu'il n'y a pas lieu d'entrer dans cette voie.

M. Jeantaud vient de nous faire remarquer qu'à ce vœu, tel que je l'ai formulé il y a un instant, on pourrait en accoler un autre qui serait fort intéressant: il serait relatif à l'étude des moyens propres à empêcher le dérapage des voitures. *(Marques d'approbation.)*

M. BEAUCHAMP. — Le Congrès, Messieurs, pourrait peut-être émettre un vœu dans un sens un peu différent de ceux qui ont déjà été votés. En effet, quand on émet autant de vœux que nous l'avons fait, et un peu dans toutes les directions, si l'on n'en émet pas dans une direction déterminée, cela pourrait laisser supposer qu'il n'y en avait pas à formuler dans cette direction.

Je m'occupe de chemins de fer, Messieurs, et je n'oublie pas qu'il y a tou-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

jours deux choses à considérer, le matériel roulant et la voie; on ne peut changer le matériel sans mettre des millions en jeu, mais il faut avoir égard aux constructions nouvelles et ne pas oublier qu'il y a de petits points qui apportent de grandes entraves à la circulation.

Je crois donc que le Congrès pourrait émettre le vœu, ou, tout au moins, pour employer la forme qui a été donnée à des propositions semblables, qu'il pourrait dire « qu'il serait bon de mettre à l'étude les dispositions spéciales qu'il serait bon d'arrêter en vue de la circulation des automobiles sur les routes. »

Je crois que ce vœu a une importance égale à celle de ceux que nous avons émis sur la réduction des tarifs, par exemple, et je demande au Congrès de le voter.

M. LE PRÉSIDENT. — Le Congrès pourrait dire « qu'il est désirable que l'on mette à l'étude les moyens propres à mettre les routes en état de supporter et de favoriser la circulation des voitures automobiles » *(Adhésion.)* Le vœu, sous cette forme, est voté.

M. NICODÈME. — Il faudrait aussi qu'il y eût certaine uniformité dans tous les pays pour les appareils servant à la circulation, tels que avertisseurs, cornes d'alarme... etc. Ainsi, la corne d'alarme est tolérée en France tandis qu'en Suisse, les pompiers seuls ont le droit de s'en servir.

M. LE PRÉSIDENT. — Il est fortement question de la supprimer en France, mais, pour le moment, on ne peut l'interdire, car on ne peut empêcher une personne de se servir d'un moyen sonore quelconque. On peut seulement recommander d'être prudent.

M. NICODÈME. — En Suisse, on l'interdit bien; quand je suis arrivé à Bâle, on m'a arrêté.

M. LE PRÉSIDENT. — Alors, nous nous adresserons à M. Baillif pour qu'il fasse insérer dans le guide de l'automobilisme les prescriptions des polices étrangères. Mais vouloir soulever des complications diplomatiques pour des questions de cette nature me semblerait inutile. *(Adhésion.)*

M. REY. — Je voudrais faire au vœu une petite objection de principe que j'aurais déjà présentée dans la section si j'avais été présent au moment de la discussion et du vote.

Nous sommes un Congrès d'automobilisme et nous voulons développer l'industrie des automobiles; nous devons donc, ainsi que le disait M. le Président il y a un instant, nous efforcer de cacher les défauts que peuvent avoir les machines actuelles, plutôt que de nous efforcer de les mettre en lumière.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

C'est dans cet ordre d'idées qu'il me semble que, peut-être, on a un peu trop mis en lumière certains de ces défauts: ainsi, il y a un vœu relatif aux trépidations, un autre est relatif au bruit et nous allons voter enfin un vœu relatif à la poussière. Ce sont là, en effet, les trois inconvénients de l'automobilisme et je crois que ce ne serait pas au Congrès d'attirer l'attention du public par de tels vœux sur des imperfections qui seront peu à peu supprimées.

Telle est l'objection de principe que je voulais vous soumettre.

M. LE PRÉSIDENT. — Je crois, mon cher collègue, que vous vous êtes mépris sur le sens de mon observation de tout à l'heure.

Quand j'ai dit que nous n'étions pas une association de dénigrement, j'ai voulu exprimer cette idée que l'esprit qui doit nous guider quand nous voulons rendre compte des résultats obtenus dans une course, n'était pas de faire ressortir les imperfections de telle ou telle maison, afin d'empêcher le public d'acheter ses produits; mais il me semble que cela n'est pas faillir à notre tâche que de relater les résultats de ces expériences en nous plaçant à un point de vue élevé. Les trépidations des voitures arrêtées sont un secret de polichinelle; de même, toutes les personnes qui nous voient passer sur les routes, tels des dieux de l'Olympe, dans un nuage... de poussière, ne peuvent pas ignorer que les automobiles soulèvent beaucoup de poussière. *(Sourires.)*

Je crois qu'il n'y a dans tout cela, rien d'inavouable, et je ne pense pas qu'il y ait à revenir sur les vœux que nous avons émis. *(Marques d'assentiment.)*

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Alors, les vœux que l'on vous propose de voter sont les suivants :

1° « Que l'on mette à l'étude les moyens d'empêcher la formation de la poussière dans le sillage des voitures. »

M. PETREANO. — Je demande la parole sur ce vœu.

M. LE PRÉSIDENT. — Quelle modification demandez-vous.

M. PETREANO. — Messieurs, vous avez probablement remarqué que tous les constructeurs disposent leurs tubes d'échappement de telle sorte que le trou soit en bas; or, c'est de là que provient la plus grande partie de la poussière soulevée.

Or, j'ai fait moi-même des essais avec une voiture à pétrole dans laquelle l'échappement était en haut et je n'ai pas obtenu le tiers de la poussière que l'on a d'ordinaire à la vitesse de 40 kilomètres à l'heure.

M. LE PRÉSIDENT. — Les constructeurs désireux d'avoir la récompense tiendront compte de votre observation.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Nous ne parlons ni des moyens ni des causes, nous signalons le fait.

M. LE PRÉSIDENT. — Je mets aux voix le vœu qui vient d'être lu.

(Le vœu est adopté.)

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — 2° « Le Congrès émet le vœu que l'on mette à l'étude les moyens propres à éviter les dérapages. *(Adopté.)*

3° « Le Congrès émet le vœu que les routes soient améliorées... »

M. LE PRÉSIDENT. — Entretenues !

M. LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL. — Tant pis pour vous !... *(Rires.)*

M. LE PRÉSIDENT. — Messieurs, je suis professeur du cours de routes à l'Ecole des Ponts et Chaussées; c'est moi qui enseigne aux jeunes ingénieurs l'art d'entretenir les routes: je vous en prie, ne parlez pas d'améliorer ! Vous m'avez témoigné beaucoup de bienveillance depuis l'ouverture des travaux du Congrès: ne me faites pas cette injure au moment où ces travaux vont se terminer.

Vous pourriez émettre le vœu que les routes soient entretenues de manière à rendre aisée et agréable la circulation des voitures automobiles ». *(Mouvements divers.)*

UN MEMBRE. — Ce n'est pas suffisant !

M. LE PRÉSIDENT. — Comment ,on me dit que je ne vous fais pas suffisamment plaisir en rendant la circulation aisée et agréable. Qu'est-ce donc qu'il vous faut de plus?

M. DE BEAUCHAMP. — Je crois, Messieurs, que ce vœu devrait être réservé pour le prochain Congrès *(Protestations sur plusieurs bancs)* car, sous cette forme, il ne servirait à rien. Il faudrait que l'on étudiât la question afin d'arriver avec des propositions mûrement discutées à l'avance.

M. LE PRÉSIDENT. — Je me rallie à cette proposition et je vous avoue, Messieurs, que je serais très aise qu'elle fût adoptée, mais il faut suivre un ordre méthodique et, si vous le voulez bien, mon cher Secrétaire général, nous reviendrons sur ce vœu dans un instant.

Nos travaux, Messieurs, vont être terminés. Permettez-moi donc de vous exprimer le sentiment que j'éprouve à l'heure où nous sommes arrivés.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Je me demande si, après une semaine passée ensemble dans une entente si cordiale, avec le désir de travailler dans l'intérêt commun de toutes les questions se rattachant à l'automobilisme, nous sommes réunis pour la dernière fois et si vous ne sentez pas, comme moi, le besoin de profiter des relations qui se sont établies entre nous et nos collègues étrangers pour continuer ces études et demander un second Congrès. *(Adhésion.)*

Dans ce second Congrès, nous épuiserons cette question fort intéressante, car si la roue est l'organe essentiel de la voiture, comme on nous l'a fait remarquer, la route est également indispensable pour l'automobile; permettez-moi donc, comme professeur du cours de routes à l'Ecole des Ponts et Chaussées, d'exprimer le désir que cette question soit traitée par les rapporteurs étrangers qui voudront bien nous aider dans nos travaux et nous faire part des méthodes de leurs différents pays, afin que je puisse en faire profiter mes élèves. *(Rires et applaudissements.)*

J'arrive ici au second vœu que nous devons soumettre au Congrès; c'est le dernier vœu présenté par M. Périssé, il est ainsi conçu :

« Il y a lieu d'étudier les moyens de rendre la réunion internationale du Congrès de l'automobilisme régulièrement périodique. *(Très bien! Très bien!)*

M. Lohner. — Je demande la parole pour une motion personnelle.

M. le Président. — Vous avez la parole.

M. Lohner. — Messieurs, un grand nombre de nos collègues et moi, nous sommes mis d'accord pour soumettre au vote du Congrès la proposition que je vais avoir l'honneur de faire, et qui est la suivante: Nous demandons que le Congrès institue le comité français actuellement existant en qualité de comité permanent jusqu'à l'année prochaine, en lui donnant pour mission d'organiser un nouveau Congrès à la date qui lui semblera la plus favorable, et de préparer une organisation internationale dans laquelle on discutera la création du comité international à qui reviendra l'organisation des Congrès à l'avenir.

En conséquence, au nom des délégués étrangers et au mien, je prie le comité d'organisation de ce Congrès d'accepter de continuer ses travaux et de se constituer en Comité permanent jusqu'à l'année prochaine. *(Applaudissements.)*

M. le Président. — Je remercie M. Lohner des compliments qu'il veut bien adresser au Comité d'organisation et je regrette sincèrement que M. Michel-Lévy ne soit pas ici pour lui dire avec plus d'autorité que je ne pourrai le faire, que nous acceptons volontiers la mission que le Congrès nous fait l'honneur de nous confier, et pour lui promettre que nous ferons tous nos efforts pour que le deuxième Congrès soit encore plus profitable que le premier à notre cause.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Nous acceptons donc cette tâche avec plaisir et nous comptons sur le concours bienveillant de tous les membres étrangers, et surtout de MM. les délégués qui nous ont donné un si grand exemple d'assiduité, et tant de marques d'intérêt pour toutes les questions que nous avons discutées. *(Applaudissements.)*

Je mets aux voix le vœu que, pour le prochain Congrès, des études soient faites dans tous les pays pour chercher la meilleure méthode à adopter en vue de rendre la circulation aisée et agréable aux automobiles. *(Adopté.)*

M. HOWARD. — Je tiens personnellement à remercier MM. Forestier et de Chasseloup-Laubat de leurs efforts personnels dans ce Congrès. J'ai écouté à Vincennes leurs explications des divers systèmes qui étaient exposés, et j'avoue que leurs explications m'ont mieux renseignées que les discours parfois confus des exposants.

M. LE PRÉSIDENT. — Il faut rendre à chacun ce qui lui est dû. Tous les efforts n'ont pas été faits seulement par nous, et il faut reporter une grande partie de vos remerciements à notre sympathique trésorier, M. Jeantaud, qui est parvenu heureusement à mettre sur pied une œuvre très considérable. *(Applaudissements.)*

M. LOHNER. — J'ai omis de dire tout à l'heure que notre vœu était que le prochain Congrès se tînt à Paris.

M. LE PRÉSIDENT. — C'est dans ces conditions que nous avions accepté de l'organiser.

Nous ferons de notre mieux pour le rendre aussi intéressant que possible, et nous comptons sur les délégués étrangers présents au Congrès de cette année pour nous aider dans nos relations internationales.

Je vous donne rendez-vous, Messieurs, au banquet de dimanche ou à l'année prochaine, pour ceux de nos collègues qui ne pourraient pas être des nôtres.

Le Congrès international de l'Automobilisme de 1900 est clos.

La séance est levée.

La séance est levée à cinq heures moins cinq minutes.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

DISCOURS DE M. G. FORESTIER

Inspecteur général des Ponts et Chaussées

Président du Congrès international de l'automobilisme

prononcé au Banquet, offert par l'Automobile-Club de France, au Ministre des Travaux Publics et au Délégué du Ministre du Commerce, ainsi qu'aux Délégués étrangers.

MONSIEUR LE MINISTRE,

A la première séance du Congrès, j'ai exprimé à nos collègues étrangers, le très sincère regret que la maladie de M. Michel-Lévy les privât du plaisir de s'entendre souhaiter la bienvenue par ce savant éminent, expert en l'art de bien dire.

Ce soir, je regrette encore plus vivement l'absence du véritable président du Congrès de l'Automobile.

De même que, comptant sur le concours dévoué de tous nos collègues, je n'ai pas hésité à le suppléer au fauteuil, de même, confiant dans votre indulgence, j'ai accepté la mission flatteuse, mais combien délicate, d'être auprès de vous le digne interprète des sentiments et des vœux du Congrès.

Nous vous remercions, Monsieur le Ministre, d'être venu nous apporter le témoignage officiel de tout l'intérêt que le Gouvernement de la République porte au développement et à la prospérité de tout ce qui touche à l'industrie automobile dont les nombreuses usines occupent tant de travailleurs, pour la plupart des ouvriers d'élite.

Nous vous sommes surtout reconnaissants de ce que cette parfaite conformité de vue entre le Gouvernement et tous ceux qui, à des titres très divers, s'occupent de l'automobilisme en France, se manifeste ici devant les délégués des gouvernements étrangers venus en si grand nombre de pays même très éloignés.

Aussi, saisissons-nous avec empressement cette occasion de faire acte de loyalisme, comme disent nos voisins.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Au nom du Bureau du Congrès et de tous ses membres, je vous propose, Monsieur le Ministre, la santé du Président de la République Française.

Je vous prie, Monsieur le Ministre de porter à la connaissance de M. Loubet, ce témoignage chaleureux de notre respect pour le premier magistrat du pays et de notre estime pour sa personne.

Avant de lever mon verre en votre honneur, je vous demande la permission de vous faire connaître les vœux que le Congrès m'a chargé de recommander à votre bienveillante attention.

Rassurez-vous, Monsieur le Ministre, je serai bref, je ne parlerai que des vœux ressortissant à l'Administration que vous dirigez avec...

Emporté par mon sujet, j'allais oublier que le Président accidentel du Congrès est un fonctionnaire des travaux publics.

Le sentiment des convenances m'empêcherait de critiquer notre hôte. Le bon goût m'interdit de louer mon Ministre.

De plus, je serai discret, car je me reprocherais de vous causer le plus petit embarras qui pût altérer la cordialité du toast que je compte vous porter et de la réponse que vous avez l'intention d'y faire.

D'ailleurs, vous avez bien voulu nous faire remarquer que vous êtes vous-même chauffeur. Vous savez donc qu'à triompher des difficultés... de la route et des caprices... du moteur, les adeptes de l'automobilisme acquièrent non seulement le sang-froid, mais aussi avec l'habitude de ne compter que sur soi, l'esprit d'initiative.

Contrairement à l'état d'âme des autres Français, fruit de leur éducation latine, qui attendent toujours du bon plaisir de l'Etat, la mise en train de ce qu'ils croient désirable, nous comptons, pour la réalisation de nos vœux, sur nos propres efforts, et, en cas de besoin, sur l'initiative de ceux de nos amis qui siègent au Parlement.

Cependant, la pratique de chaque jour nous apprend que l'huile est préférable aux graviers pour l'entretien des engrenages et qu'il faut en outre éviter d'embrayer sur une vitesse par trop différente de celle du véhicule. Nous nous doutons qu'il doit en être de même pour les rouages administratifs.

C'est donc pour éviter tout grippement difficultueux, tout choc désastreux provenant d'une divergence de vue trop accentuée entre l'Administration et nous le jour où nous pourrons soumettre à votre décision des solutions mûrement

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

préparées, que j'ai reçu mission de vous prévenir à l'avance de ce que nous désirons obtenir.

Le premier vœu concerne les conditions et les taxes du transport en chemin de fer des voitures en général et des automobiles de toutes catégories en particulier.

Aujourd'hui, tout comme aux temps préhistoriques ou, pour éviter les légers ennuis d'un transbordement, les voyageurs préféraient rester dans leur voiture, hissées sur des trucs spéciaux, pour profiter des quelques kilomètres de voie ferrée existant alors aux environs de Paris, les voitures sont soumises aux conditions d'application des taxes de transport suivantes:

40 et 50 centimes en grande vitesse ;

25 et 32 centimes en petite vitesse ,

selon qu'elles sont à un fond et à une seule banquette ou à deux fonds et deux banquettes dans l'intérieur.

Si incroyable que nous paraisse cette idée singulière, d'admettre des voyageurs dans les véhicules transportés, elle a existé, comme le prouve cette clause, véritable fossile, de l'article 29 : « Deux personnes peuvent, sans supplément de prix, voyager dans une voiture à une banquette et trois dans les voitures à deux banquettes; les voyageurs excédant ce nombre paient le prix des places de 2e classe. »

En passant, faisons remarquer que, déduction faite du prix des places gratuitement concédées, le transport en *grande* vitesse se réduit à 25 centimes pour les voitures à un fond et une banquette et à 27 centimes pour les voitures à deux fonds et à deux banquettes, c'est-à-dire moins qu'en *petite* vitesse, surtout pour ces dernières.

Depuis l'invention des automobiles, on leur a fait l'honneur de les porter au choix, mais avec cette mention qu'on leur appliquera le prix du barème des articles de messagerie, 0 fr. 35 centimes par tonne, mais sans que la taxe par véhicule puisse être inférieure à celle indiquée ci-dessus pour les voitures à un ou deux fonds.

Cette clause était si léonine, que déjà les Compagnies ont renoncé à cette restriction pour les petites voitures à âne, dont le poids, emballage compris, n'excède pas 200 kilogrammes ainsi que pour les motocycles, quadricycles automobiles, etc. dont le poids, emballage compris, n'excède pas 300 kilogrammes.

Quand on parcourt la magnifique exposition de la Classe 30 où brille particulièrement un si grand nombre de voiturettes pesant dans les environs de 400 kilogr. on conçoit sans peine que les automobilistes réclament d'autres con-

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

ditions de transport surtout pour les voitures non emballées, comme celles qu'ils ont à confier au chemin de fer dans leurs déplacements.

En conséquence, le Congrès a émis le vœu qu'on fît auprès des Compagnies toutes démarches utiles pour obtenir des conditions et des taxes tenant un compte plus équitable de toutes les circonstances du transport.

Le jour où les Compagnies soumettront à votre homologation des propositions conformes à nos légitimes désirs, nous espérons, Monsieur le Ministre, que vous les examinerez avec la plus bienveillante attention.

Serait-ce trop vous demander que de nous autoriser à vous adresser le texte définitif de notre demande aux Compagnies en vous priant de leur en recommander l'examen ?

Le second vœu a trait au brevet de capacité exigé en France de ceux qui veulent conduire des automobiles (propriétaires, mécaniciens).

Nos collègues étrangers demandent que les certificats délivrés par leurs administrations respectives, soient également valables en France, à charge de réciprocité, bien entendu.

Cette question n'est pas nouvelle pour vous, vous en avez déjà été saisi par le Président du Congrès Automobile Suisse. Notre collègue nous a lu la lettre que vous avez bien voulu lui écrire à ce sujet. Vous lui faites remarquer, avec raison, qu'il s'agit là d'une question internationale que vous examinerez avec le désir d'y donner satisfaction le jour où une demande d'un Gouvernement étranger offrant la réciprocité, vous sera régulièrement transmise par votre collègue des affaires étrangères.

La formalité que vous réclamez est dans l'ordre régulier des choses.

Au moment où la France se montre si hospitalière aux étrangers qui viennent visiter sa belle exposition, ne serait-il pas plus conforme à nos habitudes de courtoisie nationale que le Gouvernement français prît l'initiative de cette offre, lorsque, éclairés par nos collègues étrangers, nous pourrions lui donner l'assurance que l'on est prêt à y souscrire?

Il est des pays fortunés où le brevet de capacité est inconnu, nos collègues de ces pays demandent qu'on leur accorde, lorsqu'ils viennent nous visiter, un délai pour l'obtention du brevet de capacité et qu'on leur délivre un permis provisoire les autorisant à se rendre, sans encourir de contravention, à la résidence de l'Ingénieur des Mines devant lequel ils désirent passer l'examen.

Si vous voulez bien remarquer, Monsieur le Ministre, qu'avant d'arriver à

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

la frontière, nos collègues de Vienne — car ce pays fortuné est l'Autriche — ont dû parcourir des centaines et des centaines de kilomètres, vous trouverez sans doute que nul examen ne vaut cette épreuve.

Nous espérons que la demande d'un permis provisoire ne vous paraîtra pas exagérée.

J'ai fini.

MESSIEURS,

Au nom du bureau du Congrès, comme témoignage de notre gratitude pour la preuve de haut intérêt que nous a donnée M. Pierre Baudin, Ministre des Travaux publics, je vous invite à boire à sa santé.

Monsieur le Ministre, dans une spirituelle allocution, répond à M. FORESTIER en disant que dans la mesure du possible il fera droit aux vœux qui viennent de lui être exprimés.

Il assure les constructeurs de toute sa sympathie pour l'industrie automobile et fera tous ses efforts pour diminuer les formalités administratives de réception.

Il lève son verre et boit au succès de l'Automobilisme. (*Applaudissements.*)

M. FORESTIER porte ensuite des toasts aux représentants de toutes les nations qui ont pris part au Congrès.

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

TABLE DES MATIÈRES

I

Pages

Organisation du Congrès 3
Liste des membres 14
Séance d'ouverture 33

II

MOTEURS A VAPEUR, A EXPLOSION ET DIVERS

Rapport de M. Bollée père sur les moteurs à vapeur 62
Rapport de M. Moreau sur les moteurs à explosions 73
Rapport de M. G. Forestier sur les moteurs à mélange tonnant 102
Moteur à alcool 116
Moteurs à gaz comprimé 121
Moteur à acide carbonique 123
Moteur à ammoniaque 126
Rapport de M. Arquembourg sur le refroidissement des moteurs 127
Pompes de refoulement 150

III

MOTEURS ÉLECTRIQUES, ACCUMULATEURS

Rapport de M. Bainville sur les accumulateurs 165
Rapport de M. Hospitalier sur l'électromobilisme 171
Moteurs électriques 189
Combinateurs 196
Appareils accessoires 201

IV

TRANSMISSIONS, CHASSIS, CARROSSERIE

Rapport de M. Gaillardet 210
Différentiels 215

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pages
Liaison du dernier mobile de la transmission aux roues motrices 216
Graissage, palier, roulements 218
Transmission électrique 220
Transmission hydraulique Létang 229
Rapport de M. Crouan sur la transmission pneumatique 233
Rapport de M. Carlo Bourlet sur les directions 238
Direction Jeantaud 259
Direction Bollée 260
Rapport de M. Bochet sur les freins 263
Rapport de M. Bollée père sur les détails de construction 276
Rapport de M. Jobard sur les joints 286
Rapport de M. Jeantaud sur les châssis à carrosserie 297
Rapport de M. Arsandaux sur la peinture 300

V

EFFORTS DE TRACTION, ROUES, BANDAGES

Rapport de M. Forestier sur l'effort de traction 312
Rapport de M. Michelin sur les bandages de roues 327
Rapport de M. le Capitaine Ferrus sur les roues et les essieux 343
Rapport de M. Jeantaud sur les suspensions 350
Rapport de M. le Comte de Chasseloup-Laubat sur la puissance à donner aux moteurs 352

VI

QUESTIONS HISTORIQUES, ÉCONOMIQUES ET INTERNATIONALES

Rapport de M. Périssé sur la comparaison entre les divers modes de traction automobile 362
Rapport de M. Baldini sur les conditions d'exploitation des poids lourds en Italie . 367
Rapport de M. Périssé sur le prix de revient de marche des automobiles 385
Rapport de M. Pasqueau sur le transport des automobiles par chemin de fer . . 396
Rapport de M. Sauvage sur l'unification des jauges 416
Rapports de M. le Comte de Chasseloup-Laubat :
Sur la locomotion automobile en France, 1re partie 426
— — — 2e partie 465
Voitures à vapeur 466
Voiture Bollée 466
— de Dion-Bouton et Trépardoux 469
— Le Blant 472
— Scotte 474

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Pages

Voiture Serpollet 474
— Gaillardet 477
Voitures à pétrole. 478
Voiture Panhard et Levassor 478
— Peugeot 483
— Delahaye 486
— Roger 487
— Lepape. 489
— Tenting 491
— Ravel 492
Voitures électriques 492
Voiture Jeantaud 493
Sur la locomotion automobile en Angleterre 495
Sur la locomotion automobile aux États-Unis 534
Rapport de M. Biallif sur les formalités internationales 558

VII

VŒUX

Vœux de la 1re section, moteurs à vapeur 570
— 2e — moteurs électriques 575
— 3e — transmissions, châssis, carrosserie 576
— 4e — efforts de traction, roues, bandages 576
— 5e — questions historiques, économiques et internationales . . 577
Formalités douanières. 577
Transports. 581
Vœu sur l'utilisation de l'alcool comme combustible nouveau pour les automobiles de Pierre Giffard 585
Discours de M. G. Forestier 597

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

6107. — Imp. Hemmerlé et Cie, rue de Damiette, 2, 4 et 4 bis

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires

Droits reservés au Cnam et à ses partenaires